

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 571 052**

51 Int. Cl.:

**B60M 3/04** (2006.01)

**B60L 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2009 E 09772195 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016 EP 2310225**

54 Título: **Sistema y procedimiento para la transferencia de energía eléctrica a un vehículo**

30 Prioridad:

**04.07.2008 GB 0812344**

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

**23.05.2016**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MEINS, JÜRGEN y  
VOLLENWYDER, KURT**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 571 052 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Sistema y procedimiento para la transferencia de energía eléctrica a un vehículo

5 La invención se refiere a un sistema y a un procedimiento para la transferencia de energía eléctrica a un vehículo, en particular a un vehículo ligado a una vía tal como un vehículo ferrocarril ligero (por ejemplo un tranvía).

10 En particular los vehículos ligados a una vía, tales como los vehículos ferrocarriles convencionales, los vehículos mono carriles, los trolebuses y los vehículos los cuales son guiados sobre una vía por otros medios, tales como otros medios mecánicos, medios magnéticos, medios electrónicos y/o medios ópticos, requieren energía eléctrica para la propulsión sobre la vía y para el funcionamiento de los sistemas auxiliares, los cuales no producen la tracción del vehículo. Tales sistemas auxiliares son, por ejemplo, los sistemas de iluminación, el sistema de calefacción y/o aire acondicionado, los sistemas de ventilación por aire y de información de los pasajeros. Sin embargo, más particularmente hablando, la presente invención se refiere a la transferencia de energía eléctrica a un vehículo el cual no necesariamente (pero preferiblemente) es un vehículo ligado a una vía. Generalmente hablando, el vehículo puede ser, por ejemplo, un vehículo que tenga un motor de propulsión eléctricamente accionado. El vehículo también puede ser un vehículo que tenga un sistema de propulsión híbrido, por ejemplo un sistema que pueda ser accionado mediante energía eléctrica o bien otra energía, tal como energía electroquímicamente almacenada o combustible (por ejemplo, gas natural, gasolina o gasoil).

20 Los vehículos ligados a una vía, en particular para el transporte público de pasajeros, generalmente comprenden un colector de corriente (alternativamente un dispositivo) para entrar en contacto mecánica y eléctricamente con un conductor de línea a lo largo de la vía, tal como un carril eléctrico o una línea aérea. Por lo menos un motor de propulsión a bordo de los vehículos es alimentado con la potencia eléctrica a partir de la vía o línea exterior y produce una fuerza de propulsión mecánica.

25 Los tranvías y otros trenes locales o regionales son accionados generalmente a través de líneas aéreas en el interior de las ciudades. Sin embargo, especialmente en zonas históricas de las ciudades, las líneas aéreas son indeseables. Por otra parte, los carriles conductores en el suelo o cerca del suelo causan problemas de seguridad.

30 El documento WO 95/30556 A2 describe un sistema de vehículo eléctrico impulsado por la calzada. El vehículo completamente eléctrico tiene uno o más elementos o dispositivos de almacenaje de energía a bordo que pueden ser rápidamente cargados o activados con la energía obtenida a partir de una fuente eléctrica, tal como una red de baterías electromecánicas. Los elementos de almacenaje de energía pueden ser cargados mientras el vehículo está en funcionamiento. La carga ocurre a través de una red de elementos de acoplamiento de potencia, por ejemplo bobinas empotradas en la calzada.

40 La colocación de las bobinas en ubicaciones seleccionadas a lo largo de la longitud de la calzada tienen la desventaja de que el almacenaje de energía a bordo del vehículo necesita una gran capacidad de almacenaje. Además, si el vehículo no llega a tiempo a la siguiente bobina, el vehículo puede quedarse sin energía para la propulsión o bien otros propósitos. Por lo tanto, por lo menos para algunas aplicaciones, se prefiere transferir la energía al vehículo continuamente a lo largo de la trayectoria del desplazamiento, esto es, a lo largo de la vía.

45 La transferencia de energía inductivamente desde la vía al vehículo, esto es, produciendo campos electromagnéticos, está sometida a limitaciones con respecto a la compatibilidad electromagnética (EMC). Por una parte, los campos electromagnéticos pueden interferir con otros dispositivos técnicos. Por otra parte, las personas y los animales no deben ser sometidos a campos electromagnéticos permanentemente. Por lo menos, deben ser observados los valores límites respectivos para la intensidad del campo.

50 El documento DE 102006006384 A1 revela un sistema y un procedimiento para la transferencia de energía sin contacto, que comprende una pieza estacionaria y piezas móviles. La pieza estacionaria comprende un conductor primario alargado el cual puede consistir en diversas secciones en el arcén conectadas en serie unas a las otras. Cada sección del arcén comprende por lo menos un dispositivo de cortocircuito para cortocircuitar las conexiones terminales de una sección del arcén y comprende por lo menos un interruptor para interrumpir la sección del arcén.

55 El documento DE 2310812 A1 revela un sistema de suministro de potencia para un motor lineal.

60 El documento DE 4429656 C1 describe una instalación para la transferencia de energía inductiva sin contacto desde un bucle conductor estacionario a un bucle conductor que se mueve. Cada bucle conductor estacionario consta de por lo menos cuatro conductores individuales. El bucle conductor estacionario está dividido en secciones las cuales pueden ser activas o no activas. Las secciones no activas se utilizan para proporcionar energía a las secciones activas.

65 El documento DE 20209092 U1 revela una instalación de conductores primarios para un sistema para la transferencia inductiva de energía eléctrica. La instalación de conductores comprende una pluralidad de secciones

las cuales pueden ser conectadas unas a las otras. Cada sección comprende una línea delantera y una línea trasera así como líneas de conexión para conectar la línea delantera y la línea trasera. Dos secciones consecutivas se solapan una a la otra en una zona cerca de la línea de conexión.

5 El documento EP 0068328 A1 revela un motor lineal compuesto por una bobina de propulsión instalada de forma continua a lo largo de una vía y un sistema de campo montado en un vehículo para accionarlo. La bobina de propulsión se secciona en un número de conjuntos de bobinas de propulsión las cuales están conectadas  
10 alternativamente a dos conjuntos alimentadores por medio de conmutadores. Los conjuntos de alimentadores estando suministrados con corrientes poli fase a partir de diferentes convertidores de potencia, respectivamente. Los conjuntos de bobinas de propulsión están conectados en serie unos a otros sin aislamiento interpuesto alguno y seccionados por un número de cables conductores de ida de modo que cada par de conjuntos de bobinas propulsoras adyacentes tiene una parte de bobina común compartida por ellas y que tiene una longitud no menor que aquella del vehículo. Las bobinas de propulsión pueden consistir en tres líneas para transportar en cada caso una de las tres fases de una corriente alterna de tres fases de modo que se forma un motor lineal de tres fases

15 Es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema y un procedimiento para la transferencia de energía eléctrica a un vehículo, en particular a un vehículo ligado a una vía, el cual permite la transferencia continua de energía eléctrica durante el desplazamiento y el cual facilita cumplir los límites respectivos para la compatibilidad electromagnética (EMC). Las reivindicaciones adjuntas definen el ámbito de protección.

20 Según una idea básica de la presente invención la energía se transfiere desde una instalación de conductores eléctricos, la cual está instalada a lo largo de la vía, al vehículo que se desplaza sobre la vía sin que haya contacto eléctrico entre el vehículo y la instalación de conductores. La instalación de conductores transporta una corriente alterna la cual genera un campo electromagnético respectivo y el campo electromagnético se utiliza para transferir la energía eléctrica al vehículo.

25 Preferiblemente, la instalación de conductores está colocada en y/o debajo de la vía, por ejemplo debajo de la superficie del suelo sobre el cual se desplaza el vehículo. Sin embargo, la invención también incluye el caso en el que por lo menos una parte de la instalación de conductores está colocada a los lados de la vía, por ejemplo cuando la vía está ubicada en el campo o en un túnel.

La frecuencia de la corriente alterna la cual fluye a través de la instalación de conductores puede estar en la gama de 5 - 100 kHz, en particular en la gama de 10 - 30 kHz, preferiblemente aproximadamente 20 kHz.

35 El principio de la transferencia de energía por campos electromagnéticos tiene la ventaja de que la instalación de conductores puede estar aislada eléctricamente contra el contacto. Por ejemplo los cables o las líneas de la instalación de conductores pueden estar enterrados en el suelo. Ningún peatón inintencionadamente puede entrar en contacto con las líneas enterradas. Adicionalmente, se resuelve el problema del desgaste y de la rotura de un colector de corriente, el cual se utiliza para entrar en contacto con las líneas aéreas normales o los carriles con corriente.

40 Como se revela principalmente en el documento WO 95/30556 A2, el vehículo el cual se desplaza en la vía puede comprender por lo menos una bobina y el campo electromagnético genera una tensión alterna eléctrica en la bobina la cual puede ser utilizada para accionar cualquier carga eléctrica en el vehículo, tal como un motor de propulsión, o puede ser utilizada para cargar un sistema de almacenaje de energía, tal como baterías convencionales y/o súper baterías.

En particular, se propone lo siguiente: un sistema para la transferencia de energía eléctrica a un vehículo ligado a una vía, en particular un vehículo ferrocarril ligero, tal como un tranvía, en el que:

50 - el sistema comprende una instalación de conductores eléctricos para la producción de un campo electromagnético alterno y para transferir de ese modo la energía al vehículo,

- la instalación de conductores eléctricos comprende por lo menos dos líneas, en la que cada línea está  
55 adaptada para transportar una fase diferente de una corriente eléctrica alterna,

- la instalación de conductores eléctricos comprende una pluralidad de segmentos en la que cada segmento se extiende a lo largo de una sección diferente de la trayectoria del desplazamiento del vehículo (por ejemplo, la vía), cada segmento comprende secciones de las por lo menos dos líneas y cada segmento puede ser conectado y desconectado separadamente de los otros segmentos.

60 Es una ventaja de un sistema de este tipo el que los campos electromagnéticos para la transferencia de energía a los vehículos se puedan producir en donde sea necesaria. Como resultado, las pérdidas durante el funcionamiento del sistema se reducen. Adicionalmente, los requisitos de la EMC se pueden cumplir más fácilmente, puesto que se evitan campos electromagnéticos innecesarios.

65

Un segmento se entiende que es una parte de una instalación de conductores, en donde cada segmento produce un campo electromagnético para la transferencia de energía a un vehículo, con tal de que el segmento esté conectado, esto es, esté accionado. En particular, cada segmento puede consistir en secciones de por lo menos dos líneas de la instalación de conductores, en el que cada línea está adaptada para transportar una diferente de las fases de la corriente eléctrica alterna.

Preferiblemente, la instalación de conductores eléctricos comprende tres líneas, cada línea transportando una fase diferente de una corriente alterna de tres fases. Sin embargo, también es posible, que existan únicamente dos o que existan más de tres fases transportadas por un número correspondiente de líneas. En cualquier caso, cada uno de los segmentos puede comprender secciones de cada una de las líneas, de modo que cada segmento produzca un campo electromagnético el cual es causado por las tres fases.

Las por lo menos dos líneas de la instalación de conductores están conectadas en un punto en estrella, esto es, las líneas están conectadas unas a otras en un punto de conexión el cual es común para todas las fases. Una configuración en punto en estrella de este tipo es particularmente fácil de realizar y asegura que el comportamiento de las fases plurales sea simétrico, esto es, todas las fases transporten la misma corriente efectiva, aunque, por supuesto, existe un desplazamiento de fase entre las fases. Por ejemplo, en el caso de un sistema de tres fases, el desplazamiento de fase puede ser  $120^\circ$ , como es normal. La corriente alterna en cada fase puede ser una corriente sinusoidal o casi sinusoidal. Una ventaja adicional de una conexión en un punto en estrella es que no se requiere un conductor de retorno al sistema de suministro de potencia (el cual puede incluir una línea de alimentación que se extienda a lo largo de la trayectoria del desplazamiento, esto es a lo largo de los segmentos). Todas las conexiones de la instalación de conductores al sistema de suministro de potencia pueden estar realizadas en la misma ubicación del sistema de suministro de potencia, en particular en la misma ubicación de la línea de alimentación.

La conexión en un punto en estrella puede ser realizada por un conmutador o por una instalación de conmutadores en una interfaz entre segmentos consecutivos de la instalación de conductores. Si los segmentos consecutivos no son accionados para la transferencia de energía eléctrica a un vehículo al mismo tiempo, esto es, sí únicamente uno de los segmentos consecutivos es accionado, se realiza la conexión en punto en estrella en la interfaz. Sin embargo, si los segmentos consecutivos son accionados al mismo tiempo, la conexión en punto en estrella a la interfaz no necesita ser realizada, esto es, el conmutador o la instalación de conmutadores pueden estar abiertos o pueden estar dispuestos para conectar el segmento el cual es accionado al sistema de suministro. El mismo conmutador o instalación de conmutadores puede servir para conectar líneas correspondientes de segmentos consecutivos, de modo que esas líneas estén conectadas en serie unas a otras. De acuerdo con ello, en un primer estado de conmutación, se realiza la conexión en punto en estrella y, en un segundo estado de conmutación, las líneas correspondientes se conectan unas a las otras.

Si las líneas correspondientes de segmentos consecutivos (los cuales son accionados al mismo tiempo) están conectadas en serie unas a otras, una conexión en punto en estrella en la interfaz entre segmentos consecutivos no es la única posibilidad. Una alternativa puede ser conectar las líneas de segmentos consecutivos en un modo de conexión delta al sistema de suministro de potencia. Sin embargo, esto puede causar una corta interrupción del suministro de potencia a un segmento particular, cuando se conecta un segmento consecutivo, puesto que los extremos de la línea del segmento particular necesitan ser conmutados desde el sistema de suministro de potencia a las líneas correspondientes de la sesión consecutiva. Por el contrario, la solución con las conexiones de punto en estrella pueden evitar esta interrupción, como se describirá en la descripción de las figuras adjuntas.

Preferiblemente, los segmentos son accionados (esto es, las líneas de los segmentos transportan una corriente alterna la cual produce un campo electromagnético) únicamente, mientras las secciones correspondientes de la trayectoria del desplazamiento están ocupadas por un vehículo. Por consiguiente, se prefiere que los segmentos en las secciones de la trayectoria, los cuales no estén ocupados por un vehículo, estén desconectados.

Se prefiere particularmente que las secciones de la trayectoria del desplazamiento (a lo largo de la cual se extiende el segmento) sean más cortas que la longitud de un vehículo en la vía en la dirección del desplazamiento y que el sistema esté adaptado para accionar (y en particular conectar) segmentos únicamente si un vehículo está ocupando la sección respectiva de la vía en donde está ubicado el segmento. Puesto que únicamente segmentos por debajo (o en algunos casos como en los laterales de los túneles) de la vía se conectan, el vehículo protege el entorno del campo electromagnético el cual es producido por la instalación de conductores. Preferiblemente, únicamente son accionados segmentos los cuales están completamente ocupados por un vehículo, esto es, en la dirección en sentido longitudinal a lo largo de la trayectoria del desplazamiento, los segmentos accionados no se extienden más allá de la parte delantera del vehículo y no se extienden más allá del final del vehículo.

Lo más preferido es que los segmentos sean accionados de tal manera que exista una transferencia continua de energía eléctrica desde los segmentos hacia el vehículo mientras el vehículo se está desplazando a lo largo de la trayectoria del desplazamiento. Por lo tanto, los segmentos pueden ser parte de una fila de segmentos consecutivos, en la que la fila se extiende a lo largo de la trayectoria del desplazamiento. Esto significa que un primer segmento el cual está ocupado por el vehículo puede ser accionado y antes de que el vehículo (o antes de que el dispositivo de recepción del vehículo) entre en el segmento que sigue a continuación de la fila, este segmento que sigue a

continuación es conectado. Por otra parte, el primer segmento puede ser desconectado después de que el vehículo haya dejado la sección correspondiente de la trayectoria del desplazamiento.

Una "sección correspondiente" se entiende que es una sección la cual tiene, en la dirección en el sentido longitudinal a lo largo de la trayectoria del desplazamiento, la misma extensión que el segmento correspondiente de la instalación de conductores. "Transferencia continua de energía eléctrica" significa que el dispositivo de recepción del vehículo está siempre en una sección en la que el segmento correspondiente está accionado (esto es, las líneas del segmento transportan una corriente alterna para producir un campo electromagnético a fin de proporcionar energía al vehículo). Puede ocurrir que exista una corta interrupción (por ejemplo de algunos milisegundos) del flujo de corriente a través de las líneas cuando un segmento consecutivo es conectado o cuando el primer segmento es desconectado. A pesar de eso, la transferencia de energía eléctrica es "continua", puesto que el dispositivo de recepción del vehículo está colocado en una sección cuando el segmento correspondiente está accionado. Sin embargo, se prefiere que la transferencia de energía eléctrica esté también libre de interrupciones. Ejemplos de una transferencia libre de interrupciones es particularmente fácil de conseguir si las líneas de las secciones consecutivas están conectadas en serie unas a otras. Por lo tanto, se prefiere que la instalación de conductores esté instalada de tal manera que por lo menos dos segmentos consecutivos puedan ser accionados al mismo tiempo, en donde líneas correspondientes para transportar la misma fase de corriente alterna en las secciones consecutivas están conectadas en serie unas a otras. Por ejemplo, la interfaz entre segmentos consecutivos puede comprender un conmutador o una instalación de conmutadores los cuales podrán ser conectados o desconectados a las líneas correspondientes.

El número de segmentos consecutivos los cuales son accionados al mismo tiempo no está limitado a dos. En cambio, tres o más segmentos consecutivos pueden ser activados al mismo tiempo, por ejemplo si un vehículo largo está viajando en la trayectoria, tal como un vehículo que tenga dispositivos de recepción en diferentes ubicaciones. En este caso, se prefiere que los segmentos sean desconectados únicamente cuando el último dispositivo de recepción haya dejado la sección de la trayectoria la cual corresponde al segmento.

El proceso de conmutación puede ser controlado utilizando por lo menos una de las líneas de los segmentos los cuales están desconectados. Preferiblemente, la ocupación de una sección respectiva de la vía por un vehículo puede ser detectada, en particular mediante la detección de una tensión y/o una corriente en las líneas del segmento la cual es causada por el acoplamiento inductivo del vehículo a las líneas y/o la cual es causada por campos electromagnéticos producidos por el vehículo. De forma correspondiente, un dispositivo de medición puede estar conectado a la por lo menos una de las líneas. Preferiblemente, una pluralidad de o todas las líneas del segmento están conectadas a un dispositivo de medición y/o al mismo dispositivo de medición. El dispositivo o los dispositivos de medición está adaptado o están adaptados para detectar la ocupación de la sección respectiva de la vía por un vehículo mediante la detección de una tensión y/o una corriente en la línea o un bucle separado la cual es causada por el acoplamiento inductivo del vehículo a la línea y/o la cual es causada por los campos electromagnéticos producidos por el vehículo.

El sistema puede estar adaptado para conectar un segmento antes de que un dispositivo de recepción de un vehículo para recibir la energía transferida entre en la sección de la trayectoria del desplazamiento en donde está ubicado el segmento.

Por ejemplo, la longitud de los segmentos puede estar dimensionada de tal manera que por lo menos dos de los segmentos estén cubiertos en el sentido longitudinal por un vehículo en la vía, esto es, la mínima longitud de un vehículo en la vía es dos veces tan larga como la longitud de un segmento (preferiblemente, todos los segmentos de la línea tienen la misma longitud). Como resultado, el dispositivo de recepción o los dispositivos de recepción del vehículo para recibir la energía transferida pueden estar colocados en la sección media del vehículo en la dirección en el sentido longitudinal. Adicionalmente, se prefiere que únicamente estén conectados los segmentos los cuales estén totalmente cubiertos por un vehículo en la vía. Por otra parte, el acontecimiento de que un vehículo esté entrando en la zona por encima de un segmento de la línea particular puede ser detectado (como ha sido mencionado antes en este documento) y este segmento de la línea es conectado tan pronto como el vehículo entra en la zona por encima del segmento de la línea que sigue a continuación.

De acuerdo con ello, los segmentos de la línea son desconectados antes de que el vehículo deje la zona por encima del segmento de la línea. Preferiblemente son desconectados antes de que dejen de estar completamente cubiertos por el vehículo.

Puesto que la instalación de conductores comprende más de una línea, la detección de los acontecimientos de que el vehículo entre o deje un segmento de la línea particular puede ser realizada utilizando una de las líneas únicamente. Sin embargo, las otras líneas puede ser conectadas y desconectadas de forma correspondiente, esto es, la instalación de conductores comprende secciones en las que todas las líneas en las otras secciones pueden ser conectadas y desconectadas juntas.

Según una forma de realización preferida de la invención, por lo menos una de las líneas en por lo menos uno de los segmentos (preferiblemente todas las líneas en todos los segmentos) puede estar instalada de tal manera que la línea produzca, en cada punto en el tiempo mientras la corriente eléctrica alterna está fluyendo a través de la línea, una fila de polos magnéticos sucesivos de un campo electromagnético, en donde los polos magnéticos sucesivos tengan polaridades magnéticas alternas. La fila de polos magnéticos sucesivos se extiende en la dirección del desplazamiento del vehículo la cual está definida por la vía o por la trayectoria del desplazamiento. Alternativamente, la por lo menos una línea comprende una pluralidad de secciones las cuales se extienden transversalmente a la dirección del desplazamiento del vehículo la cual es definida por la vía o la trayectoria del desplazamiento. En este caso, las secciones de la misma línea están instaladas en una fila a lo largo de la trayectoria del desplazamiento (por ejemplo la vía) de tal manera que, en cada punto en el tiempo mientras una corriente eléctrica alterna está fluyendo a través de la línea, la corriente alterna fluye a través de secciones sucesivas en la fila de forma alterna en direcciones opuestas.

Los polos magnéticos producidos por las líneas y/o las secciones de las diferentes líneas están, en cada punto en el tiempo, en una secuencia de repetición que se extiende en la dirección del desplazamiento, en donde la secuencia de repetición corresponde a una secuencia de las fases. Por ejemplo en el caso de una corriente alterna de tres fases, que tenga las fases U, V, W, una sección que transporta la fase U está seguida por una sección que transporta la fase V la cual a su vez está seguida por una sección que transporta la fase W y esta secuencia de fases U, V, W se repite varias veces en la dirección de la vía, esto es, en la dirección del desplazamiento. Un ejemplo será descrito más adelante en este documento con referencia a las figuras adjuntas.

En la forma de realización preferida de la invención la cual se ha mencionado antes en este documento, la por lo menos una línea produce, en cada punto en el tiempo mientras la corriente eléctrica alterna está fluyendo a través de la línea, una fila de polos magnéticos sucesivos de un campo electromagnético, en donde los polos magnéticos sucesivos tienen polaridades magnéticas alternas. En otras palabras: en un punto determinado en el tiempo la corriente alterna en la línea produce, en la dirección del desplazamiento, un campo magnético que tiene un vector del campo magnético el cual está orientado en una primera dirección en una primera zona de la línea, seguido por una segunda zona de la línea en donde el vector de campo del campo magnético está orientado en la dirección opuesta a la primera dirección, seguida por otra zona de la línea en donde el vector del campo magnético está orientado otra vez en la primera dirección y así sucesivamente. Sin embargo, no siempre es el caso de que la primera dirección y la dirección del vector del campo magnético en la zona que sigue de la línea estén exactamente orientadas en una dirección opuesta. Una razón puede ser que la línea no esté instalada exactamente de una manera regular, repetitiva. Otra razón puede ser influencias no simétricas de las otras líneas de la instalación de conductores. Una razón adicional puede ser campos electromagnéticos exteriores. También, el vehículo el cual se está desplazando sobre la vía influirá en el campo electromagnético resultante.

Sin embargo, el principio de los polos magnéticos alternos producidos por la misma línea de la instalación de conductores en cada punto en el tiempo tiene la ventaja de que la resistencia resultante en los lados del campo magnético de la instalación de conductores tiene una intensidad muy pequeña la cual disminuye rápidamente al aumentar la distancia a la instalación de conductores. En otras palabras, los campos electromagnéticos orientados de forma opuesta en las zonas de la línea se superponen en los lados de la línea y se compensan unos a otros. Puesto que es deseable tener una resistencia del campo electromagnético muy pequeña en ambos lados de la vía, se prefiere que la por lo menos una línea de la instalación de conductores eléctricos esté colocada en y/o debajo de la vía en donde las secciones de la línea las cuales se extienden transversalmente a la dirección del desplazamiento se extienden en un plano horizontal. En este contexto, "horizontal" también cubre el caso en el que la vía pueda formar una curva y esté ligeramente inclinada. De forma correspondiente, el plano "horizontal" respectivo de las secciones de la línea también puede estar ligeramente inclinado. La horizontal por lo tanto se refiere al caso normal en el que la vía se extiende en un plano horizontal. Lo mismo se aplica al caso en el que la trayectoria del desplazamiento o vía se dirija hacia arriba de una colina o hacia abajo de la colina. Algunos porcentajes de inclinación de la trayectoria son despreciables para la compensación de los campos magnéticos en los lados de la trayectoria.

Puesto que la intensidad del campo en los lados de la trayectoria es muy pequeña, la energía puede ser transferida al vehículo a una potencia alta y los valores límites EMC (por ejemplo 5 uT para la intensidad de campo magnético en los lados) pueden ser fácilmente cumplidos al mismo tiempo.

Según una forma de realización particularmente preferida, la por lo menos una línea en el por lo menos un segmento de la instalación de conductores eléctricos se extiende a lo largo de la trayectoria del desplazamiento o vía de una manera en serpentina, esto es, secciones de la línea las cuales se extienden en la dirección del desplazamiento son seguidas en cada caso por una sección la cual se extiende transversalmente a la dirección del desplazamiento la cual a su vez es seguida otra vez por una sección la cual se extiende en la dirección del desplazamiento. En el caso de un sistema de fases plurales preferiblemente todas las líneas de la instalación de conductores están instaladas de esta manera. La línea puede ser realizada mediante un cable.

La expresión "serpentina" cubre líneas que tengan una configuración curvada y/o que tengan secciones rectas con zonas de transición muy curvadas a secciones contiguas. Las secciones rectas se prefieren puesto que producen campos más homogéneos.

5 En particular, la corriente alterna en la por lo menos una línea del por lo menos un segmento produce una onda electromagnética la cual se mueve en o en oposición a la dirección del desplazamiento con una velocidad proporcional a la distancia de polos magnéticos consecutivos de la línea y proporcional a la frecuencia de la corriente alterna. Preferiblemente, por lo menos algunas de las secciones las cuales se extienden transversalmente a la dirección del desplazamiento, y preferiblemente todas esas secciones, se extienden sobre un ancho el cual es mayor que el ancho del dispositivo de recepción de un vehículo en la vía para la recepción de la energía transferida. Por ejemplo, el ancho de las secciones puede ser mayor que el ancho máximo de los vehículos los cuales pueden ocupar la vía.

15 Una ventaja de la forma de realización es que la corriente alterna la cual fluye a través de las secciones produce una intensidad prácticamente homogénea del campo magnético en la zona en la cual el dispositivo de recepción puede estar ubicado.

20 Una forma de realización adicional del sistema o procedimiento de la presente invención garantiza que la intensidad del campo magnético alterno sea constante a lo largo del tiempo. Para conseguir este objetivo, las líneas de la instalación de conductores están conectadas a una fuente de corriente constante de corriente alterna (AC) la cual está adaptada para alimentar las líneas con una corriente alterna, el valor medio de la cual es constante (o prácticamente constante) independientemente de la potencia la cual es transferida desde la instalación de conductores eléctricos al vehículo o a los vehículos.

25 Según una forma de realización preferida de la fuente de corriente constante de corriente alterna, comprende una instalación eléctrica la cual transforma tensión de corriente alterna a corriente alterna. Esta instalación eléctrica puede comprender, en cada línea, una inductividad de entrada en un lado de entrada de la fuente de corriente constante y una inductividad de salida en el lado de la salida de la fuente de corriente constante, en el que el lado de entrada está conectado a una fuente de tensión, en el que el lado de salida está conectado a las secciones de la línea a lo largo de la trayectoria del desplazamiento, en el que cada línea comprende un punto de conexión entre el lado de la entrada y el lado de la salida y en el que cada punto de conexión está conectado al mismo punto en estrella común a través de una capacidad.

35 Si únicamente un vehículo es accionado por la fuente de potencia del lado primario (la cual está alimentando la instalación de conductores) en un momento, una tensión de corriente alterna constante puede ser aplicada a la instalación de conductores eléctricos del lado de la vía alternativamente. Debido a la presencia de un vehículo únicamente, se evita cualquier interferencia de la distribución de la carga. En este caso, la corriente alterna a través de la instalación de conductores (la cual es causada por el suministro de tensión de corriente alterna constante) depende de la resistencia de la carga. Por lo tanto, las pérdidas eléctricas del lado primario de la instalación de conductores eléctricos son dependientes de la carga y la corriente no es constante, como en el caso (descrito antes en este documento) de un suministro de corriente alterna constante.

40 La fuente de energía (o fuente de potencia) puede ser (esto también se aplica a las otras formas de realización del sistema) un inversor convencional para producir una tensión de corriente alterna a partir de una tensión de corriente continua constante.

45 Preferiblemente, la instalación de conductores eléctricos está colocada por debajo de la vía, por ejemplo debajo del suelo.

50 La por lo menos una línea comprende una inductividad la cual se utiliza para transferir la energía eléctrica al vehículo o vehículos y adicionalmente comprende una inductividad de las fugas la cual no contribuye a la transferencia de energía al vehículo o vehículos, en la que la inductividad de las fugas está compensada por una capacidad colocada en la misma línea de modo que la impedancia resultante de la capacidad y la inductividad de las fugas es cero. Una impedancia cero de este tipo tiene la ventaja de que la potencia reactiva del sistema se minimiza y, por lo tanto, el diseño de los componentes de potencia activos se minimiza también.

55 Principios y detalles con respecto a la recepción de energía en el interior del vehículo serán descritos con referencia a las figuras adjuntas. Sin embargo, algunas características se describen en lo siguiente: el dispositivo de recepción del vehículo puede comprender una bobina de un conductor o de conductores o puede comprender una pluralidad de bobinas. La ventaja de varias bobinas de un dispositivo de recepción de fases plurales es que es más fácil y significa menos esfuerzo suavizar las fluctuaciones de las corrientes o tensiones recibidas.

60 Preferiblemente, la por lo menos una bobina está colocada únicamente a unos pocos centímetros por encima de la instalación de conductores lateral primaria, porque el acoplamiento magnético entre las bobinas primaria y secundaria disminuirá con el incremento de la distancia. Por ejemplo, la por lo menos una bobina está colocada a no más de 10 cm por encima del suelo, preferiblemente a no más de 5 cm y lo más preferido entre 2 – 3 cm por encima

del suelo. En particular, esto se aplica si la instalación de conductores está colocada por debajo del suelo. La línea o las líneas de la instalación de conductores pueden estar colocadas a no más de 2 cm por debajo de la superficie del suelo, preferiblemente a no más de 1 cm.

5 Preferiblemente, el dispositivo de recepción el cual recibe la energía transferida es móvil en una dirección vertical de modo que puede ser llevado a una posición próxima por encima del suelo y puede ser elevado a una posición más alta cuando no se utilice el dispositivo de recepción.

10 Preferiblemente, el dispositivo de recepción comprende una pluralidad de bobinas las cuales están instaladas en diferentes posiciones en la dirección del desplazamiento. Por ejemplo, la distancia entre las bobinas puede ser igual a la distancia de las secciones de fases diferentes de la instalación de conductores a lo largo de la vía, en donde está secciones son secciones las cuales se extienden transversalmente a la dirección del desplazamiento. Sin embargo, no es necesario colocar las diferentes bobinas del vehículo a la misma distancia una de la otra al igual que la distancia de las secciones.

15 Formas de realización y ejemplos de la presente invención se describirán ahora con referencia a las figuras adjuntas. Las figuras muestran:

20 Figura 1 esquemáticamente una instalación de conductores de tres fases la cual se extiende a lo largo de una vía,

Figura 2 un diagrama que muestra corrientes alternas a través de las tres fases de la instalación según la figura 1 como funciones del tiempo,

25 Figura 3 líneas de campo magnético de un campo magnético el cual es producido por la instalación de conductores según la figura 1, mientras un dispositivo de recepción de un vehículo está colocado por encima de la zona representada de la instalación de conductores, en el que la dirección del desplazamiento de la distribución del campo magnético se extiende en el plano de la figura desde la derecha hacia la izquierda o desde la izquierda hacia la derecha,

30 Figura 4 otro diagrama que muestra una zona del campo magnético el cual es producido por la instalación de conductores, mientras una carga está conectada al dispositivo de recepción en el vehículo,

35 Figura 5 un diagrama que muestra esquemáticamente el movimiento de la onda magnética producida por la instalación de conductores a lo largo de la vía y que muestra el movimiento del dispositivo de recepción debido al movimiento del vehículo sobre la vía,

40 Figura 6 un diagrama de circuito esquemático de la instalación de conductores según la figura 1 la cual está conectada a una fuente de tensión de corriente alterna a través de una instalación eléctrica la cual está transformando una tensión de la fuente en una corriente alterna constante la cual es alimentada al interior de las instalaciones de conductores,

45 Figura 7 un diagrama de circuito que muestra un dispositivo de recepción de un vehículo provisto de bobinas para tres fases diferentes, en el que el dispositivo de recepción está conectado a un convertidor de corriente alterna/corriente continua (AC/DC),

Figura 8 un vehículo ferrocarril el cual se desplaza sobre una vía a lo largo de la cual se extiende una instalación de conductores,

50 Figuras 9a-c tres puntos consecutivos en el tiempo de una situación en la cual un vehículo ferrocarril se desplaza sobre una vía, en la que la vía está provista de una pluralidad de segmentos de línea consecutivos de una instalación de conductores, en la que los segmentos de la línea pueden ser conectados y desconectados para proporcionar energía al vehículo,

55 Figura 10 una instalación similar a la instalación representada en las figuras 9 que incluye un diagrama de circuito de una instalación de conductores a lo largo de la vía, en la que la instalación de conductores comprende segmentos de línea los cuales pueden ser conectados y desconectados,

60 Figura 11 una instalación similar a la instalación representada en la figura 1 que ilustra esquemáticamente una instalación de conductores entre dos carriles de una vía de ferrocarril,

Figura 12 siete segmentos extendidos a lo largo de una trayectoria del desplazamiento de un vehículo, en la que únicamente uno de los segmentos es accionado en la que un segundo segmento consecutivo está conectado

65 Figura 13 la instalación representada en la figura 12 en la que dos segmentos consecutivos son accionados y uno de los segmentos está desconectado,



Figura 14 una instalación que tiene cinco segmentos los cuales pueden ser conectados y desconectados y

Figuras 15a-c una instalación de conmutadores de semiconductor para conmutar una fase, por ejemplo para conmutar una fase en un conmutador de línea de alimentación de la figura 12 o 13.

La figura 1 muestra una instalación de conductores la cual puede estar colocada bajo tierra a lo largo de una vía, por ejemplo a lo largo de los carriles de un ferrocarril (véase la instalación representada en la figura 11, por ejemplo). En el último caso, los carriles se extienden desde la izquierda hacia la derecha en la vista de la figura 1. La instalación representada en la figura 1 puede ser un segmento de una pluralidad de segmentos de la instalación de conductores total que se extienden a lo largo de la trayectoria del desplazamiento.

La figura 1 se entiende que es una vista esquemática. Las tres líneas 1, 2, 3 de la instalación de conductores comprenden secciones que se extienden transversalmente a la dirección del desplazamiento (desde la izquierda hacia la derecha o de la derecha hacia la izquierda). Únicamente algunas de las secciones que se extienden transversalmente de las líneas 1, 2, 3 están indicadas mediante los números de referencia, esto es, tres secciones 5a, 5b, 5c de la línea 3, algunas secciones adicionales de la línea 3 indicadas por "5", una sección 5x de la línea 2 y una sección 5y de la línea 1. En el caso más preferido, la instalación 12 representada en la figura 1 está colocada por debajo del suelo de la vía de modo que la figura 1 muestra una vista desde arriba sobre la instalación 12. Los carriles se pueden extender desde la izquierda hacia la derecha, en la parte superior e inferior de la figura 1, esto es, las secciones de la línea que se extienden transversalmente pueden estar completamente en el interior de los límites definidos por los carriles (véase también la figura 11).

Por ejemplo de la manera representada en la figura 6, tres líneas 1, 2, 3 pueden estar conectadas a una fuente de corriente alterna de tres fases. Opcionalmente, la fuente de corriente puede estar conectada a la instalación representada en la figura 1 a través de una línea de alimentación la cual se extiende a lo largo de la trayectoria del desplazamiento del vehículo y la cual puede alimentar también otros segmentos con la corriente. En el momento el cual está descrito en la figura 1, una corriente positiva I1 está fluyendo a través de la línea 3. "Positiva" significa que la corriente fluye desde la fuente de corriente al interior de la línea. Las tres líneas 1, 2, 3 están conectadas al otro extremo de la instalación juntas en un punto en estrella común 4. Por consiguiente, por lo menos una de las otras corrientes, en este caso la corriente I2 a través de la línea 2 y la corriente I3 a través de la línea 1, son negativas. Generalmente hablando, se aplica la regla del punto en estrella la cual significa que la suma de todas las corrientes que fluyen hacia y desde el punto en estrella es cero en cada punto en el tiempo. Las direcciones de las corrientes a través de las líneas 1, 2, 3 están indicadas mediante flechas. Cuando la instalación representada en la figura 1 es uno de una pluralidad de segmentos de la instalación de conductores total, las líneas 1, 2, 3 pueden estar conectadas al punto en estrella 4 a través de un conmutador de tres fases. Además también puede estar provisto un conmutador de tres fases para la conexión de las tres fases en el extremo de la conexión en estrella a una línea de alimentación. La función de los conmutadores del punto en estrella de este tipo y los conmutadores de las líneas de alimentación se describirán más adelante en este documento.

Las secciones de la línea 3 y las secciones correspondientes de las líneas 1, 2 las cuales se extienden transversalmente a la dirección del desplazamiento preferiblemente tienen el mismo ancho y son paralelas unas otras. En la práctica, se prefiere que no exista desplazamiento en la dirección del ancho entre las secciones que se extienden transversalmente de las tres líneas. Un desplazamiento de este tipo está representado en la figura 1 en razón de que cada sección o cada línea pueda ser identificada.

Preferiblemente, cada línea sigue la misma trayectoria a modo de serpentina a lo largo de la vía, en donde las líneas están desplazadas en la dirección del desplazamiento en un tercio de la distancia entre secciones consecutivas de la misma línea que se extiende transversalmente a la dirección del desplazamiento. Por ejemplo, como se representa en la mitad de la figura 1, la distancia entre secciones consecutivas 5 está indicada por  $T_p$ . En el interior de la zona entre estas secciones consecutivas 5, existen también otras dos secciones las cuales se extienden transversalmente a la dirección del desplazamiento esto es, la sección 5x de la línea 2 y la sección 5y de la línea 1. Este modelo es secciones consecutivas 5, 5x, 5y se repite a distancias regulares entre estas secciones de la dirección del desplazamiento.

La dirección correspondiente de la corriente la cual fluye a través de las secciones se representa en la zona de la izquierda de la figura 1. Por ejemplo, la sección 5a transporta una corriente desde un primer lado A de la instalación 12 hacia el lado opuesto B de la instalación. El lado A es un lado de la vía (tal como el lado de mano derecha en la dirección del desplazamiento, cuando se mira desde un vehículo que se desplaza) y el lado B es el lado opuesto (por ejemplo el lado izquierdo de la vía), si la instalación 12 está enterrada en el suelo por debajo de la vía, o más generalmente hablando, se extiende en un plano horizontal.

La sección consecutiva 5b por consiguiente transporta una corriente eléctrica al mismo tiempo la cual fluye desde el lado B hacia el lado A. La siguiente sección consecutiva 5c de la línea 3 por consiguiente está transportando una corriente desde el lado A hacia el lado B. Todas estas corrientes tienen el mismo tamaño, puesto que son transportadas por la misma línea al mismo tiempo. En otras palabras: las secciones las cuales se extienden

transversalmente están conectadas unas a otras por secciones las cuales se extienden en la dirección del desplazamiento.

Como resultado de esta instalación de las líneas a modo de serpentina los campos magnéticos los cuales son producidos por las secciones 5a, 5b, 5c, ... de la línea 3 producen una fila de polos magnéticos sucesivos de un campo electromagnético, en donde los polos magnéticos sucesivos (los polos producidos por las secciones 5a, 5b, 5c, ...) tienen polaridades magnéticas alternas. Por ejemplo, la polaridad del polo magnético el cual es producido por la sección 5a puede corresponder en un punto específico en el tiempo a un dipolo magnético, por lo cual el polo norte magnético está encarado hacia arriba y el polo sur magnético está encarado hacia abajo. Al mismo tiempo, la polaridad magnética del campo magnético el cual es producido por la sección 5b está orientada al mismo tiempo de tal manera que el dipolo magnético correspondiente está encarado con su polo sur hacia arriba y con su polo norte hacia abajo. El dipolo magnético correspondiente de la sección 5c está orientado de la misma manera que para la sección 5a y así sucesivamente. Lo mismo se aplica a las líneas 1 y 2.

Sin embargo, la presente invención también cubre el caso en el que exista únicamente una fase, que existan dos fases o que existan más de tres fases. Una instalación de conductores que tenga únicamente una fase puede estar instalada como la línea 3 en la figura 1, pero en lugar del punto en estrella 4, el extremo de la línea 3 (el cual está ubicado en el lado de mano derecha de la figura 1) puede estar conectado a la fuente de energía (no representado en la figura 1) por una línea de conector (no representada en la figura 1) la cual se extiende a lo largo de la vía. Una instalación de dos fases puede consistir en las líneas 3 y 2, por ejemplo, pero la distancia entre las secciones que se extienden transversalmente de las dos líneas (o más generalmente hablando: todas las líneas) preferiblemente es constante (esto es, las distancias entre una sección que se extiende transversalmente de la línea 3 a las dos secciones que se extiende transversalmente más próximas de la línea 2, en la dirección del desplazamiento y en la dirección opuesta, son iguales).

La figura 11 está pensada para ilustrar algunas dimensiones ejemplares de la instalación de conductores, por ejemplo la instalación de conductores representada en la figura 1. Únicamente partes de las tres líneas 111, 112, 113 están representadas en la figura 11 y las conexiones de unas a otras (por ejemplo a través del punto en estrella 4 de la figura 1) y al suministro de potencia se han omitido.

Las líneas a modo de serpentina 111, 112, 113 están colocadas entre dos carriles 116a, 116b de carriles para vehículos ferrocarriles (tal como trenes regionales o locales, tal como por ejemplo un tranvía). La expresión "entre" se refiere a la vista desde arriba representada en la figura 11. Por ejemplo, las líneas 111, 112, 113 pueden estar colocadas debajo del nivel de los carriles 116.

Cada una de las líneas 111, 112, 113 comprende secciones lineales las cuales se extienden transversalmente a la dirección de la vía, esto es, la dirección longitudinal de los carriles 116. Estas secciones que se extienden transversalmente están conectadas a las secciones que se extienden consecutivas de la misma línea a través de secciones que se extiende longitudinalmente, las cuales se extienden en la dirección longitudinal de los carriles. Las secciones que se extienden transversal y linealmente tiene una longitud LB, la cual preferiblemente es por lo menos tan larga como la mitad de la distancia RB entre los carriles. Por ejemplo, la distancia RB puede ser 1 m y la longitud de las secciones que se extienden transversalmente puede ser 50 cm o estar en la gama desde 50 hasta 75 cm.

Las secciones que se extienden transversalmente y las secciones que se extiende longitudinalmente de la misma línea están conectadas unas a las otras por secciones curvadas. La curvatura corresponde, por ejemplo, a la curvatura de un círculo que tiene un radio de 150 mm.

La figura 11 también muestra esquemáticamente un área sombreada 118 la cual está cubierta por una bobina de un dispositivo de recepción de un vehículo que se desplaza sobre los carriles 116. El ancho de la bobina es igual a las longitudes de las secciones que se extienden transversalmente de las líneas. Sin embargo, en la práctica, se prefiere que este ancho sea menor que la longitud de las secciones que se extienden transversalmente. Esto permite un desplazamiento en la posición de la bobina en la dirección transversal a la dirección del desplazamiento, como se indica mediante dos flechas y una línea debajo del área sombreada 118. Un desplazamiento de este tipo no influirá en la recepción de energía por la bobina, si el desplazamiento no mueve la bobina más allá de los límites de las secciones que se extienden transversalmente.

Como se desprende a partir del diagrama que depende del tiempo representado en la figura 2, las corrientes a través de las fases 1, 2, 3 de la figura 1 son corrientes de fase de una corriente alterna de tres fases convencional.

L1, L2, L3 en la figura 2 indican que las líneas a modo de serpentina 1, 2, 3 forman inductividades.

Como se representa en la figura 2 el valor de la corriente pico de las corrientes puede estar en la gama de 300 A respectivamente -300 A. Sin embargo, corrientes pico mayores o menores también son posibles. Una corriente pico de 300 A es suficiente para proporcionar energía de propulsión a un tranvía para mover el tranvía a lo largo de una vía de algunos cientos de metros hasta unos pocos kilómetros, por ejemplo en el interior del centro histórico de una ciudad. Además, el tranvía arrastrará energía desde un almacenaje de energía de a bordo, tal como una instalación

de batería electroquímica convencional y/o una instalación de súper pilas. El almacenaje de energía puede ser cargado otra vez completamente, tan pronto como el tranvía haya dejado el centro de la ciudad y se conecte a una línea aérea.

5 Las líneas curvadas en la figura 3 son líneas de campo del campo magnético el cual es producido por las secciones de las líneas 1, 2, 3 representadas en la figura 1. La figura 3 describe las situaciones en cuatro puntos diferentes en el tiempo los cuales corresponden a "0", "30", "60", "90" en la escala del tiempo de la figura 2. La escala del tiempo de la figura 2 también puede ser interpretada como una escala que muestra el ángulo del comportamiento sinusoidal de las corrientes, lo cual significa que la figura 2 muestra el comportamiento de las corrientes durante un período completo, esto es, los valores de la corriente al principio del periodo en "0" son los mismos que al final del período a "360".

15 A la izquierda de los cuatro diagramas parciales de la figura 3, se representan secciones transversales de secciones que se extienden transversalmente de las líneas 1, 2, 3. El signo de referencia "I1" indica la corriente I1 la cual está fluyendo a través de una sección que se extiende transversalmente de la línea 1 y así sucesivamente. Estas secciones que se extienden transversalmente se extienden perpendicularmente al plano de la imagen de la figura 3, en donde el plano de la imagen es un plano de corte vertical a través de la instalación 12 de la figura 1, en donde los planos de la imagen de la figura 1 y la figura 3 son perpendiculares uno al otro y en donde el plano de la imagen de la figura 3 se extiende en la dirección del desplazamiento, cortando las secciones 5 de la figura 1 en dos mitades. En las zonas superiores de la figura 3, bobinas electromagnéticas 7 están esquemáticamente representadas como áreas enmarcadas rectangulares. Encima de estas bobinas 7, las cuales son piezas de un dispositivo de recepción de un vehículo para recibir la energía desde la instalación 12, elementos principales ferromagnéticos 8 están colocados a fin de empaquetar y apartar las líneas del campo magnético. Estos elementos principales 8 tienen la función de un núcleo de un electroimán.

25 La figura 4 muestra una vista similar a las vistas representadas en la figura 3. Sin embargo, la figura quiere ilustrar la situación hipotética en la que las bobinas en el vehículo (el cual está desplazándose en la vía) inducen una corriente en la instalación de conductores de la vía. Además de la figura 3, la figura 4 también muestra secciones transversales a través de conductores eléctricos 41a, 41b en las zonas 7a, 7b, 7c, 7d de la bobina 7. En la zona 7a, 7b, una corriente la cual esta orientada hacia arriba fuera de plano de la imagen de la figura 4 está fluyendo en el punto descrito en el tiempo. En el lado de mano derecha de la figura 4, en donde están representadas las zonas 7c, 7d de la bobina 7, la corriente está dirigida hacia abajo al interior del plano de la imagen de la figura 4, como se indica mediante las líneas cruzadas. El campo electromagnético (ilustrado por las líneas de campo en la figura 4) el cual es producido por la bobina 7, es simétrico a la línea divisoria de las secciones 7b y 7d, puesto que las cantidades de las corrientes en las secciones 7a a 7d son también simétricas respecto a la línea divisoria.

35 La figura 5 muestra otro corte a lo largo de un plano de corte el cual se extiende verticalmente y el cual se extiende en la dirección del desplazamiento. Los cables o haces de cables de las líneas 1, 3, 2 los cuales están colocados en secciones de las líneas 1, 3, 2 las cuales se extienden transversalmente a la dirección del desplazamiento están representados en la mitad superior de la figura 5. En total, siete secciones de la instalación 12 las cuales se extienden transversalmente a la dirección del desplazamiento están representadas en la figura 5, por lo menos parcialmente. Las secciones primera, cuarta y séptima en la fila (desde la izquierda hacia la derecha) pertenecen a la línea 1. Puesto que la dirección de la corriente I1 a través de la sección 5b (la cuarta sección en la figura 5) es opuesta a la dirección de la corriente I1 a través de las secciones 5a, 5c (la sección primera y la séptima en la figura 5) y puesto que las corrientes I1, I3, I2 son corrientes alternas, la onda electromagnética producida se mueve en la dirección del desplazamiento a una velocidad  $v_w$ . La onda está indicada por 9, la inductividad de la instalación 12 por  $L_p$ .

40 Las secciones transversales representadas en la mitad superior de la figura 5 representan un dispositivo de recepción de un vehículo el cual se está desplazando en la dirección del desplazamiento y a una velocidad  $v_m$  y en la parte superior de la figura 5 "2 TP" indica que la figura 5 muestra un segmento de línea de la instalación 12, la longitud del cual es igual a dos veces la distancia entre tres secciones consecutivas que se extienden transversalmente de una línea, en este caso la línea 1.

55 La instalación representada en la figura 6 comprende una instalación de conductores 103, 104, 105 la cual puede ser la instalación de conductores 12 según la figura 1. A fin de mostrar sus propiedades eléctricas, símbolos de circuito equivalentes se utilizan en la figura 6. El sistema de tres fases 103, 104, 105 transporta corrientes de fase 11, 12, 13 en las fases 1, 2, 3. Las inductividades inherentes de las fases 1, 2, 3 están indicadas por  $L_{p1}$ ,  $L_{p2}$ ,  $L_{p3}$  las cuales producen el campo electromagnético para la transferencia de energía a cualquier vehículo en la vía. Sin embargo, las líneas 1, 2, 3 también comprenden inductividades de fuga  $L_{s1}$ ,  $L_{s2}$ ,  $L_{s3}$ , como se indica en el bloque 104 en la figura 6. La impedancia de estas inductividades de fuga indeseadas está compensada por las capacidades  $C_{k1}$ ,  $C_{k2}$ ,  $C_{k3}$  en las líneas 1, 2, 3 como se representa en el bloque 103.

60 La energía eléctrica la cual se utiliza para producir los campos electromagnéticos en las líneas 1, 2, 3 es generada por una fuente de tensión de tres fases 101. Las fuentes de fase para las fases están indicadas por  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  en el bloque 101. Las tensiones producidas en las líneas 1, 2, 3 están indicadas mediante  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$ . La fuente de

- 5 tensión está conectada a la entrada de una fuente de corriente constante 102. Una salida de esta fuente 102 está conectada a las capacidades en el bloque 103. En la salida de la fuente 102 se generan las corrientes I1, I2, I3. Estas corrientes son constantes a lo largo del tiempo, independientemente de la energía la cual es transferida desde las líneas 1, 2, 3 a cualquier vehículo en la vía. En el lado de entrada de la fuente de corriente constante 102, la fuente 102 comprende en cada línea 1, 2, 3 una inductividad de entrada L1a, L2a, L3a. En el lado de la salida de la fuente 102, cada línea 1, 2, 3 comprende una inductividad de salida L1b, L2b, L3b. Entre las inductividades de entrada y de salida, cada línea 1, 2, 3 está conectada a un punto en estrella común 61 a través de una capacidad C1, C2, C3.
- 10 La figura 7 muestra un diagrama de circuito de una instalación la cual puede estar colocada en o por debajo de un vehículo el cual se está desplazando sobre la vía. La instalación comprende un dispositivo de recepción de tres fases para recibir el campo electromagnético desde la vía y para producir energía eléctrica a partir de la misma. El dispositivo de recepción comprende una bobina o una instalación de bobinas para cada fase 1a, 2a, 3a, en la que las bobinas están indicadas por L71, L72, L73 (bloque 201). En la forma de realización representada, las fases 1a, 2a, 3a están conectadas juntas en un punto en estrella común 71. Inductividades de fuga (no representadas separadamente en la figura 7) de las fases 1a, 2a, 3a están compensadas por las capacidades C71, C72, C73, como se representa en el bloque 202.
- 15 El lado de salida del dispositivo de recepción 201, 202, en donde las corrientes de fase Is1a, Is2a, Is3a están representadas en la figura 7, está conectado a un convertidor de corriente alterna/corriente continua (AC/DC) 203. El lado de corriente continua del convertidor 203 está conectado a las líneas 76a, 76b de un circuito intermedio. Las líneas 76a, 76b están conectadas unas a otras a través de una capacidad de filtrado C7d indicada por "204". La carga eléctrica, la cual puede estar provista con energía en el interior del vehículo, está indicada por una resistencia RL en "205" la cual puede estar conectada a las líneas 76a, 76b del circuito intermedio. "Ud" indica que la carga RL puede causar una caída de tensión, en donde Ud es la tensión en el circuito intermedio por ejemplo.
- 20 La figura 8 muestra una vía 83 (en este caso: una vía de ferrocarril que tiene dos carriles) la cual está ocupada por un vehículo ligado a una vía 81, tal como un tren de transporte público regional o un tranvía.
- 25 La instalación representada comprende una instalación de conductores eléctricos para la producción de un campo electromagnético, transfiriendo de ese modo la energía al vehículo en la vía. La instalación de conductores 89 está representada esquemáticamente. Por ejemplo, la instalación de conductores puede estar diseñada como se representa en la figura 1. La instalación de conductores 89 (y esto se aplica a otras instalaciones, no únicamente al ejemplo representado en la figura 8), puede estar colocada por debajo del suelo o por encima del suelo. En particular en el caso de ferrocarriles que tengan dos carriles sobre los cuales deben rodar las ruedas de los vehículos del carril, la instalación de conductores puede estar colocada por encima del suelo entre los carriles en el nivel de una traviesa de ferrocarril, o parcialmente por encima del suelo, pero por debajo de las traviesas de ferrocarril. Si las traviesas de ferrocarril están fabricadas de hormigón por ejemplo, las traviesas o bien las otras construcciones para sostener los carriles pueden comprender taladros y/o cavidades a través de las cuales se extienden la línea o las líneas de la instalación de conductores. De ese modo, la construcción de ferrocarril puede ser utilizada para mantener la línea o las líneas en la forma en serpentina deseada.
- 30 El vehículo ligado a una vía 81 comprende en su lado inferior un dispositivo de recepción 85 para recibir el campo electromagnético el cual es producido por la instalación de conductores 89. El dispositivo de recepción 85 está eléctricamente conectado a una red eléctrica de a bordo 86 de modo que la energía eléctrica, la cual es inducida en el dispositivo de recepción 85 puede ser distribuida en el interior del vehículo 81. Por ejemplo, dispositivos auxiliares 90 y conjuntos de propulsión 80, 84 para el accionamiento de motores de propulsión (no representados) en bogies 780a, 780b provistos de las ruedas 88a, 88b, 88c, 88d pueden estar conectados a la red de distribución 86. Adicionalmente, un almacenaje de energía 82, tal como un almacenaje de energía electroquímica o una instalación de condensadores, tal como una súper batería, también puede estar conectado a la red de distribución. Por lo tanto, el almacenaje de energía 82 puede ser cargado por la energía recibida mediante el dispositivo de recepción, en particular durante las paradas del vehículo 81 sobre la vía. Cuando el vehículo 81 se está moviendo sobre la vía, una parte de la energía de propulsión la cual se necesita para mover el vehículo 81 puede ser extraída del almacenaje de energía 82 y al mismo tiempo la energía, la cual es recibida por el dispositivo de recepción puede contribuir a la propulsión, esto es, puede ser parte de la energía de propulsión.
- 35 40 45 50 55 Las figuras 9a-c ilustran el concepto de una instalación de conductores 112 que comprende secciones las cuales pueden ser conectadas y desconectadas de modo que únicamente secciones, las cuales están conectadas produzcan un campo electromagnético a fin de transferir energía al vehículo o a los vehículos sobre la vía. Los ejemplos de la figura 9 muestran 5 segmentos T1, T2, T3, T4, T5 los cuales están instalados en una fila de segmentos sucesivos a lo largo de la vía.
- 60 Un vehículo 92, tal como un tranvía, se está desplazando sobre la vía. Por debajo del suelo del vehículo 92 están provistos dos dispositivos de recepción 95a, 95b para recibir el campo electromagnético producido por los segmentos. Los dispositivos de recepción 95a, 95b pueden ser dispositivos redundantes, en donde sólo uno de los dispositivos es necesario para el accionamiento del vehículo. Esto incrementa la fiabilidad de accionamiento. Sin
- 65

embargo, los dispositivos 95a, 95b también pueden ser dispositivos no redundantes los cuales pueden producir energía al mismo tiempo para el accionamiento del vehículo. Sin embargo, puede ocurrir en este caso que por lo menos uno de los dispositivos 95 no produzca energía eléctrica. En lugar de dos dispositivos de recepción, el vehículo puede comprender más dispositivos de recepción.

5 La siguiente descripción se refiere a todos estos casos y, además, al caso en el que el vehículo tenga únicamente un dispositivo de recepción.

10 Según los ejemplos representados en las figuras 9, el vehículo se desplaza desde la izquierda hacia la derecha. En la figura 9a, el vehículo 92 ocupa la vía por encima de los elementos T2, T3 y parcialmente ocupa la vía por encima de los elementos T1 y T4. Los dispositivos de recepción 95 o el dispositivo de recepción están/está colocado siempre por encima de los elementos los cuales están completamente ocupados por el vehículo. Este es el caso, porque la distancia entre los dispositivos de recepción al extremo más próxima del vehículo en la dirección longitudinal es mayor que la longitud de cada segmento de la instalación de conductores 112.

15 En la situación de la figura 9a, los elementos T2, T3 están conectados y todos los otros elementos T1, T4, T5 están desconectados. En la figura 9b, en donde el vehículo 92 ocupa completamente la vía por encima de los elementos T2, T3 y casi completamente ocupa la vía por encima del elemento T4, el elemento T2 ha sido desconectado, porque los dispositivos de recepción 95 o el dispositivo de recepción han/ha dejado ya la zona por encima del elemento T2 y el elemento T4 será conectado tan pronto como el vehículo ocupe completamente la zona por encima del elemento T4. Este estado, cuando se conecta el elemento T4, está representado en la figura 9c. Sin embargo, entretanto el elemento T3 ha sido desconectado.

20 La figura 10 muestra una instalación la cual es similar a las instalaciones representadas en la figura 9. De hecho, puede ser una vista diferente de la misma instalación como se representa en la figura 9. Sin embargo, la figura 10 muestra piezas adicionales de la instalación. Cada uno de los segmentos sucesivos 103a, 103b, 103c de la instalación de conductores para la producción de un campo electromagnético está conectado a través de un conmutador separado 102a, 102b, 102c para la conexión y la desconexión del elemento 103, a la línea principal 108. En el caso de un sistema de corriente alterna de tres fases, la línea principal 108 puede comprender conductores o cables por cada fase. El extremo alejado de la línea principal 108 (en el lado de mano derecha de la figura 10, pero no representado) puede comprender un punto en estrella común para todas las tres fases. En el lugar opuesto de la línea principal 108, está conectada a una fuente de energía 101. Tal como la instalación según los bloques 101, 102 como se representa en la figura 6.

25 Cada una de las figuras 12 y 13 muestra una instalación de conductores que tiene siete segmentos los cuales pueden ser conectados y desconectados separadamente, en donde cada figura muestra dos estados de conmutación diferentes de la instalación de conductores.

30 Las instalaciones representadas en las figuras 12 y 13 son ejemplos y esta pensados para ilustrar una forma de realización preferida de la invención. Sin embargo, el número de segmentos, los cuales son parte de la instalación de conductores se puede variar en la práctica. En particular, puede haber más de siete segmentos, en particular si la longitud de los segmentos en la dirección del desplazamiento del vehículo (no representado en las figuras 12 y 13) es más corta que la longitud del vehículo.

35 En las figuras 12 y 13 los segmentos están representados esquemáticamente y están indicados mediante los signos de referencia T1 - T7. Las instalaciones representadas en la figura 9 pueden ser una parte de la instalación representada en las figuras 12 o 13. En particular, las líneas de conductores para transportar las fases de la corriente alterna pueden estar instaladas en el modo descrito antes en este documento, por ejemplo como se representa en la figura 1, la cual puede ser la ilustración de un segmento individual, en el que el conmutador del punto en estrella SE del segmento se ha omitido.

40 La instalación representada en las figuras 12 y 13 comprende una línea de alimentación de tres fases, la cual está representada por encima de la línea consecutiva de segmentos T1 - T7. En cada interfaz entre dos segmentos consecutivos T1 - T7, existe un conmutador de tres fases SP2 - SP7. Estos conmutadores SP2 - SP7 conectan las tres fases de la línea de alimentación 135 con la interfaz entre los dos segmentos consecutivos, con tal de que el conmutador SP2 - SP7 esté cerrado. Si el conmutador SP2 - SP7 no está cerrado, esto es, está abierto, la respectiva interfaz está eléctricamente aislada contra la línea de alimentación.

45 En la interfaz respectiva, existe una conexión eléctrica entre las líneas correspondientes del segmento consecutivo (esto es, entre las líneas de ambos segmentos para transportar la fase U, para transportar la fase V y para transportar la fase W) y, además, una conexión de tres fases al conmutador respectivo SP2 - SP7. Sin embargo, según formas de realización alternativas, pueden ser utilizados conmutadores adicionales para la desconexión de las líneas de por lo menos uno de los segmentos consecutivos de la interfaz.

50 Adicionalmente, cada interfaz entre dos segmentos consecutivos T1 - T7 también está conectada a un conmutador SE2 - SE7. En el estado abierto del conmutador SE2 - SE7 no existe conexión entre las tres fases U, V, W en la

## ES 2 571 052 T3

interfaz. Sin embargo, en el estado cerrado del conmutador SE2 - SE7, las tres fases U, V, W están cortocircuitadas, esto es, se realiza una conexión en punto en estrella.

5 En la figura 12 y en la mitad superior de la figura 13 el conmutador de punto en estrella SE2 está cerrado y todos los otros conmutadores del punto en estrella SE1 y SE3 - SE8 están abiertos. En la mitad inferior de la figura 13, únicamente está cerrado el conmutador del punto en estrella SE3 y todos los otros conmutadores del punto en estrella SE1, SE2 y SE4 - SE8 están abiertos.

10 En la forma de realización representada en las figuras 12 y 13, también existen conmutadores de los conectores de la línea de alimentación SP8 y SP1 al principio del segmento T7 y en el extremo del segmento T1, respectivamente. Adicionalmente, existen conmutadores del punto en estrella SE8 y SE1 para realizar una conexión en punto en estrella al principio del segmento T7 y en el extremo del segmento T1, respectivamente.

15 El funcionamiento de la instalación representada en las figuras 12 y 13 es como sigue, por ejemplo: empezando con la situación ilustrada en la mitad superior de la figura 12, únicamente es accionado el segmento T2. Por ejemplo, un vehículo puede ocupar la sección de la trayectoria del desplazamiento la cual se extiende a lo largo del segmento T2, esto es, el dispositivo de recepción del vehículo o los dispositivos de recepción del vehículo pueden estar en la sección del segmento T2. En particular, el segmento T2 puede estar instalado por debajo de la vía de un vehículo ferrocarril y el dispositivo o los dispositivos de recepción pueden estar por encima del segmento T2.

20 A fin de realizar el accionamiento del segmento T2 como el único segmento el cual está conectado, el conmutador de la línea de alimentación SP3 está cerrado y el conmutador del punto en estrella SE2 está cerrado. Todos los otros conmutadores de la línea de alimentación SP y todos los otros conmutadores del punto en estrella SE están abiertos. Por consiguiente, el extremo delantero del segmento T2 (el "extremo delantero" se comprenderá que está  
25 ubicado en el lado de mano derecha de las figuras 12 y 13) está conectado a la línea de alimentación 135. Puesto que los extremos traseros de las tres líneas del segmento T2 están cortocircuitadas por el conmutador del punto en estrella cerrado SE2, las tres líneas en el segmento T2 están transportando las tres fases de una corriente alterna y se genera el campo electromagnético deseado a fin de proporcionar energía eléctrica al vehículo. Aunque los extremos traseros de las líneas del segmento T3 también están conectados a la línea de alimentación 135 a través  
30 del conmutador de la línea de alimentación SP3, las líneas del segmento T3 no están transportando una corriente alterna, puesto que los extremos delanteros de las líneas del segmento T3 tampoco están conectadas a un punto en estrella común ni a la línea de alimentación.

35 El vehículo se está desplazando desde el lado de mano izquierda de la figura 12 hacia el lado de mano derecha de la figura 12. Por consiguiente, el dispositivo o los dispositivos de recepción del vehículo entrarán en la sección de la trayectoria del desplazamiento a lo largo del segmento T3. Preferiblemente, antes de que el dispositivo de recepción realmente entre en el segmento T3, este segmento es conectado de modo que será accionado al mismo tiempo que el segmento T2, esto es, los segmentos T2 y T3 son segmentos consecutivos los cuales son accionados al mismo  
40 tiempo.

A fin de conectar el segmento T3, primero se cierra el conmutador de la línea de alimentación SP4. Como resultado, la conexión en serie de las líneas correspondientes del segmento T2 y T3 está conectada a la línea de alimentación 135 a través del conmutador de la línea de alimentación SP4 y, el otro lado de la conexión en serie, todavía está  
45 conectada a un punto en estrella común a través del conmutador del punto en estrella SE2. Por lo tanto, una corriente alterna de tres fases es transportada por las líneas de los segmentos T2 y T3.

En una etapa siguiente, el conmutador de la línea de alimentación SP3 en la interfaz entre los dos segmentos consecutivos T2, T3 está abierto, como se representa en la mitad inferior de la figura 12.

50 A continuación, como una opción, se puede conectar el segmento T4 de la misma manera que el segmento T3, de modo que las tres secciones consecutivas T2, T3, T4 son accionadas al mismo tiempo. Sin embargo, alternativamente, el segmento T2 se puede desconectar (como se describirá con referencia a la figura 13) antes de que se conecte el segmento T4. En cualquier caso, siempre existe por lo menos un segmento conectado y accionado en donde el dispositivo o los dispositivos de recepción del vehículo están ubicados mientras el vehículo se desplaza en la trayectoria del desplazamiento.

60 La descripción anterior se puede aplicar no sólo a un sistema de tres fases. En cambio, cualquier instalación de conductores que tenga segmentos consecutivos, las líneas de los cuales pueden estar conectadas en serie unas a las otras, puede ser accionada cerrando primero el conmutador de la línea de alimentación y abriendo entonces el otro conmutador de la línea de alimentación en la interfaz como se ha descrito antes en este documento. Por ejemplo, la otra instalación de conductores puede tener únicamente dos fases (y por lo tanto sólo dos líneas en cada segmento) o más de tres fases con un número correspondiente de líneas en cada segmento. Una instalación de conductores alternativa de este tipo también puede ser accionada de la manera descrita más adelante en este documento con relación a la figura 13.

65

A fin de desconectar el segmento T2 cuando los segmentos T2 y T3 son accionados al mismo tiempo, el conmutador del punto en estrella SE3 se cierra primero. Como resultado, las fases en la interfaz entre los segmentos consecutivos T2, T3, los cuales son accionados al mismo tiempo, son cortocircuitadas y, por lo tanto, la corriente a través del segmento T2 deja de fluir. En una etapa siguiente, el conmutador del punto en estrella SE2 se puede abrir.

La descripción con relación a las figuras 12 y 13 es sólo un ejemplo. Como se ha mencionado antes, la instalación de conductores se puede modificar con respecto al número de fases y/o con respecto a la realización de los conmutadores de la línea de alimentación y los conmutadores del punto en estrella. Por ejemplo, puede haber conmutadores adicionales en las interfaces entre segmentos consecutivos a fin de abrir o cerrar la conexión entre las líneas correspondientes en los segmentos consecutivos.

Sin embargo, según la forma de realización preferida la cual ha sido descrita antes en este documento, existe una conexión en el extremo delantero del segmento la cual es accionado o en el extremo delantero de los segmentos consecutivos los cuales son accionados a la vez. El "extremo delantero" significa el lado del segmento o de los segmentos el cual está colocado en la dirección de conducción del vehículo. Por lo tanto, el vehículo está conduciendo desde la izquierda hacia la derecha en el ejemplo proporcionado en las figuras 12 y 13. Si el vehículo estuviera conducido desde la derecha hacia la izquierda, el conmutador de la línea de alimentación SP2 y el conmutador del punto en estrella SE4 deberían estar cerrados y todos los otros conmutadores deberían estar abiertos cuando son accionados los segmentos T2 y T3. En este caso, el extremo delantero sería el izquierdo.

Como se ha mencionado, se prefiere que el conmutador de la línea de alimentación, el cual está cerrado, esté colocado en el extremo delantero del segmento o de los segmentos el cual o los cuales son accionados. Por lo tanto, el conmutador del punto en estrella, el cual también está cerrado, está colocado en el extremo trasero del segmento o de los segmentos el cual o los cuales son accionados.

Se debe observar que no más de un vehículo puede desplazarse sobre la trayectoria del desplazamiento al mismo tiempo. Por ejemplo, a fin de proporcionar energía a un vehículo adicional, los segmentos T6 y T7 pueden ser accionados al mismo tiempo que el segmento T2 en la situación representada en la mitad superior de la figura 12. Por consiguiente, el conmutador del punto en estrella SE6 y el conmutador de la línea de alimentación SP8 serán conectados. Los vehículos serán conducidos en la misma dirección.

La figura 14 muestra una instalación con cinco segmentos consecutivos de una instalación de conductores. Los segmentos T1 y T5 están colocados en los extremos opuestos de la instalación de conductores. Los segmentos T2, T3, T4 son segmentos que tienen una longitud menor que la longitud de un vehículo el cual puede desplazarse sobre la trayectoria del desplazamiento correspondiente.

Una línea de alimentación 145 está conectada a un suministro de potencia 147 (tal como la fuente de corriente alterna constante representada en la figura 6). La línea de alimentación 145 se extiende a lo largo de los segmentos T2, T3, T4, pero no a lo largo de los segmentos T1 y T5. En la práctica, los segmentos T1 y T5 también pueden ser más cortos que la longitud de un vehículo al cual se le va a suministrar energía. Adicionalmente, puede haber más segmentos que se extiendan en paralelo a la línea de alimentación.

En cada interfaz entre los segmentos T2, T3 y T4, las líneas de estos segmentos están conectadas en serie unas a las otras. Sin embargo, en las interfaces entre los segmentos T1, T2 y T4, T5 existe un conmutador SC1, SC5 el cual desconecta las líneas correspondientes de los segmentos consecutivos, si el conmutador está abierto.

De forma similar a las instalaciones representadas en las figuras 12 y 13, existen conmutadores del punto en estrella SE1 - SE4 en cada interfaz entre segmentos consecutivos. Adicionalmente, también de forma similar a las figuras 12 y 13 existe un conmutador de la línea de alimentación SEP1 - SP4 en cada interfaz.

A fin de compensar la inductividad de fuga de los segmentos, están instaladas capacidades CF1 - CF5 en las interfaces entre segmentos consecutivos. Más precisamente hablando, existe por lo menos un condensador en cada línea de modo que por lo menos tres condensadores forman las capacidades CF1 - CF5. Además, existen más capacidades CT1 - CT8 y CT9 - CT18, las cuales están instaladas a lo largo de los segmentos más largos T1 y T5 para compensar sus inductividades de fuga. Todos los conmutadores SP1 - SP4, SE1 - SE4 y SC1, SC5, la línea de alimentación 145, las capacidades CF1 - CF5 y/o el suministro de potencia 147 deben estar colocados en el interior del mismo conjunto 149, tal como un recipiente. Sin embargo, en la práctica, la línea de alimentación se puede extender a lo largo de la trayectoria del desplazamiento y puede estar enterrada en el suelo por debajo de la trayectoria del desplazamiento. Se prefiere que la línea de alimentación esté protegida de modo que se evite que los campos electromagnéticos producidos por las fases de la línea de alimentación penetren en el medio ambiente, o, se reduzcan significativamente con respecto a su intensidad de campo.

Como se ha mencionado antes en este documento, se prefiere que todos los segmentos consecutivos los cuales son accionados al mismo tiempo estén conectados en serie unos a otros y no en paralelo unos a otros. La instalación representada en la figura 14 es una forma de realización de una versión preferida de la invención esto es

5 utilizando conexiones en punto en estrella en las interfaces entre segmentos consecutivos. Los extremos de los segmentos T1 y T5 (en el lado de mano derecha del segmento T1 y en el lado de mano izquierda del segmento T5) también están conectados en el punto en estrella, esto es, las tres líneas de segmentos T1 y T5 están cortocircuitadas al final. Por consiguiente, a fin de evitar situaciones en las que los segmentos los cuales son accionados al mismo tiempo estén eléctricamente en paralelo unos a los otros, están provistos los conmutadores SC1 y SC5 y se abren si es necesario.

10 La figura 15a muestra una instalación de conmutadores Z1, Z2 para conmutar una fase individual. Los conmutadores Z1, Z2 son conmutadores de semiconductor, preferiblemente transistores bipolares de puerta aislada (IGBT), pero también pueden ser otros conmutadores de semiconductores tales como transistores GTO (Gate Turn-Off Transistor).

15 Los electrodos de control 151, 152 de los conmutadores Z1, Z2 están conectados a un dispositivo de control 153. El control de los conmutadores se puede realizar de cualquier manera conocida en la técnica. Elementos y conexiones adicionales para la realización del control no están representados en las figuras 15a-c.

20 En las figuras 15b y 15c, se ilustran dos estados de accionamiento diferentes de la instalación de conmutadores. En la figura 15b una corriente eléctrica está fluyendo desde la parte superior a través del conmutador Z1 al punto de conexión 154 entre los conmutadores Z1, Z2 y, desde ahí, a través del diodo de efecto volante D2 el cual está conectado en paralelo al conmutador Z2.

25 Según la ilustración de la figura 15c, la corriente fluye en la dirección opuesta a través de la instalación de conmutadores, a través del conmutador Z2, entonces hacia el punto de conexión 154 y después a través del diodo de efecto volante D1 el cual está conectado en paralelo al conmutador Z1.

30 A fin de realizar un conmutador en punto de estrella (tal como los conmutadores SE1 - SE8 en las figuras 12 y 13), únicamente un conmutador de semiconductor se requiere para cada fase. Por ejemplo, sobre la base de la instalación representada en la figura 15, la mitad inferior de la instalación se puede omitir, esto es, únicamente existe el conmutador Z1 y el diodo de efecto volante correspondiente D1 para cada fase. Las tres fases están conectadas unas a otras en el punto de conexión 154. También son posibles otras configuraciones de conmutadores, tales como conmutadores mecánicos tradicionales.



**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema para la transferencia de energía eléctrica a un vehículo (81; 92), en el que:

5 - el sistema comprende una instalación de conductores eléctricos (12) para la producción de un campo electromagnético alterno y para transferir de ese modo la energía al vehículo (81; 92),

10 - la instalación de conductores eléctricos (12) comprende por lo menos dos líneas (1, 2, 3), en la que cada línea (1, 2, 3) está adaptada para transportar una diferente de las fases (U, V, W) de una corriente eléctrica alterna,

15 - la instalación de conductores comprende una pluralidad de segmentos (T1, T2, T3, T4, T5), en la que cada segmento (T1, T2, T3, T4, T5) se extiende a lo largo de una sección diferente de la trayectoria del desplazamiento del vehículo, en la que cada segmento (T1, T2, T3, T4, T5) comprende secciones de línea de las por lo menos dos líneas (1, 2, 3) y en la que cada segmento (T1, T2, T3, T4, T5) puede ser conectado y desconectado separadamente de los otros segmentos(T1, T2, T3, T4, T5),

caracterizado por que

20 - la instalación de conductores está instalada de tal manera que por lo menos dos segmentos consecutivos pueden ser accionados a la vez, en la que secciones de las líneas correspondientes para transportar la misma fase (U, V, W) de la corriente alterna en las secciones consecutivas están conectadas en serie unas a otras, formando de ese modo conexiones en serie de los segmentos consecutivos (T1, T2, T3, T4, T5),

25 - un conmutador o una instalación de conmutadores (SP3, SE3) está colocado en una interfaz entre segmentos consecutivos (T2, T3) de la instalación de conductores y

30 - el conmutador o la instalación de conmutadores (SP3, SE3) en la interfaz y conmutadores adicionales (SP2, SE2, SP4, SE4) son accionados de tal manera que, si únicamente uno (T2) de los por lo menos dos segmentos consecutivos (T2, T3) es accionado al mismo tiempo, las secciones de las líneas del segmento (T2) el cual es accionado están conectadas a un punto en estrella común y a un sistema de suministro de potencia (121, 122, 123).

35 2. El sistema de la reivindicación anterior en el que el conmutador o la instalación de conmutadores (SP3, SE3) en la interfaz y los conmutadores adicionales (SP2, SE2, SP4, SE4) son accionados de tal manera que si por lo menos dos segmentos consecutivos (T2, T3) son accionados al mismo tiempo, las conexiones en serie de los segmentos consecutivos (T2, T3) están conectadas a un punto en estrella común y a un sistema de suministro de potencia (121, 122, 123).

40 3. El sistema de la reivindicación 1 o 2 en el que el los segmentos (T1, T2, T3, T4, T5) son más cortos que la longitud de un vehículo (81; 92) en la dirección del desplazamiento y en el que el sistema está adaptado para accionar los segmentos (T1, T2, T3, T4, T5) únicamente si un vehículo (81; 92) está ocupando una sección respectiva de la trayectoria del desplazamiento en donde está ubicado el segmento (T1, T2, T3, T4, T5).

45 4. El sistema de la reivindicación anterior en el que el sistema está adaptado para conectar los segmentos (T1, T2, T3, T4, T5) únicamente si un vehículo (81; 92) está ocupando completamente una sección respectiva de la trayectoria del desplazamiento.

5. Un procedimiento para la transferencia de energía eléctrica a un vehículo (81; 92), en el que:

50 - un campo electromagnético es producido por una instalación de conductores eléctricos (12) colocada a lo largo de la vía transfiriendo de ese modo la energía eléctrica al vehículo (81; 92),

55 - el campo electromagnético está producido mediante la conducción de fases diferentes (U, V, W) de una corriente alterna a través en por lo menos una primera línea (1) y una segunda línea (2) de la instalación de conductores eléctricos (12),

60 - segmentos (T1, T2, T3, T4, T5) de la instalación de conductores son conectados y desconectados separadamente de los otros segmentos (T1, T2, T3, T4, T5) a fin de generar el campo electromagnético en una zona limitada de la trayectoria del desplazamiento del vehículo en el que cada segmento (T1, T2, T3, T4, T5) se extiende a lo largo de una sección diferente de la trayectoria del desplazamiento del vehículo y en el que cada segmento (T1, T2, T3, T4, T5) comprende secciones de las por lo menos dos líneas,

caracterizado por que

65 - temporalmente, por lo menos dos segmentos consecutivos (T1, T2, T3, T4, T5) son accionados al mismo tiempo, en el que las secciones de las líneas correspondientes para transportar la misma fase (U, V, W) de la

corriente alterna en las secciones consecutivas (T1, T2, T3, T4, T5) están conectadas en serie unas a otras, formando de ese modo conexiones en serie de los segmentos consecutivos (T1, T2, T3, T4, T5),

5 - si únicamente uno de los por lo menos dos segmentos consecutivos es accionado a la vez, los segmentos de las líneas del segmento (T2) el cual es accionado están conectadas a un punto en estrella común y a un sistema de suministro de potencia (121, 122, 123).

10 6. El procedimiento de la reivindicación anterior en el que si los por lo menos dos segmentos consecutivos son accionados al mismo tiempo, las conexiones en serie de los segmentos consecutivos (T2, T3) son conectadas a un punto en estrella común y al sistema de suministro de potencia (121, 122, 123).

15 7. El procedimiento de la reivindicación anterior en el que las longitudes de los segmentos (T1, T2, T3, T4, T5) a lo largo de la trayectoria del desplazamiento son más cortas que la longitud de un vehículo (81; 92) en la dirección del desplazamiento y en el que los segmentos (T1, T2, T3, T4, T5) son conectados únicamente si un vehículo (81; 92) está ocupando ya la sección respectiva de la trayectoria del desplazamiento a lo largo de la cual se extiende el segmento (T1, T2, T3, T4, T5).

20 8. El procedimiento de la reivindicación anterior en el que los segmentos (T1, T2, T3, T4, T5) son conectados únicamente si un vehículo (81; 92) está ocupando completamente la sección respectiva de la trayectoria del desplazamiento.

25 9. El procedimiento de la reivindicación 7 u 8 en el que la ocupación de una sesión respectiva por un vehículo (81; 92) es detectada mediante la detección de una tensión y/o una corriente en el segmento (T1, T2, T3, T4, T5) o en un bucle separado, tensión y/o corriente la cual es causada por el acoplamiento inductivo del vehículo (81; 92) al segmento de la línea (T1, T2, T3, T4, T5) y/o la cual es causada por los campos electromagnéticos producidos por el vehículo (81; 92).

30 10. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9 en el que un segmento (T1, T2, T3, T4, T5) es conectado antes de que un dispositivo de recepción de un vehículo (81; 92) para la recepción de la energía transferida entre en la sección de la trayectoria del desplazamiento a lo largo de la cual se extiende el segmento (T1, T2, T3, T4, T5).

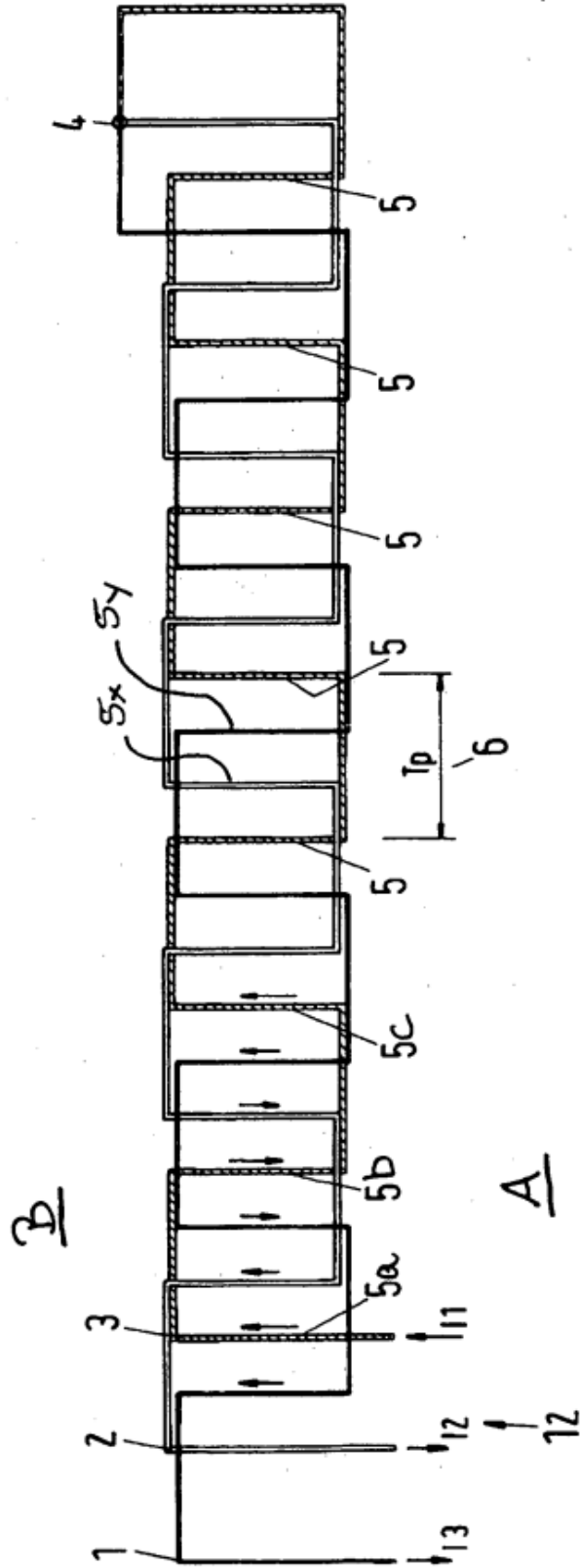


Fig.1

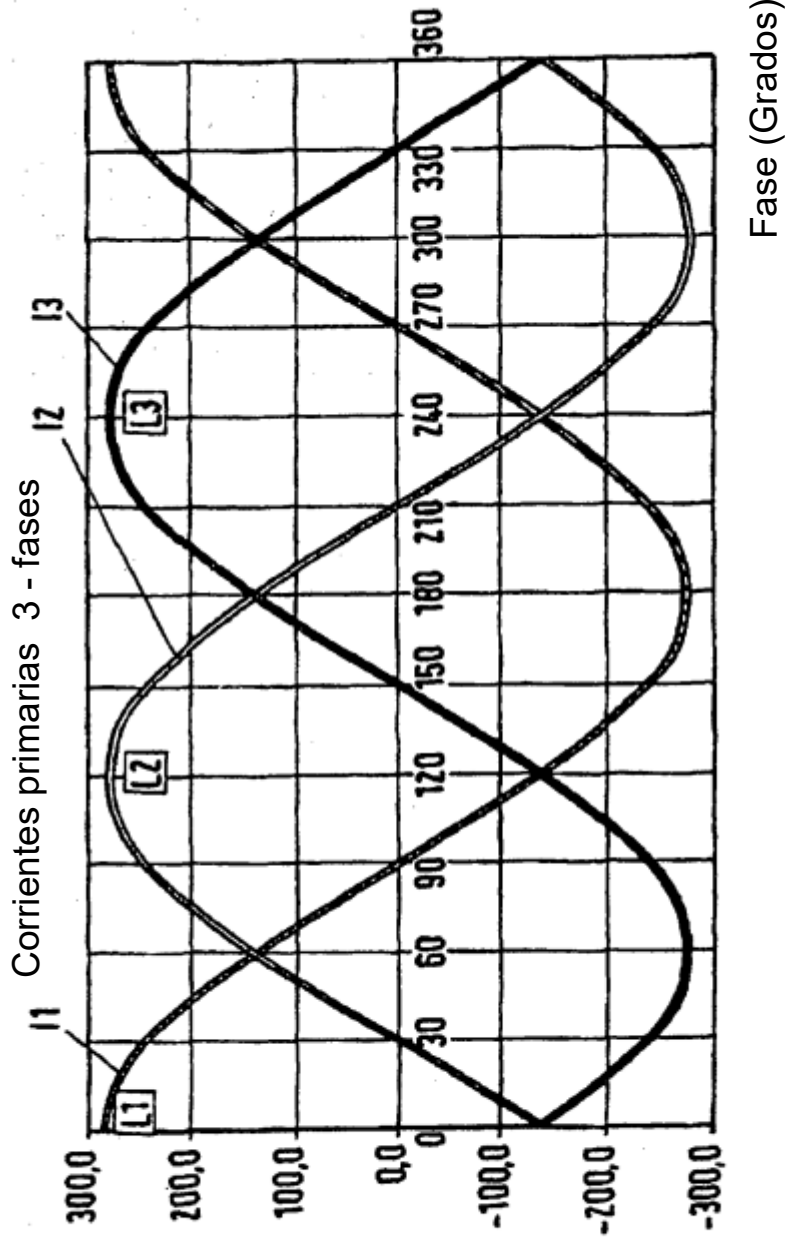


Fig.2

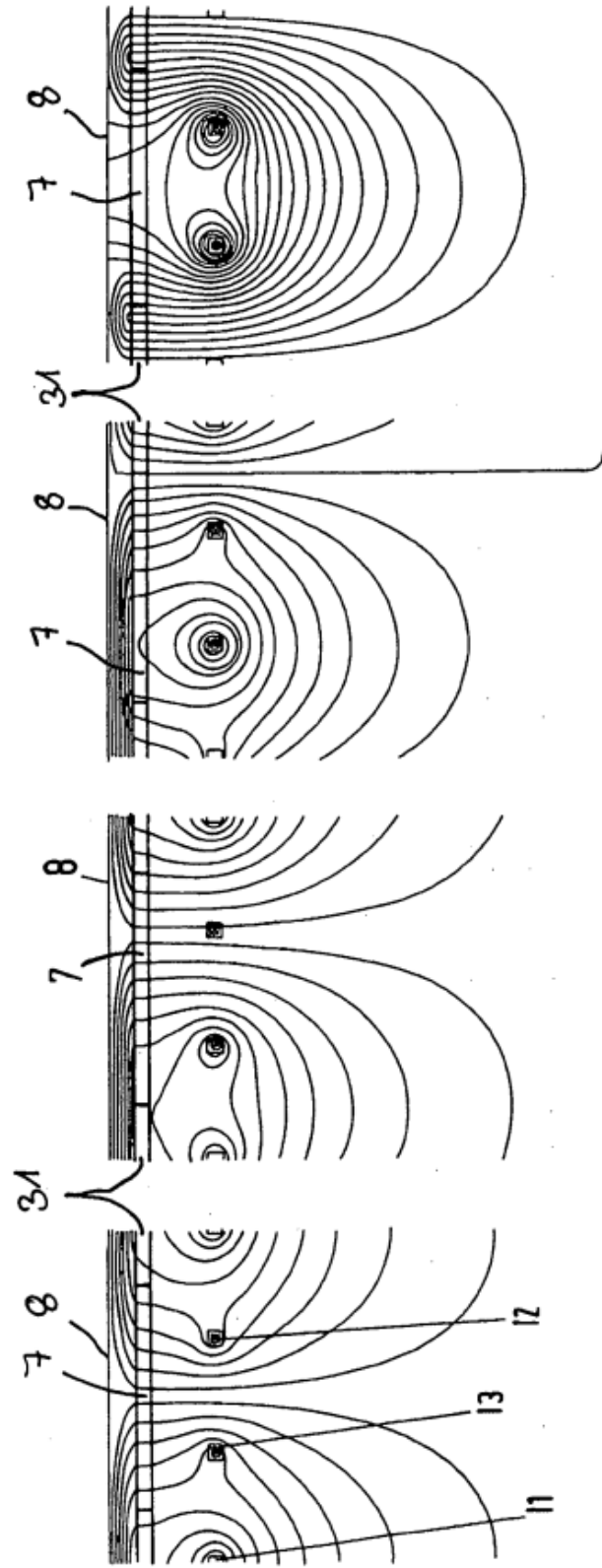


Fig.3

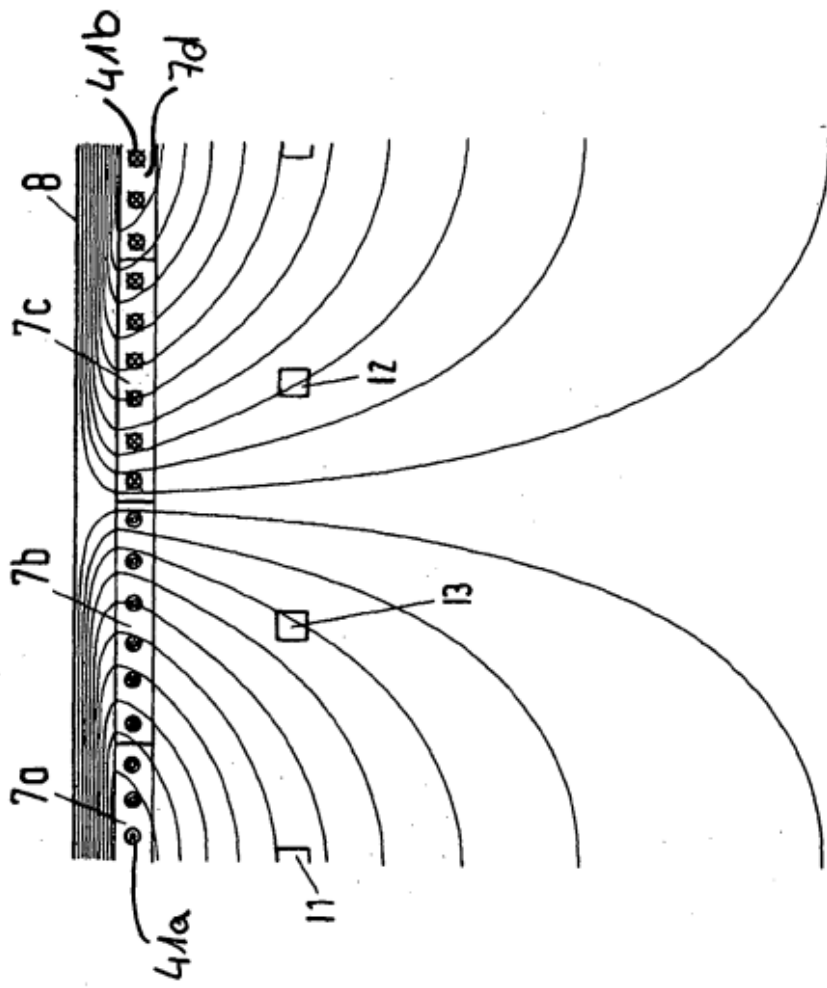


Fig.4

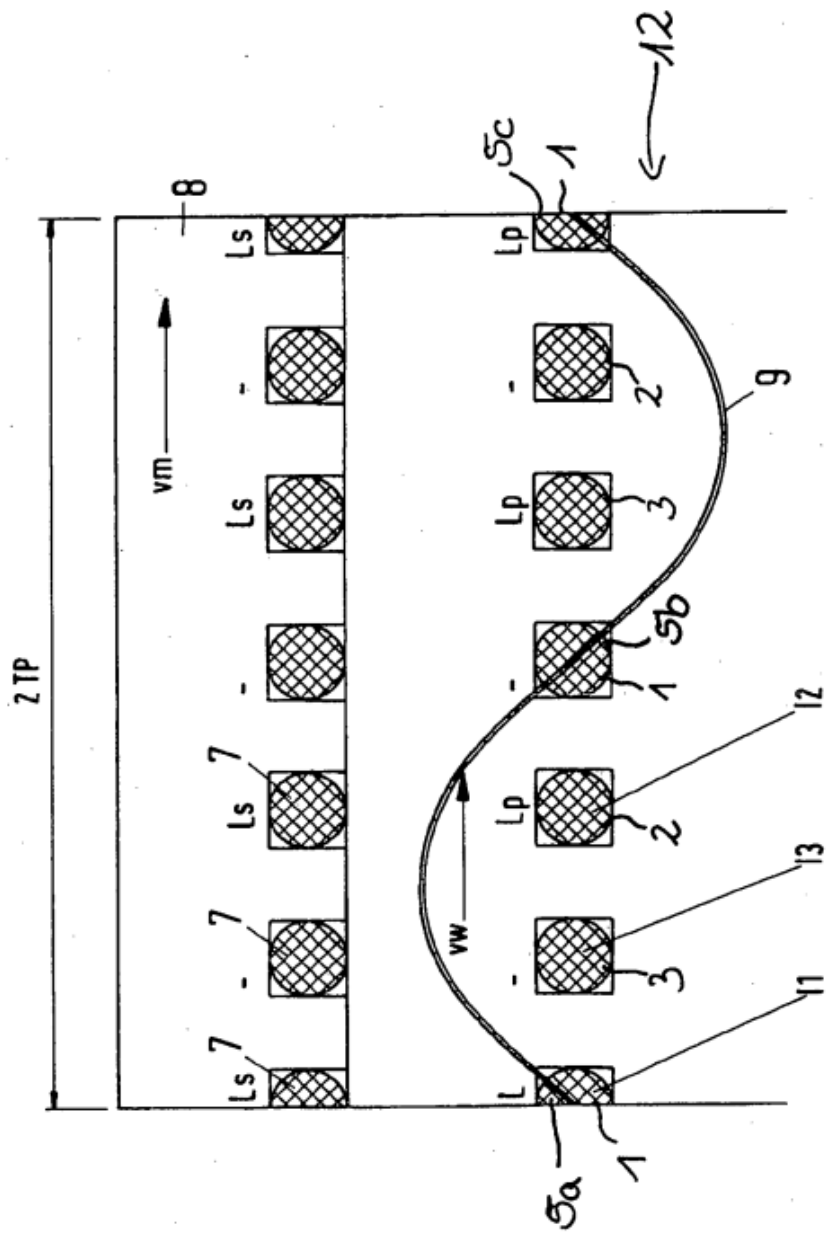
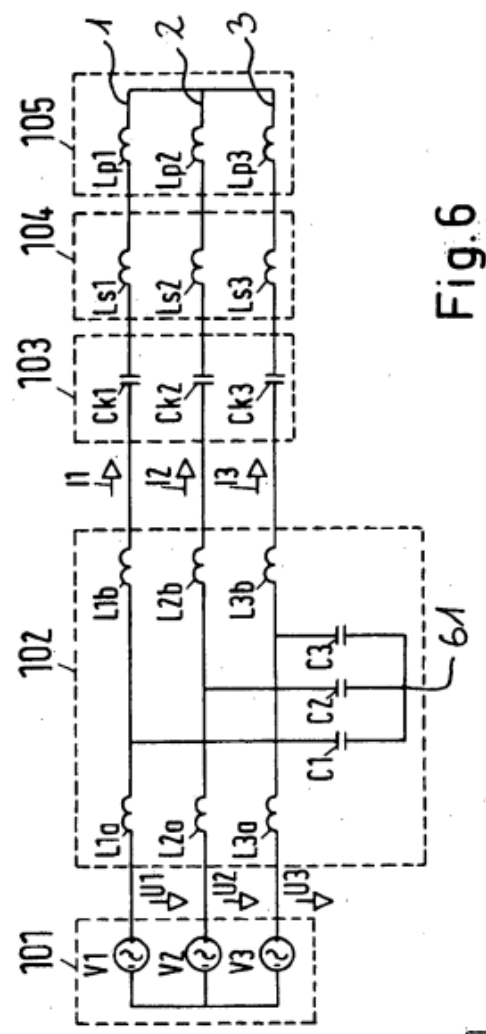
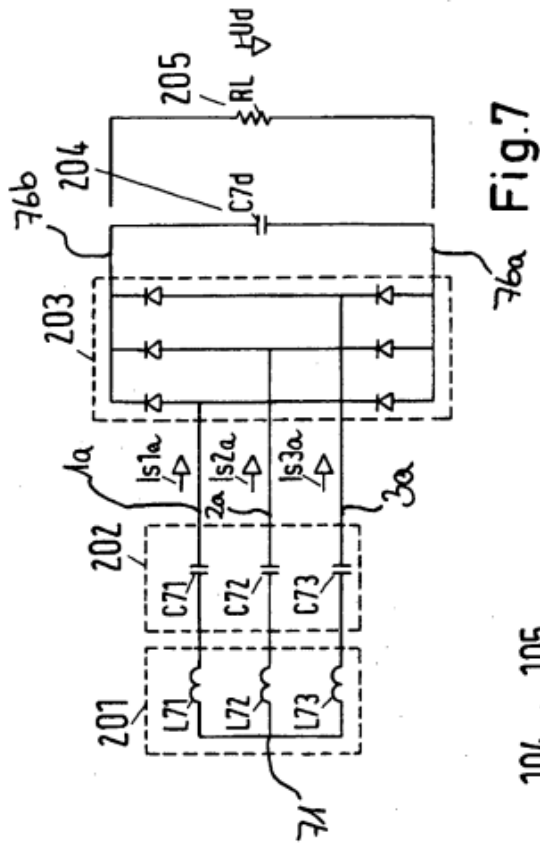


Fig.5





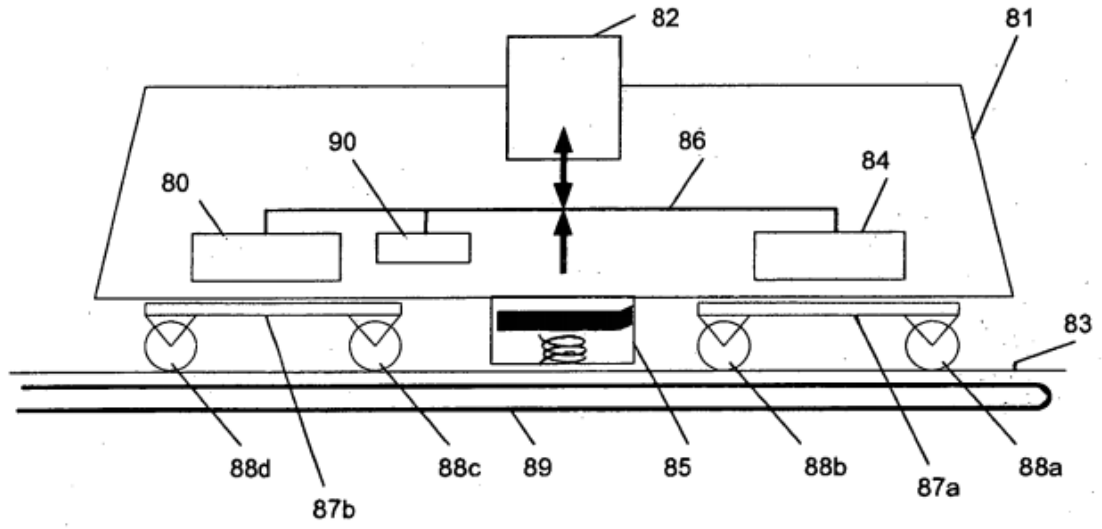


FIG . 8

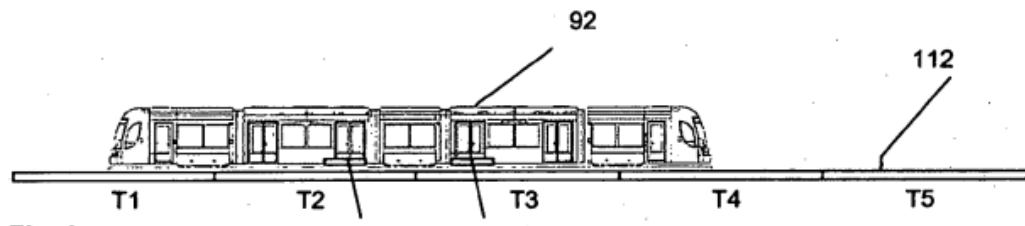


Fig. 9a

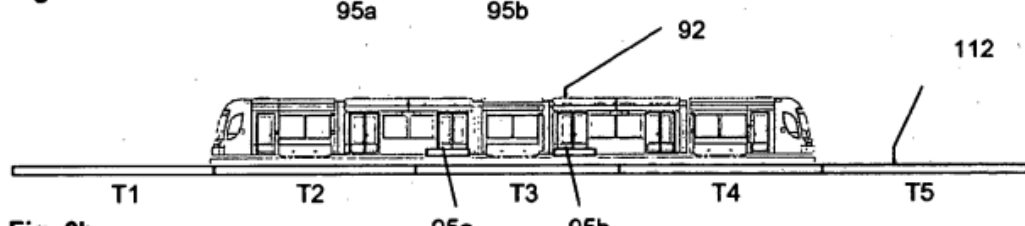


Fig. 9b

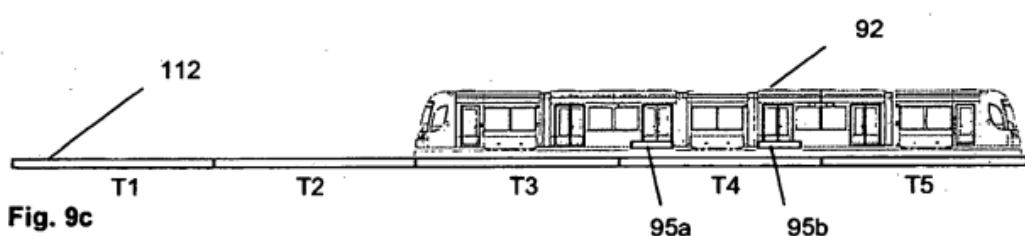


Fig. 9c

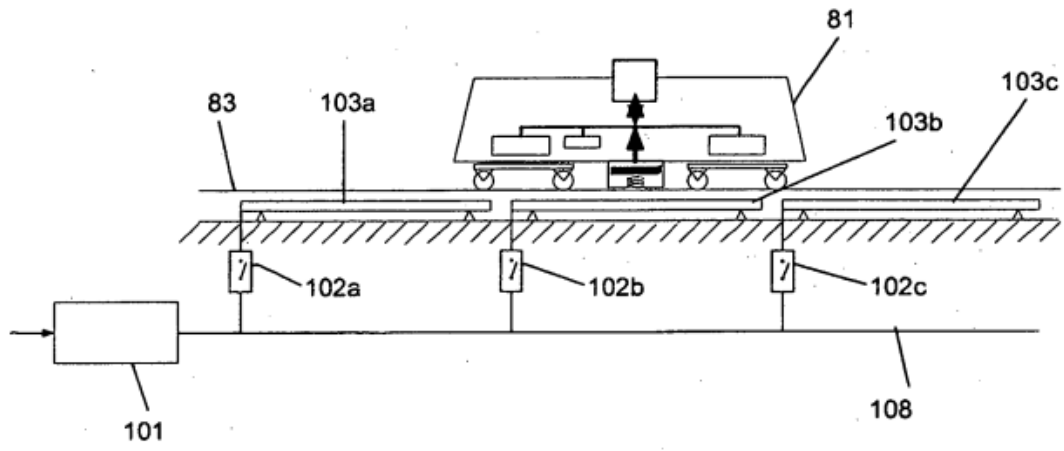


FIG. 10

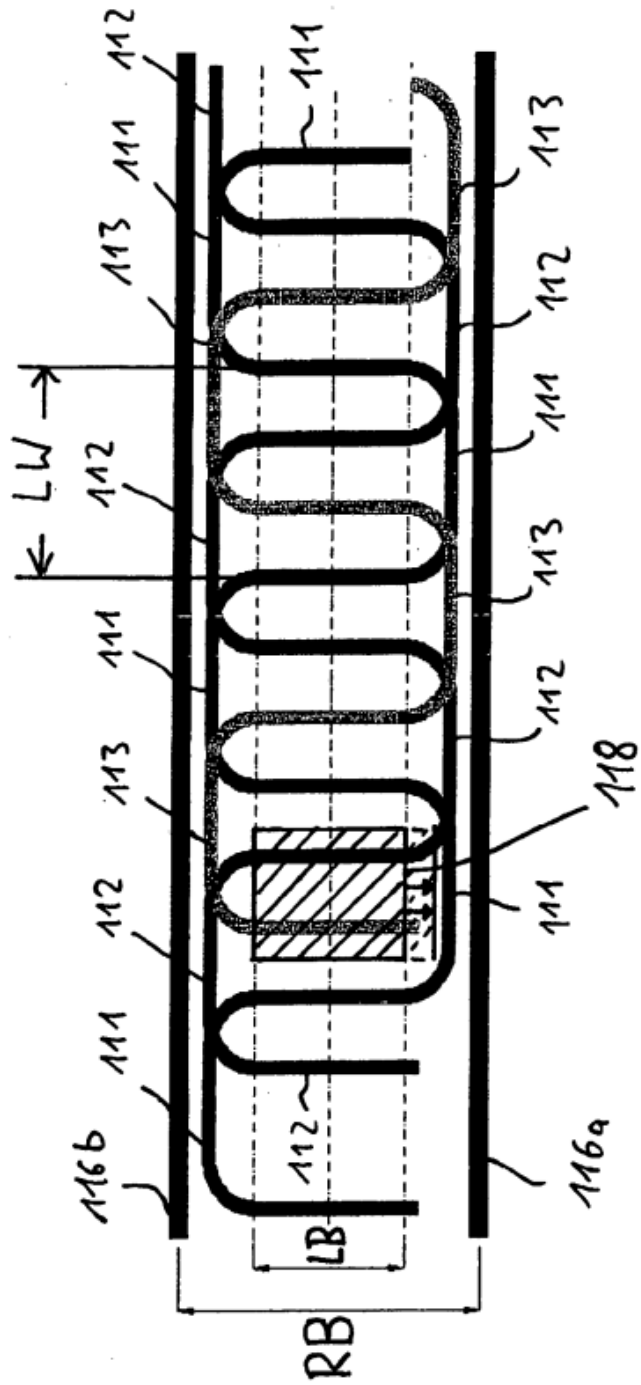


Fig. 11

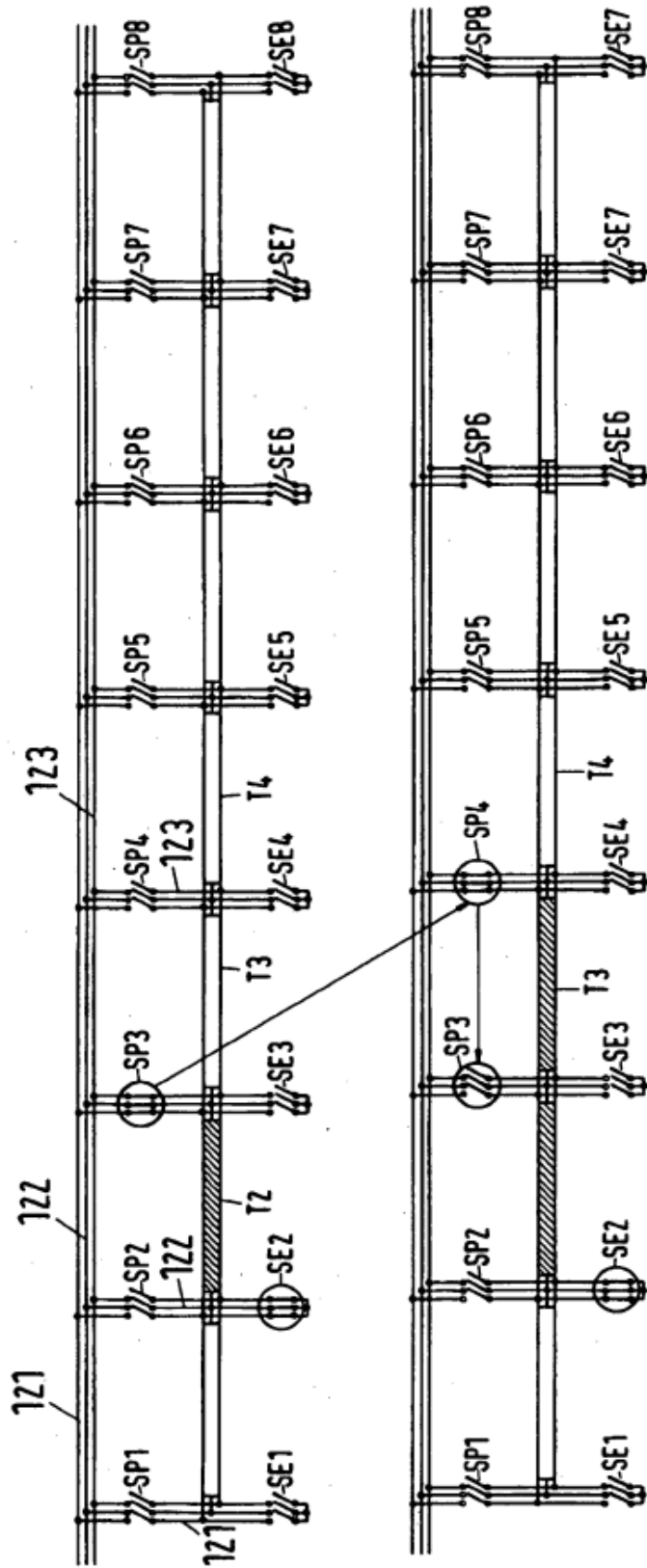


Fig.12

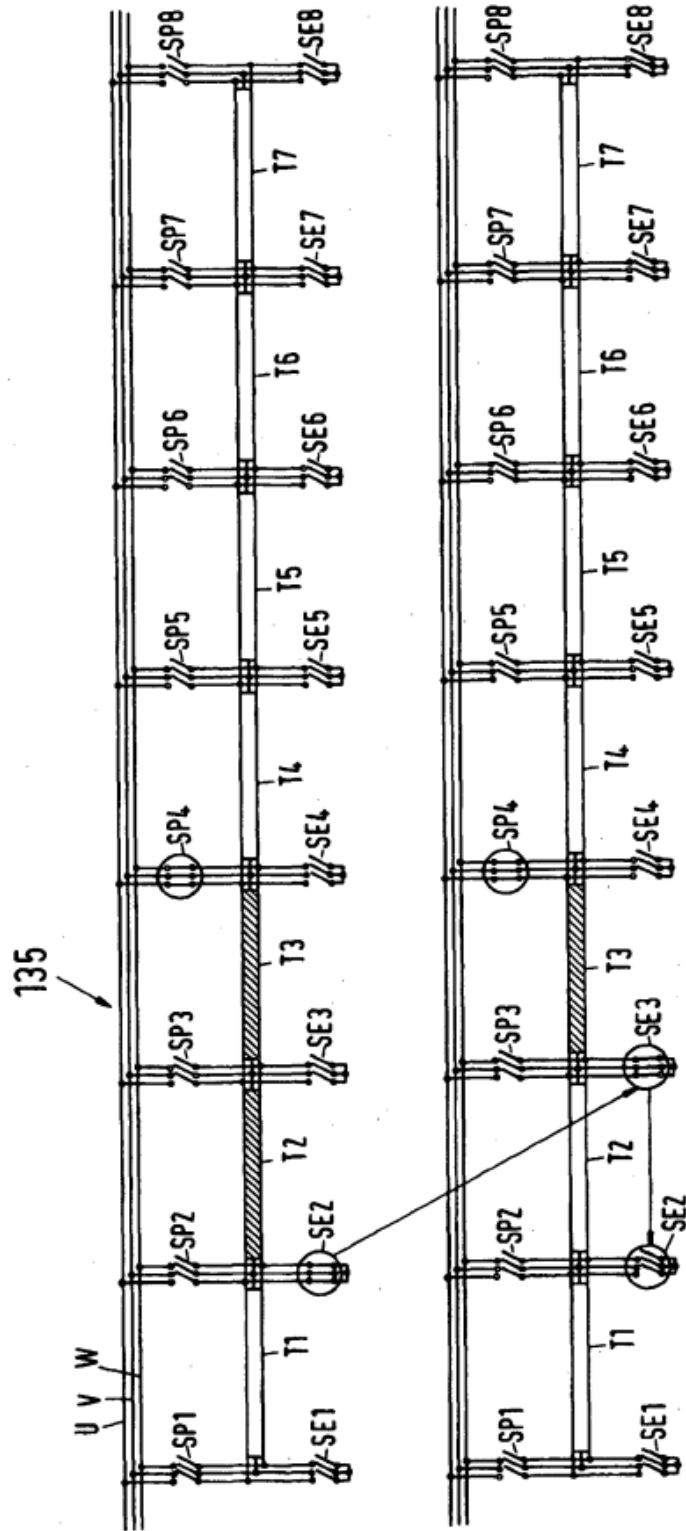


Fig.13

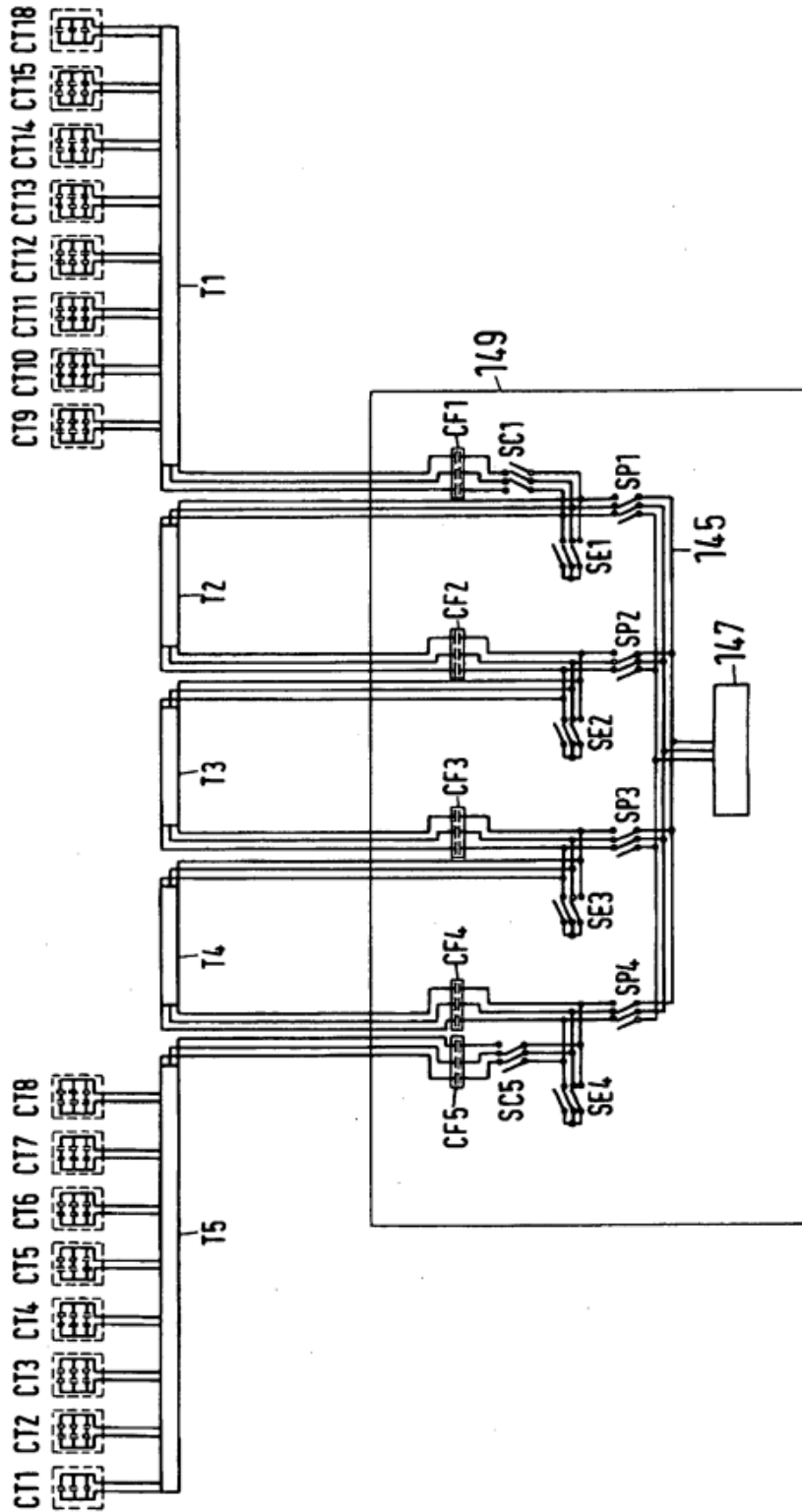


Fig.14

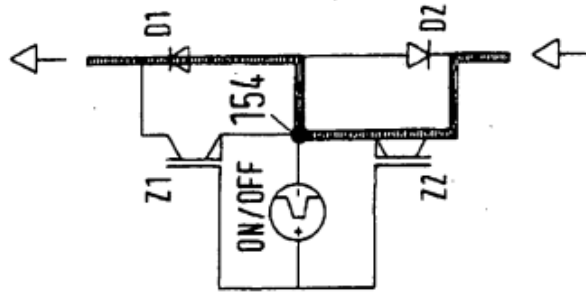


Fig. 15a

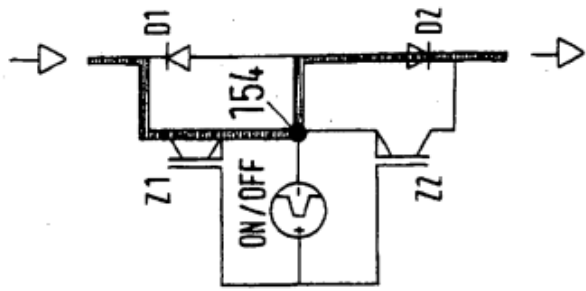


Fig. 15b

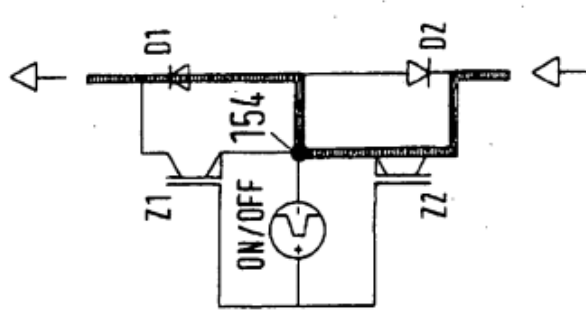


Fig. 15c