

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 530 269**

51 Int. Cl.:

**B60L 5/00** (2006.01)

**B60M 3/04** (2006.01)

**H02M 1/00** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.10.2010 E 10775720 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.12.2014 EP 2494677**

54 Título: **Transferencia de energía eléctrica a un vehículo, usando un sistema que comprende segmentos consecutivos para transferencia de energía**

30 Prioridad:

**28.10.2009 GB 0918942**

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

**27.02.2015**

73 Titular/es:

**BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH  
(100.0%)  
Schöneberger Ufer 1  
10785 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

**ZENGERLE, MANFRED**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 530 269 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

Transferencia de energía eléctrica a un vehículo, usando un sistema que comprende segmentos consecutivos para transferencia de energía

5 La invención se refiere a un sistema y un método para transferir energía eléctrica a un vehículo, en particular a un vehículo guiado por una vía tal como un vehículo de tren ligero (por ejemplo, un tranvía).

10 El sistema comprende una disposición de conductores eléctricos para producir un campo electromagnético alterno y para transferir de ese modo la energía al vehículo. La disposición de conductores comprende una pluralidad de segmentos consecutivos, en la que los segmentos se extienden a lo largo de la trayectoria de desplazamiento del vehículo.

15 En vehículos guiados por una vía particulares, tales como vehículos de tren convencionales, vehículos de monorraíl, trolebuses y vehículos que se guían sobre una vía por otros medios, tal como otros medios mecánicos, medios magnéticos, medios electrónicos y / o medios ópticos, requieren energía eléctrica para la propulsión sobre la vía y para accionar sistemas auxiliares, que no producen tracción del vehículo. Tales sistemas auxiliares son, por ejemplo, los sistemas de iluminación, el sistema de calefacción y / o de aire acondicionado, los sistemas de ventilación de aire y de información a los pasajeros. No obstante, hablando de manera más concreta, la presente invención está relacionada con la transferencia de energía eléctrica a un vehículo que no es necesariamente (pero sí preferiblemente) un vehículo guiado por una vía. Hablando en términos generales, el vehículo puede ser, por ejemplo, un vehículo que tiene un motor de propulsión de accionamiento eléctrico. El vehículo también puede ser un vehículo que tiene un sistema de propulsión híbrido, por ejemplo, un sistema que puede accionarse mediante energía eléctrica o mediante otra energía, tal como energía almacenada por medios electroquímicos o combustible (por ejemplo, gas natural, gasolina o petróleo).

20 Los vehículos guiados por una vía, en particular vehículos para el transporte público de pasajeros, por lo general comprenden un colector de corriente (como alternativa, un dispositivo) para poner en contacto mecánica y eléctricamente un conductor de línea a lo largo de la vía, tal como un raíl eléctrico o una línea aérea. Por lo menos un motor de propulsión a bordo del vehículo se alimenta con la potencia eléctrica a partir de la vía o línea externa y produce una fuerza de propulsión mecánica.

30 Los tranvías y otros trenes locales o regionales se accionan por lo general por medio de líneas aéreas en el interior de las ciudades. No obstante, en concreto en áreas históricas de las ciudades, las líneas aéreas son no deseables. Por otro lado, los raíles conductores en el suelo o cerca del suelo dan lugar a problemas de seguridad.

35 El documento US 5.821.728 describe un aparato para cargar baterías de un vehículo eléctrico en movimiento que comprende una serie de bobinas inductivas para producir un campo magnético a lo largo de un eje longitudinal de una calzada. Las bobinas inductivas están conectadas a líneas de potencia por medio de unos conmutadores que pueden activarse por sensores de activación de conmutadores. Cuando un sensor recibe una señal a partir de un transmisor del vehículo, esto dará lugar a que el conmutador correspondiente se cierre y, de ese modo, a que la bobina se active.

40 No obstante, debido a que la bobina produce un campo electromagnético, las líneas de suministro de potencia están conectadas a una fuente de tensión alterna. En consecuencia, las líneas de suministro de potencia producen de forma permanente un campo electromagnético de una intensidad más pequeña que las bobinas, pero aún lo bastante fuerte para interferir con cualquier equipo eléctrico o electrónico en los alrededores.

45 La transferencia de forma inductiva de energía desde la vía al vehículo, es decir, produciendo campos electromagnéticos, está sometida a restricciones con respecto a la CEM (compatibilidad electromagnética). Por un lado, los campos electromagnéticos pueden interferir con otros dispositivos técnicos. Por otro lado, las personas y los animales no deberían estar sometidas a campos electromagnéticos de forma permanente. Por lo menos, han de observarse los valores límite respectivos para la intensidad de campo.

50 Como alternativa, el suministro de potencia puede ser una línea de suministro de potencia de CC (corriente continua) que puede conectarse a cada bobina por medio de un inversor. Por lo general, los inversores comprenden un dispositivo de control para controlar el funcionamiento de los conmutadores de semiconductor con el fin de producir la tensión alterna en el lado de CA (corriente alterna) del inversor. Este dispositivo de control también requiere energía eléctrica para el funcionamiento.

55 Con el fin de reducir la emisión electromagnética en donde no está circulando vehículo alguno en un instante, la disposición de conductores (por ejemplo, la disposición que comprende las bobinas de acuerdo con el documento US 5.821.728) que se usa para transferir de forma inductiva la energía al vehículo puede dividirse en unos segmentos consecutivos que se extienden a lo largo de la trayectoria de desplazamiento del vehículo. Estos segmentos pueden accionarse solo en donde se requiera. En particular, la longitud de cada uno de los segmentos a lo largo de la trayectoria de desplazamiento puede ser más corta que la longitud de un vehículo en la dirección de

desplazamiento y los segmentos pueden accionarse solo si un vehículo ya está ocupando la región respectiva de la trayectoria de desplazamiento a lo largo de la cual se extiende el segmento. En particular, ocupado por un vehículo de tren quiere decir que un vehículo de tren está circulando sobre los raíles a lo largo de los cuales se extiende el segmento. Preferiblemente, los segmentos se accionan solo si el vehículo está ocupando completamente la región respectiva de la trayectoria de desplazamiento. Por ejemplo, el vehículo de tren es más largo (en la dirección de desplazamiento) que el segmento y la parte delantera y el extremo del vehículo están circulando más allá de los límites del segmento, si se observan desde el centro del segmento. Por lo tanto, se propone que el segmento se encienda (es decir, la corriente alterna a través del segmento esté comenzando a fluir) antes de que un dispositivo de recepción de un vehículo para recibir la energía transferida se introduzca en la región de la trayectoria de desplazamiento a lo largo de la cual se extiende el segmento.

Si se proporciona un gran número de segmentos consecutivos, usar una línea de suministro de potencia de CC quiere decir que se requiere un número igualmente grande de inversores. Es necesario que cada inversor se provea con energía eléctrica para el funcionamiento. Por lo tanto, se requiere un equipo adicional para conducir energía eléctrica al dispositivo de control del inversor.

El documento GB 657035 A describe un sistema de transporte eléctrico de alta frecuencia con una transmisión sin contacto de energía que comprende dos circuitos oscilantes acoplados de forma inductiva, uno de los cuales se extiende a lo largo de las carreteras como la red sin contacto de tracción y el otro es el bastidor de recepción y está situado sobre el vehículo. Cada una de unas subestaciones de generación de potencia de alta frecuencia abastece a una sección separada de la red de tracción. Las subestaciones reciben energía a partir de una red de corriente continua de alto voltaje (línea de transmisión).

Un objeto de la presente invención es la provisión de un sistema del tipo que se ha indicado en lo que antecede, para transferir de forma inductiva energía eléctrica a un vehículo y la provisión de un método de transferencia de energía eléctrica a un vehículo, que reduzcan el esfuerzo de proporcionar energía eléctrica a dispositivos del sistema que controlan y / o accionan la generación de campos electromagnéticos con el fin de transferir la energía al vehículo. Además, deberán cumplirse los límites respectivos para cumplir los requisitos de CEM.

A la vista del presente objeto, las reivindicaciones de patente adjuntas definen el alcance de la protección.

La disposición de conductores para producir el campo electromagnético puede estar situada en y / o por debajo de la vía, por ejemplo por debajo de la superficie del suelo sobre la cual se desplaza el vehículo. No obstante, la invención también incluye el caso de que por lo menos una parte de la disposición de conductores esté situada lateralmente con respecto a la vía, por ejemplo cuando la vía está situada en zonas rurales o en un túnel.

La forma más sencilla de transmitir la energía, que se necesita por los segmentos de la disposición de conductores para producir el campo electromagnético, es el uso de un suministro de potencia adicional, en el que las líneas de suministro de potencia del suministro de potencia están portando una corriente alterna. Los conmutadores en las superficies de separación respectivas con el segmento pueden encenderse para comenzar el funcionamiento del segmento. No obstante, tal como se ha mencionado en lo que antecede, las líneas de suministro de potencia también producen un campo electromagnético. Este campo puede apantallarse con respecto al entorno, por ejemplo, al enterrar las líneas de suministro de potencia en el suelo y / o mediante el uso de pantallas de metal. No obstante, con tensiones alternas que tienen unos voltajes de pico altos, el apantallado es menos eficaz. En cualquier caso, las pantallas de metal aumentan los costes y el esfuerzo de construir y realizar el sistema. Por otro lado, los voltajes de pico altos aumentan la eficiencia del suministro de potencia.

La presente invención propone una forma alternativa: El suministro de potencia porta una corriente principalmente constante (es decir, una corriente continua) y cada segmento está conectado a la línea de suministro por medio de un inversor. La corriente alterna que es necesaria para producir el campo electromagnético en el segmento respectivo se genera por un inversor. En particular, el inversor produce la corriente alterna mediante el encendido y el apagado de forma repetida de los conmutadores, tal como se conoce principalmente en la técnica de los inversores. Preferiblemente, cada inversor está colocado directamente en el extremo de un segmento. Dicho de otra forma: el concepto de la presente invención es producir la corriente alterna de forma local y preferiblemente donde y cuando sea necesario. La frecuencia de la corriente alterna que fluye a través de la disposición de conductores puede encontrarse en el intervalo de 5 a 100 kHz, en particular en el intervalo de 10 a 30 kHz, preferiblemente en torno a 20 kHz.

En particular, el sistema comprende un suministro de potencia de corriente continua (CC) para conducir energía eléctrica a los segmentos, en el que el suministro de corriente continua comprende una primera y una segunda línea de corriente continua, accionándose la primera línea de corriente continua a un potencial eléctrico diferente de la segunda línea de corriente continua. Preferiblemente, las líneas de corriente continua se extienden a lo largo de la trayectoria de un desplazamiento del vehículo. Cada segmento está conectado al suministro de corriente continua por medio de por lo menos un inversor que está adaptado para transformar una corriente continua portada por el suministro de corriente continua en una corriente alterna portada por el segmento.

Si un segmento no va a accionarse, los conmutadores del inversor no se accionan, es decir, están apagados de forma permanente. Debido a que las líneas de suministro principalmente portan una corriente continua, el suministro de potencia no produce un campo electromagnético alterno de una intensidad significativa. Además, solo aquellos segmentos que están encendidos (es decir, que se alimentan mediante el inversor / inversores) están produciendo campos electromagnéticos. Por lo tanto, las normas de CEM pueden cumplirse fácilmente y las pérdidas de energía eléctrica se reducen a un mínimo. El esfuerzo de proporcionar y accionar conmutadores como partes de inversores no es significativamente más alto que el de proporcionar y accionar conmutadores entre las líneas de suministro de corriente alterna y los segmentos. El número de conmutadores incluso puede reducirse.

5  
10  
15  
Además, el uso de un suministro de potencia de CC supera la desventaja de un suministro de potencia de corriente alterna de que las líneas de corriente alterna comprenden una inductancia que es necesario compensar, por ejemplo, mediante unas capacidades a unos intervalos regulares a lo largo de la trayectoria de desplazamiento. Debido a que la corriente en las líneas de suministro de CC es principalmente una corriente continua, las pérdidas debido a la inductancia son casi nulas. Por ejemplo, la línea de suministro de CC puede alimentarse con energía eléctrica de la misma forma que las líneas de suministro de CC convencionales (tal como raíles electrificados) con las que va a entrar en contacto un contactor deslizante de un vehículo.

20  
Los inversores para producir una corriente alterna trifásica (tal como se prefiere con la presente invención) por lo general comprenden tres puentes que conectan las líneas de suministro de potencia de CC. Cada puente comprende dos conmutadores de semiconductor (por lo general, IGBT o GTO) que están conectados en serie entre sí. La línea de corriente alterna correspondiente del puente está conectada a un punto entre los dos conmutadores.

25  
Los inversores de este tipo comprenden unas unidades de excitación para excitar las corrientes eléctricas que se necesitan para controlar los conmutadores. En el caso de los IGBT, por lo general estas unidades de excitación se denominan unidades de excitación de puerta, debido a que estas excitan las corrientes eléctricas a, y desde, la puerta del IGBT. Para coordinar el funcionamiento de las unidades de excitación, se proporciona una unidad de control de inversor, que a menudo se denomina unidad de control de excitación o DCU.

30  
Es necesario que estos dispositivos, y posiblemente otros más, (por ejemplo, detectores para detectar la presencia de un vehículo) que se requieren para accionar el inversor y / o el segmento, se provean con energía eléctrica con el fin de accionar el dispositivo o dispositivos.

35  
40  
Una idea básica de la presente invención es usar el suministro de potencia de CC al mismo tiempo para proporcionar energía eléctrica a estos dispositivos. Para este fin, la tensión de CC entre las dos líneas del suministro de potencia de CC se modula de tal modo que la tensión de CC varía como una función del tiempo. No obstante, preferiblemente el voltaje de pico de la tensión alterna resultante es mucho más pequeño que la tensión de CC del suministro de potencia de CC. Por ejemplo, el valor medio del voltaje entre las dos líneas de suministro de potencia puede encontrarse en la región de 500 a 1.000 V. Por otro lado, el voltaje de pico de la tensión alterna superpuesta puede encontrarse en el intervalo de 2 a 10 V, por ejemplo. En general, se prefiere que el voltaje de pico (la diferencia entre el voltaje más alto y el valor medio) de la tensión alterna superpuesta sea igual a o menos de un 5 %, lo más preferido igual a o menos de un 2 % de la tensión continua (es decir, la diferencia entre los valores medios de las dos líneas de CC).

45  
En particular, se propone lo siguiente: Un sistema para transferir energía eléctrica a un vehículo, en particular a un vehículo guiado por una vía tal como un vehículo de tren ligero, en el que

- el sistema comprende una disposición de conductores eléctricos para producir un campo electromagnético alterno y para transferir de ese modo la energía al vehículo,
- la disposición de conductores comprende una pluralidad de segmentos consecutivos, en el que los segmentos se extienden a lo largo de la trayectoria de desplazamiento del vehículo,
- el sistema comprende un suministro de corriente continua para conducir energía eléctrica a los segmentos, en el que el suministro de corriente continua comprende una primera y una segunda línea de corriente continua, accionándose la primera línea de corriente continua a un potencial eléctrico diferente de la segunda línea de corriente continua,
- cada segmento está conectado al suministro de corriente continua por medio de por lo menos un inversor que está adaptado para transformar una corriente continua portada por el suministro de corriente continua en una corriente alterna portada por el segmento,
- el sistema comprende un dispositivo de modulación para modular el potencial eléctrico de por lo menos una de la primera y la segunda línea de corriente continua usando una frecuencia de modulación previamente determinada, produciendo de ese modo una tensión continua que tiene una tensión superpuesta alternando con la frecuencia de modulación,
- por lo menos algunos de los inversores comprenden un transformador que tiene un devanado de primario y uno de secundario, en el que el devanado de primario está conectado a la primera o la segunda línea de corriente continua de tal modo que la corriente continua fluye a través del devanado de primario y en el que el devanado de secundario está conectado a una disposición de suministro de potencia que está adaptada para proporcionar energía eléctrica para accionar el inversor.

Además, se propone un método de transferencia de energía eléctrica a un vehículo, en particular a un vehículo guiado por una vía tal como un vehículo de tren ligero, en el que

- 5 - se acciona una disposición de conductores eléctricos para producir un campo electromagnético alterno y para transferir de ese modo la energía al vehículo,
- la disposición de conductores comprende una pluralidad de segmentos consecutivos, en el que los segmentos se extienden a lo largo de la trayectoria de desplazamiento del vehículo, en el que los segmentos se accionan por separado, por lo menos en parte y / o por lo menos de forma ocasional,
- 10 - se conduce energía eléctrica para transferir al vehículo a los segmentos por medio de un suministro de corriente continua, en el que el suministro de corriente continua comprende una primera y una segunda línea de corriente continua, accionándose la primera línea de corriente continua a un potencial eléctrico diferente de la segunda línea de corriente continua,
- la energía eléctrica se conduce desde el suministro de corriente continua por medio de por lo menos un inversor a cada uno de los segmentos, accionándose el inversor para transformar una corriente continua portada por el suministro de corriente continua en una corriente alterna portada por el segmento,
- 15 - el potencial eléctrico de por lo menos una de la primera y la segunda líneas de corriente continua se modula con una frecuencia de modulación previamente determinada, produciendo de ese modo una tensión continua que tiene una tensión superpuesta alternando con la frecuencia de modulación,
- 20 - por lo menos algunos de los inversores comprenden un transformador que tiene un devanado de primario y uno de secundario, en el que el devanado de primario está conectado a la primera o la segunda línea de corriente continua de tal modo que la corriente continua fluye a través del devanado de primario y en el que el transformador se usa para proporcionar energía eléctrica a partir del devanado de secundario para accionar un dispositivo de control del inversor.

25 Preferiblemente, la frecuencia de modulación previamente determinada se elige de tal modo que no hay interferencia alguna con otros dispositivos dentro del sistema o en los alrededores del sistema. Por ejemplo, la frecuencia de modulación previamente determinada puede encontrarse en el intervalo de 500 a 1000 Hz.

30 Tal como se ha mencionado en lo que antecede, la primera línea de corriente continua se acciona a un potencial eléctrico diferente de la segunda línea de corriente continua. Por ejemplo, la primera línea de corriente continua puede estar a un potencial positivo y la segunda línea de corriente continua puede estar a un potencial negativo. Hablando en términos más generales, el potencial eléctrico en la primera línea de corriente continua es siempre más alto que el potencial eléctrico en la segunda línea de corriente continua o viceversa, a pesar de que la tensión continua se modula con la frecuencia de modulación previamente determinada. La tensión alterna superpuesta tiene un valor de pico que es más pequeño que la diferencia de los valores medios entre los potenciales eléctricos de la primera y la segunda línea de corriente continua.

Un dispositivo que puede usarse para producir la tensión alterna superpuesta puede ser un transformador que tiene un devanado de primario y un devanado de secundario. El devanado de secundario puede ser parte de la primera o la segunda línea de corriente continua de tal modo que una corriente alterna que fluye a través del devanado de primario induce la modulación deseada del potencial eléctrico en las conexiones del devanado de secundario.

45 El otro transformador que se ha mencionado en lo que antecede y que se usa para desacoplar la energía eléctrica requerida para accionar el inversor puede estar situado cerca del inversor o puede ser parte de un módulo que comprende el inversor. La tensión alterna que se induce en el devanado de secundario de este transformador puede usarse como fuente de tensión alterna. Tal como se conoce principalmente en la técnica de la provisión de energía a componentes eléctricos o electrónicos, esta fuente de tensión alterna puede conectarse a una circuitería para acondicionar el voltaje o corriente que se necesita para accionar el inversor y / u otros dispositivos. Tal circuitería puede comprender un rectificador para producir una corriente continua, unas capacidades para suavizar una tensión continua y / o por lo menos un transformador más para producir un nivel de tensión alterna deseado. Como alternativa o adicionalmente, la circuitería puede comprender otros componentes eléctricos o electrónicos.

55 Preferiblemente, la disposición de conductores eléctricos comprende tres líneas, portando cada línea una fase diferente de una corriente alterna trifásica. No obstante, también es posible que haya solo dos o que haya más de tres fases portadas por un número correspondiente de líneas de corriente alterna. Por ejemplo, en el caso de un sistema trifásico, el desfase puede ser de 120°, como es habitual. En particular, cada uno de los segmentos puede comprender secciones de cada una de las líneas. La corriente alterna en cada fase puede ser una corriente sinusoidal o casi sinusoidal que se produce por el inversor o inversores. Como alternativa, esta puede ser una corriente casi rectangular, es decir, una función escalón del tiempo.

60 De acuerdo con una primera realización, la disposición de conductores está dispuesta de una forma tal que por lo menos dos segmentos consecutivos pueden accionarse al mismo tiempo, en la que líneas correspondientes para portar la misma fase de la corriente alterna en las secciones consecutivas están conectadas en serie entre sí. Por ejemplo, la superficie de separación entre los segmentos consecutivos puede comprender un conmutador o una disposición de conmutadores que puede conectar y desconectar las líneas correspondientes. No obstante, se prefiere que las líneas de fase de segmentos consecutivos estén conectadas de forma permanente en serie entre sí

y que el funcionamiento (produciendo un campo electromagnético) o el no funcionamiento (sin producir un campo electromagnético) de los segmentos se controla mediante el accionamiento (o mediante el no accionamiento) de los inversores respectivos.

5 De acuerdo con una segunda realización, las líneas para portar la misma fase de la corriente alterna en las secciones consecutivas no están conectadas entre sí. Una ventaja de la presente realización es que los segmentos no activos no producen campos electromagnéticos en absoluto, debido a que estos están desacoplados de los segmentos activos. Se describirá un ejemplo con referencia a las figuras.

10 El número de segmentos consecutivos que se accionan al mismo tiempo no está limitado a dos. En su lugar, tres o más segmentos consecutivos pueden accionarse al mismo tiempo, por ejemplo si se está desplazando un vehículo largo sobre la trayectoria, tal como un vehículo que tiene unos dispositivos de recepción en diferentes ubicaciones. En este caso, se prefiere que los segmentos se apaguen solo cuando el último dispositivo de recepción haya salido de la sección de la trayectoria que se corresponde con el segmento.

15 El proceso de comenzar o detener el funcionamiento de los segmentos puede controlarse usando por lo menos una de las líneas de fase de los segmentos. Preferiblemente, la ocupación de una sección respectiva de la vía por un vehículo puede detectarse, en particular mediante la detección de un voltaje y/o una corriente en las líneas del segmento que está causado por el acoplamiento inductivo del vehículo a las líneas y/o que está causado por campos electromagnéticos que se producen por el vehículo. De forma correspondiente, un dispositivo de medición puede conectarse a por lo menos una de las líneas. Preferiblemente, una pluralidad o la totalidad de las líneas del segmento está conectada a un dispositivo de medición y/o al mismo dispositivo de medición. El dispositivo o dispositivos de medición está / están adaptados para detectar la ocupación de la sección respectiva de la vía por un vehículo mediante la detección de un voltaje y/o una corriente en la línea o un lazo separado que está causado por el acoplamiento inductivo del vehículo a la línea y/o que está causado por campos electromagnéticos que se producen por el vehículo. Un dispositivo de medición de este tipo puede combinarse con uno de los inversores y puede proveerse con energía eléctrica para el funcionamiento a partir de la disposición de suministro de potencia que está conectada al devanado de secundario del transformador.

20 Los inversores convencionales conocidos en la técnica a menudo comprenden una capacidad con el fin de suavizar la tensión continua en el lado de CC del inversor. Se prefiere usar una capacidad de este tipo para proporcionar un enlace para la componente de corriente alterna en el suministro de potencia, entre las dos líneas de suministro de CC. La capacidad conecta las dos líneas de suministro de CC, pero la capacidad está separada de una de las dos líneas de suministro de CC por medio del lado de primario del transformador. Por lo tanto, la tensión alterna superpuesta puede desacoplarse de las líneas de suministro de CC y el voltaje en los lados opuestos de los puentes del inversor es casi constante. La capacidad está funcionando como un atajo de la tensión alterna. Se describirá un ejemplo con más detalle. Un enlace de este tipo posibilita el suministro de potencia al lado de secundario del transformador, cuando el inversor no está produciendo una corriente alterna, pero el dispositivo de control del inversor aún necesita energía eléctrica para el funcionamiento. Por lo tanto, se prefiere que el inversor comprenda una capacidad teniendo unas conexiones opuestas para conectar la capacidad y en el que las conexiones opuestas estén conectadas a la primera y la segunda línea de corriente continua. La capacidad puede realizarse mediante un condensador o mediante cualquier combinación de condensadores que estén conectados en paralelo y/o en serie entre sí.

30 Así mismo, los inversores conocidos en la técnica a menudo comprenden una reactancia para amortiguar o eliminar frecuencias causadas por el funcionamiento del inversor. De acuerdo con una realización de la invención, la reactancia se usa como el devanado de primario del transformador. Como resultado, no se necesita reactancia alguna y los costes de establecimiento del sistema se reducen. Además, las propiedades eléctricas del inversor no se cambian por un devanado de primario adicional.

35 La disposición de conductores para producir el campo electromagnético puede comprender tres líneas (cada línea para una fase de la corriente alterna) que se extienden en la dirección de desplazamiento. No obstante, preferiblemente cada línea comprende unas secciones que se extienden en sentido transversal con respecto a la dirección de desplazamiento. Como resultado, cada línea puede seguir una trayectoria de tipo serpenteante.

40 Preferiblemente, cada línea sigue la misma trayectoria de tipo serpenteante a lo largo de la trayectoria de desplazamiento, en la que las líneas están desplazadas, en la dirección de desplazamiento, un tercio de la distancia entre secciones consecutivas de la misma línea extendiéndose en sentido transversal con respecto a la dirección de desplazamiento. De tipo serpenteante quiere decir que secciones de la línea que se extienden en la dirección de desplazamiento van seguidas en cada caso por una sección que se extiende en sentido transversal con respecto a la dirección de desplazamiento que, a su vez, va seguida de nuevo por una sección que se extiende en la dirección de desplazamiento.

45 Tales líneas con secciones de línea que se extienden en sentido transversal producen - en cada instante en el tiempo mientras que la corriente eléctrica alterna está fluyendo a través de la línea - una fila de polos magnéticos sucesivos de un campo electromagnético, en la que los polos magnéticos sucesivos tienen unas polaridades

magnéticas alternas. En un instante dado en el tiempo, la corriente alterna produce un campo magnético que tiene un vector de campo magnético que está orientado en un primer sentido en una primera región de la línea, seguido (en la dirección de desplazamiento) por una segunda región de la línea en la que el vector de campo del campo magnético está orientado en el sentido opuesto del primer sentido, seguido por otra región de la línea en la que el vector de campo magnético está orientado de nuevo en el primer sentido, y así sucesivamente. Como resultado, la intensidad de campo lateralmente con respecto a la trayectoria de desplazamiento es muy pequeña, debido a que los campos que se producen por las secciones de línea que se extienden en sentido transversal se compensan entre sí.

Se describirán realizaciones y ejemplos de la presente invención con referencia a las figuras adjuntas. Las figuras muestran:

- la figura 1 una disposición que tiene unos segmentos para transferir energía eléctrica a un vehículo, en la que los segmentos están conectados a un suministro de potencia de CC por medio de inversores en las superficies de separación entre los segmentos,
- la figura 2 de forma esquemática, un vehículo de tren que se desplaza a lo largo de una vía con una pluralidad de segmentos consecutivos, en la que está dispuesto un inversor en cada superficie de separación entre dos segmentos consecutivos,
- la figura 3 de forma esquemática, una disposición que comprende unos segmentos consecutivos, en la que las líneas de los segmentos para portar las fases de la corriente alterna no están conectadas en serie entre sí,
- la figura 4 una fuente de corriente constante para producir una corriente alterna constante en uno de los segmentos consecutivos y
- la figura 5 un diagrama de circuitos que muestra un inversor trifásico que está conectado al suministro de potencia de CC.

La figura 1 muestra un diagrama de circuitos. Una fila de segmentos consecutivos 137, 138, 139 de una disposición de conductores eléctricos para producir un campo electromagnético se muestra parcialmente en la figura. Solo un segmento se muestra completamente, en concreto el segmento 138. Cada uno de los segmentos 137, 138, 139 comprende tres líneas de fase 135a, 135b, 135c. Cada línea de fase 135 de cada segmento 137, 138, 139 comprende, en un extremo de la línea de fase 135, una capacidad 140 para compensar la inductancia de la línea de fase 135. Como resultado, la impedancia es nula. Cada línea de fase 135 se simboliza mediante una cadena de semicírculos con el fin de indicar la inductancia. No obstante, la línea de fase puede ser una línea recta, una línea de tipo serpenteante, una bobina o cualquier otro tipo de líneas.

En las superficies de separación entre los segmentos consecutivos 137, 138, 139, cada línea de fase 135 está conectada a un potencial positivo y negativo de un suministro de potencia de CC que comprende las líneas de CC 141a, 141 b por medio de en cada caso un conmutador 147, 148. Los seis conmutadores en cada superficie de separación son partes de un inversor. Por ejemplo, la línea de fase 135a está conectada por medio de la conexión 144a a un potencial positivo (la línea 141 a) y un potencial negativo (la línea 141 b). Dentro de la conexión 144a, el conmutador entre la línea de fase 135a y un potencial positivo se denota por el número de referencia 147 y el conmutador entre la línea de fase 135a y un potencial negativo se denota por 148. Las conexiones 144b, 144c de las líneas de fase 135b, 135c a un potencial positivo y negativo (las líneas 141 a, 141 b) se construyen de la misma forma. La presente descripción es de aplicación a la superficie de separación 142 entre el segmento 137 y el segmento 138. En la superficie de separación entre el segmento 138 y el segmento 139, las conexiones entre las líneas de fase 135 y la línea de suministro de CC 141 se denotan por los números de referencia 145a, 145b, 145c. Los conmutadores entre las líneas de fase 135 y el potencial positivo de la línea 141 a se denotan por 149 y los conmutadores al potencial negativo se denotan por 150.

En consecuencia, cada superficie de separación 142, 143 puede conectarse y desconectarse a / de la línea de suministro 141 mediante el accionamiento de los conmutadores 147, 148 o 149, 150. Los conmutadores 147, 148 constituyen un primer inversor, junto con un control de los conmutadores 147, 148 que no se muestra en la figura 1. De la misma forma, los conmutadores 149, 150 y un control correspondiente para controlar las operaciones de conmutación de estos conmutadores constituyen un segundo inversor en la superficie de separación 143. Durante el funcionamiento de los inversores, los conmutadores del inversor se encienden y se apagan de forma repetida para producir una corriente alterna deseada en la superficie de separación 142, 143, es decir, en el extremo de uno de los segmentos 137, 138, 139. Por ejemplo, la conexión 144a para conectar la línea de suministro de CC 141 a la línea de fase 135a comprende, por lo tanto, una conexión en serie del conmutador 147 y el conmutador 148 en la que se hace una conexión entre la línea de fase 135a y un punto de contacto entre los conmutadores 147, 148.

Tal como se muestra en la figura 2, puede disponerse una pluralidad de segmentos 157a a 157f como segmentos consecutivos de una disposición de conductores 160 a lo largo de la trayectoria de desplazamiento de un vehículo 162. El vehículo 162 (por ejemplo, un tranvía) puede comprender por lo menos un dispositivo de recepción 161 para recibir el campo electromagnético que se produce por uno o más de uno de los segmentos 157. En la situación que se muestra en la figura 2, el dispositivo de recepción 161 está situado por encima del segmento 157c y por lo menos este segmento 157c se acciona para producir un campo electromagnético y para proporcionar energía al vehículo.

Además, el vehículo puede comprender unos almacenamientos de energía 163a, 163b que pueden usarse para accionar el vehículo si no se recibe suficiente energía a partir de los segmentos 157.

5 En cada superficie de separación entre dos segmentos consecutivos 157, se proporciona un inversor 152a a 152e. Por ejemplo, los inversores 152 pueden realizarse de acuerdo con el diagrama de circuitos de la figura 1. Las líneas de suministro de CC 141 a, 141 b también se muestran en la figura 2. Estas están conectadas a una fuente de energía 151, tal como una central eléctrica para producir una corriente continua.

10 La figura 3 muestra un vehículo de tren 214 en la parte superior de la figura. El vehículo 214, por ejemplo un tranvía, comprende dos dispositivos de recepción 218a y 218b para recibir la energía electromagnética a partir de los segmentos 211 de la vía. La figura muestra por lo menos partes de, en total, siete segmentos consecutivos 211a - 211g, a pesar de que - en la práctica - por lo general hay muchos más segmentos consecutivos. En el instante que se representa en la figura 3, tres de los segmentos, en concreto los segmentos 211 b, 211 c y 211 d están activos, es decir, las líneas de estos segmentos portan una corriente alterna, produciendo de ese modo el campo electromagnético para transferir energía electromagnética a los dispositivos de recepción 218 del vehículo 214. Cada uno de los segmentos comprende tres líneas y cada una de las líneas porta una de las tres fases de la corriente alterna mientras que está activa.

20 Cada segmento 211 está conectado a una línea de suministro de CC 213a, 213b por medio de una disposición de fuente de corriente constante A, B, C que se muestra en la figura 4. La disposición A, B, C, puede, por ejemplo, alojarse en una única caja. Tal como se muestra en la figura 3, la línea de suministro de CC 213 está conectada a un punto de suministro 215 que entrega la corriente de CC requerida a la línea de suministro de CC 213. Opcionalmente, el punto de suministro 215 también puede comprender un dispositivo para modular la tensión de CC entre las líneas de suministro 213. Se describirá un ejemplo de un dispositivo de modulación con referencia a la figura 5.

30 La fuente de corriente constante A, B, C comprende un inversor C que tiene unas conexiones para conectar las líneas de suministro de CC 213a, 213b. Las conexiones se combinan con una inductancia 219a, 219b. Un lado de la inductancia 219 está conectado a la línea de CC 213 respectiva y el otro lado de la inductancia 219 está conectado a las tres trayectorias de corriente 221 a, 221b, 221 c para producir las tres fases de la corriente alterna. Las inductancias sirven para eliminar o por lo menos para amortiguar frecuencias que están causadas por el funcionamiento de los conmutadores en las trayectorias de corriente 221.

35 Cada trayectoria de corriente 221 comprende dos conmutadores de potencia de semiconductor que están conectados en serie entre sí y las líneas de corriente alterna están conectadas a un punto entre los conmutadores en la trayectoria de corriente respectiva. En lo que respecta a los conmutadores de semiconductor y la trayectoria de corriente, el inversor puede ser un inversor trifásico convencional y, por lo tanto, un experto conocerá detalles adicionales.

40 No obstante, hay una conexión adicional entre los lados de secundario de las inductancias 219 que comprende dos capacidades 223a, 223b que están conectadas en serie entre sí. Un punto entre las capacidades 223 está conectado a cada una de las líneas de corriente alterna por medio de, en cada caso, por lo menos una primera inductancia 225a, 225b, 225c. Además, el punto entre las dos capacidades 223 está conectado a otro punto en cada una de las líneas de corriente alterna 216a, 216b, 216c por medio de una segunda capacidad 227a, 227b, 227c. Estos puntos de conexión están situados un lado opuesto de una inductancia 226a, 226b, 226c en la línea de corriente alterna 216a, 216b, 216c con respecto a la conexión en la que la primera capacidad 225a, 225b, 225c está conectada a la línea de corriente alterna 216a, 216b, 216c. Las conexiones en las que las primeras capacidades 225 están conectadas a la línea de corriente alterna 216 se muestran en la figura 4 en el interior del bloque B y las conexiones en las que las segundas capacidades 227 están conectadas a las líneas de corriente alterna 216 se muestran en el interior del bloque A en la figura 4. El bloque A también comprende las inductancias 226.

50 Los bloques A, B constituyen un así denominado filtro de seis polos, que incluye unos condensadores de compensación que compensan las inductancias de las líneas en los segmentos que producen el campo electromagnético del lado de primario.

55 Durante el funcionamiento, es decir, mientras que los conmutadores de semiconductor del inversor C se encienden y se apagan de forma repetida, la fuente de corriente constante produce una corriente alterna que tiene un valor medio eficaz constante independiente de la potencia que se produce de ese modo dentro del segmento 211 y se transfiere a los dispositivos de recepción 218 del vehículo 214.

60 La figura 5 muestra un módulo 35 que comprende un inversor trifásico 301 y algunos otros componentes de circuito. Una primera línea de corriente continua 41 a del módulo 35 está conectada a una primera línea de suministro de corriente continua 141 a de un suministro de potencia de CC. Una segunda línea de corriente continua 41 b del módulo 35 está conectada a la segunda línea de suministro de corriente continua 141 b del suministro de corriente continua.

65

Tal como se muestra de forma esquemática en la región superior izquierda de la figura 5, la primera línea de suministro de corriente continua 141a está conectada al devanado de secundario 37a de un primer transformador 37 que se usa para modular la tensión continua entre las líneas de suministro de corriente continua 141 a una frecuencia de modulación previamente determinada. Con el fin de producir la tensión alterna superpuesta correspondiente entre las líneas de suministro de corriente continua 141 a, 141 b, el primer transformador 37 comprende un devanado de primario 37b que puede conectarse a una fuente de corriente alterna que está produciendo una corriente alterna a la frecuencia de modulación previamente determinada. Una fuente de corriente alterna de este tipo puede ser un generador de frecuencia, la frecuencia del cual puede adaptarse. El voltaje en el devanado de secundario 37a está determinado por el voltaje a lo largo del devanado de primario 37b y la relación de los devanados del transformador. Por lo tanto, el voltaje de la fuente de corriente alterna también puede ser adaptable.

La primera línea de corriente continua 41 a del módulo 35 comprende el devanado de primario 39a de un segundo transformador 39 que es parte del módulo 35. Este segundo transformador 39 se usa para desacoplar la energía eléctrica del suministro de potencia de corriente continua que se necesita para accionar el inversor. De forma diferente a lo que se muestra en la figura 5, el primer transformador y el segundo transformador no han de conectarse entre sí de forma directa. En su lugar, uno de los transformadores puede conectarse a la primera línea de suministro de corriente continua y el otro transformador puede conectarse a la segunda línea de suministro de corriente continua.

La primera y la segunda líneas de corriente continua 41 a, 41 b del módulo 35 están conectadas entre sí por medio de una resistencia 44 y por medio de los condensadores 45a, 45b, 45c, formando una capacidad entre la primera y la segunda líneas de corriente continua 41 a, 41b. La resistencia 44 se proporciona por razones de seguridad. La elevada resistencia óhmica de la resistencia 44 prevé una lenta igualación de los diferentes potenciales eléctricos de las líneas de corriente continua 41 si el módulo 35 se desconecta del suministro de potencia de CC, por ejemplo, mediante la apertura del conmutador 40 en la línea 41 a.

La capacidad 45 se usa para suavizar fluctuaciones entre el potencial eléctrico a lo largo de la resistencia 44. Tales fluctuaciones son no deseadas, debido a que la tensión de CC a lo largo de las conexiones en serie de, en cada caso, dos conmutadores 147, 148 debería ser constante.

La figura 5 muestra una realización específica que tiene una característica preferida de acuerdo con la presente invención que también puede realizarse en otras realizaciones específicas. De acuerdo con esta característica, la capacidad está conectada al suministro de potencia de corriente continua por medio del devanado de primario del segundo transformador que se usa para desacoplar la energía del suministro de potencia de corriente continua. Esto quiere decir que la tensión alterna superpuesta que existe en el suministro de potencia de CC (entre las líneas 141 a, 141 b en el ejemplo de la figura 5) se elimina por lo menos en parte mediante el desacoplamiento de la energía eléctrica que se realiza por el segundo transformador (39 en la figura 5). Dicho de otra forma, la capacidad 45 produce un cortocircuito para la tensión alterna.

La función y el funcionamiento de los conmutadores de semiconductor 147, 148 pueden ser similares o idénticos a la disposición que se muestra en la figura 1 y, por lo tanto, no se describirán de nuevo en el presente caso. Las líneas de corriente alterna 135a, 135b, 135c están conectadas a un punto entre la conexión en serie de los conmutadores de semiconductor 147a, 148a; 147b, 148b; 147c, 148c, respectivamente. Un diodo de retorno 47, 48 está conectado en sentido paralelo a cada uno de los conmutadores de semiconductor 147, 148.

No obstante, en la figura 5 se muestran detalles adicionales del inversor. Representando también los dispositivos de control correspondientes de los otros conmutadores de semiconductor, se muestra una unidad de excitación de puerta 55 que está conectada a la puerta del conmutador de semiconductor 147b para excitar las corrientes que son necesarias para cambiar la carga de puerta con el fin de conmutar el conmutador de semiconductor 147d. Tal como se indica mediante una línea de puntos, la unidad de excitación de puerta 45 está conectada a una unidad de control de excitación 53 que controla el funcionamiento de todas las unidades de excitación de puerta de los conmutadores de semiconductor 147, 148. La energía que se necesita para accionar la unidad de control de excitación 53 y, opcionalmente, también la energía que se necesita para accionar las unidades de excitación de puerta, se proporciona por la circuitería 51. Esta circuitería 51 está conectada al devanado de secundario 39b del segundo transformador 39. La circuitería 51 comprende los componentes eléctricos y / o electrónicos para adaptar la tensión alterna en el devanado de secundario 39b a las necesidades de la unidad de control de excitación 53 y / o las unidades de excitación 54.

La figura 5 también muestra una unidad de medición 53 para medir, por ejemplo, corriente y voltaje. Los valores de medición pueden usarse por la unidad de control de excitación 53 para controlar las unidades de excitación de puerta 54.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para transferir energía eléctrica a un vehículo (162; 214), en particular a un vehículo guiado por una vía tal como un vehículo de tren ligero, en el que

- el sistema comprende una disposición de conductores eléctricos (135a, 135b, 135c; 160) para producir un campo electromagnético alterno y para transferir de ese modo la energía al vehículo (162; 214),
- la disposición de conductores (135a, 135b, 135c; 160) comprende una pluralidad de segmentos consecutivos (137, 138, 139; 157; 211), en la que los segmentos (137, 138, 139; 157; 211) se extienden a lo largo de la trayectoria de desplazamiento del vehículo (162; 214),
- el sistema comprende un suministro de corriente continua (141; 213) para conducir energía eléctrica a los segmentos (137, 138, 139; 157; 211), en el que el suministro de corriente continua (141; 213) comprende una primera y una segunda línea de corriente continua (141 a, 141 b; 213a, 213b), accionándose la primera línea de corriente continua (141 a; 213a) a un potencial eléctrico diferente de la segunda línea de corriente continua (141b; 213b);
- se proporciona una pluralidad de inversores (147, 148, 149, 150; 152; C; 301), en el que cada uno de los inversores (147, 148, 149, 150; 152; C; 301) está conectado al suministro de corriente continua (141; 213), en el que una corriente alterna que es necesaria para producir el campo electromagnético alterno en un segmento respectivo se genera por uno de los inversores (147, 148, 149, 150; 152; 301) o por los inversores (C; 301) respectivos,
- cada segmento (137, 138, 139; 157; 211) está conectado al suministro de corriente continua (141; 213) por medio de por lo menos uno de los inversores (147, 148, 149, 150; 152; C; 301) que está adaptado para transformar una corriente continua portada por el suministro de corriente continua (141; 213) en la corriente alterna portada por el segmento (137, 138, 139; 157; 211) respectivo,

caracterizado por que

- el sistema comprende un dispositivo de modulación (37) para modular el potencial eléctrico de por lo menos una de la primera y la segunda línea de corriente continua (141 a, 141b; 213a, 213b) usando una frecuencia de modulación previamente determinada, produciendo de ese modo una tensión continua que tiene una tensión superpuesta alternando con la frecuencia de modulación,
- por lo menos algunos de los inversores (147, 148, 149, 150; 152; C; 301) comprenden un transformador (39) que tiene un devanado de primario y uno de secundario (39a, 39b), en el que el devanado de primario (39a) está conectado a la primera o la segunda línea de corriente continua (141 a, 141b; 213a, 213b), de tal modo que la corriente continua fluye a través del devanado de primario (39a) y en el que el devanado de secundario (39b) está conectado a una disposición de suministro de potencia (51) que está adaptada para proporcionar energía eléctrica para accionar el inversor (147, 148, 149, 150; 152; C; 301).

2. El sistema de la reivindicación anterior, en el que la disposición de conductores (135a, 135b, 135c; 160) comprende por lo menos una línea de corriente alterna, en el que cada línea de corriente alterna está adaptada para portar una fase de una corriente eléctrica alterna.

3. El sistema de la reivindicación anterior, en el que cada segmento (137, 138, 139; 157; 211) comprende una sección (135a, 135b, 135c) de cada una de la por lo menos una línea de corriente alterna.

4. El sistema de la reivindicación 2, en el que secciones correspondientes para portar la misma fase de la corriente alterna en unos segmentos consecutivos (211) están eléctricamente separadas entre sí.

5. El sistema de una de las reivindicaciones 2 - 4, en el que el inversor (152; C; 301) comprende unos conmutadores de fase que están adaptados para conectar y desconectar de forma repetida el suministro de corriente continua (141; 213) con / de la línea de corriente alterna de una fase, produciendo de ese modo la corriente alterna, en el que el inversor (152; C; 301) comprende un dispositivo de control (53) para controlar el funcionamiento de los conmutadores de fase (147, 148) y en el que el dispositivo de control (53) está conectado a la disposición de suministro de potencia (51) para recibir energía eléctrica para su funcionamiento.

6. El sistema de una de las reivindicaciones anteriores, en el que el inversor (152; C; 301) comprende una capacidad (45) que tiene unas conexiones opuestas para conectar la capacidad (45) y en el que las conexiones opuestas están conectadas a la primera y la segunda línea de corriente continua (41 a, 41 b).

7. El sistema de una de las reivindicaciones anteriores, en el que el devanado de primario (39a) del transformador (39) es una reactancia para amortiguar o eliminar frecuencias causadas por el funcionamiento del inversor (152; C; 301).

8. Un método de transferencia de energía eléctrica a un vehículo (162; 214), en particular a un vehículo guiado por una vía tal como un vehículo de tren ligero, en el que

- se acciona una disposición de conductores eléctricos (135a, 135b, 135c; 160) para producir un campo electromagnético alterno y para transferir de ese modo la energía al vehículo (162; 214),  
 - la disposición de conductores comprende una pluralidad de segmentos consecutivos (137, 138, 139; 157; 211), en el que los segmentos (137, 138, 139; 157; 211) se extienden a lo largo de la trayectoria de desplazamiento del vehículo (162; 214), en el que los segmentos (137, 138, 139; 157; 211) se accionan por separado, por lo menos en parte y / o por lo menos de forma ocasional,  
 - se conduce energía eléctrica para la transferencia al vehículo (162; 214) a los segmentos (137, 138, 139; 157; 211) por medio de un suministro de corriente continua (141; 213), en el que el suministro de corriente continua (141; 213) comprende una primera y una segunda línea de corriente continua (141 a, 141 b; 213a, 213b), accionándose la primera línea de corriente continua (141 a; 213a) a un potencial eléctrico diferente de la segunda línea de corriente continua (141 b; 213b),  
 - se acciona una pluralidad de inversores (147, 148, 149, 150; 152; C; 301), estando conectado cada uno de los inversores al suministro de corriente continua (141; 213), en el que una corriente alterna que es necesaria para producir el campo electromagnético alterno en un segmento respectivo se genera por uno de los inversores (147, 148, 149, 150; 152; 301) o por los inversores (C; 301) respectivos,  
 - la energía eléctrica se conduce desde el suministro de corriente continua (141; 213) por medio de por lo menos uno de los inversores (147, 148, 149, 150; 152; C; 301) a cada uno de los segmentos (137, 138, 139; 157; 211), estando adaptado el inversor (147, 148, 149, 150; 152; C; 301) para transformar una corriente continua portada por el suministro de corriente continua (141; 213) en la corriente alterna portada por el segmento (137, 138, 139; 157; 211) respectivo,

caracterizado por que

- el potencial eléctrico de por lo menos una de la primera y la segunda línea de corriente continua (141a, 141b; 213a, 213b) se modula con una frecuencia de modulación previamente determinada, produciendo de ese modo una tensión continua que tiene una tensión superpuesta alternando con la frecuencia de modulación,  
 - por lo menos algunos de los inversores (147, 148, 149, 150; 152; C; 301) comprenden un transformador (39) que tiene un devanado de primario y uno de secundario (39a, 39b), en el que el devanado de primario (39a) está conectado a la primera o la segunda línea de corriente continua (141 a, 141b; 213a, 213b) de tal modo que la corriente continua fluye a través del devanado de primario y en el que el transformador (39) se usa para proporcionar energía eléctrica a partir del devanado de secundario (39b) para accionar un dispositivo de control (53) del inversor (147, 148, 149, 150; 152; C; 301).

9. El método de la reivindicación anterior, en el que por lo menos dos segmentos consecutivos (137, 138, 139; 157; 211) se accionan al mismo tiempo, en el que secciones correspondientes de líneas para portar la misma fase de la corriente alterna en los segmentos consecutivos (137, 138, 139; 157; 211) están conectadas en serie entre sí.

10. El método de la reivindicación 8, en el que secciones correspondientes de líneas para portar la misma fase de la corriente alterna en los segmentos consecutivos (211) están eléctricamente separadas entre sí.

11. El método de una de las reivindicaciones 8 a 10, en el que los conmutadores de fase del inversor (152; C; 301) se controlan por el dispositivo de control (53) para conectar y desconectar de forma repetida el suministro de corriente continua (141; 213) con / de la línea de corriente alterna de una fase, produciendo de ese modo la corriente alterna, y en el que el dispositivo de control (53) se provee con energía eléctrica a partir del devanado de secundario (39a) para el funcionamiento del dispositivo de control (53).

12. El método de una de las reivindicaciones 8 a 11, en el que el inversor (152; C; 301) comprende una capacidad (45) que tiene unas conexiones opuestas para conectar la capacidad (45), en el que las conexiones opuestas están conectadas a la primera y la segunda línea de corriente continua (141 a, 141b; 213a, 213b) y en el que la capacidad (45) también se usa para suavizar fluctuaciones de la tensión continua entre la primera y la segunda línea de corriente continua (141 a, 141b; 213a, 213b).

13. El método de una de las reivindicaciones 8 a 12, en el que el devanado de primario (39a) del transformador (39) también se usa como una reactancia para amortiguar o eliminar frecuencias causadas por el funcionamiento del inversor (152; C; 301).

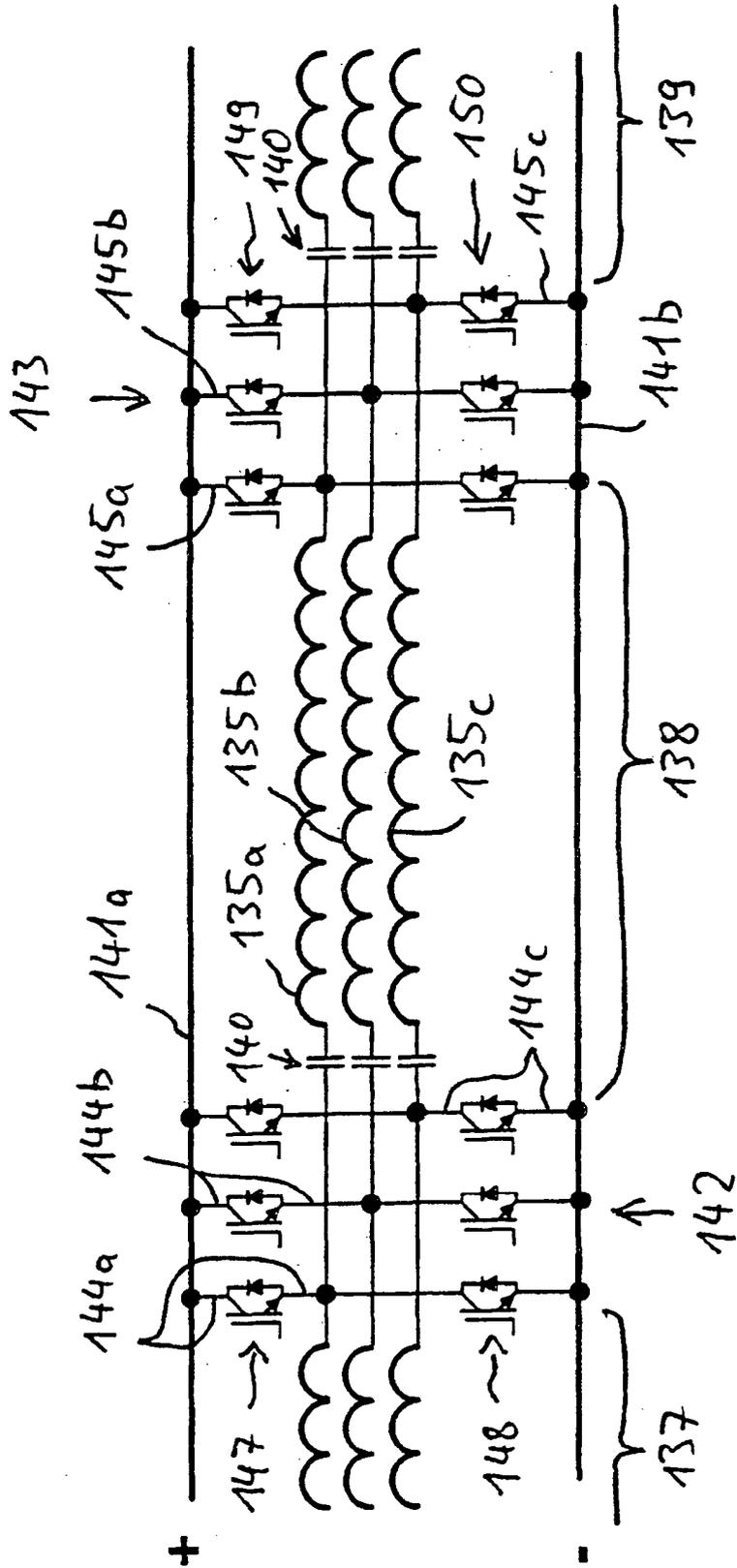


Fig-1

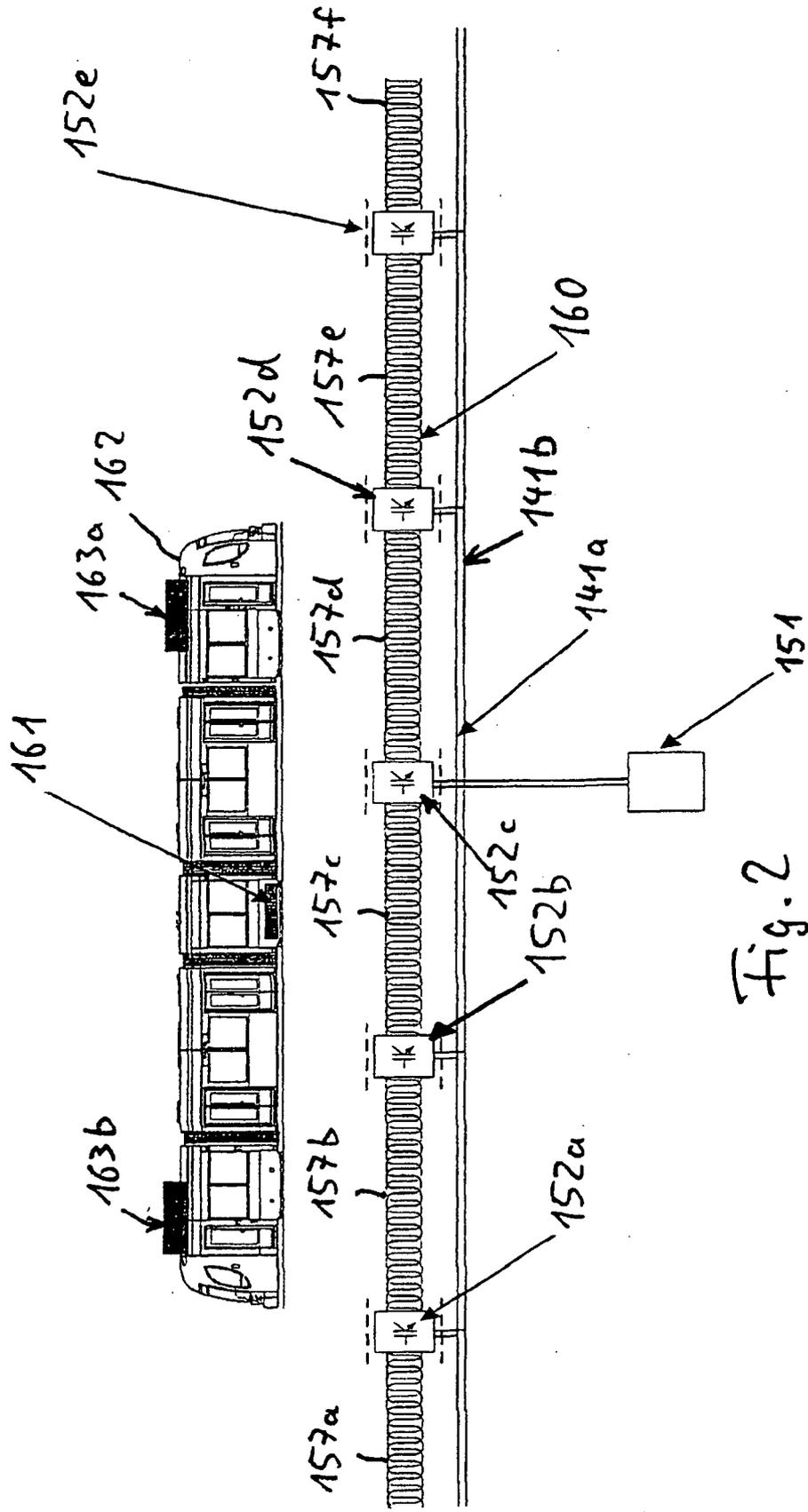


Fig. 2

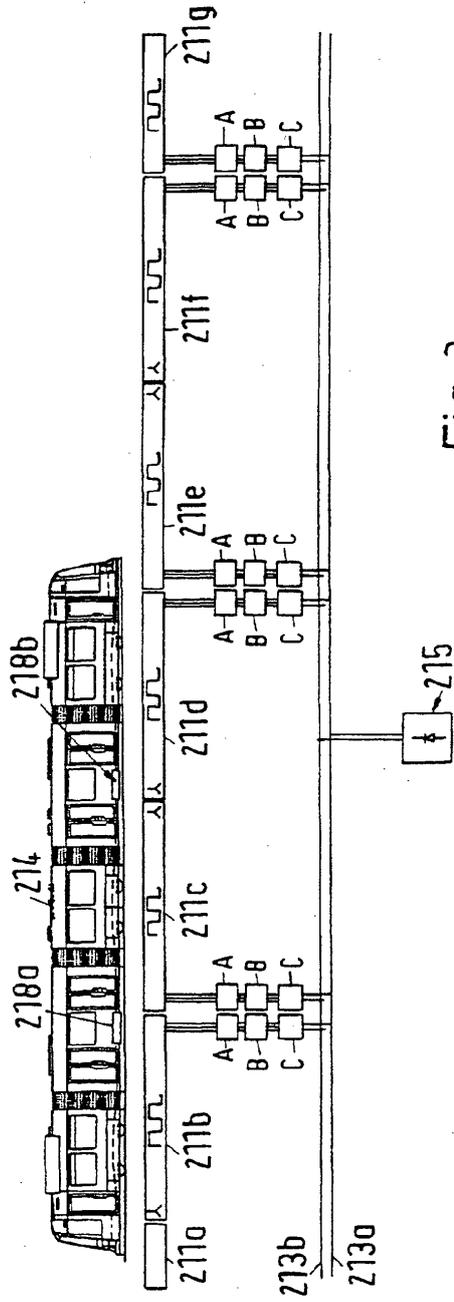


Fig. 3

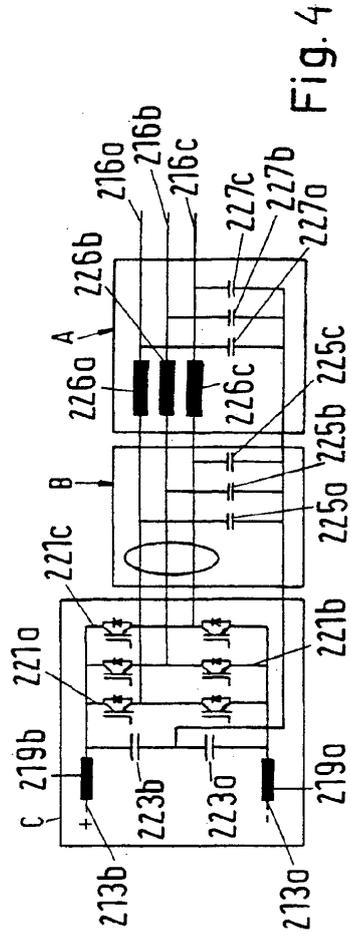


Fig. 4

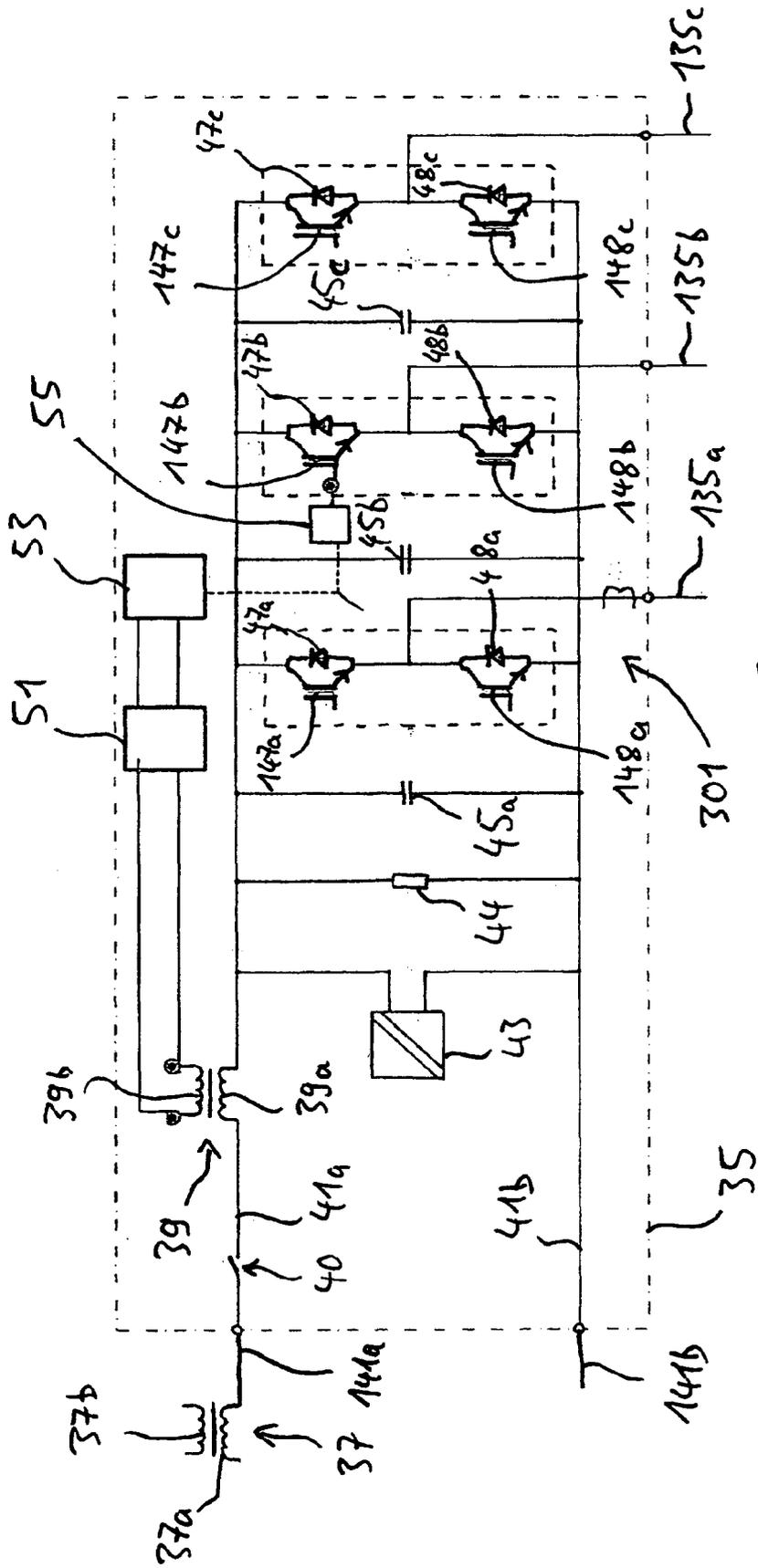


Fig. 5