

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 594 857**

51 Int. Cl.:

B60L 11/18 (2006.01)

B60L 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.09.2013 PCT/EP2013/068687**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.03.2014 WO14040975**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2013 E 13759529 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.07.2016 EP 2895350**

54 Título: **Circuito y método de funcionamiento de un circuito**

30 Prioridad:

11.09.2012 GB 201216184

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

23.12.2016

73 Titular/es:

BOMBARDIER PRIMOVE GMBH (100.0%)

Schöneberger Ufer 1

10785 Berlin, DE

72 Inventor/es:

SAFAEE, ALIREZA

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 594 857 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

Circuito y método de funcionamiento de un circuito

- 5 La invención hace referencia a un circuito de un vehículo eléctrico, en particular un circuito situado en un vehículo de un sistema para la transferencia de energía inductiva al vehículo. Además, la invención hace referencia a un método de funcionamiento de dicho circuito. Adicionalmente, la invención hace referencia a un método de fabricación de un circuito de un vehículo eléctrico y a un vehículo eléctrico.
- 10 Vehículos eléctricos, en particular un vehículo vinculado a una pista, y/o un automóvil terrestre, pueden funcionar con energía eléctrica que es transferida por medio de una transferencia de energía inductiva. Dicho vehículo puede comprender un circuito, que puede ser un sistema de tracción o parte de un sistema de tracción del vehículo, que comprende un dispositivo receptor adaptado para recibir un campo electromagnético alterno y para producir una corriente eléctrica alterna por inducción electromagnética. Además, dicho vehículo puede comprender un rectificador adaptado para convertir una corriente alterna (AC) en una corriente directa (DC). La DC puede emplearse para cargar una batería para la tracción o para el funcionamiento de una máquina eléctrica. En este último caso, la DC puede ser convertida en una AC por medio de un convertidor.
- 15 La transferencia de energía inductiva se comporta utilizando, por ejemplo, dos juegos de bobinados trifásicos. Un primer juego está instalado en el suelo (bobinados primarios) y puede estar alimentado mediante un convertidor de energía de tierra (WPC). El segundo juego de bobinados está instalado en el vehículo. Por ejemplo, el segundo juego de bobinados puede estar acoplado bajo el vehículo, en el caso de tranvías bajo alguno de sus vagones. El segundo juego de bobinados o, generalmente, el lado secundario es referido con frecuencia como una instalación de recogida o receptora. El primer juego de bobinados y el segundo juego de bobinados forman un transformador de alta frecuencia para transformar la energía eléctrica al vehículo. Esto puede realizarse en un estado estático (cuando no hay movimiento del vehículo) y en un estado dinámico (cuando el vehículo se mueve).
- 20 Debido a la presencia de un gran juego entre los bobinados primarios y los bobinados secundarios, el comportamiento funcional de este transformador es distinto del comportamiento de los transformadores convencionales que tienen un núcleo magnético cerrado con pasos de aire pequeños o insignificantes. El paso de aire grande da lugar a un acoplamiento inductivo mutuo más pequeño y mayores inductancias de fuga.
- 25 La inductancia de fuga habitualmente actúa como una serie de inductancias con cada bobinado de los bobinados primarios y de los bobinados secundarios. A fin de ser capaz de transformar grandes niveles de potencia, es necesario utilizar una capacitancia adecuada a fin de compensar la reactancia de los inductores en una frecuencia operativa de por ejemplo 20 KHz. La combinación de la inductancia (de fuga) y la capacitancia (de compensación) forma un circuito de resonancia. Una cancelación perfecta de impedancia tiene lugar si los valores de impedancia de la inductancia y la capacitancia son elegidos de tal manera que la frecuencia de resonancia natural del circuito de resonancia es igual a la frecuencia operativa. Dicho circuito de resonancia está girado.
- 30 Sometido a cambios de temperatura y/o al paso del tiempo, puede incrementarse una tolerancia de una capacitancia de compensación. Esto puede lugar a una desintonización del circuito de resonancia, en el que la frecuencia resonante cambiada no corresponde con la frecuencia operativa. Dicha desintonización desvía el comportamiento general y la capacidad de la transferencia de potencia del sistema de transferencia de energía inductiva. También, una impedancia del lado secundario reflejada al lado primario del transformador puede resultar capacitiva. Esto puede dar lugar a una corriente conductora con respecto al voltaje en la WPC que es altamente indeseado ya que una corriente conductora elimina condiciones de cambio suaves de conmutadores semiconductores e incrementa considerablemente sus pérdidas de energía. Bajo tales condiciones de funcionamiento, una WPC puede sobrecalentar y apagar que, a su vez, interrumpe la transferencia de energía necesaria.
- 35 El documento US 7,554,316 B2 describe un sistema de transferencia de energía inductiva que comprende una unidad principal, que tiene una bobina principal y una circuitería para la corriente eléctrica conectada a la bobina principal para aplicar señales de conducción eléctrica para generar un campo electromagnético. El sistema también comprende al menos un dispositivo secundario. El dispositivo secundario puede separarse de la unidad principal y tiene una bobina secundaria adaptada para acoplarse con dicho campo cuando el dispositivo secundario está cerca de la unidad principal. De esta manera, puede transferirse energía inductivamente desde la unidad principal al dispositivo secundario sin contactos conductores eléctricos directos entre ellos. La unidad principal comprende además una unidad de control que puede actuar para provocar un circuito que incluya dicha bobina principal para actuar, durante un periodo de medición, en una condición resonante no conductora en el que la aplicación de dichas señales conductoras a dicha bobina principal mediante dicho circuito conductor eléctrico es suspendida de modo que la energía almacenada en dicho circuito decae a lo largo del curso de dicho periodo. Además, la unidad principal comprende una unidad para medir el deterioro que actúa para llevar una o más mediciones de dicho deterioro de energía durante dicho periodo, en el que dicha unidad principal puede actuar además, dependiendo de una o más de dichas mediciones de deterioro de energía, para controlar la circuitería de corriente eléctrica de manera que restringe o detiene la transferencia de energía inductiva de la unidad principal. En el lado secundario, el sistema
- 40
45
50
55
60
65

comprende un interruptor de carga ficticio que puede ser controlado por una unidad de control secundaria de forma selectiva.

5 El documento US 2011/0254379 A1 muestra un recogedor para un sistema de transferencia de energía inductiva, en el que el recogedor comprende un detector de fase que detecta la fase de un voltaje en un recorrido conductor principal en el que está acoplado el recogedor de forma inductiva durante su funcionamiento. Además, el recogedor comprende un convertidor que permite la fase ajustable y un controlador adaptado para controlar la transferencia de energía entre el recorrido conductor principal y una carga asociada con el recogedor, al controlar al menos el ángulo de fase del convertidor con respecto al del voltaje del recorrido conductor principal.

10 El documento WO 99/08359 A1 describe un sistema sin contacto para transferir magnéticamente corriente eléctrica desde una fuente de entrada de energía a una carga secundaria, que comprende un convertidor de corriente principal conectable a la fuente de entrada de energía y que incluye un inversor de salida; un bucle inductor principal conectado al inversor de salida, incluyendo el bucle al menos un giro que está compensado en un factor de energía unitario; una bobina recogedora secundaria magnéticamente acoplada al bucle inductor principal y compensada en un factor de energía unitario; y un convertidor de energía secundario conectado a la bobina recogedora secundaria, incluyendo el convertidor de energía secundario un inversor de entrada y siendo conectable a la carga secundaria.

20 Es un objeto de la presente invención proporcionar un circuito de un vehículo eléctrico, en particular un circuito situado en el vehículo de un sistema de transferencia de corriente inductiva al vehículo, y un método de funcionamiento de dicho circuito por el que una transferencia de corriente inductiva al vehículo puede ser optimizada incluso en el caso de que propiedades eléctricas de elementos del circuito cambien. Son objetos adicionales de la invención proporcionar un método de fabricación de un circuito y proporcionar una arquitectura de un sistema para vehículo eléctrico que comprende tal circuito.

25 Es una idea básica de la invención controlar de forma activa un flujo de corriente dentro de una parte de corriente alterna de un circuito situado en el vehículo, en el que el circuito o elementos del circuito están adaptados para recibir un campo electromagnético y producir una corriente eléctrica alterna mediante inducción electromagnética. En particular, un flujo de corriente a través de una impedancia del circuito puede ser controlado, en donde se proporciona la impedancia o una parte de la impedancia por inductancia de fuga y una capacitancia de compensación. Mediante el control adecuado del flujo de corriente, es posible compensar una caída de potencia debido a las propiedades eléctricas cambiantes de la capacitancia de compensación (desintonización) y mantener el comportamiento del sistema al mismo nivel como un sistema perfectamente sintonizado.

30 La presente invención puede ser aplicada a cualquier vehículo terrestre (incluyendo pero no preferentemente, cualquier vehículo que esté solamente temporalmente en tierra), en particular vehículos vinculados a una pista, tales como vehículos ferroviarios (por ejemplo, tranvías), pero también a automóviles de carretera, tales como vehículos de pasajeros individuales (privado) o vehículos de transporte público (por ejemplo, autobuses incluyendo trolebuses que estén también vehículos vinculados a una pista).

40 Se propone un circuito, en particular un circuito de un vehículo eléctrico para transferir corriente inductiva al vehículo. El circuito puede ser una parte del sistema de tracción del vehículo eléctrico. El circuito comprende al menos un elemento eléctrico (elemento fuente) para recibir un campo magnético y generar un voltaje de salida eléctrico inducido, por ejemplo, una bobina. El circuito puede comprender los bobinados secundarios anteriormente citados de un transformador, en donde el transformador se utiliza para transferir energía desde los bobinados primarios, que pueden estar instalados en un suelo proporcionando una superficie conductora para el vehículo, al vehículo. El circuito o elementos del circuito pueden ser parte de una instalación recogedora del vehículo, que puede por ejemplo instalarse en un fondo del vehículo.

50 El circuito y/o elementos del circuito proporcionan una impedancia. Además, el circuito comprende al menos un rectificador para rectificar el voltaje AC inducido que es inducido por el campo magnético.

55 El circuito comprende una parte de corriente alterna (parte AC) y una parte de corriente directa (parte DC). A continuación, AC se refiere a una corriente alterna y DC se refiere a una corriente directa. La parte AC comprende o proporciona la impedancia y el elemento de suministro anteriormente citado. El rectificador conecta la parte AC a la parte DC del circuito. Por ejemplo, terminales de entrada del rectificador pueden conectarse a la parte AC y terminales de salida del rectificador pueden conectarse a la parte DC del circuito propuesta.

60 La impedancia puede ser proporcionada mediante una inductancia, en particular una inductancia de fuga que depende al menos parcialmente del tamaño del espacio de aire entre un lado principal (bobinados primarios) y el lado secundario (bobinados secundarios) del transformador anteriormente citado. Además, otra parte de la impedancia puede estar proporcionada por una capacitancia, en particular una capacitancia de compensación que es utilizada para sintonizar el circuito. La capacitancia de compensación puede por ejemplo proporcionarse por uno o más condensadores de compensación. La impedancia de este modo puede ser una impedancia de un circuito resonante aportada por las inductancias y capacitancias anteriormente citadas. El circuito puede ser un circuito sintonizado. En este caso, una frecuencia resonante (o frecuencia natural) del circuito resonante anteriormente

citado es igual a una frecuencia de funcionamiento predeterminada de la transferencia de corriente inductiva que puede ser por ejemplo de 20 KHz. Sin embargo, también es posible que el circuito sea un circuito desintonizado, en donde la frecuencia resonante se distingue de la frecuencia de funcionamiento. Esto se explicará más adelante.

5 De acuerdo con la invención, el circuito comprende además al menos unos medios de control de corriente para controlar un flujo de corriente en la parte AC. En particular, los medios de control de corriente controlan un flujo de corriente a través de la impedancia anteriormente citada o a través de un elemento que proporciona una parte de la impedancia. Los medios de control de corriente pueden controlar un valor RMS (valor cuadrático medio) o valor efectivo del flujo de corriente en la parte AC. La corriente en la parte AC puede también referirse como la corriente de fase.

10 El control de la corriente en la parte AC del circuito propuesto permite ventajosamente controlar una cantidad de energía transferida al vehículo. Si, por ejemplo, un circuito sintonizado es desintonizado, por ejemplo, debido a influencias de temperatura y/o al paso del tiempo del condensador de compensación, la energía transferida desde el lado primario al lado secundario del vehículo cae. Al controlar la corriente, esta caída de potencia puede ser compensada, por ejemplo, incrementando o reduciendo el flujo de corriente a través de la impedancia. El circuito propuesto también permite variaciones de compensación de la energía transferida debido a variaciones del espacio de aire entre el lado primario y el lado secundario, por ejemplo, debido a las irregularidades del terreno o a razones mecánicas.

20 Una inductancia de fuga de un sistema para la transferencia de energía inductiva a un vehículo habitualmente es grande lo que, a su vez, necesita un valor pequeño de una capacitancia de compensación para conseguir un circuito sintonizado. Debido a este valor pequeño de una capacitancia de compensación, su reactancia es alta. En este caso, grandes corrientes que pasan los elementos capacitivos pueden dar lugar a grandes voltajes a través de estos elementos. Con el fin de tener dichos elementos de voltaje elevados, en particular a través de los condensadores con pequeñas capacitancias, habitualmente es necesario conectar muchos condensadores en serie. Sin embargo, esto incrementa una resistencia en serie equivalente y pérdidas óhmicas del circuito. También, es necesario tener un sistema de refrigeración adecuado para extraer el exceso de calor resultante. Esto añade peso, volumen, complejidad, sensibilidad y costes a un vehículo que comprenda el circuito. Al añadir medios de control para controlar la corriente en la parte de corriente alterna del circuito, pueden ventajosamente reducirse los inconvenientes anteriormente citados. También, el circuito propuesto permite un control flexible del flujo de corriente. De este modo, el circuito propuesto es capaz de compensar los efectos de desintonización, por ejemplo, si una dependencia de la temperatura y el tiempo de la capacitancia de compensación conducen a una corta duración de una validez de sintonización.

35 Otra ventaja del circuito propuesto es que el proceso para encontrar una combinación correcta de condensadores de compensación para sintonizar el circuito, que es difícil, implica tiempo y un mayor trabajo, se simplifica ya que el control añadido de la corriente en la parte AC permite equilibrar el flujo de corriente.

40 Otra ventaja del circuito propuesto es que una impedancia en red del circuito reflejado en un lado primario puede ser controlada. Al controlar la impedancia en red, pueden evitarse corrientes conductoras que eliminan condiciones de conmutación suaves de interruptores semiconductores en el lado primario e incrementan pérdidas de corriente en el lado primario.

45 Otra ventaja importante del circuito propuesto es que el circuito puede diseñarse inicialmente como un circuito desintonizado con respecto a una frecuencia de funcionamiento dada. En particular, una capacitancia de compensación puede ser elegida de tal manera que en una configuración inalterada del circuito, el circuito sea desintonizado. Si la capacitancia de compensación es elegida de tal manera que el circuito está en perfecta sintonización (o muy cerca a esta condición), en el caso de cualquier cortocircuito, existe una impedancia muy pequeña del circuito para limitar una corta corriente de circuito si el circuito es operativa cerca o en su frecuencia resonante que puede ser igual a una frecuencia de funcionamiento dada. Esta corriente de circuito corta puede generar altos voltajes a través de los condensadores proporcionando la capacitancia de compensación. Dicho sobrevoltaje puede dañar los condensadores o reducir su tiempo de vida o alterar sus propiedades eléctricas. Si el circuito está inicialmente diseñado a modo de un circuito desintonizado, este efecto puede reducirse. En este caso, los medios de control de corriente pueden controlar la corriente en la parte AC del circuito de tal modo que se compensa una caída de potencia debido a propiedades desintonizadas del circuito.

50 Además, la impedancia se proporciona mediante una inductancia, en particular una inductancia de fuga, y una capacitancia. La capacitancia puede proporcionarse, por ejemplo, mediante uno o más condensadores de compensación. La capacitancia está conectada en serie a la inductancia. Además, el rectificador está conectado en serie a la capacitancia. De este modo, el circuito, en particular la parte de corriente alterna del circuito, se actualiza en una configuración resonante en serie.

60 Esto resulta ventajoso ya que un circuito resonante en serie proporciona una configuración resonante que no necesita un inductor de corriente directo en el rectificador. Por ello, el peso, costes y dinámicas indeseadas en un voltaje de salida del rectificador se reducen.

Además, el circuito comprende un generador de voltaje, en el que el generador de voltaje está dispuesto de tal manera que un voltaje de salida del generador de voltaje se alimenta en la parte AC del circuito. En particular, el generador de voltaje puede estar dispuesto de tal manera que el voltaje de salida se añade a un voltaje inducido que puede proporcionarse mediante el elemento de suministro anteriormente mencionado. Al aplicar el voltaje de salida del generador de voltaje en la parte AC del circuito, un voltaje que cae a través de la impedancia puede ser ajustado o controlado. De este modo, una corriente que fluye a través de la impedancia puede ser controlada para conseguir una transferencia de potencia deseada. En otras palabras, el generador de voltaje se utiliza como los medios de control de corriente anteriormente citados.

El uso de un generador de voltaje permite ventajosamente un diseño simple de unos medios de control de corriente que también pueden conectarse fácilmente a un circuito existente. Esto es posible porque este circuito está conectado en paralelo y no en serie.

Además, el generador de voltaje en un inversor. Un inversor es un componente eléctrico o un circuito eléctrico que puede cambiar o transformar un voltaje DC en un voltaje AC. El inversor o un recorrido eléctrico que comprende el inversor están conectados en paralelo al rectificador o un recorrido eléctrico del circuito que comprende el rectificador. En particular, terminales de entrada del inversor pueden conectarse a la parte DC del circuito (a través de diodos) y terminales de salida del inversor pueden conectarse a la parte AC del circuito propuesto. En este caso, un voltaje de salida AC del inversor se genera desde un voltaje de entrada DC que se proporciona mediante la parte DC del circuito.

Esto ventajosamente permite diseñar un circuito sin un almacenamiento adicional de energía, por ejemplo, sin una fuente de voltaje externa o batería. Además, el inversor puede ser controlado de tal manera que un voltaje de salida deseado se genera desde un amplio rango de voltajes de entrada DC. De este modo, se proporciona un circuito flexible que puede adaptarse con facilidad para compensar variaciones de energía transferidas al vehículo.

En otra realización, la parte DC del circuito comprende una capacitancia de circuito. La capacitancia de circuito puede proporcionarse mediante un condensador DC, en donde un voltaje de unión DC o voltaje de circuito intermedio cae a través del condensador DC. El condensador puede estar conectado en paralelo con (la salida del) rectificador. El inversor está conectado en paralelo a una conexión en serie del rectificador y la capacitancia de circuito.

El circuito propuesto permite ventajosamente que el inversor propuesto pueda generar un voltaje AC controlado fuera de la energía eléctrica almacenada en la capacitancia de circuito dispuesta en la parte DC del circuito. De este modo, el inversor puede actuar independientemente, por ejemplo, sin ningún elemento de almacenaje de energía adicional.

Una realización descrita adicionalmente, en donde el rectificador es un rectificador pasivo y/o el inversor en un inversor activo. El rectificador puede por ejemplo ser un rectificador de diodo. Esto proporciona ventajosamente el circuito que genera un voltaje DC sin utilizar elementos activos tales como interruptores semiconductores. Esto reduce una pérdida de energía a través del rectificador. También, esto incrementa la fiabilidad del rectificador.

El inversor puede comprender elementos eléctricos activos, en donde elementos eléctricos activos necesitan energía eléctrica externa adicional para un funcionamiento de los elementos eléctricos. El inversor puede comprender por ejemplo interruptores semiconductores. En particular, el inversor puede ser un denominado inversor de puente completo. Esto se explicará más adelante.

Esto permite ventajosamente controlar de forma activa un voltaje de salida AC del inversor y así adaptar el voltaje de salida del inversor a propiedades eléctricas cambiantes de una impedancia del circuito. Esto, a su vez, permite controlar el flujo de energía o transferencia de energía al vehículo.

En una realización preferida, la parte AC del circuito comprende tres fases. Cada una de las fases comprende al menos una inductancia, en particular una inductancia de fuga, y al menos una capacitancia, en particular una capacitancia de compensación proporcionada por un condensador de compensación. El rectificador es un rectificador trifásico, por ejemplo, un rectificador de diodo trifásico.

En este caso, el inversor puede ser un inversor de puente completo trifásico.

De este modo, el circuito propuesto puede estar adaptado a un sistema trifásico para transferir inductivamente energía al vehículo.

En otra realización preferida, el inversor es un inversor de puente completo trifásico. El inversor de puente completo trifásico comprende tres patas con dos conmutadores, en donde las patas están conectadas en paralelo entre sí. Cada pata comprende un primer elemento conmutador y un segundo elemento conmutador, que puede ser, por ejemplo, elementos conmutadores semiconductores. Los elementos conmutadores pueden ser MOSFETs o IGBTs. Un punto de conexión de los elementos conmutadores en una primera pata del inversor puede conectarse a una

primera fase de la parte AC del circuito. Correspondientemente, puntos de conexión de los elementos conmutadores de las patas restantes pueden conectarse a las fases restantes de la parte AC del circuito. De este modo, terminales de salida del inversor de puente completo trifásico están conectados a la parte AC del circuito.

5 El inversor o terminales de entrada del inversor pueden conectarse a la parte DC del circuito a través de diodos, que están dispuestos entre líneas DC del inversor y líneas DC de la parte DC del circuito.

10 Utilizando el inversor de puente completo trifásico mencionado permite ventajosamente utilizar elementos eléctricos fácilmente disponibles para construir el circuito propuesto. El inversor añadido habitualmente es pequeño, ligero y económico. También, los componentes del inversor de puente completo trifásico son pequeños y no ocupan mucho espacio y no son más complejos de fabricar y uniformizar los productos. Una tensión de voltaje máxima sobre los elementos conmutadores de dicho inversor es igual al voltaje DC del rectificador y por lo tanto, el sistema puede utilizar productos del módulo que conmutan estándar listos para usar.

15 El inversor añadido o un subcircuito que comprende el inversor está conectado en paralelo con el rectificador. De este modo, el diseño propuesto de un circuito puede llevarse a cabo con facilidad al cambiar un diseño existente de un circuito.

20 Un ratio de corriente del inversor es más pequeño que un bloque rectificador principal de diodo con una onda completa. Así, la disipación de energía en el inversor está limitada. Utilizando diodos para conectar el inversor a la parte DC del circuito bloqueará también un flujo de corriente inverso en caso de un cortocircuito en el inversor. De este modo, la presencia de un voltaje mínimo en las líneas DC se garantiza incluso en el caso de un corto circuito en el inversor.

25 Otra ventaja es que en caso de cualquier fallo dentro del inversor, el rectificador es capaz de funcionar y suministrar una carga, por ejemplo, un motor de tracción de un tranvía, con un comportamiento ligeramente inferior. De este modo, un vehículo que utiliza el circuito propuesto será capaz de mover para alcanzar una instalación de mantenimiento sin interrumpir el servicio.

30 En este sistema trifásico, cada pata con dos conmutadores del inversor está conectada a una fase de la parte AC del circuito. De este modo, es posible aplicar algoritmos de activación apropiados en elementos conmutadores de la respectiva pata para compensar una asimetría inherente de impedancias de las respectivas fases. Esto se explicará más adelante.

35 Se describe además una realización, en el que el circuito comprende además un filtro de interferencia por radio frecuencia. El filtro de interferencia por radio frecuencia puede estar dispuesto dentro de la parte DC del circuito. En particular, el filtro de interferencia por radio frecuencia puede estar conectado en serie en (la salida) (d)el rectificador. Esto ventajosamente permite eliminar interferencias electromagnéticas, en particular en el rango de radio frecuencia, que puede afectar cualquier sistema cercano de una forma indeseada.

40 En otra realización, el circuito comprende medios detectores para detectar un voltaje de salida del rectificador (voltaje DC) y/o un voltaje de salida de la parte DC del circuito. Además o alternativamente, el circuito comprende medios detectores para detectar una corriente de fase, en particular una corriente que fluye a través de las impedancias anteriormente mencionadas. Señales de salida de los medios detectores anteriormente mencionados pueden ventajosamente utilizarse para controlar un funcionamiento del inversor, en particular para controlar ciclos de trabajo de los elementos conmutadores dentro de las patas del inversor. Esto se explicará más tarde.

Se propone además un método de funcionamiento de unos circuitos descritos anteriormente.

50 De acuerdo con la invención, al menos unos medios de control de corriente para controlar un flujo de corriente en la parte AC, son controlados o accionados de tal manera que se consigue una transferencia de energía deseada. En particular, unos medios de control de corriente son accionados de tal manera que una energía transferida es mayor que una mínima energía predeterminada y más pequeña que una energía máxima predeterminada. Además o de forma alternativa, los medios de control de corriente pueden ser accionados de tal manera que una diferencia entre una potencia transferida y una potencia deseada es más pequeña que un valor predeterminado.

55 El método ventajosamente permite controlar una potencia transferida, por ejemplo, a un vehículo incluso si propiedades eléctricas de un circuito en la parte secundaria para recibir un campo electromagnético, por ejemplo, propiedades eléctricas de una capacitancia cambiante, cambian.

60 En otra realización, el flujo de corriente en la parte AC del circuito está controlado dependiendo de un periodo y amplitud de un voltaje AC inducido y un voltaje de salida DC, en particular un nivel de voltaje de un voltaje de salida de la parte de corriente directa del circuito. Adicionalmente, el flujo de corriente en la parte AC del circuito puede ser controlado dependiendo de una amplitud del voltaje AC inducido.

65

El voltaje de salida de la parte DC indica un voltaje DC directo que cae a través de una carga del circuito, por ejemplo, una máquina eléctrica DC u otro convertidor para accionar una máquina eléctrica AC. La corriente AC en el circuito y el voltaje DC de salida del circuito son determinados por el voltaje inducido, la impedancia y la carga. Para controlar de forma efectiva el flujo de corriente en la parte AC del circuito, un periodo del voltaje inducido, que puede ser similar a un periodo de una corriente de fase, tiene que ser conocido.

Esto permite ventajosamente el funcionamiento del circuito propuesto al utilizar solamente señales del vehículo. De este modo, no hay necesidad de tener ningún mecanismo de comunicación en un lado primario, o en un punto del recorrido. Esto proporciona una mayor fiabilidad y robustez, ya que cualquier interferencia en dicho sistema de comunicación es excluida. También, el periodo del voltaje inducido y un nivel del voltaje de salida DC son detectados habitualmente para otras aplicaciones de control. De esta manera, no se necesitan sensores adicionales y el circuito propuesto utiliza señales de los sensores existentes.

En otra realización, el periodo de un voltaje AC inducido es determinado por un bucle cerrado en fase (PLL). En este caso, el PLL puede determinar un periodo de una corriente de fase, en particular de un flujo de corriente a través de la impedancia que sea similar o igual al periodo del voltaje inducido. Una de las funciones del PLL es un método para encontrar un momento de cruce cero de las corrientes de fase en cada periodo de una frecuencia de funcionamiento sin ser efectuada con ruido. Tal como se explicará más adelante, este momento de cruce cero puede utilizarse como tiempo de referencia para generar señales de puerta de elementos conmutadores del convertidor.

El uso de un PLL para detectar un periodo de los voltajes inducidos o corrientes de fase aporta ventajosamente un circuito que es robusto contra variaciones en una frecuencia del voltaje inducido. Tales variaciones pueden suceder debido a muchas razones, tales como distintas frecuencias WPC y efectos Doppler debidos a un movimiento del vehículo con diversas velocidades. De este modo, una caída de potencia debido a estas variaciones de frecuencia puede ser compensada. Esto es una característica deseable que es difícil de conseguir en un sistema que funciona en base a un circuito completamente ajustado.

En otra realización, un voltaje de salida del generador de voltaje es controlado de tal manera que se consigue un voltaje deseado que cae a través de la impedancia. Por ejemplo, el generador de voltaje puede accionarse de tal manera que un voltaje que cae a través de la impedancia es mayor que un voltaje mínimo predeterminado y más pequeño que un voltaje máximo predeterminado. Además o de forma alternativa, el generador de voltaje puede ser accionado de tal manera que una diferencia entre un voltaje que cae a través de la impedancia y un voltaje deseado es más pequeño que un valor predeterminado. El valor predeterminado puede determinarse dependiendo del periodo anteriormente citado de un voltaje de corriente alterna inducida y/o el voltaje de salida de la parte de corriente directa del circuito.

En otra realización, un voltaje de salida del inversor es controlado de tal manera que se consigue un voltaje deseado que cae a través de la impedancia. En este caso, el inversor proporciona el generador de voltaje anteriormente citado. El voltaje de salida del inversor puede ser controlado al controlar elementos activos del inversor.

En una realización preferida, ciclos de trabajo del primer y segundo elementos de conmutación de una pata con dos conmutadores del inversor se controlan de tal manera que se obtiene un voltaje de salida deseado del inversor. Un ciclo de trabajo indica un ratio de una puntualización de un elemento conmutador y un periodo del voltaje inducido.

Al cambiar los ciclos de trabajo de los respectivos elementos conmutadores, un voltaje de salida AC del inversor puede ser controlado. Esto permite ventajosamente un simple control de parámetros del voltaje de salida AC del inversor. Los elementos conmutadores pueden, por ejemplo, ser elementos semiconductores, en donde ciclos de trabajo de los elementos semiconductores son controlados por señales de puerta de los elementos semiconductores.

En otra realización, ciclos de trabajo del primer y segundo elementos conmutadores de patas con dos conmutadores de un inversor de puente completo trifásico son controlados de tal manera que se consigue un voltaje de salida deseado del inversor. En total, seis elementos conmutadores son controlados mediante el método propuesto. Ya que un punto de conexión de los elementos conmutadores de una pata puede conectarse a una fase de la parte AC del circuito, el control de los elementos conmutadores permite ventajosamente generar tres voltajes de salida independientes del inversor. Ya que la sintonización no puede suceder de forma similar en tres fases, el circuito propuesto es capaz de proporcionar una compensación individual necesaria para cada fase. Al generar diferentes señales de puerta y por ello al aplicar distintos ciclos de trabajo para elementos conmutadores de diferentes patas, un ajuste asimétrico (diferente ajuste para cada fase) puede ser dirigido de forma efectiva.

En otra realización, un ciclo de trabajo se determina dependiendo de un voltaje de salida de la parte de corriente directa del circuito de transmisión y/o una corriente de fase de la parte alterna del circuito de transmisión.

Un bucle cerrado de fase puede ser utilizado para encontrar un momento de cruce cero de la corriente de fase. Este momento de cruce cero puede ser usado como tiempo de referencia para generar una señal de puerta. Es una característica importante del circuito propuesto que variar un ciclo de trabajo dentro de un rango de valores para el

ciclo de trabajo no afecta una magnitud del voltaje de salida de la parte DC y la corriente de fase, en particular un valor RMS de la corriente de fase. Esto significa que el control no es muy sensible a una determinación exacta del momento de cruce cero. Así, el método de funcionamiento propuesto del circuito es robusto contra cambios dentro de un periodo de un voltaje inducido que se refleja con un periodo de las corrientes de fase.

5 En otra realización, la parte AC del circuito comprende tres fases, en donde cada una de las fases comprende una impedancia, en donde al menos unos medios de control de corriente son accionados de tal manera que se obtiene una transferencia de energía deseada. Esto permite el control independiente de cada corriente de fase. Por ejemplo, unos primeros medios de control de corriente pueden controlar un flujo de corriente en una primera fase, en donde
10 unos segundos medios de control de corriente controlan un flujo de corriente en una segunda fase, en donde unos terceros medios de control de corriente controlan un flujo de corriente en una tercera fase. Los medios de control se ponen en funcionamiento de tal manera que se consigue una transferencia de energía deseada. En particular, los medios de control pueden ponerse en marcha de forma independiente entre sí. Además, los medios de control pueden ser accionados dependiendo de una impedancia de la respectiva fase. Las impedancias de las distintas
15 fases pueden ser distintas entre sí. Esto puede dar lugar a un funcionamiento de los primeros medios de control de corriente que sea distinto de los segundos y/o terceros medios de control. En particular, en caso que el inversor sea un inversor de puente completo trifásico, distintos ciclos de trabajo para los elementos conmutadores en cada pata pueden aplicarse o emplearse. Esto ventajosamente permite compensar una variación en la energía transferida incluso si los cambios de impedancias de distintas fases son diferentes entre sí.

20 También, la unidad de control del circuito propuesto que controla los medios de control, por ejemplo, el inversor, puede ser una unidad de control en el lado del vehículo. Puede estar integrada en un controlador existente de cualquier otro sistema del vehículo, por ejemplo, una unidad de control para un sistema de propulsión.

25 Además se propone el método de fabricación de un circuito, en particular un circuito de un vehículo eléctrico para una transferencia de energía inductiva al vehículo. El circuito comprende una impedancia y al menos un rectificador para rectificar un voltaje de corriente alterna (voltaje inducido), en donde una parte de corriente alterna del circuito comprende la impedancia, en donde el rectificador conecta la parte de corriente alterna a una parte de corriente directa del circuito.

30 De acuerdo con la invención, al menos unos medios de control de corriente se proporcionan y disponen de tal manera que un flujo de corriente en la parte de corriente alterna, en particular a través de la impedancia, pueda ser controlado.

35 Esto ventajosamente permite modificar un circuito existente al añadir simplemente al menos unos medios de control.

En otra realización, se proporciona un generador de voltaje, en donde el generador de voltaje se dispone de tal manera que se suministra un voltaje de salida del generador de voltaje hacia la parte de corriente alterna del circuito.

40 Esto ventajosamente permite fabricar un circuito con un generador de voltaje simple a modo de medios de control.

Aún en otra realización, se proporciona un inversor a modo del generador de voltaje, en donde el inversor o un recorrido eléctrico que comprende el inversor se conecta en paralelo al rectificador o un recorrido eléctrico que comprende el rectificador. Ya que el inversor está conectado en paralelo a un rectificador existente, el método
45 propuesto ventajosamente permite modificar de forma simple un circuito existente.

Además se propone un vehículo eléctrico que comprende uno de los circuitos anteriormente citados. El vehículo eléctrico puede ser un automóvil terrestre o un vehículo vinculado a una pista. El vehículo eléctrico es capaz de proporcionarse con energía eléctrica mediante una transferencia de corriente inductiva. Esto puede hacerse mientras se mueve el vehículo (transferencia de energía dinámica, por ejemplo, carga dinámica) o mientras el
50 vehículo está en un soporte (transferencia de energía estática, por ejemplo, carga estática).

A continuación se describirán ejemplos de la invención con referencia a los dibujos incluidos:

55 La figura 1 es un diagrama de circuito esquematizado de un circuito situado en el vehículo de un sistema para transferir energía inductiva al vehículo según el estado de la técnica,

La figura 2 es un diagrama de circuito esquematizado de un circuito en un punto del recorrido y un circuito situado en el vehículo según la invención,

60 La figura 3 es un curso temporal a modo de ejemplo de tiempos de conmutación de un elemento de conmutación,

La figura 4 es un curso de ejemplo de un voltaje de salida DC de una parte DC del circuito propuesto versus un ciclo de trabajo de los elementos conmutadores y

La figura 5 es un curso de ejemplo de una corriente de fase de una parte AC del circuito propuesto versus un ciclo de trabajo de los elementos conmutadores.

65 La figura 1 muestra un diagrama esquematizado de un circuito de un circuito situado en el vehículo 1 de un sistema

para transferir energía inductiva a un vehículo según el estado de la técnica. El circuito 1 comprende una instalación denominada recogedora 2 que comprende una parte magnética 3. El circuito 1 comprende una parte AC 4 y una parte DC 5. La parte AC 4 está conectada a la parte DC 5 a través de un rectificador de diodo 6. La parte AC 4 comprende tres fases. Una primera fase comprende una inductancia de fuga L_{S1} y una capacitancia de compensación C_{S1} . Correspondientemente, las otras fases comprenden inductancias de fuga L_{S2} , L_{S3} y capacitancias de compensación C_{S2} , C_{S3} . Para una mejor comprensión, elementos de fuente V_{ph1} , V_{ph2} , V_{ph3} se muestran que son considerados según un modelo de circuito equivalente Thevenin. Dentro del circuito real, no hay tales elementos de fuente V_{ph1} , V_{ph2} , V_{ph3} . Los elementos de fuente V_{ph1} , V_{ph2} , V_{ph3} generan los voltajes AC inducidos.

Se muestra que las inductancias de fuga L_{S1} , L_{S2} , L_{S3} y las capacitancias de compensación C_{S1} , C_{S2} , C_{S3} de cada fase están conectadas en serie. También se muestran corrientes de fase I_{L1} , I_{L2} , I_{L3} de cada fase. El rectificador 6 conecta la parte AC trifásica 4 del circuito 1 a la parte DC 5 y por lo tanto rectifica un voltaje AC de la parte AC 4. La parte DC 5 comprende una capacitancia de circuito 7 y un filtro de interferencia por radio frecuencia 8. Un voltaje de salida de la parte DC 5 del circuito 1 se indica por V_{out} . También se muestra una carga 9 que está conectada a una salida de la parte DC 5.

En cada fase de la parte AC 4, una conexión en serie de las inductancias de fuga L_{S1} , L_{S2} , L_{S3} y las respectivas capacitancias de compensación C_{S1} , C_{S2} , C_{S3} proporciona una impedancia $IM1$, $IM2$, $IM3$, respectivamente. La capacitancia de compensación C_{S1} , C_{S2} , C_{S3} puede por ejemplo proporcionarse mediante un condensador compensatorio. La impedancia $IM1$, $IM2$, $IM3$ de cada fase es una suma de impedancias de la respectiva inductancia de fuga L_{S1} , L_{S2} , L_{S3} y la respectiva capacitancia de compensación C_{S1} , C_{S2} , C_{S3} . Estas impedancias $IM1$, $IM2$, $IM3$ pueden ser variaciones indeseadas. Por ejemplo, una impedancia de cada una de las capacitancias de compensación C_{S1} , C_{S2} , C_{S3} pueden variar con el tiempo y temperatura bajo diversas condiciones ambientales y funcionales. Las corrientes de fase I_{L1} , I_{L2} , I_{L3} , y el voltaje de salida V_{out} se determinan mediante los voltajes inducidos y las impedancias $IM1$, $IM2$, $IM3$, de la respectiva fase y la carga 9. De este modo, incluso cuando voltajes inducidos y la carga 9 son constantes, cualquier variación en las impedancias de fase $IM1$, $IM2$, $IM3$ puede cambiar un flujo de corriente. Esto se denomina ajuste.

En la figura 2 se muestran un diagrama de circuito esquematizado de un circuito en el recorrido 10 y un circuito en la parte del vehículo 11 según la invención. El circuito en la parte del recorrido 10 comprende diferentes segmentos N , $N+1$ que están dispuestos a lo largo de un recorrido de desplazamiento de un vehículo que se desplaza sobre una superficie de rodadura de una ruta. Cada segmento N , $N+1$ comprende un inversor 12, un circuito de filtro 13 y unos bobinados primarios 14. Los inversores 12 están conectados a través de una capacitancia 15 a una línea de corriente 16 que está alimentada por una fuente de voltaje 17 a través de un rectificador 18.

Al igual que en el circuito 1 de la figura 1, el circuito 11 de la figura 2 comprende una parte AC 4, una parte DC 5 y un rectificador 6. En la figura 2, solamente se muestran inductancias de fuga L_{S1} , L_{S2} , L_{S3} y capacitancias de compensación C_{S1} , C_{S2} , C_{S3} . El circuito 11 comprende un inversor de puente completo trifásico 19. El inversor 19 está conectado en paralelo a una conexión del rectificador 6 y una capacitancia de circuito 7, que es parte de la parte DC 5 del circuito 11. El inversor 19 comprende una primera pata 20, una segunda pata 21 y una tercera pata 23. Cada pata 20, 21, 23 comprende un primer elemento conmutador $Q1$, $Q3$, $Q5$ que puede ser referido como elemento conmutador de parte alta. Además, cada pata 20, 21, 23 comprende un segundo elemento conmutador $Q2$, $Q4$, $Q6$ que puede referirse como elemento conmutador de la parte baja. Una conexión paralela de un diodo y un condensador está conectado en paralelo a cada una de los elementos conmutadores $Q1, \dots, Q6$. Si el elemento conmutador tiene una dirección de conducción, el diodo de dicha conexión paralela está dispuesta de tal manera que se conecta antiparalela al respectivo elemento conmutador $Q1, \dots, Q6$. Un punto de conexión del primer elemento conmutador $Q1$ y el segundo elemento conmutador $Q2$ de la primera pata 20 está conectado a una primera fase de la parte AC del circuito 11. En correspondencia, puntos de conexión de los primeros elementos conmutadores $Q3$, $Q5$ y los segundos elementos conmutadores $Q4$, $Q6$ de las patas restantes 21, 23 están conectados a una segunda y tercera fase de la parte AC 4 respectivamente. Una línea de alto voltaje 22 del inversor 19 está conectada vía un diodo $D1$ a una línea de alto voltaje de la parte DC 5 del circuito 11. En correspondencia, una línea de baja tensión 24 del inversor 19 está conectada vía un diodo $D2$ a una línea de baja tensión de la parte DC 5 del circuito 11. Debido a que dos diodos $D1$, $D2$ se utilizan para conectar el inversor 19 a la parte DC 5 del circuito 11, el inversor añadido 19 no procesa toda la energía del sistema. El inversor añadido 19 genera un voltaje de salida controlado de una energía almacenada en la capacitancia del circuito 7. Este voltaje (de salida alterna) se añade a un voltaje inducido de cada fase. De este modo, corrientes de fase I_{L1} , I_{L2} , I_{L3} a través de las impedancias $IM1$, $IM2$, $IM3$ (véase figura 1) pueden ser controladas. Al controlar adecuadamente este voltaje adicional, es posible compensar una caída de energía y mantener el comportamiento del sistema en el nivel de un sistema perfectamente sintonizado. Una dirección de conducción del diodo $D1$ que conecta la línea de baja tensión 22 del inversor 19 a la parte DC 5 está orientada desde el inversor 19 hacia la parte DC 5. Una dirección de conducción del diodo $D2$ que conecta la línea de baja tensión 24 del inversor 19 a la parte DC 5 está orientada desde la parte DC 5 hacia el inversor 19. Debido a la presencia de los diodos $D1$, $D2$, si sucede cualquier cortocircuito en el inversor 19, los diodos $D1$, $D2$ bloquearán una corriente inversa y un voltaje de salida DC V_{out} de la parte DC 5 del circuito 11 estará aún disponible. Si la caída de voltaje de los $D1$ y $D2$ es pequeña, es posible utilizar dos o más diodos en serie con el fin de proporcionar el diodo $D1$ y dos o más diodos en serie para proporcionar el diodo $D2$.

En la figura 3 un curso de tiempo a modo de ejemplo de un voltaje inducido V_{in1} en una primera fase de una parte AC 4 (véase figura 2) y de señales de puerta G_{Q1} , G_{Q2} de elementos conmutadores Q1, Q2 de una primera pata 20 de un inversor 19 se muestran (véase figura 2). El voltaje inducido V_{in1} tiene un periodo T. Este periodo T es igual para las tres fases. En un primer momento de cruce cero t_0 del voltaje inducido V_{in1} , el segundo elemento conmutador Q2 es encendido durante un tiempo predeterminado DT2 del segundo elemento conmutador Q2. Al final de este tiempo Q2 es apagado. En correspondencia, el primer elemento conmutador Q1 es encendido en un segundo momento de cruce t_1 dentro del periodo T durante un tiempo predeterminado DT1. Un ciclo de trabajo del primer elemento conmutador Q1 es definido como la proporción entre el tiempo DT1 y el periodo de tiempo T. En correspondencia, un ciclo de trabajo del segundo elemento conmutador Q2 es definido como la proporción entre el tiempo DT2 y el periodo de tiempo T. Al controlar los ciclos de trabajo de las señales de puerta G_{Q2} , G_{Q1} de elementos conmutadores Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6 mostrados en la figura 2, es posible incrementar el voltaje de salida DC V_{out} de la parte DC 5 o de forma equivalente las corrientes de fase I_{L1} , I_{L2} , I_{L3} . Incrementar las corrientes de fase I_{L1} , I_{L2} , I_{L3} significa que los valores RMS de las corrientes de fase I_{L1} , I_{L2} , I_{L3} aumentan. Unos medios de control o un circuito de control para controlar los ciclos de trabajo de los elementos conmutadores Q1,...,Q6 pueden de este modo accionarse dependiendo de un voltaje de salida DC V_{out} y un valor de corriente (RMS) de las corrientes de fase I_{L1} , I_{L2} , I_{L3} . Por ello, tales medios de control necesitan muestran del voltaje de salida V_{out} y las corrientes de fase I_{L1} , I_{L2} , I_{L3} .

En la figura 4, se muestra un curso de un voltaje de salida DC V_{out} versus diferentes valores de un ciclo de trabajo. El ciclo de trabajo mostrado en la figura 4 puede ser un ciclo de trabajo de todos los elementos conmutadores Q1,...,Q6 mostrados en la figura 2. Se muestra como un valor del voltaje de salida V_{out} no cambia significativamente para ciclos de trabajo que se encuentran en un rango de 0,00 a 0,08 aproximadamente. Esto muestra que una variación en el ciclo de trabajo dentro del intervalo desde 0,00 a 0,08 no afectará destacablemente en voltaje de salida V_{out} . De este modo, se proporciona un control muy robusto de los ciclos de trabajo que es por ejemplo insensible contra una determinación incorrecta de momentos de cruce cero t_0 , t_1 de un voltaje inducido V_{in1} (véase figura 3). Para valores del ciclo de trabajo superiores a 0,08, el voltaje de salida V_{out} se incrementa con un ciclo de trabajo que aumenta de una forma lineal que es especialmente deseable.

En la figura 5, se muestra un curso ejemplar de un valor RMS de una corriente de fase $I_{L1,RMS}$ versus un valor del ciclo de trabajo. El comportamiento del valor RMS de la corriente de fase $I_{L1,RMS}$ es equivalente al comportamiento de un voltaje de salida V_{out} versus un valor del ciclo de trabajo mostrado en la figura 4. También se muestra como el valor RMS de la corriente de fase $I_{L1,RMS}$ no cambia significativamente durante valores de ciclo de trabajo que están en un rango de 0,00 a 0,08. Para valores del ciclo de trabajo mayores de 0,08, aumenta el valor RMS de la corriente de fase $I_{L1,RMS}$ con un valor que aumenta del ciclo de trabajo de una forma lineal que es especialmente deseable.

REIVINDICACIONES

1. Circuito de un vehículo eléctrico para transferencia de energía inductiva al vehículo, en donde el circuito (11) comprende una impedancia (IM1, IM2, IM3) y al menos un rectificador (6) para rectificar un voltaje AC, en donde una parte AC (4) del circuito (11) comprende la impedancia (IM1, IM2, IM3), en donde el rectificador (6) conecta la parte AC (4) a una parte DC (5) del circuito (11), en donde la impedancia (IM1, IM2, IM3) se proporciona mediante una inductancia (L_{S1} , L_{S2} , L_{S3}) y una capacitancia (C_{S1} , C_{S2} , C_{S3}),
 5 en donde el circuito (11) comprende un generador de voltaje, en donde el generador de voltaje está dispuesto de tal manera que un voltaje de salida del generador de voltaje es alimentado en la parte AC (4) del
 10 circuito (11), en donde el generador de voltaje es un inversor (19), en el que el inversor (19) o un recorrido eléctrico que comprende el inversor (19) está conectado en paralelo al rectificador (6) o un recorrido eléctrico que comprende el rectificador (6),
 caracterizado por el hecho de que la capacitancia (C_{S1} , C_{S2} , C_{S3}) está conectada en serie a la inductancia
 15 (L_{S1} , L_{S2} , L_{S3}), en donde el rectificador (6) está conectado en serie a la capacitancia (C_{S1} , C_{S2} , C_{S3}), en donde el circuito (11) comprende además al menos unos medios de control de corriente para controlar un flujo de corriente en la parte AC (4) para conseguir una transferencia de energía deseada, en el que el generador de voltaje se utiliza como los medios de control de corriente.
2. Circuito según la reivindicación 1, en el que la parte DC (5) del circuito (11) comprende una capacitancia del
 20 circuito (7), en el que el inversor (19) está conectado en paralelo a una conexión en serie del rectificador (6) y la capacitancia del circuito (7).
3. Circuito según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la parte AC (4) del circuito (11) comprende tres
 25 fases, en donde cada una de las fases comprende al menos una inductancia (L_{S1} , L_{S2} , L_{S3}) y al menos una capacitancia (C_{S1} , C_{S2} , C_{S3}), en donde el rectificador (6) es un rectificador trifásico.
4. Circuito según la reivindicación 3, en el que el inversor (19) es un inversor de puente completo trifásico (19).
5. Circuito según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el circuito (11) comprende unos medios detectores
 30 para detectar un voltaje de salida del rectificador (6) y/o unos medios de detección para detectar un voltaje de salida (V_{out}) de la parte DC (5) del circuito (11) y/o unos medios de detección para detectar una corriente de fase (L_{S1} , L_{S2} , L_{S3}).
6. Un método de funcionamiento de un circuito (11) de un vehículo eléctrico para transferencia de energía inductiva
 35 al vehículo, en donde el circuito (11) comprende una impedancia (IM1, IM2, IM3) y al menos un rectificador (6) para rectificar un voltaje AC, en el que una parte AC (4) del circuito (11) comprende la impedancia (IM1, IM2, IM3), en donde el rectificador (6) conecta la parte AC (4) a una parte DC (5) del circuito (11), en donde la impedancia (IM1, IM2, IM3) se proporciona mediante una inductancia (L_{S1} , L_{S2} , L_{S3}) y una capacitancia (C_{S1} , C_{S2} , C_{S3}),
 en donde el circuito (11) comprende un generador de voltaje, en donde el generador de voltaje está
 40 dispuesto de tal manera que un voltaje de salida del generador de voltaje es alimentado en la parte AC (4) del circuito (11), en donde el generador de voltaje es un inversor (19), en donde el inversor (19) o un recorrido eléctrico que comprende el inversor (19) está conectado en paralelo al rectificador (6) o un recorrido eléctrico que comprende el rectificador (6),
 caracterizado por el hecho de que la capacitancia (C_{S1} , C_{S2} , C_{S3}) está conectada en serie a la inductancia
 45 (L_{S1} , L_{S2} , L_{S3}), en donde el rectificador (6) está conectado en serie a la capacitancia (C_{S1} , C_{S2} , C_{S3}), en donde al menos unos medios de control para controlar un flujo de corriente en la parte AC (4) es controlado de tal manera que se obtiene una transferencia de energía deseada, en donde el generador de voltaje es utilizado como los medios de control de corriente.
7. El método de la reivindicación 6, en el que el flujo de corriente en la parte AC (4) del circuito (11) es controlado
 50 dependiendo de un periodo (T) de un voltaje AC inducido (V_{in1}) y/o un voltaje de salida (V_{out}) de la parte DC (5) del circuito (11).
8. El método de la reivindicación 7, en el que el periodo (T) de un voltaje AC inducido (V_{in1}) está determinado por un
 55 bucle cerrado en fase.
9. El método de una de las reivindicaciones 6 a 8, el generador de voltaje está dispuesto de tal manera que un
 voltaje de salida del generador de voltaje se suministra a la parte AC (4) del circuito (11), en el que un voltaje de
 60 salida del generador de voltaje es controlado de tal manera que se obtiene un voltaje deseado que cae a través de la impedancia (IM1, IM2, IM3).
10. El método de la reivindicación 9 en el que el circuito (11) comprende un inversor (19), en el que el inversor (19) o
 un recorrido eléctrico que comprende el inversor (19) está conectado en paralelo al rectificador (6) o un recorrido
 65 eléctrico que comprende el rectificador (6), en el que un voltaje de salida del inversor (19) es controlado de tal manera que se obtiene un voltaje deseado que cae a través de la impedancia (IM1, IM2, IM3).

- 5 11. El método de la reivindicación 10 en el que el inversor (19) es un inversor activo que comprende al menos una pata (20, 21, 23), en donde la pata (20, 21, 23) comprende un primer elemento conmutador (Q1, Q3, Q5) y un segundo elemento conmutador (Q2, Q4, Q6), en el que ciclos de trabajo del primer y segundo elementos conmutadores (Q1,...,Q6) son controlados de tal manera que se obtiene un voltaje de salida deseado del inversor (19).
- 10 12. El método de la reivindicación 10 o 11, en el que el inversor (19) es un inversor de puente completo trifásico activo (19) que comprende tres patas (20, 21, 23), en el que cada pata (20, 21, 23) comprende un primer elemento conmutador (Q1, Q3, Q5) y un segundo elemento conmutador (Q2, Q4, Q6), en el que ciclos de trabajo del primer y segundo elementos conmutadores (Q1,...,Q6) son controlados de tal manera que se obtiene un voltaje de salida deseado del inversor (19).
- 15 13. El método de una de las reivindicaciones 11 o 12, en el que un ciclo de trabajo es determinado dependiendo de un voltaje de salida (V_{out}) de la parte DC (5) del circuito (11) y/o una corriente de fase (I_{L1} , I_{L2} , I_{L3}) de la parte alterna (5) del circuito (11).
- 20 14. El método de una de las reivindicaciones 6 a 13, en el que la parte AC (5) del circuito (11) comprende tres fases, en donde cada una de las fases comprende una impedancia (IM1, IM2, IM3), en donde al menos unos medios de control de corriente controlan un flujo de corriente en cada fase, en donde al menos unos medios de control son controlados de tal manera que se obtiene una transferencia de energía deseada.
- 25 15. Vehículo eléctrico, en el que el vehículo eléctrico comprende un circuito (11) según una de las reivindicaciones 1 a 5.

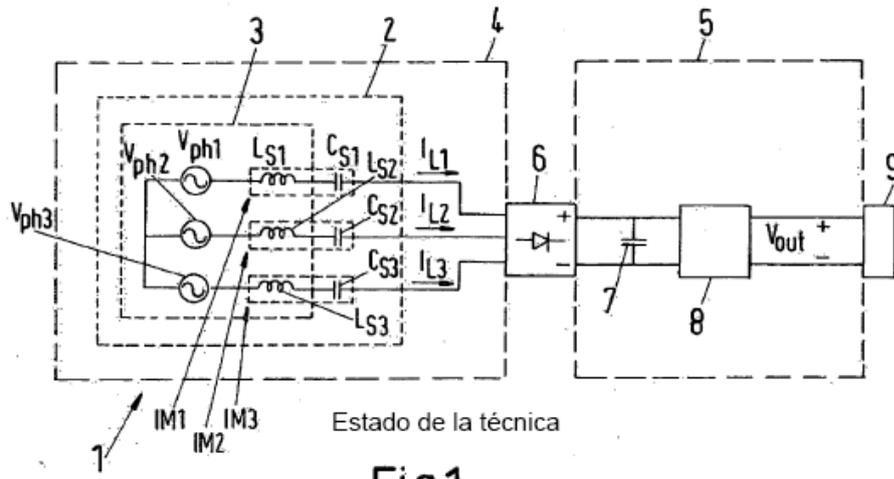


Fig.1

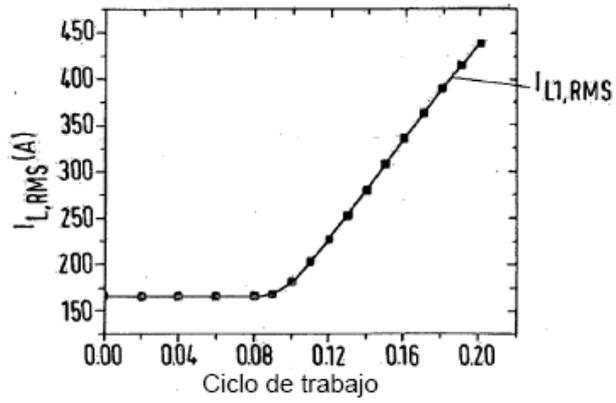


Fig.5

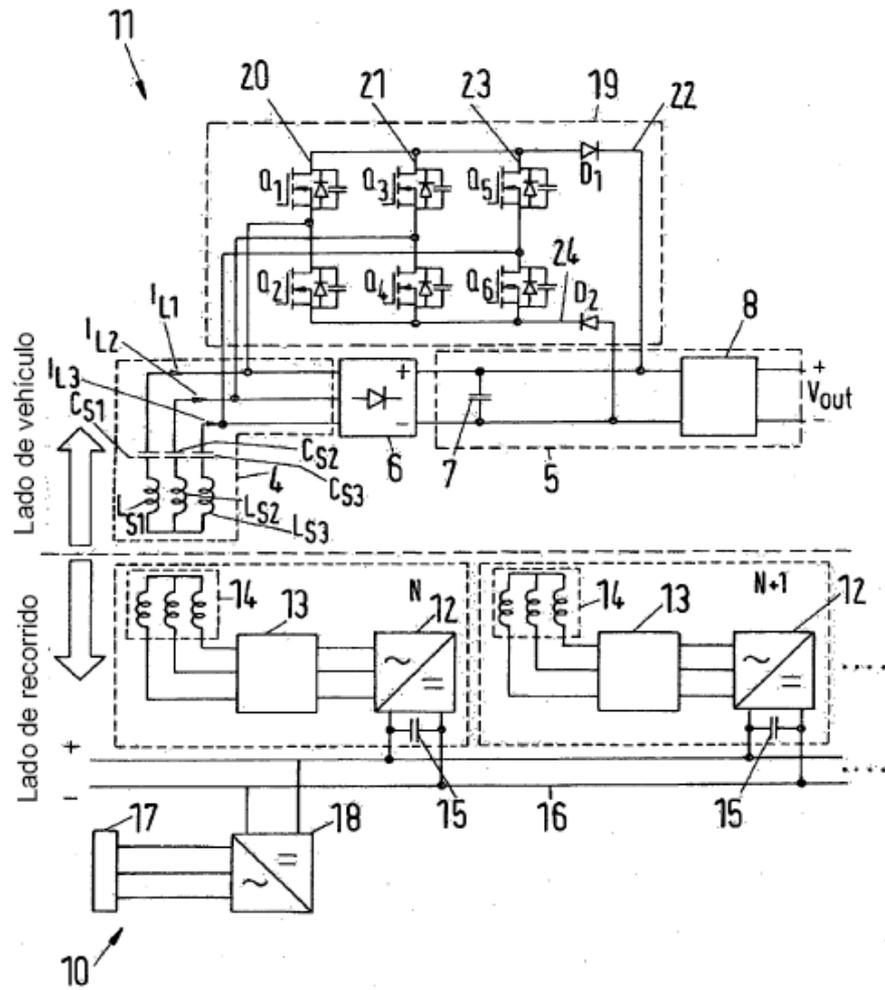


Fig.2

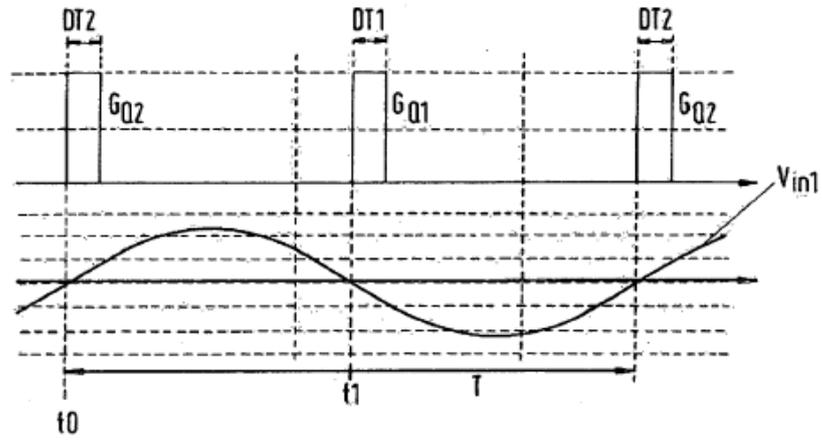


Fig.3

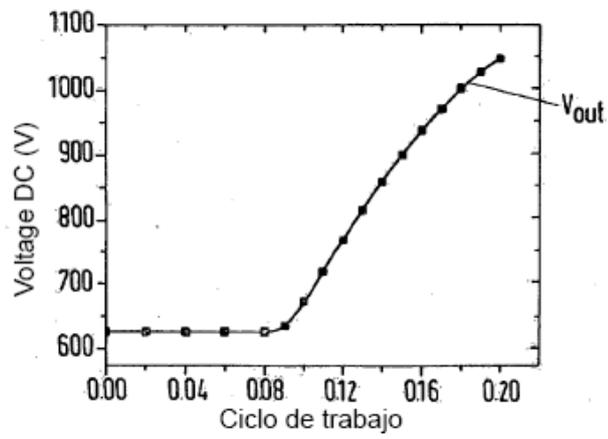


Fig.4