

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 792 071**

51 Int. Cl.:

H02M 3/338 (2006.01)

H02M 3/00 (2006.01)

H02J 7/02 (2006.01)

H02M 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2013 PCT/IB2013/000464**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.10.2013 WO13150352**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2013 E 13720535 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020 EP 2834910**

54 Título: **Procedimiento y aparato para transferir potencia eléctrica por medio de un acoplamiento capacitivo**

30 Prioridad:

02.04.2012 IT RE20120021

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

06.11.2020

73 Titular/es:

**EGGTRONIC ENGINEERING S.R.L. (100.0%)
Via Giorgio Campagna, 8
41126 Modena, IT**

72 Inventor/es:

SPINELLA, IGOR

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 792 071 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

Procedimiento y aparato para transferir potencia eléctrica por medio de un acoplamiento capacitivo

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere, en general, a un procedimiento y a un aparato para transferir potencia eléctrica a una carga eléctrica. La carga eléctrica puede ser, por ejemplo, cualquier dispositivo eléctrico o electrónico que se tenga que alimentar eléctricamente para su funcionamiento y/o para cargar las baterías internas del dispositivo.
10 Son ejemplos clásicos de este tipo de dispositivo eléctrico/electrónico los teléfonos móviles, los ordenadores, las televisiones y similares.

Técnica anterior

15 Una de las soluciones que se usa muy ampliamente en la actualidad para transferir potencia eléctrica a un dispositivo de carga es aquella en la que se usa un convertor de CA/CC capaz de convertir una corriente alterna (CA), generada, por ejemplo, por una red eléctrica común, en una corriente continua (CC) adecuada para alimentar el dispositivo de carga.

20 Para lograr un convertor de CA/CC capaz de transferir una alta potencia eléctrica al dispositivo de carga, con un alto rendimiento, pocas imperfecciones y costes reducidos, se usa generalmente un circuito que presenta algunas características típicas.

El circuito comprende, en primer lugar, un rectificador de alta tensión, normalmente un rectificador de puente de diodos que tiene posiblemente un circuito de estabilización de tensión y/o corriente, el cual se puede conectar a la red eléctrica, normalmente por medio de un enchufe eléctrico, por ejemplo para convertir corriente alterna suministrada por la red eléctrica en una corriente continua. La alta tensión continúa en la salida del rectificador, aplicada de este modo a un convertor de CC/CC adecuado para modificar la corriente continua con el fin de adecuarla para alimentar el dispositivo de carga.
25

30 El convertor de CC/CC comprende normalmente una fuente de HF (alta frecuencia), capaz de generar ondas de tensión eléctrica de alto voltaje (en la actualidad del orden de décimas o centésimas de kHz), de acuerdo con clases de circuito del tipo *flyback*, o similares. A continuación, las ondas de tensión se envían a un transformador de HF que aísla galvánicamente el circuito primario de alta tensión (rectificador y generador de ondas de tensión) con respecto al circuito secundario de baja tensión que comprende el dispositivo de carga. Este aislamiento galvánico es necesario para evitar que daños o sobretensiones en el circuito primario pongan en peligro el segundo circuito, el cual es de baja tensión y se encuentra situado normalmente cerca del usuario (por ejemplo, los contactos expuestos de los conectores de un teléfono móvil o un ordenador).
35

40 Para regular la tensión continua del circuito secundario, es habitual intervenir sobre el ciclo de trabajo de las ondas de alta frecuencia generadas por el conmutador activo.

El circuito secundario comprende generalmente un segundo rectificador (por ejemplo, un rectificador de un solo puente o un rectificador de doble puente de diodos combinado con un transformador con toma central, un rectificador síncrono, etc.), interpuesto eléctricamente entre el transformador y el dispositivo de carga, que es adecuado para convertir las ondas de baja tensión que salen del segundo circuito del transformador en una tensión baja continua. Entre el rectificador y el dispositivo de carga se puede interponer un filtro, para estabilizar la tensión y/o la corriente sobre el dispositivo de carga.
45

50 Una necesidad bien establecida en este sector es la de reducir lo máximo posible las dimensiones de los convertidores de CC/CC. Para alcanzar este objetivo, dada una misma potencia destinada a aplicarse al dispositivo de carga, es fundamental incrementar la frecuencia de las ondas de tensión generadas por la fuente de HF, ya que de esta manera, se incrementa, por unidad de tiempo, el número de ciclos en los que se transfiere energía eléctrica del circuito primario al segundo circuito, con lo cual se incrementa también la potencia transferida.
55

El aumento de la frecuencia de las ondas de tensión conduce de manera tendencial al inconveniente del aumento de las fugas en el material ferromagnético que materializa el circuito magnético del transformador y las fugas dinámicas en el conmutador activo durante la activación y desactivación del conmutador activo, lo cual impone un límite sobre la frecuencia máxima de las ondas de tensión que puede generarse por la fuente de HF y, por lo tanto, sobre la dimensión mínima del transformador y los elementos de evacuación del calor disipado en el convertor.
60

La tesis doctoral de Chao Liu: "FUNDAMENTAL STUDY ON CAPACITIVELY COUPLED POWER TRANSFER TECHNOLOGY", 1 de abril de 2011 (01-04-2011), divulga topologías de convertidores para una transferencia de potencia con acoplamiento capacitivo.
65

Exposición de la invención

5 Teniendo en cuenta lo anterior, es un objetivo de la presente invención poner a disposición un procedimiento según la reivindicación 1 y un aparato según la reivindicación 8 para transferir potencia eléctrica a un dispositivo de carga, que permita de manera eficaz, al mismo tiempo, minimizar el problema de fugas, típico de convertidores de CC/CC disponibles en la actualidad.

10 Es un objetivo adicional de la invención garantizar un aislamiento galvánico eficaz entre el circuito primario y el circuito secundario al mismo tiempo.

Estos y otros objetivos se logran con las características especificadas en la reivindicación de procedimiento independiente 1 y la reivindicación de aparato independiente 8.

15 Las reivindicaciones dependientes delimitan el aspecto preferido y/o particularmente ventajoso de las diversas formas de realización de la invención.

Una forma de realización de la invención divulga un procedimiento para transferir potencia eléctrica a una carga eléctrica, que comprende las etapas de:

20 convertir una corriente eléctrica continua en una onda de tensión eléctrica,
aplicar la onda de tensión eléctrica de la entrada a por lo menos una pareja de condensadores eléctricos,
suministrar a la carga eléctrica la tensión eléctrica de la salida de los condensadores.

25 En otras palabras, esta forma de realización comprende sustancialmente la sustitución del transformador de la técnica anterior por lo menos por dos condensadores eléctricos, solucionando así el problema de fugas en el transformador.

30 La presencia de este par de condensadores puede garantizar, además, el aislamiento galvánico entre el circuito primario y el circuito secundario, así como la transferencia de una potencia eléctrica suficiente para alimentar el dispositivo de carga.

35 Cada condensador al que se suministra una onda de tensión se puede considerar como una impedancia, de tal manera que por medio de una frecuencia de la onda de tensión que sea suficientemente alta y/o por medio de condensadores eléctricos que sean suficientemente grandes y/o por medio de una onda de tensión que tenga una amplitud suficientemente grande, es posible, de manera ventajosa, obtener, en la salida del par de condensadores eléctricos, una onda de tensión que sea suficientemente grande para alimentar el dispositivo de carga.

En un aspecto de la invención, el procedimiento también puede comprender una etapa de:

40 rectificar la onda de tensión eléctrica en la salida de los condensadores eléctricos.

Esta forma de realización de la invención es ventajosa cuando al dispositivo de carga se le debe suministrar una corriente eléctrica continua.

45 En otro aspecto de la presente invención, la etapa de convertir la tensión eléctrica continua en una onda de tensión eléctrica puede comprender:

50 activar y desactivar alternativamente un conmutador activo, por ejemplo, un transistor (MOSFET, BJT, IGBT, etc.).

En otras palabras, este aspecto de la invención introduce la posibilidad de generar la onda de tensión por medio de una acción de conmutación, lo cual representa una solución muy sencilla que es fiable y fácilmente controlable.

55 En este contexto, merece la pena considerar que la transmisión de potencias elevadas mediante los condensadores eléctricos con una acción de conmutación no es una tarea sencilla, común. Aumentar la amplitud de la onda de tensión en una cantidad considerable significa típicamente usar un transformador o un circuito elevador antes de los condensadores de aislamiento galvánico y un transformador o un circuito reductor después de los condensadores de aislamiento galvánico, con un aumento relativo de las imperfecciones, las fugas y los costes.

60 El aumento de la amplitud de la onda de tensión resulta todavía más perjudicial en términos de seguridad. Por otro lado, aumentar los condensadores significa usar materiales dieléctricos con una constante dieléctrica mayor y/o reducir el grosor del dieléctrico, con un empeoramiento relativo del aislamiento galvánico y un aumento de las fugas eléctricas y/o un incremento de las dimensiones de las armaduras, con el consiguiente aumento de las imperfecciones.

65 Por último, el aumento de la frecuencia de la onda de tensión con algunos sistemas de conmutación de tipo

conocido, tales como, por ejemplo, disposiciones de conmutación de puente o medio puente, posiblemente resonantes o casi resonantes, conduce generalmente a un aumento de las fugas y a un control dificultoso y costoso económicamente de los conmutadores activos, debido a la presencia de conmutadores referidos a un nodo flotante.

5 Por este motivo, un aspecto de la invención comprende que la etapa de convertir la tensión eléctrica continua en una onda de tensión eléctrica pueda incluir la etapa de:

10 reducir la potencia eléctrica (tensión y/o corriente) aplicada al conmutador activo a un valor sustancialmente nulo durante cada etapa de transición del conmutador activo: tanto del estado desactivado (inhibido) al estado activado (saturación), como del estado activado al estado desactivado.

15 De esta manera, las fugas eléctricas se reducen considerablemente durante los ciclos de conmutación, con lo cual se posibilita un incremento de la frecuencia de los ciclos y, por lo tanto, la frecuencia de la onda de tensión así generada, con el resultado de que se puede aumentar la potencia eléctrica transmitida dada una misma tensión aplicada, o se puede reducir la tensión aplicada dada una misma potencia eléctrica transmitida.

20 En otro aspecto de la invención, la etapa de conversión de la tensión eléctrica continua en una onda de tensión eléctrica puede incluir el uso de un esquema de circuito basado en un único conmutador activo referido a un potencial fijo, es decir, alternativamente activar y desactivar, siguiendo los modos antes descritos, un solo conmutador activo, por ejemplo, un solo transistor (por ejemplo, MOSFET, BJT, IGBT, etc.).

25 De esta manera, además de las ventajas descritas anteriormente, se reduce notablemente la complejidad del circuito y se simplifica el controlador del conmutador activo, el cual, por lo tanto, se puede gobernar a frecuencias más altas.

Por otro lado, un problema típico que puede surgir cuando se aplica este procedimiento es la dificultad de controlar la potencia transferida al dispositivo de carga, debido al hecho de que esta potencia transferida podría depender del propio dispositivo de carga, el cual, a su vez, podría no ser constante ni conocido *a priori*.

30 De hecho, típicamente, las disposiciones resonantes con solamente un transistor son aplicables a cargas constantes y conocidas, en la medida en la que cada desplazamiento del punto de trabajo con respecto al punto de diseño determina una caída del rendimiento o un comportamiento defectuoso del sistema.

35 Por este motivo, otros aspectos de la invención se refieren a los modos con los que es posible variar la potencia transmitida al dispositivo de carga eléctrico. Según uno de estos aspectos, el procedimiento puede comprender la etapa de: evitar o alterar uno o más ciclos de activación y desactivación del conmutador activo.

40 Cuando se inhiben los ciclos de activación y desactivación, es decir, los mismos no se llevan a cabo, la potencia eléctrica transmitida en conjunto al dispositivo de carga se reduce de manera ventajosa, es altamente eficiente y con fugas eléctricas muy bajas.

Los ciclos de activación y desactivación se pueden inhibir, por ejemplo, suspendiendo temporalmente la señal piloto eléctrica del conmutador activo.

45 De forma más detallada, un aspecto de la invención incluye la posibilidad de regular el número y/o la frecuencia de los ciclos que se inhiben, sobre la base de un valor de referencia predeterminado de la potencia eléctrica que se va a transferir al dispositivo de carga.

50 De esta manera, es posible de manera ventajosa regular la potencia eléctrica transmitida al dispositivo de carga tal como para alcanzar el valor de referencia antes mencionado, que puede modificarse de acuerdo con el dispositivo de carga específico que se suministre y, de manera más general, según las necesidades.

55 Todavía de forma más detallada, la regulación de la potencia eléctrica transferida se puede llevar a cabo con un control de realimentación que comprende, por ejemplo, las etapas de: medir la potencia eléctrica transferida al dispositivo de carga, calcular la diferencia entre la potencia eléctrica medida y el valor de referencia predeterminado, y

60 regular el número y/o la frecuencia de los ciclos de activación y desactivación inhibidos, tal como para minimizar la diferencia.

De manera adicional o alternativa al primer modo de regulación de la potencia eléctrica para el dispositivo de carga, se puede usar un segundo modo de regulación, que comprende la etapa de:

65 desviar temporalmente la onda de tensión eléctrica sobre una línea eléctrica colocada en paralelo a la carga eléctrica.

Cuando la onda de tensión se desvía sobre la línea eléctrica, no se alimenta el dispositivo de carga, de tal modo que la potencia eléctrica transmitida al mismo se reduce en conjunto.

5 Para permitir esta etapa de desviación, la línea eléctrica puede comprender un segundo conmutador activo, por ejemplo, un segundo transistor (MOSFET, BJT, IGBT, etc.), y un tercer condensador conectado en serie con el segundo conmutador activo y que tiene un valor de capacidad que es suficientemente alto para considerarse como un cortocircuito con respecto al dispositivo de carga, cuando el segundo conmutador activo está activado (es decir, en saturación).

10 También en este caso, un aspecto de la invención incluye la regulación de la duración de la etapa de conmutación y/o la frecuencia con la que la etapa de desviación finalmente se repite, sobre la base de un valor de referencia predeterminado de la potencia eléctrica que se va a transferir al dispositivo de carga.

15 De esta manera, es posible de manera ventajosa regular la potencia eléctrica transmitida realmente al dispositivo de carga de tal modo que se alcanza el valor de referencia, el cual puede modificarse de acuerdo con el dispositivo de carga específico que se va a alimentar.

20 En particular, la regulación de la potencia eléctrica transferida se puede llevar a cabo con un control de realimentación que comprende, por ejemplo, las etapas de: medir la potencia eléctrica transferida al dispositivo de carga, calcular la diferencia entre la potencia eléctrica medida y el valor de referencia predeterminado, y

regular la duración de la etapa de desviación y/o la frecuencia con la cual se repite finalmente la etapa de desviación, tal como para minimizar la diferencia.

25 Una tercera estrategia para regular la potencia eléctrica para el dispositivo de carga puede comprender la etapa de:

regular la tensión eléctrica continua inicial.

30 La regulación de la tensión eléctrica continua inicial se puede obtener, por ejemplo, por medio de un conversor de CC/CC de cualquier tipo, por ejemplo lineal, conmutado y otros alternativos.

35 Como en los casos anteriores, esta estrategia puede comprender también la regulación de la tensión eléctrica sobre la base de un valor de referencia predeterminado de la potencia eléctrica que se desea transferir al dispositivo de carga, por ejemplo, por medio de un control de realimentación de la potencia eléctrica transferida realmente.

Esta tercera estrategia puede implementarse de forma alternativa o combinada con una o más de las estrategias anteriores.

40 Un aspecto diferente de la invención se refiere a la generación de la tensión continua inicial.

45 De hecho, esta tensión continua puede generarse mediante un generador de tensión continua, por ejemplo, una batería, o puede generarse mediante la etapa de rectificación de una tensión eléctrica alterna, que es proporcionada, por ejemplo, por una red de distribución eléctrica común.

50 En un aspecto diferente de la invención, una primera armadura de cada uno de los condensadores se instala en un dispositivo de usuario, mientras que la segunda armadura de cada uno de los condensadores eléctricos se instala en un dispositivo de alimentación separado e independiente del dispositivo de usuario, y el procedimiento comprende aproximar el dispositivo de usuario al dispositivo de alimentación de tal manera que las armaduras instaladas en cada uno de ellos materializan un mismo condensador de aislamiento galvánico.

55 Este aspecto de la invención define un procedimiento para transferir potencia eléctrica de manera capacitiva, inalámbrica, entre el dispositivo de alimentación y el dispositivo de usuario, el cual puede ser, así, alimentado eléctricamente para funcionar o para cargar sus baterías internas.

60 De esta manera, es posible alimentar un dispositivo eléctrico/electrónico, tal como por ejemplo un teléfono móvil, simplemente apoyando el dispositivo en el dispositivo de alimentación, sin contactos galvánicos, de tal modo que las armaduras instaladas en uno y otro materializan los condensadores descritos anteriormente en la presente memoria.

Una forma de realización adicional de la invención divulga un aparato para transferir potencia eléctrica a una carga eléctrica, que comprende:

65 por lo menos un par de condensadores eléctricos,
unos medios para convertir una tensión eléctrica continua en una onda de tensión eléctrica,
unos medios para aplicar la onda de tensión eléctrica en la entrada a los condensadores,

unos medios para suministrar a la carga eléctrica la tensión eléctrica en la salida de los condensadores.

Esta forma de realización de la invención proporciona, esencialmente, un aparato que permite llevar a cabo el procedimiento de transferencia de la potencia eléctrica descrito anteriormente en la presente memoria, obteniéndose así las ventajas correspondientes.

En particular, la presencia de los dos condensadores puede garantizar un aislamiento galvánico entre el circuito primario y el circuito secundario, así como la transferencia de una potencia eléctrica que sea suficiente para alimentar el dispositivo de carga, solucionando al mismo tiempo el problema de las fugas eléctricas del transformador y en los elementos activos y reactivos que se usan en la técnica anterior.

En un aspecto de la invención, el aparato también puede comprender:

unos medios para rectificar la onda de tensión eléctrica en la salida de los condensadores.

Esta forma de realización de la invención es ventajosa cuando al dispositivo de carga se le va a suministrar una tensión eléctrica continua.

En un aspecto adicional de la invención, los medios para convertir tensión eléctrica continua en una onda de tensión eléctrica pueden comprender un circuito de conmutación provisto por lo menos de:

un conmutador activo, por ejemplo, un transistor (MOSFET, BJT, IGBT, etc.) y unos medios (controlador) para generar una señal piloto eléctrica adecuada para activar (es decir, saturar) y desactivar (es decir, inhibir) alternativamente el conmutador activo.

De forma más detallada, se pueden utilizar circuitos de conmutación que hacen uso de solamente un conmutador activo, por ejemplo, un solo transistor (MOSFET, BJT, IGBT, etc.), referido preferentemente a un potencial fijo, preferentemente mínimo y reducido (tierra), lo cual representa una solución muy sencilla, fiable, fácilmente controlable y económica. Alternativamente, se pueden usar otros tipos de circuitos de conmutación, que comprenden, por ejemplo, dos o más conmutadores activos, con los controladores correspondientes.

Se especifica además que el circuito de conmutación (es decir, los componentes eléctricos que lo constituyen) podría estar situado físicamente o bien aguas arriba de los condensadores de aislamiento galvánico o bien aguas abajo de los mismos, es decir, entre los condensadores de aislamiento galvánico y el dispositivo de carga, ya que lo único que cuenta es que se apliquen ondas de tensión eléctrica a los condensadores.

También en este contexto, merece la pena mencionar que no todos los circuitos de conmutación conocidos pueden generar una onda de tensión de alta potencia con un nivel de fugas moderado.

Por ejemplo, algunos circuitos de conmutación típicos hacen uso de transistores flotantes, que requieren, por lo tanto, controladores provistos de circuitos de arranque intrínsecamente lentos, o circuitos de conmutación brusca con altos niveles de fugas dinámicas, que limitan, de hecho, la frecuencia de conmutación máxima y, por lo tanto, la frecuencia de la onda de tensión generada.

Por este motivo, en un aspecto preferido de la invención, los medios de conversión de la tensión eléctrica continua en la onda de tensión eléctrica comprenden también un circuito reactivo, por ejemplo, casi resonante o resonante, que está regulado tal como para reducir la potencia eléctrica (tensión y/o corriente) disipada por el conmutador activo del circuito de conmutación a un valor sustancialmente nulo, durante cada etapa de transición del conmutador activo: tanto del estado desactivado al estado activado como del estado activado al estado desactivado.

Un circuito reactivo es un circuito eléctrico que comprende uno o más condensadores y uno o más inductores especialmente conectados entre sí. La configuración del circuito reactivo consiste en dimensionar los condensadores e inductores, en términos, respectivamente, de capacidad e inductancia eléctrica.

En este aspecto de la invención, los medios de conversión de la tensión eléctrica continua en la onda de tensión eléctrica comprenden, en la práctica, un diagrama de circuito que, considerando tanto el circuito de conmutación como el circuito reactivo, es asimilable al circuito de un amplificador de clase e, f, e/f o similares.

De esta manera, las fugas eléctricas durante los ciclos de conmutación del conmutador activo se suprimen considerablemente, posibilitando, de este modo, materializar un aumento de la frecuencia de estos ciclos y, por lo tanto, de la frecuencia de la onda de tensión así generada, con el resultado de que la potencia eléctrica transmitida se puede incrementar dada una misma tensión aplicada, o la tensión aplicada se puede reducir dada una misma potencia eléctrica transmitida.

El aumento de la frecuencia de la tensión eléctrica aporta la ventaja de poder reducir las dimensiones de todos los

componentes reactivos, y, en particular, los condensadores de aislamiento galvánico, dada una misma potencia eléctrica a transmitir.

5 En un aspecto de la invención, el circuito reactivo se puede configurar de tal manera que filtre la onda de tensión eléctrica, dejando que por lo menos una de sus frecuencias fundamentales pase hacia el dispositivo de carga eléctrico.

10 Considerando el caso en el que el conmutador activo del circuito de conmutación se gobierne con una señal eléctrica de onda cuadrada que presente un ciclo de trabajo del 50%, el circuito reactivo se puede configurar tal como para permitir que pase la primera frecuencia fundamental de la tensión eléctrica generada, en cuyo caso los medios de generación de la onda de tensión serán asimilables a un amplificador de clase e. Alternativamente, el circuito reactivo se puede configurar tal como para permitir que pase la tercera frecuencia fundamental y/u otros armónicos mayores de la onda de tensión eléctrica, en cuyo caso los medios de generación de la onda de tensión serán asimilables a un amplificador de clase f. No obstante, es posible que el circuito reactivo se configure de tal manera que permita el paso de frecuencias fundamentales de frecuencias más altas, o que permita el paso de varias frecuencias al mismo tiempo, con un comportamiento similar a un amplificador de clase e/f o similares.

15 Este aspecto de la invención tiene la ventaja de mejorar la transferencia de potencia eléctrica al dispositivo de carga y de minimizar la energía disipada.

20 Cabe especificar en este momento que los componentes eléctricos que definen el circuito reactivo podrían estar situados físicamente, todos ellos, aguas arriba del condensador de aislamiento galvánico, o todos aguas abajo del mismo, o entre los condensadores de aislamiento galvánico y el dispositivo de carga, o podrían estar distribuidos en parte aguas arriba y en parte aguas abajo de los condensadores de aislamiento galvánico, sin que esto modifique el efecto.

25 Además, los condensadores de aislamiento galvánico podrían incluso formar parte integral del circuito reactivo, o podrían ser independientes del mismo.

30 Otros aspectos de la invención se refieren a la forma con la que se puede variar la potencia transmitida al dispositivo de carga eléctrico.

35 En uno de estos aspectos, el aparato puede comprender unos medios para controlar la señal piloto eléctrica, estando configurados los medios de control para: suspender o modificar la generación de la señal piloto eléctrica, tal como para evitar o alterar uno o más ciclos consecutivos de activación y desactivación del conmutador activo.

40 Durante los ciclos inhibidos, la carga eléctrica no se suministra y el sistema continúa oscilando de acuerdo con modos de oscilación amortiguada libre. En cambio, durante los ciclos efectuados, el dispositivo de carga se alimenta y el sistema oscila de acuerdo con modos de oscilación forzada.

45 Tal como se ha explicado anteriormente, este aspecto de la invención tiene la ventaja de permitir una variación de la potencia eléctrica general transmitida al dispositivo de carga, con fugas eléctricas muy pequeñas y una alta eficiencia.

50 De forma más detallada, un aspecto de la invención comprende la posibilidad de que los medios de control estén configurados para regular el número y/o la frecuencia de los ciclos que se inhiben (es decir, la duración de la suspensión de la señal piloto y/o la frecuencia con la que la suspensión posiblemente se puede repetir), sobre la base de un valor de referencia predeterminado de un parámetro eléctrico que es característico de la potencia eléctrica a transferir a la carga.

55 El anterior parámetro eléctrico que es característico de la potencia eléctrica puede ser la propia potencia eléctrica, o puede ser la tensión de alimentación del dispositivo de carga o posiblemente la corriente de alimentación transmitida al dispositivo de carga.

De esta manera, es posible de manera ventajosa regular el parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica transmitida al dispositivo de carga de tal manera que se alcance el valor de referencia antes mencionado, que puede modificarse de acuerdo con el dispositivo de carga específico destinado a alimentarse.

60 Todavía de forma más detallada, los medios de control se pueden configurar tal como para: medir, usando sensores apropiados, el parámetro eléctrico antes mencionado característico de la potencia eléctrica, por ejemplo, por medio de un sensor adecuado para generar una señal de realimentación proveniente del secundario a baja tensión, o usando sensores adecuados para medir uno o más valores de tensión y/o corriente en el primario a partir de los cuales se puede calcular indirectamente la potencia en el dispositivo de carga, a continuación

65 calcular la diferencia entre la medición del parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica y el valor de referencia predeterminado, y

regular el número y/o la frecuencia de los ciclos de activación y desactivación que se inhiben, tal como para minimizar la diferencia.

5 De manera adicional o alternativa con respecto a los medios de control, el aparato puede comprender: unos medios para desviar temporalmente la onda de tensión eléctrica sobre una línea eléctrica colocada en paralelo a la carga eléctrica.

10 Cuando la onda de tensión se desvía sobre la línea eléctrica, el dispositivo de carga no se alimenta, de tal modo que la potencia eléctrica transmitida al mismo se reduce en conjunto.

15 Los medios para desviar la onda de tensión eléctrica pueden comprender, por ejemplo, un segundo conmutador activo, por ejemplo un transistor, un tercer condensador eléctrico dispuesto en serie con el segundo conmutador activo a lo largo de la línea eléctrica, y unos medios (controlador) para generar una señal piloto eléctrica con el fin de activar (es decir, saturar) y desactivar (es decir, inhibir) alternativamente el segundo conmutador activo.

El tercer condensador eléctrico debe tener un valor suficientemente alto para considerarse como un cortocircuito con respecto al dispositivo de carga, cuando el segundo conmutador activo está activado (es decir, en saturación).

20 De esta manera, cuando el segundo conmutador activo está activado, la energía eléctrica transferida por los condensadores se desvía sobre la capacidad de control, mientras que cuando está desactivado, el dispositivo de carga absorbe toda la energía.

25 Es reseñable que la eficiencia del sistema puede ser constantemente alta, ya que cuando el segundo conmutador activo está activado, solamente se intercambia potencia reactiva en el circuito, mientras que cuando está desactivado, la energía se transfiere al dispositivo de carga.

30 La señal piloto eléctrica del segundo conmutador activo puede ser una señal de PWM o similar, de tal modo que la potencia eléctrica transmitida al dispositivo de carga es proporcional al ciclo de trabajo de la señal piloto eléctrica.

Obsérvese que la señal piloto del segundo conmutador activo es independiente de la señal piloto del conmutador activo del circuito de conmutación.

35 Un aspecto de la invención incluye la posibilidad de que el aparato comprenda unos medios para regular la duración de la etapa de desviación y/o la frecuencia con la que la etapa de desviación se repite finalmente, sobre la base de un valor de referencia predeterminado de un parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica que se va a transferir al dispositivo de carga.

40 También en este caso, el parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica puede ser la propia potencia eléctrica, o puede ser la tensión de la carga de alimentación o incluso la corriente de alimentación transmitida al dispositivo de carga.

45 De esta manera, es ventajosamente posible regular el parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica transmitida al dispositivo de carga de tal manera que se alcance el valor de referencia, que puede modificarse de acuerdo con el dispositivo de carga específico destinado a alimentarse.

Los medios de regulación pueden comprender, por ejemplo, un circuito de control configurado de tal manera que regule el ciclo de trabajo de la señal piloto eléctrica del segundo conmutador activo mencionado anteriormente.

50 De forma más detallada, el circuito de control se puede configurar para:

medir el parámetro eléctrico antes mencionado característico de la potencia eléctrica,

55 calcular la diferencia entre la medición del parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica y el valor de referencia predeterminado, y

regular el ciclo de trabajo de la señal piloto eléctrica del segundo conmutador activo, tal como para minimizar la diferencia.

60 Obsérvese que este sistema de regulación es muy reactivo y que el rizado de la tensión de salida puede ser muy pequeño. De hecho, considerando que la frecuencia de trabajo del circuito generador de ondas de tensión (por ejemplo, clase e o f o e/f) es muy alta, el circuito de control puede funcionar a cualquier frecuencia independientemente de la frecuencia de trabajo del circuito generador de ondas de tensión y, por lo tanto, si es necesario, también a altas frecuencias (incluso MHz o cientos de kHz), consiguientemente con ondas muy pequeñas.

65

Una ventaja adicional de este diagrama de funcionamiento es la independencia total del circuito de control, situado en el secundario, con respecto al circuito primario.

5 Esto permite eliminar un económicamente costoso circuito de transmisión, adicional, de la señal de realimentación desde el primario al secundario (típicamente un optoaislador u otros medios de transferencia de la señal de realimentación del primario o secundario que garanticen en cualquier caso el aislamiento galvánico), ya que todo el proceso de control se produce en el lado del circuito de baja tensión.

10 Nuevamente, para regular la potencia eléctrica transmitida a la carga, el aparato puede comprender, de manera adicional o alternativa a los medios descritos anteriormente, unos medios para regular la tensión eléctrica continua inicial.

15 Los medios de regulación pueden comprender, por ejemplo, un convertor de CC/CC situado aguas arriba del circuito de conmutación, por ejemplo, un convertor de CC/CC lineal, conmutado o de cualquier otro tipo.

20 Como en los casos anteriores, este aspecto de la invención también puede comprender los medios de regulación de la tensión eléctrica que están configurados de tal manera que regulan la tensión eléctrica sobre la base de un parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica a transferir a la carga eléctrica (la propia potencia eléctrica, la tensión de alimentación del dispositivo de carga o la corriente de alimentación del dispositivo de carga), por ejemplo, por medio de un diagrama de control de realimentación.

Un aspecto diferente de la invención se refiere a la generación de la tensión continua inicial.

25 En un aspecto de la invención, el aparato puede comprender un generador de tensión continua, por ejemplo una batería, para alimentar los medios de conversión que generan la onda de tensión eléctrica.

En este caso, el aparato completo se situaría, de hecho, dentro de la categoría de los convertidores de CC/CC.

30 Alternativamente, el aparato puede comprender unos medios rectificadores, por ejemplo, un rectificador de puente de diodos con un filtro para reducir el rizado de salida, que pueden conectarse a una fuente de tensión alterna, por ejemplo, una red de distribución eléctrica común, tal como para rectificar la tensión eléctrica alterna obteniendo una tensión eléctrica continua y suministrar la tensión eléctrica continua a los medios convertidores para generar la onda de tensión eléctrica.

35 En el segundo caso, el aparato completo se sitúa, de hecho, en la categoría de los convertidores de CA/CC.

40 En una forma de realización de la invención, cada uno de los condensadores de aislamiento galvánico puede ser un componente preensamblado, es decir, un condensador, y los condensadores pueden instalarse, por tanto, en un mismo dispositivo.

Esta forma de realización es tal que el aparato completo constituye, de hecho, un convertor (considerado de manera que equivale a un único componente), que puede conectarse mediante cables eléctricos a una carga eléctrica, tal como por ejemplo un dispositivo eléctrico/electrónico, que se debe alimentar o recargar.

45 Alternativamente, en una forma de realización adicional de la invención, el aparato comprende un dispositivo de usuario y un dispositivo de alimentación, separado e independiente del dispositivo de usuario, en el que el dispositivo de usuario comprende una primera armadura de cada uno de los condensadores de aislamiento galvánico, mientras que el dispositivo de alimentación comprende la segunda armadura de cada uno de los condensadores.

50 En esta forma de realización de la invención, el aparato resulta adecuado para transferir potencia eléctrica de una manera capacitiva e inalámbrica entre el dispositivo de alimentación y el dispositivo de usuario, que se alimenta eléctricamente tal como para poder funcionar o para cargar sus baterías internas.

55 En particular, el dispositivo de usuario puede ser cualquier dispositivo eléctrico/electrónico, tal como por ejemplo un teléfono celular, un ordenador o similares, que se puede alimentar o recargar simplemente apoyándolo sobre el dispositivo de alimentación, de tal modo que las armaduras instaladas en el dispositivo receptor y en el dispositivo emisor materialicen, de hecho, los condensadores de aislamiento galvánico descritos anteriormente en la presente memoria.

60 **Breve descripción de los dibujos**

65 Se pondrán de manifiesto otras características y ventajas de la invención a partir de una lectura de la siguiente descripción, proporcionada a título de ejemplo no limitativo, con la ayuda de las figuras ilustradas en las tablas adjuntas de los dibujos.

La figura 1 es un diagrama de circuito simplificado de un aparato para transferir potencia eléctrica según una forma de realización de la presente invención.

5 La figura 2 es una variante del diagrama de circuito simplificado de la figura 1.

La figura 3 es un diagrama de circuito más detallado del aparato de la figura 1.

La figura 4 es una variante del diagrama de circuito de la figura 3.

10 La figura 5 es una variante del diagrama de circuito de la figura 4.

La figura 6 ilustra esquemáticamente una realización práctica del aparato de la figura 1.

15 La figura 7 es un diagrama esquemático de una segunda forma de realización práctica del aparato de la figura 1.

La figura 8 es el detalle VIII de la figura 7, a escala ampliada.

20 **Modo óptimo de llevar a cabo la invención**

Tal como se muestra en la figura 1, una forma de realización de la presente invención proporciona un aparato 100 para transferir potencia eléctrica a un dispositivo de carga eléctrica 105.

25 El dispositivo de carga eléctrica 105 puede ser, por ejemplo, cualquier dispositivo eléctrico o electrónico que deba alimentarse para permitir su funcionamiento y/o cargar las baterías internas del propio dispositivo. Ejemplos clásicos de este tipo de dispositivo eléctrico/electrónico son teléfonos móviles, ordenadores, televisiones y otros alternativos.

30 Desde el punto de vista del circuito, el aparato 100 mostrado en el ejemplo de la figura 1 es un convertor de CC/CC, el cual es adecuado para transferir potencia eléctrica desde una fuente de tensión CC 110 hasta un dispositivo de carga 105, que en la presente memoria se designa en general con un símbolo de resistencia eléctrica.

35 La fuente de tensión CC 110 puede ser, por ejemplo, una batería.

40 Alternativamente, la fuente 110 podría incluir un rectificador 111, por ejemplo, un puente de diodos, un único diodo, un doble diodo acoplado u otro rectificador síncrono, que sea adecuado para conectarse con una fuente de tensión alterna 112, por ejemplo, una red de distribución eléctrica común a 230V y 50 Hz, con el fin de rectificar la tensión alterna generada por la fuente 112. Puede haber presencia de un estabilizador de filtro inmediatamente aguas abajo del rectificador 111. En el segundo caso, el aparato 100 se configuraría más propiamente como un convertor de CA/CC.

45 El aparato 100 comprende esquemáticamente un circuito primario 115 conectado directamente con la fuente 110, y un circuito secundario 120 conectado directamente con el dispositivo de carga 105, que están aislados eléctricamente entre sí por lo menos por un par de condensadores eléctricos aislantes, entre ellos un primer condensador 125 y un segundo condensador 130.

50 El circuito primario 115 comprende un convertor 135 para convertir la tensión eléctrica continua generada por la fuente 110 en una onda de tensión, es decir, en una sucesión de impulsos de tensión en los que cada impulso de tensión varía desde un valor mínimo, por ejemplo, aunque no necesariamente, un valor sustancialmente nulo, a un valor máximo en función de la entidad de la tensión CC en la entrada.

55 La onda de tensión en la salida del convertor 135 se aplica a continuación al par de condensadores 125 y 130, que transmiten la onda de tensión al circuito secundario 120.

60 El circuito secundario 120 incluye un rectificador 140, el cual es adecuado para rectificar la onda de tensión en la salida del par de condensadores, con el fin de obtener nuevamente una tensión CC. El rectificador 140 puede ser un rectificador de diodos en puente, un único diodo, un diodo doble acoplado u otro rectificador síncrono. Posiblemente, el rectificador 140 se puede combinar con una etapa posterior de estabilización de la tensión (por ejemplo, un filtro LC u otro).

La salida de tensión continua del rectificador 140 se aplica a continuación a los terminales de entrada del dispositivo de carga eléctrica 105 destinado a alimentarse.

65 En la práctica, el dispositivo de carga eléctrica 105 está conectado en serie entre los dos condensadores 125 y 130 que, en la medida en la que pueden considerarse como un par de impedancias, permiten la transmisión al

circuito secundario 120 de una onda de tensión suficientemente alta para su rectificación en el rectificador 140, posiblemente su estabilización, y a continuación su uso para alimentar el dispositivo de carga 105.

5 Obsérvese en este momento que, en otras formas de realización, el rectificador 140 puede estar ausente, obteniéndose así un convertor de CC/CA (o CA/CC) capaz de suministrar al dispositivo de carga 105 una tensión alterna.

10 Profundizando más en los detalles, en un aspecto preferido de la invención, el convertor 135 incluye un circuito de conmutación 142, el cual es adecuado para generar la onda de tensión aplicada a los condensadores 125 y 130.

15 En general, el circuito de conmutación 142 comprende por lo menos un conmutador activo 155, por ejemplo, un transistor (por ejemplo, un transistor de unión bipolar BJT, un transistor de efecto de campo FET, un MOSFET, un MESFET, un JFET, un IGBT y otros adicionales), y un controlador para aplicar una señal piloto eléctrica al conmutador activo 155, de manera que dicha señal puede activar (es decir, saturar) y desactivar (inhibir) el conmutador activo.

20 Se especifica aquí que, aunque, en el presente ejemplo, el circuito de conmutación 142 está situado aguas arriba de los condensadores de aislamiento galvánico 125 y 130, en otras formas de realización, el mismo circuito de conmutación 142 podría estar situado entre los condensadores de aislamiento galvánico 125 y 130 y el dispositivo de carga 105, ya que lo único que importa es que las ondas de tensión se apliquen a los condensadores 125 y 130.

25 Con el fin de generar una onda de tensión de alta frecuencia con fugas eléctricas reducidas, el convertor 135 también puede incluir un circuito reactivo 145, por ejemplo, un circuito casi resonante, resonante o totalmente resonante, que se configura tal como para reducir la potencia eléctrica (por ejemplo, tensión y/o corriente) aplicada al conmutador activo 155 del estado desactivado al estado activado y viceversa. Además del valor de la potencia eléctrica, el circuito reactivo 145 se configura preferentemente de modo que la derivada en el tiempo de la potencia eléctrica aplicada al conmutador activo 155 sea también sustancialmente nula, durante cada transición del conmutador activo 155 del estado activado al estado desactivado y posiblemente viceversa.

35 Se especifica aquí que, aunque el circuito reactivo 145 de este ejemplo está situado aguas arriba de los condensadores de aislamiento galvánico 125 y 130, también podría estar situado alternativamente entre el condensador de aislamiento galvánico 125 y 130 y el dispositivo de carga 105, o algunos de sus componentes se pueden situar aguas arriba y otras aguas abajo de los condensadores de aislamiento galvánico 125 y 130, sin por ello modificar el efecto.

40 Además, los condensadores de aislamiento galvánico 125 y 130 pueden formar parte integral del circuito reactivo 145, o pueden ser independientes del mismo.

Puramente a título de ejemplo, el convertor 135 puede presentar en conjunto el diagrama de circuito mostrado de forma más detallada en la figura 3.

45 El convertor 135 del ejemplo de la figura 3 comprende un primer inductor 150, denominado comúnmente inductor de choque o de alimentación, conectado en serie con la fuente de tensión CC 110. Durante el funcionamiento normal, el primer inductor 150 se comporta esencialmente como un generador de corriente continua.

50 En serie con el inductor 150, el convertor 135 incluye el conmutador activo 155 antes mencionado, por ejemplo, un transistor (MOSFET, IGBT, BJT u otro), que tiene una extremidad (por ejemplo, el drenaje de un MOSFET tipo N) conectada con el terminal de salida del inductor 150, y el otro extremo (por ejemplo, la fuente para un MOSFET tipo N) conectada en circuito con la fuente 110, y la cabezal piloto (por ejemplo, la puerta para un MOSFET) conectada con un controlador 160, es decir, con un dispositivo eléctrico/electrónico adecuado para generar y aplicar una señal piloto eléctrica activa a la extremidad piloto del conmutador 155.

55 La señal piloto puede ser, por ejemplo, una señal eléctrica de onda cuadrada con un ciclo de trabajo del 50%.

60 Cuando la señal de control está en ON (por ejemplo, una tensión de puerta más alta que la fuente para un MOSFET tipo N), el conmutador activo 155 se activa (es decir, entra en saturación permitiendo el paso de corriente en el conmutador activo); cuando, en cambio, la señal de control está en OFF (tal como una tensión de puerta más baja que la fuente para un MOSFET), el conmutador activo 155 se desactiva (o se inhibe evitando el paso de corriente en el conmutador activo).

65 En serie con el inductor 150, pero en paralelo con el conmutador activo 155, el convertor 135 puede incluir un condensador 165, cuyo terminal de salida está conectado en cortocircuito con la fuente de tensión 110, mediante una ramificación eléctrica a la que están conectados también una extremidad del conmutador activo 155 y el segundo condensador de aislamiento 130.

En serie con el inductor 150, pero en paralelo tanto con el conmutador activo 155 como con el condensador 165, el convertidor 135 puede comprender otro inductor 170, el cual está conectado en serie con el primer condensador de aislamiento 125.

5

El inductor 170 también se puede dividir en dos o más inductores cuyo valor total permanece igual, y puede situarse aguas arriba o aguas abajo del condensador 125 y 130, sin que el sistema cambie el principio de funcionamiento.

De esta manera, cuando se activa el conmutador activo 155, el inductor 150 se carga.

10

En cambio, cuando el conmutador activo 155 se desactiva, la corriente fluye solamente hacia el dispositivo de carga, descargando el inductor 150.

Puesto que el conmutador activo 155 se activa y desactiva alternativamente siguiendo la señal piloto, se aplican impulsos de tensión satisfactorios a los condensadores de aislamiento 125 y 130 que en conjunto forman la onda de tensión antes mencionada, la cual a continuación se transfiere al circuito secundario 120, y seguidamente se aplica al dispositivo de carga 105.

15

Se observa que, en esta forma de realización, los condensadores de aislamiento 125 y 130 pueden formar parte del circuito reactivo constituido en conjunto por las reactancias comprendidas entre el convertidor 135 y el dispositivo de carga 105.

20

Como ya se ha mencionado, este circuito reactivo está configurado de tal manera que la potencia eléctrica (por ejemplo, tensión y/o corriente) aplicada al conmutador activo 155, y preferentemente también su derivada en el tiempo, tenga un valor sustancialmente nulo, durante cada etapa de transición del conmutador activo 155 desde el estado desactivado al estado activado y del estado activado al estado desactivado.

25

Esta configuración consiste esencialmente en una elección adecuada de los componentes reactivos.

En otras formas de realización, tales como la ilustrada en la figura 4, el circuito reactivo 145 puede incluir dos redes reactivas, entre ellas una primera red reactiva 175 para garantizar el funcionamiento apropiado del conmutador activo 155, y una red reactiva 180 subsiguiente, para garantizar una configuración correcta del sistema con una carga diferente de la usada para transmitir la potencia deseada.

30

El circuito reactivo 145 también actúa normalmente como filtro pasabanda para la onda de tensión que se transfiere entre el circuito primario 115 y el circuito secundario 120. La banda de frecuencias que se permite pasar desde el filtro depende también de la configuración del circuito reactivo 145.

35

A este respecto, es preferible que el circuito reactivo 145 se configure para dejar pasar una o más de las frecuencias fundamentales de la onda de tensión.

40

Considerando el ejemplo específico en el que el conmutador activo 155 se gobierna con una onda cuadrada de una señal eléctrica que tiene un ciclo de trabajo del 50%, las frecuencias fundamentales de la onda de tensión son las correspondientes en orden impar: la primera, la tercera, la quinta, y así sucesivamente. Por lo tanto, el circuito reactivo 145 puede configurarse para dejar pasar la primera frecuencia fundamental de la tensión eléctrica, en cuyo caso el convertidor 135 es de hecho asimilable a un amplificador de clase e. Alternativamente, el circuito reactivo 145 puede configurarse para dejar pasar la tercera frecuencia fundamental de la tensión eléctrica, u otros armónicos impares, en cuyo caso el convertidor 135 es de hecho similar a un amplificador de clase f. También es posible que el circuito reactivo 145 se configure para dejar pasar las frecuencias fundamentales de un orden superior, o para dejar pasar simultáneamente más frecuencias fundamentales, de tal manera que se materialice un amplificador de clase e/f o similares. Tal como se ha mencionado anteriormente, durante los ciclos de activación y desactivación del conmutador activo 155, el inductor 150 experimenta ciclos continuos de carga y descarga.

45

A este respecto, es preferible dimensionar el inductor 150 para conseguir que el mismo se descargue completamente en cada ciclo. En otras palabras, al contrario de lo que ocurre en un inductor de choque con dimensiones clásicas, en el que la corriente que pasa a través de él puede considerarse constante, para este caso específico es posible dimensionar el inductor de choque 150 de manera que haga oscilar la corriente que lo cruza entre un valor máximo y uno nulo (evitando, sin embargo, las inversiones). De esta manera, el valor del inductor se reduce drásticamente. El hecho de disponer de valores de inductor más bajos es importante para este caso específico ya que: las dimensiones generales y las pérdidas óhmicas se pueden limitar a unas proporciones moderadas, y pueden usarse inductores que se logran, por ejemplo, con inductores inmersos en aire u otro material con bajas pérdidas en el núcleo del propio inductor.

55

Uno de los problemas que puede surgir con un aparato 100 tal como el descrito anteriormente consiste en la regulación de la potencia eléctrica transmitida al dispositivo de carga 105. Esta es la cuestión que limita el uso de amplificadores de clase e o f o e/f en carga variable y situaciones desconocidas *a priori*.

65

5 Para llevar a cabo este tipo de ajuste, la figura 5 ilustra una forma de realización del aparato 100 que difiere de la de la figura 4 únicamente en que, aguas abajo del convertidor 135 y, preferentemente, aguas abajo también de los condensadores de aislamiento 125 y 130, en paralelo con el rectificador 140, se ha insertado una línea eléctrica que comprende un condensador 185 en serie con otro conmutador activo 190, por ejemplo un transistor (por ejemplo, BJT, FET, MOSFET, MESFET, JFET, IGBT y otros).

10 El conmutador activo 190 puede conectarse a un controlador 195 adecuado para generar y aplicar una señal piloto a la extremidad piloto del conmutador activo 190, preferentemente una señal eléctrica de PWM o similares.

15 Cuando la señal piloto está en ON, el conmutador activo 190 se activa (es decir, entra en saturación permitiendo el paso sobre la línea); en cambio, cuando la señal de control está en OFF, el conmutador activo 190 se desactiva (o pasa a inhibición, evitando el flujo de corriente en la línea).

20 El condensador 185 tiene un valor que es suficientemente alto para considerarse como un cortocircuito con respecto al dispositivo de carga 105, cuando el conmutador activo 190 está activado.

25 De esta manera, cuando se activa el conmutador activo 190, la energía eléctrica transferida desde los condensadores de aislamiento 125 y 130 se deriva, predominantemente, al condensador 185, mientras que cuando está desactivado, el dispositivo de carga 105 absorbe toda la energía.

30 La potencia eléctrica transmitida al dispositivo de carga 105 es, por lo tanto, inversamente proporcional al tiempo en el que el conmutador activo 190 está activado, por ejemplo, al ciclo de trabajo de la señal piloto eléctrica de PWM. Por lo tanto, ajustando el tiempo de puesta en marcha del conmutador activo 190, por ejemplo ajustando el ciclo de trabajo de la señal piloto eléctrica de PWM, es posible de manera ventajosa ajustar la potencia eléctrica transferida al dispositivo de carga 105.

35 Por ejemplo, el controlador 195 puede incluir un circuito de control (no ilustrado), que está configurado para ajustar el ciclo de trabajo de la señal piloto de PWM, con el fin de alcanzar un valor predeterminado de un parámetro característico de la potencia eléctrica a transferir al dispositivo de carga 105.

40 El parámetro eléctrico que es característico de la potencia eléctrica puede ser la propia potencia eléctrica, o puede ser la tensión de la fuente de alimentación de la carga o posiblemente la corriente de alimentación transmitida al dispositivo de carga.

45 Más particularmente, el circuito de control puede configurarse para llevar a cabo un control de realimentación que comprende: medir el parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica transferida al dispositivo de carga, por ejemplo a través de uno o más sensores de tensión y/o corriente aplicados al circuito secundario 120; calcular la diferencia entre la medición del parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica y el valor de referencia predeterminado; y ajustar el ciclo de trabajo de la señal piloto eléctrica de PWM, tal como para minimizar la diferencia.

50 Obsérvese que este procedimiento para regular la potencia se puede aplicar a todos los diagramas de circuitos que se muestran en los dibujos y otros circuitos del mismo tipo.

55 De manera adicional o alternativa con respecto a este modo de control, la potencia eléctrica transmitida al dispositivo de carga 105 también se puede ajustar actuando sobre el circuito primario 115, por ejemplo suspendiendo la generación de los impulsos de señal piloto del conmutador activo 155, de tal manera que se inhiban uno o más ciclos de activación y desactivación del conmutador activo 155.

60 Durante los ciclos inhibidos, el inductor 150 no recibe alimentación y el sistema continúa oscilando en un modo de oscilación libre amortiguada. En cambio, durante los ciclos llevados a cabo, el inductor 150 se alimenta y el sistema oscila en un modo de oscilaciones forzadas.

65 De esta manera, ajustando adecuadamente el número y/o las frecuencias de los impulsos "suspendidos", se regula eficazmente la potencia eléctrica transferida al dispositivo de carga 105.

Con este fin, el controlador 160 puede comprender un circuito de control (no ilustrado), el cual está configurado para ajustar el número y/o la frecuencia de los impulsos eléctricos "suspendidos" de la onda cuadrada piloto, con el fin de seguir un valor predeterminado de un parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica a transferir al dispositivo de carga 105.

También en este caso, el parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica puede ser la propia potencia eléctrica, o puede ser la tensión de la fuente de alimentación del dispositivo de carga o posiblemente la corriente de alimentación transmitida al dispositivo de carga.

- De forma más detallada, el circuito de control puede configurarse para llevar a cabo un control de realimentación que comprende: medir el parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica transferida al dispositivo de carga, por ejemplo mediante uno o más sensores de tensión y/o corriente aplicados al circuito secundario 120 o al circuito primario 115; calcular la diferencia entre la medición del parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica y el valor de referencia predeterminado; y regular el número y/o la frecuencia de los impulsos eléctricos “suspendidos” del control de onda cuadrada, tal como para minimizar la diferencia.
- Esta técnica de ajuste de la potencia también se puede aplicar a todos los diagramas de circuito mostrados en los dibujos así como a otros circuitos del mismo tipo.
- De manera adicional o alternativa con respecto a los procedimientos antes mencionados, la potencia transmitida al dispositivo de carga 105 también se puede ajustar regulando la tensión eléctrica continua generada por la fuente 110.
- Tal como se muestra en la figura 2, el aparato 100 puede comprender de hecho un convertor de CC/CC 200, tal como un convertor lineal, un convertor de conmutación, o de cualquier otro tipo, que se sitúa aguas abajo de la fuente 110 y aguas arriba del circuito de conmutación 142, por ejemplo aguas arriba del inductor de choque 150 (en referencia a los diagramas de las figuras 3 a 5).
- El convertor de CC/CC 200 puede configurarse para proporcionar un valor de tensión en la salida que sea diferente al valor de la tensión de entrada, y que, así, modifica consecuentemente la potencia eléctrica transmitida al dispositivo de carga 105.
- Como en los casos anteriores, el convertor de CC/CC 200 también puede incluir un circuito de control (no mostrado) adecuado para ajustar la tensión de acuerdo con un valor deseado de un parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica a transferir a la carga eléctrica 105, por ejemplo, por medio de una rutina de control de realimentación.
- También en este caso, el parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica puede ser la propia potencia eléctrica, o puede ser la tensión de la fuente de alimentación del dispositivo de carga o, posiblemente, la corriente de alimentación transmitida al dispositivo de carga.
- Aunque esta solución se ha descrito en referencia al circuito genérico de la figura 2, es evidente que puede aplicarse lo mismo a todos los diagramas de circuito que se muestran en los dibujos así como a otros del mismo tipo.
- Tal como se ilustra en la figura 6, en una forma de realización de la invención, cada versión del aparato 100 descrita anteriormente puede materializarse en forma de un dispositivo convertor 250 (entendido como un solo componente), el cual se puede conectar mediante cables al dispositivo de carga eléctrica 105.
- En este caso, todos los componentes esenciales del aparato 100, incluyendo en particular el convertor 135, los condensadores de aislamiento 125 y 130, el rectificador 140, cualesquiera etapas de filtro y estabilización de tensión y el rectificador 111, si estuviera presente, pueden integrarse en un único “objeto indivisible” que puede conectarse por un lado con la fuente de tensión alterna 112, o con la fuente de tensión CC 110, y por el lado opuesto con el dispositivo de carga 105.
- En particular, cada uno de los condensadores de aislamiento 125 y 130 se puede materializar de la manera habitual como un condensador preensamblado, que se instala como una sola unidad en el “objeto indivisible”.
- Incluso el dispositivo de carga 105 puede formar parte de ese “objeto indivisible”.
- Alternativamente, en una forma de realización alternativa muy importante de la invención, cualquier versión del aparato 100 antes descrito puede materializarse como un sistema para la transmisión inalámbrica de potencia entre dos dispositivos separados, sin conexión galvánica entre ellos.
- Tal como se muestra en la figura 7, dicho sistema de transmisión inalámbrico comprende por tanto un dispositivo de fuente de alimentación 300 y un dispositivo de usuario 305, separado e independiente del dispositivo de fuente de alimentación 300, es decir, que no muestra ningún tipo de conexión física/mecánica con la fuente de alimentación 300.
- El dispositivo de usuario 305 puede ser cualquier dispositivo eléctrico/electrónico, tal como un teléfono móvil, un ordenador, una tableta, un sistema de iluminación, un televisor u otros, provisto de su propio cuerpo externo o caja 310 independiente del cuerpo externo o caja 315 del dispositivo de alimentación 300.
- El dispositivo de fuente de alimentación 300 puede comprender los componentes del aparato 100 que definen el circuito primario 115, incluyendo en particular el convertor 135 y el rectificador 111, si estuviera presente, que

pueden integrarse en un único “objeto indivisible” adecuado para conectarse mediante un cable con la fuente de tensión alterna 112, o posiblemente con la fuente de tensión CC 110.

5 El dispositivo de usuario 305 puede incluir, en cambio, los componentes del aparato 100 que definen el circuito secundario 120, incluyendo en particular el rectificador 140 y el dispositivo de carga 105, que se puede representar con las baterías internas que deben recargarse y/o los dispositivos electrónicos que deben alimentarse para permitir que el dispositivo de usuario 305 funcione.

10 Los condensadores de aislamiento 125 y 130 pueden definirse con un par de armaduras 320 incorporadas en el dispositivo de fuente de alimentación 300, y con otro par de armaduras 325 incorporadas en el dispositivo de usuario 305.

15 Cada armadura 320 y 325 puede materializarse por medio de cualquier capa de material conductor 340 recubierta con una capa de material dieléctrico 345.

20 Las armaduras 320 y 325 deben situarse en los dispositivos respectivos de manera que al aproximar el dispositivo de usuario 305 al dispositivo de fuente de alimentación 300, por ejemplo colocando el primero sobre el segundo, la capa de conductor 340 de cada armadura 320 materializa, con la capa de conductor 340 de una armadura correspondiente 325, y con el material dieléctrico 345 que permanece interpuesto entre ellas, respectivamente el condensador de aislamiento 125 o el condensador de aislamiento 130.

25 A este respecto, la caja exterior 315 del dispositivo de alimentación 300 puede comprender una pared de soporte 330, y la caja exterior 310 del dispositivo de usuario puede comprender una pared de referencia 335, que estará encarada a y sustentada en la pared del soporte 330 del dispositivo alimentador 300.

Las armaduras 320 pueden aplicarse sobre la superficie externa o interna de la pared de soporte 330, mientras que las armaduras 325 pueden aplicarse sobre la superficie externa o interna de la pared 335.

30 Tal como se muestra en la figura 8, cada armadura 320 y 325 puede comprender más precisamente tres capas superpuestas, en las que la capa conductora 340 está interpuesta entre la capa dieléctrica superior 345 y una capa dieléctrica inferior 350. La capa dieléctrica inferior 350 se puede sustentar sobre un sustrato 355. La capa dieléctrica superior 345 de cada armadura 320 está destinada a entrar en contacto directo con la capa superior de una armadura 325.

35 El sustrato 355 de cada armadura 320 puede ser una parte de la pared de soporte 330 del dispositivo de alimentación 300, mientras que el sustrato 355 de cada armadura 325 puede ser una parte de la pared de referencia 335 del dispositivo de usuario 305.

40 El sustrato 355 puede realizarse con cualquier material conductor o dieléctrico, siempre que esté suficientemente alejado de la capa conductora 340. No obstante, si está muy cerca de la capa conductora 340, es mejor que el sustrato 355 sea un dieléctrico caracterizado por unas fugas reducidas y una baja constante dieléctrica cuando esté sometido al campo eléctrico que varía con el tiempo. Si el sustrato 355 es un material dieléctrico, la capa dieléctrica inferior 350 podría no estar presente.

45 La capa dieléctrica inferior 350, si está presente, se caracteriza preferentemente por unas fugas reducidas y una baja constante dieléctrica relativa, de manera que el campo eléctrico se propaga poco en la dirección del sustrato.

50 La capa conductora 340 puede ser de cualquier material eléctricamente conductor o semiconductor, posiblemente dopado, aunque los resultados óptimos se obtienen con materiales de baja resistividad.

55 La capa dieléctrica superior 345 deberá permitir preferentemente el mejor acoplamiento eléctrico posible entre las capas conductoras 320 de las armaduras 320 y las armaduras 325. Por lo tanto, la capa dieléctrica superior 345 es, preferentemente, lo más delgada posible, caracterizada por unas fugas reducidas y una alta constante dieléctrica relativa.

60 De esta manera, el dispositivo de carga eléctrica 105 del dispositivo de usuario 305 se puede alimentar o recargar, sin ninguna conexión galvánica, simplemente colocando las placas 325 del dispositivo de usuario 305 sobre las armaduras 320 del dispositivo alimentador 300, de tal manera que las capas conductoras 340 y las capas dieléctricas superiores 345 de las armaduras 320 y 325 materialicen el primer y el segundo condensadores de aislamiento 125 y 130 del aparato 100, posibilitando la transferencia de potencia al dispositivo de carga 105.

65 Con la disposición propuesta, gracias al uso de un conversor resonante de alta frecuencia 135 (por ejemplo, de clase “e”, “f” o “e/f”), o resonante con armónicos más altos que la señal piloto, lo cual permite frecuencias altas de alimentación de las armaduras 320 y 325, son posibles armaduras 320 y 325 de dimensiones muy reducidas, tal como para quedar alojadas fácilmente de manera interna con respecto a dispositivos electrónicos de uso común, tales como teléfonos móviles, ordenadores, cámaras, reproductores de MP3, sistemas de iluminación, por ejemplo,

sistemas de LED, televisores y otros más.

5 Al mismo tiempo, se puede garantizar que la tensión alcanzada por las armaduras 320 y 325 es extremadamente baja (por ejemplo, unas pocas decenas de voltios), lo cual evita cualquier riesgo para el usuario incluso en ausencia de los circuitos de control. De esta forma se garantiza una eficiencia energética muy alta, así como una reducción drástica de las dimensiones de conjunto, unas bajas tensiones de trabajo, una alta potencia de transmisión y costes de producción reducidos.

10 Naturalmente, un experto técnico en el sector puede aplicar numerosas modificaciones de carácter técnico-práctico a lo que se ha descrito anteriormente en este documento, sin renunciar al alcance de la presente invención, según se reivindica a continuación.

Referencias

15	100	aparato
	105	carga eléctrica
	110	fuelle de tensión continua
	111	rectificador
	112	fuelle de corriente alterna
20	115	circuito primario
	120	circuito secundario
	125	primer condensador
	130	segundo condensador
	135	convertor
25	140	rectificador
	142	circuito de conmutación
	145	circuito reactivo
	150	inductor
	155	conmutador activo
30	160	controlador
	165	condensador
	170	inductor
	175	primera red reactiva
	180	segunda red reactiva
35	185	condensador
	190	conmutador activo
	195	controlador
	200	convertor de CC/CC
	250	dispositivo convertor
40	300	dispositivo de alimentación
	305	dispositivo de usuario
	310	caja externa
	315	caja externa
	320	armadura
45	325	armadura
	330	pared de soporte
	335	pared de referencia
	340	capa de conductor
	345	capa dieléctrica superior
50	350	capa dieléctrica inferior
	355	sustrato

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para transferir potencia eléctrica a una carga eléctrica (105), que comprende las etapas de:
- 5 convertir una corriente eléctrica continua en una onda de tensión eléctrica,
- aplicar la onda de tensión eléctrica en la entrada a por lo menos un par de condensadores eléctricos (125, 130) que incluyen un primer condensador (125) y un segundo condensador (130),
- 10 alimentar la carga eléctrica (105) con la tensión eléctrica en la salida de los condensadores (125, 130)
- en el que la etapa de conversión comprende:
- activar y desactivar alternativamente un único conmutador activo (155), y
- 15 reducir la potencia eléctrica disipada por el conmutador activo (155) a un valor sustancialmente nulo durante cada etapa de transición del conmutador activo (155),
- y en el que la primera armadura (325) de cada uno de los condensadores eléctricos (125, 130) está instalada en un dispositivo de usuario (305), mientras que la segunda armadura (320) de cada uno de los condensadores eléctricos (125, 130) está instalada en un dispositivo de alimentación (300) separado e independiente del dispositivo de usuario (305), y en el que el procedimiento comprende aproximar el dispositivo de usuario (305) al dispositivo de alimentación (300) de tal manera que las armaduras (320, 325) instaladas en cada uno de ellos materializan los condensadores (125, 130),
- 20 caracterizado por que el procedimiento comprende, además, la etapa de desviar temporalmente la onda de tensión eléctrica sobre una línea eléctrica colocada en paralelo a la carga eléctrica (105), en el que la línea eléctrica comprende un segundo conmutador activo (190) y un tercer condensador (185) conectado en serie con el segundo conmutador activo y que presenta un valor de condensador que es suficientemente alto para considerarse como un cortocircuito con respecto a la carga eléctrica, cuando el segundo conmutador activo está activado.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende una etapa adicional de:
- rectificar la onda de tensión eléctrica en la salida de los condensadores eléctricos (125,130).
- 30 3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, que comprende las etapas de:
- inhibir uno o más ciclos de activación y desactivación del conmutador activo (155).
- 35 4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que una regulación de la potencia eléctrica transferida se lleva a cabo con un control de realimentación que comprende las etapas de:
- medir la potencia eléctrica transferida a la carga,
- 40 calcular la diferencia entre la potencia eléctrica medida y el valor de referencia predeterminado, y
- regular el número y/o la frecuencia de los ciclos de activación y desactivación inhibidos, tal como para minimizar la diferencia.
- 45 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una regulación de la potencia eléctrica transferida se lleva a cabo con un control de realimentación que comprende las etapas de:
- medir la potencia eléctrica transferida a la carga eléctrica,
- 50 calcular la diferencia entre la potencia eléctrica medida y el valor de referencia predeterminado, y
- regular la duración de la etapa de desviación y/o la frecuencia con la que la etapa de desviación se repite finalmente, tal como para minimizar la diferencia.
- 55 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una etapa de:
- regular la tensión eléctrica continua.
- 60 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la tensión eléctrica continua se obtiene mediante una etapa de rectificación de una corriente eléctrica alterna.
- 65 8. Aparato (100) para transferir potencia eléctrica a una carga eléctrica (105), que comprende:

por lo menos un par de condensadores eléctricos (125, 130) que incluyen un primer condensador (125) y un segundo condensador (130),

5 unos medios (135) para convertir una tensión eléctrica continua en una onda de tensión eléctrica,
 unos medios para aplicar la onda de tensión eléctrica en la entrada a los condensadores (125, 130),
 unos medios para suministrar a la carga eléctrica (105) la tensión eléctrica en la salida de los condensadores,
 10 en el que los medios conversores (135) comprenden un circuito de conmutación provisto por lo menos de:
 un único conmutador activo (155),

15 unos medios (160) para generar una señal piloto eléctrica adecuada para activar y desactivar el conmutador activo (155), y

un circuito reactivo (145) configurado tal como para reducir la potencia eléctrica disipada por el conmutador activo (155) a un valor sustancialmente nulo, durante cada etapa de transición del conmutador activo (155),

20 comprendiendo el aparato (100) un dispositivo de usuario (305) y un dispositivo de alimentación (300) separado e independiente del dispositivo de usuario (305), comprendiendo el dispositivo de usuario (305) una primera armadura (320) de cada uno de los condensadores (125, 130), mientras que el dispositivo de alimentación (300) comprende la segunda armadura (320) de cada uno de los condensadores (125, 130),

25 caracterizado por que el aparato comprende, además, unos medios (185, 190) configurados para desviar temporalmente la onda de tensión eléctrica sobre una línea eléctrica colocada en paralelo a la carga eléctrica (105), en el que los medios para desviar la onda de tensión eléctrica comprenden un segundo conmutador activo (190), un tercer condensador eléctrico (185) dispuesto en serie con el segundo conmutador activo (190) a lo largo de la
 30 línea eléctrica, y unos medios configurados para generar una señal piloto eléctrica con el fin de activar y desactivar alternativamente el segundo conmutador activo (190), presentando el tercer condensador eléctrico (185) un valor suficientemente alto para considerarse como un cortocircuito con respecto a la carga (105), cuando el segundo conmutador activo está activado.

35 9. Aparato (100) según la reivindicación 8, en el que los medios conversores (135) comprenden:

un primer inductor (150) conectado en serie con una fuente de tensión CC (110) y con el conmutador activo (155), presentando dicho conmutador activo (155) una extremidad conectada con el terminal de salida del inductor (150), y el otro extremo conectado en cortocircuito con la fuente (110), y la cabezal piloto conectada con un controlador (160),

40 un condensador adicional (165) conectado en serie con el primer inductor (150) y en paralelo con el conmutador activo (155), estando conectado en cortocircuito el terminal de salida de dicho condensador adicional (165) con la fuente de tensión (110), mediante una ramificación eléctrica a la que están conectados también una extremidad del conmutador activo (155) y el segundo condensador (130).

10. Aparato (100) según la reivindicación 9, en el que los medios conversores (135) comprenden un segundo inductor (170) conectado en serie tanto con el primer inductor (150) como con el primer condensador (125), y conectado en paralelo tanto con el conmutador activo (155) como con el tercer condensador (165).

50 11. Aparato (100) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que el circuito reactivo (145) está configurado como un filtro pasabanda para la onda de tensión, y está configurado para dejar pasar una o más de las frecuencias fundamentales de la onda de tensión seleccionadas de entre el grupo constituido por: la primera frecuencia fundamental de la tensión eléctrica, la tercera frecuencia fundamental de la tensión eléctrica u otros armónicos impares de un orden superior.

12. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, que comprende:

60 Unos medios (140) para rectificar la onda de tensión eléctrica en la salida de los condensadores (125, 130).

13. Aparato (100) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, que comprende unos medios (160) para controlar la señal piloto eléctrica,

65 estando configurados los medios de control para:

inhibir la generación de la señal piloto eléctrica, tal como para evitar uno o más ciclos consecutivos de activación

y desactivación del conmutador activo (155).

14. Aparato según la reivindicación 13, en el que los medios de control están configurados tal como para:

5 medir, usando sensores apropiados, un parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica transferida a la carga (105),

10 calcular la diferencia entre la medición del parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica y el valor de referencia predeterminado, y

10 regular el número y/o la frecuencia de los ciclos de activación y desactivación que se inhiben, tal como para minimizar la diferencia.

15 15. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14, que comprende un circuito de control configurado para:

15 medir un parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica transferida a la carga (105),

20 calcular la diferencia entre la medición del parámetro eléctrico característico de la potencia eléctrica y el valor de referencia predeterminado, y

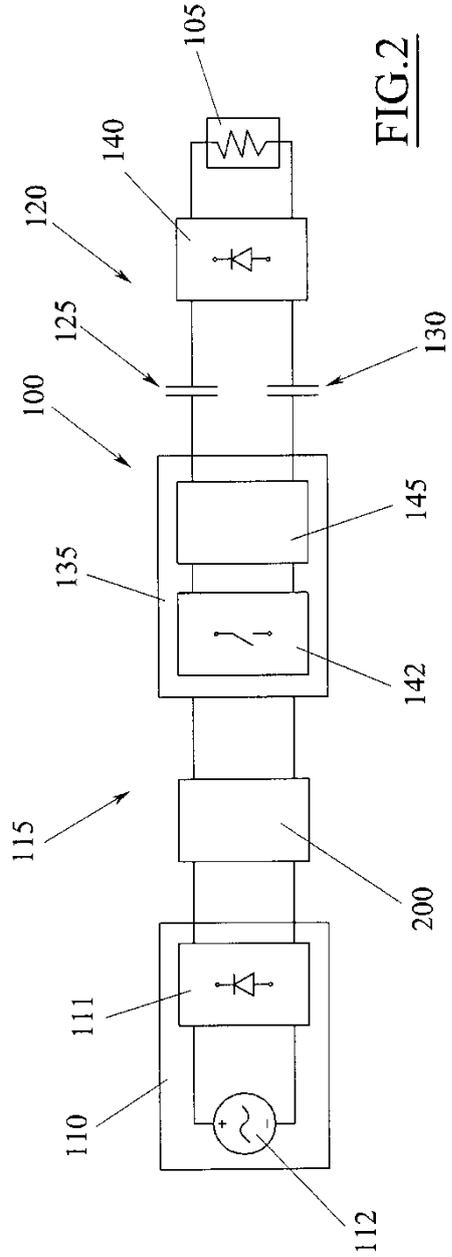
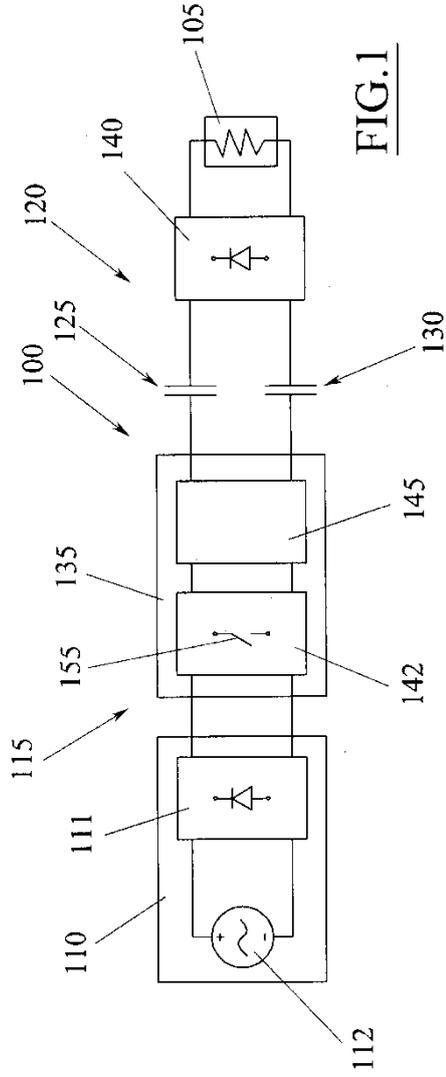
20 regular el ciclo de trabajo de la señal piloto eléctrica del segundo conmutador activo, tal como para minimizar la diferencia.

25 16. Aparato (100) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 15, que comprende:

unos medios (200) para regular la tensión eléctrica continua.

30 17. Aparato (100) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 16, que comprende:

unos medios (111) para rectificar una corriente eléctrica alterna con el fin de obtener la tensión eléctrica continua.



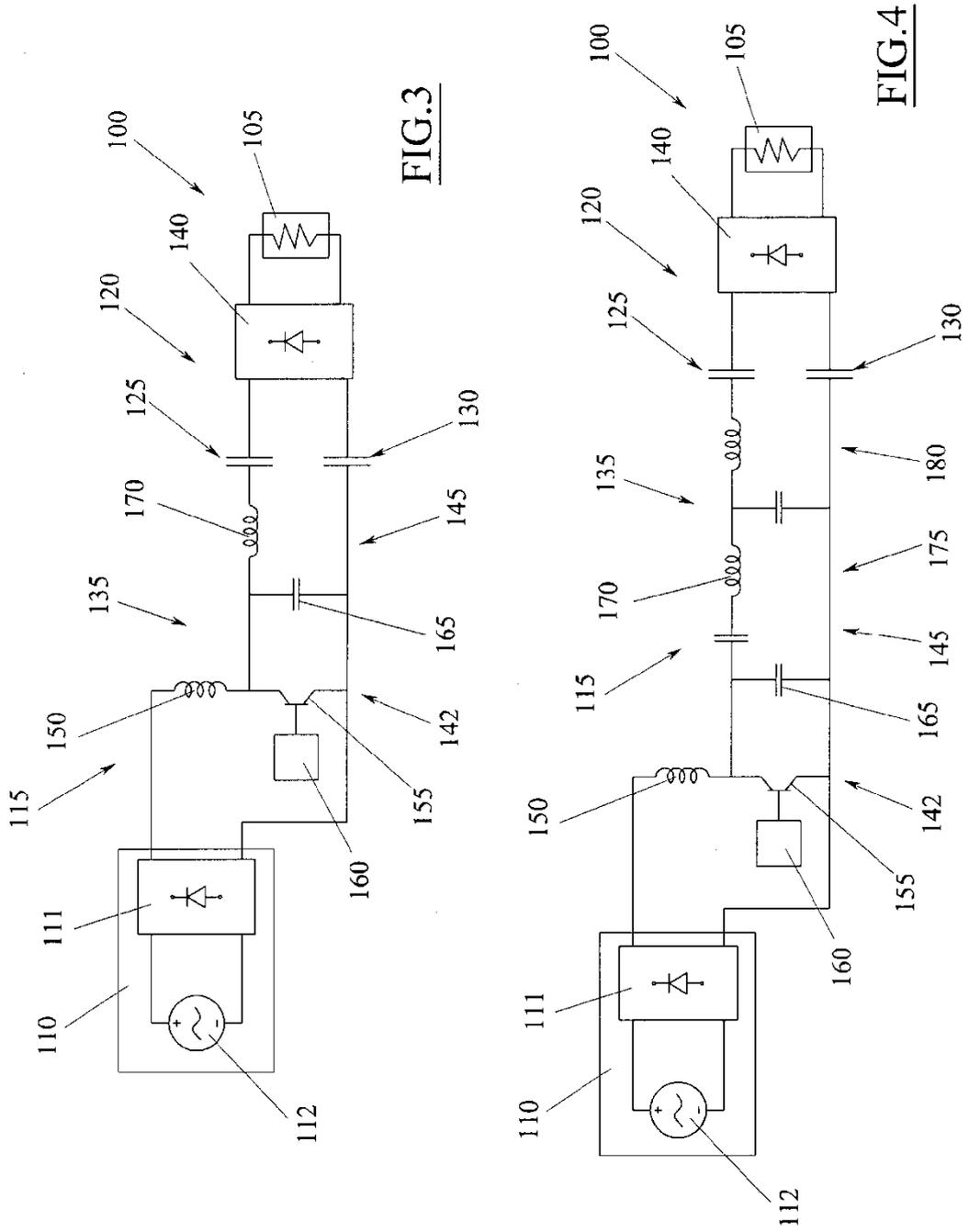


FIG. 3

FIG. 4

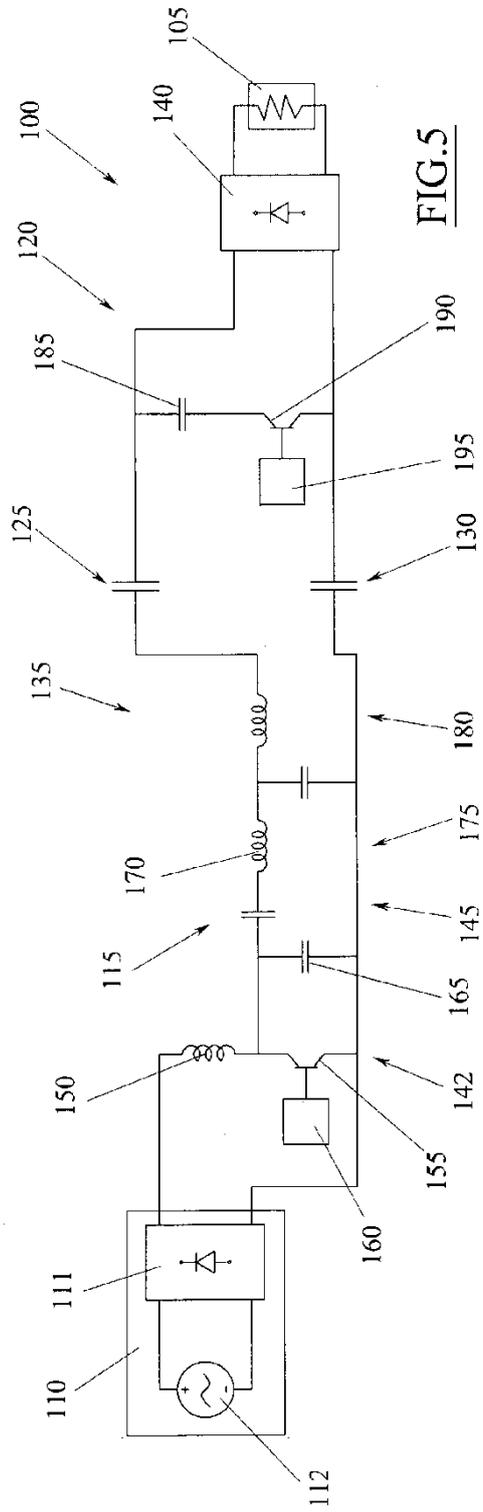


FIG. 5

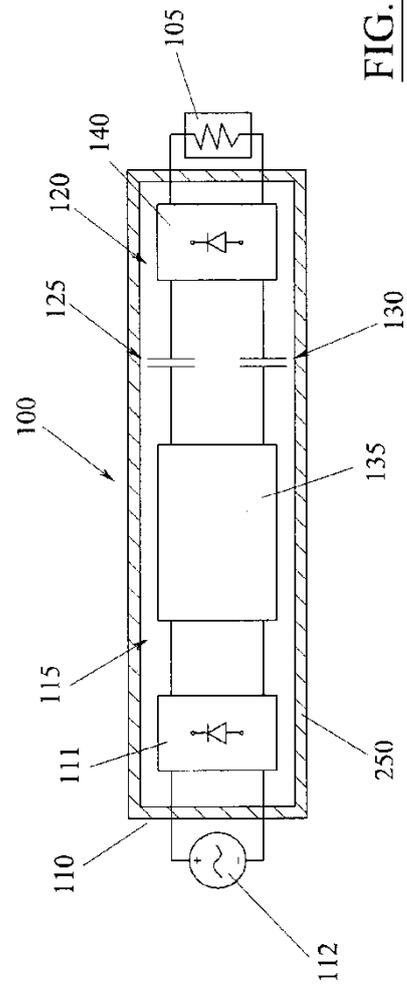


FIG. 6

