

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 695**

51 Int. Cl.:

**B60L 11/08** (2006.01)

**H02P 9/14** (2006.01)

**H02M 7/5387** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2007 E 07765030 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.10.2015 EP 2040954**

54 Título: **Disposición y procedimiento para la alimentación de elementos consumidores en un vehículo sobre carriles**

30 Prioridad:

**14.07.2006 DE 102006033046**

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

**22.12.2015**

73 Titular/es:

**BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH  
(100.0%)  
SCHÖNEBERGER UFER 1  
10785 BERLIN, DE**

72 Inventor/es:

**STILL, LUDWIG**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 554 695 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**

Disposición y procedimiento para la alimentación de elementos consumidores en un vehículo sobre carriles

5 La invención se refiere a una disposición y a un procedimiento para la alimentación de energía eléctrica a elementos consumidores en un vehículo sobre carriles. En el caso del vehículo sobre carriles se puede tratar en particular de un vehículo propulsor propulsado por una unidad de propulsión dieseleléctrica o de un vehículo sobre carriles que forma parte de una formación de tren que se propulsa mediante una unidad de propulsión dieseleléctrica.

10 En unidades de propulsión dieseleléctricas es habitual alimentar energía eléctrica a los elementos consumidores en el vehículo sobre carriles o en la formación de tren por que un generador, que se propulsa por el motor diésel, genera la energía eléctrica, el generador está conectado a un circuito intermedio de tensión continua y está previsto un inversor de elemento consumidor que genera una tensión alterna a partir de la tensión continua del circuito intermedio. Con el inversor de elemento consumidor está conectada una conexión de elemento consumidor de tensión alterna que transmite la energía eléctrica del inversor de elemento consumidor al elemento consumidor o a los elementos consumidores. En el caso de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna se puede tratar en particular de una conexión que tiene un denominado carril colector de corriente de tren. Por tanto, en el caso de los elementos consumidores se trata en particular de aquéllos que no sirven para la propulsión del vehículo sobre carriles o de la formación de tren sino para funciones como la calefacción, la luz y/o la instalación de aire acondicionado.

Una disposición de este tipo se representa de manera esquemática en la figura 1 adjunta. Un motor diésel 1 propulsa un generador 3 que genera una corriente alterna trifásica que se rectifica mediante un rectificador 5. El rectificador 5 está conectado a un circuito intermedio de tensión continua 7. Los potenciales del circuito intermedio de tensión continua 7 están designados con P-UD+ (lado superior representado en la figura 1 del circuito intermedio 7) y con P-UD- (lado inferior representado en la figura 1 del circuito intermedio 7). El potencial P-UD- está conectado en el punto designado con el número de referencia 19 con la masa de vehículo, en particular piezas metálicas del cuerpo de vehículo. De este modo está definido un potencial de referencia (en este caso: potencial de masa) para el circuito intermedio 7.

Al circuito intermedio 7 están conectados un inversor de tracción 9 que abastece a cuatro motores de propulsión 17 del vehículo sobre carriles mediante una conexión trifásica, un interruptor periódico de frenado 11 al que está conectada una resistencia de frenado 12, un inversor de motor auxiliar 13 que abastece a motores auxiliares 18 mediante una línea de corriente alterna trifásica, y un inversor de elemento consumidor 15 que alimenta energía eléctrica a dichos elementos consumidores mediante una conexión de elemento consumidor monofásica.

Además, tal como es habitual, están conectadas capacidades CD entre los potenciales del circuito intermedio 7. En otra configuración, el inversor de elemento consumidor puede alimentar energía eléctrica a los elementos consumidores mediante una conexión de elemento consumidor de tensión alterna trifásica.

El inversor de motor auxiliar 13 representado en la figura 1 está conectado mediante un transformador de separación 14, que provoca una separación galvánica, con los motores auxiliares 18. Además, también está previsto en la conexión de elemento consumidor de tensión alterna 16 un transformador de separación 21 de modo que existe una separación galvánica entre el inversor de elemento consumidor 15 y los elementos consumidores.

En la figura 1 no están representados los elementos consumidores sino sólo una parte de un carril colector de corriente de tren IZSS y conexiones eléctricas 23 para la conexión de los elementos consumidores o para la conexión de segmentos adicionales del carril colector de corriente de tren.

50 A partir de la figura 1 se puede apreciar que el carril colector de corriente de tren IZSS comprende sólo una línea. La segunda línea, que es necesaria para la transmisión de la energía del inversor de elemento consumidor a los elementos consumidores, se establece mediante la masa de vehículo/el carril de desplazamiento. Para ello, la línea 27 está conectada en el lado de salida del transformador de separación 21 (lado secundario) en el punto designado con 25 mediante una impedancia baja con la masa de vehículo. Además, esta línea 27 está conectada mediante los contactos de conexión a tierra de rueda/ruedas 29 del vehículo sobre carriles con el carril de desplazamiento 31.

Entre el inversor de elemento consumidor y el transformador de separación 21 está previsto un elemento L-C con una inductancia LZSS y con una capacidad CZSS como filtro. En el lado de elemento consumidor del transformador de separación 21 se encuentra un interruptor SZSS mediante el que se puede desconectar el carril colector de corriente de tren IZSS del transformador de separación 21, de modo que se puede apagar el suministro eléctrico de los elementos consumidores.

La relación de transformación del transformador de separación 21 se puede modificar de modo que se puede adaptar la relación de la tensión de salida con respecto a la tensión de entrada del transformador de separación 21.

65

Mediante el transformador de separación 21 tiene lugar una separación galvánica. Sin embargo, dado que están conectados tanto el potencial bajo P-UD- del circuito intermedio 7 directamente o también mediante una impedancia como una línea en el lado de elemento consumidor (lado secundario) del transformador de separación 21 directamente con la masa de vehículo/carril de desplazamiento, como resultado no existe una separación galvánica completa entre el inversor de elemento consumidor 15 o el circuito intermedio 7, por un lado, y los elementos consumidores, por otro lado. La devolución de corriente del elemento consumidor en el caso de una alimentación de carril colector de tren monofásica se realiza mediante contactos de conexión a tierra de rueda, ruedas y el carril de desplazamiento. Las verdaderas ventajas de la separación galvánica se eliminan mediante este tipo de devolución de corriente.

Por tanto, la invención se refiere a una disposición y a un procedimiento del tipo anteriormente mencionado que posibilitan reducir el peso, el volumen y los costes.

Por tanto, uno de los potenciales de tensión alterna de un elemento consumidor abastecido mediante el inversor de elemento consumidor o un potencial de una salida del inversor de elemento consumidor está configurado como un potencial de referencia común para el inversor de elemento consumidor y el elemento consumidor. Por tanto, en la conexión de elemento consumidor de tensión alterna se renuncia a una separación galvánica. Dado que tampoco el inversor de elemento consumidor provoca una separación galvánica con respecto al circuito intermedio, por regla general (salvo en el caso de un inversor bloqueado), uno de los dos potenciales del circuito intermedio está situado (directamente o mediante una inductancia) sobre el potencial de referencia común. Por tanto, en el caso de un inversor de elemento consumidor sincronizador también se conecta el generador mediante el rectificador y el circuito intermedio con el potencial de referencia común.

C. Gensler: "*Antriebssteuerung und -regelung im dieselelektrischen Triebzug Baureihe 605 drive control of D.M.U. class 605 Commande de Traction de L'Automotrice Diesel Elektrique Serie 605*" *Elektrische Bahnen, Oldenbourg Industrieverlag*, Múnich, DE tomo 99, N° 10, Octubre de 2001 (2001-10), páginas 422-429, XP0011 02839, ISSN: 0013-5437 describe el concepto de propulsión de los trenes propulsores dieseleléctricos con tecnología de inclinación, serie 605. Mediante la imagen 4 se describe la red de tracción y de a bordo. Se pueden apreciar motores diésel que en cada caso propulsan un generador de corriente cuya corriente alterna trifásica se rectifica y se alimenta en un circuito intermedio de tensión continua al que está conectado un denominado contenedor EVB. En el párrafo 2.3 "Bordnetzversorgung", en la columna izquierda y en la columna central en la página 424 se describe en más detalle el EVB (Energieversorgungsblock, bloque de suministro energético). El EVB proporciona las diferentes tensiones nominales para los elementos consumidores individuales de una unidad de tracción, por ejemplo, compresor de aire e instalación de refrigeración, compresores de climatización, enchufes en el compartimento de pasajeros, cargador de la batería de red de a bordo y frenos electromagnéticos sobre el carril. Con el tren parado se alimenta corriente alterna mediante una conexión externa. Según el estado operativo y el tipo de la alimentación se puede encender un EVB mediante contactores de acoplamiento también en el circuito intermedio de la otra unidad de tracción. De este modo, en el funcionamiento de sólo uno de los cuatro motores diésel se puede abastecer no sólo a una de las instalaciones de tracción sino también a toda la red de a bordo. El EVB opera diferentes inversores de fase IGBT y reguladores de corriente continua para diferentes tensiones.

M. Chollet *et al.*: "*Dieselelektrische Güterzuglokomotive Eurorunner. ER20 CH für die Litauische Staatsbahn - die sechssachsige dieselelektrische Lokomotivfamilie Eurorunner Diesel-Electric Freight Locomotive Eurorunner ER20 CF for the Lituanian Railways - The Six-Axle Diesel*", junio de 2007 (2007-06), Zevrail - Glasers Annalen, Georg Siemens Verlag, Berlin, Alemania, página(s) 138-150, XP001541450, ISSN: 1618-8330 describe mediante la imagen 10 el circuito eléctrico principal de la locomotora de tren de mercancías.

En la sala de máquinas de la locomotora se encuentra un bloque eléctrico en el que están integrados, entre otras cosas, los siguientes componentes y unidades funcionales: un puente rectificador no controlado, un circuito intermedio de tensión continua, dos inversores de pulso de tracción y un inversor en una tecnología IGBT refrigerada por agua para la alimentación de los motores auxiliares y la distribución de motores auxiliares y de batería.

Sin embargo, ahora existe el problema de que la tensión efectiva de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna se debe mantener en cualquier momento en un valor mínimo durante el funcionamiento por debajo del que se puede descender sólo temporalmente dentro de determinadas tolerancias. Sin embargo, en el caso de una parada del vehículo sobre carriles o cuando la tracción del vehículo sobre carriles es cero por otros motivos, por regla general, el generador se opera con un número de revoluciones bajo (en comparación con el funcionamiento habitual). Para alcanzar un número de revoluciones más alto del generador, la máquina de propulsión también se debería operar con un número de revoluciones más alto, lo que, sin embargo, implica un consumo de energía primaria elevado y (en particular en estaciones ferroviarias) una contaminación acústica no deseada.

Por tanto, una posible solución sería activar mediante válvulas electrónicas el inversor de elemento consumidor de modo que la polaridad del carril colector de tren cambia de manera correspondiente a una sincronización rectangular. A este respecto se regula el ancho de los bloques de tensión positivos y negativos, es decir, se dejan huecos variables idénticos para la semionda positiva y para la semionda negativa sin tensión. El artículo de Albrecht

Graefen en ETR, *Zeitschrift für die gesamte Eisenbahntechnik*, año 21, edición 10, Octubre de 1972, páginas 363 a 370 propone una solución de este tipo.

Sin embargo, un procedimiento de este tipo provoca armónicas inadmisibles molestas, es decir, se generan señales de frecuencia con amplitudes altas inadmisibles. Señales de frecuencia de este tipo alteran en particular el funcionamiento de otros convertidores de corriente que están conectados al circuito intermedio.

Es un objetivo de la presente invención indicar un procedimiento y una disposición del tipo anteriormente mencionado que garanticen una tensión efectiva alta de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna con un número de revoluciones bajo del generador y/o cuando la tracción del vehículo sobre carriles es cero, debiendo reducirse o evitarse, sin embargo, la generación de señales de frecuencia mediante la operación del inversor de elemento consumidor.

Para mantener lo suficientemente elevada la tensión efectiva de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna también en el caso de una parada del vehículo sobre carriles se proponen dos medidas alternativas que opcionalmente también se pueden combinar entre sí:

I. El generador se opera de manera sobreexcitada con un número de revoluciones bajo, mientras que el vehículo sobre carriles no requiere una fuerza de propulsión.

II. Válvulas del inversor de elemento consumidor se activan de modo que el valor efectivo de la tensión de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna está situado por encima de la tensión del circuito intermedio de tensión continua.

En los detalles de ambas medidas aún se entrará en más detalle. En ambos casos se pueden evitar de forma completa o parcial señales de frecuencia interferentes (armónicas) debido al funcionamiento del inversor de elemento consumidor. En la sobreexcitación del generador se puede ver esto directamente. En el procedimiento especial para el control del inversor de elemento consumidor aún se entra en los detalles de las medidas.

Para conseguir una tensión de salida más alta en el inversor de elemento consumidor, el generador, que preferiblemente es una máquina sincrónica, se puede operar de manera sobreexcitada con un número de revoluciones bajo. Éste es el caso en particular cuando el motor diésel, que propulsa el generador, funciona con un número de revoluciones bajo, ya que el vehículo sobre carriles no requiere una fuerza de propulsión. El funcionamiento del generador con una sobreexcitación facilita mantener intervalos de tensión de alimentación prescritas de los elementos consumidores.

De forma alternativa o adicional se puede aplicar el procedimiento descrito a continuación, teniendo la disposición preferiblemente instalaciones correspondientes.

Las válvulas del inversor de elemento consumidor se pueden activar al menos temporalmente de modo que el valor efectivo resultante de la tensión de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna está situado por encima del valor efectivo de una tensión de oscilación fundamental sinusoidal que se genera a partir de la tensión del circuito intermedio de tensión continua. A este respecto, las válvulas se activan mediante señales de modulación de ancho de pulso y se controlan los momentos de los flancos de las señales de modulación de ancho de pulso mediante una tensión deseada de control y una tensión de comparación, determinándose los momentos de los flancos mediante puntos de intersección de la tensión deseada de control y de la tensión de comparación. La tensión deseada de control se elige de modo que resulta un valor máximo de la tensión efectiva y se mantienen frecuencias de reloj definidas. Para este fin, las válvulas se conmutan temporalmente en el intervalo del valor máximo de tensión.

Por la conmutación temporal se entiende que las válvulas se pasan temporalmente al respectivo otro estado de conmutación y se pasan de vuelta al estado de conmutación con el que se mantiene (aproximadamente) el valor máximo del importe de tensión. La conmutación temporal de las válvulas tiene la ventaja de que se puede mantener la frecuencia de reloj de las señales de modulación de ancho de pulso y, por tanto, se pueden evitar señales de tensión armónicas definidas de baja frecuencia.

En particular, la tensión deseada de control se puede elegir de modo que una oscilación fundamental sinusoidal se solapa con una oscilación con la frecuencia de la tercera oscilación armónica de la oscilación fundamental que provoca la conmutación temporal.

Preferiblemente, las válvulas sólo se conmutan temporalmente durante los intervalos de tiempo en los que el importe de la tensión de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna debe adoptar su valor máximo cuando, según un criterio previamente definido, existe una necesidad de ello. Éste es el caso en particular cuando la tensión del circuito intermedio de tensión continua es baja y están bloqueados inversores conectados para la alimentación de energía eléctrica a motores de accionamiento del vehículo sobre carriles o de la formación de tren.

En todos los demás casos se puede intentar con procedimientos conocidos en sí por el estado de la técnica aumentar el valor efectivo de la tensión de salida del inversor de elemento consumidor, tal como también es el caso con el procedimiento de acuerdo con la invención anteriormente descrito.

5 Cuando dos o más inversores de elemento consumidor autónomos alimentan en cada caso energía eléctrica a  
 10 elementos consumidores con el mismo potencial de referencia mediante una conexión de elemento consumidor de  
 15 tensión alterna, sólo se puede renunciar a la separación galvánica en el caso de una de las conexiones de elemento  
 20 consumidor de tensión alterna. El motivo de ello es la conmutación cíclica de los potenciales de circuito intermedio  
 25 positivo-negativo en las salidas de los inversores de elemento consumidor. Si diferentes inversores de elemento  
 30 consumidor de un circuito intermedio están conectados en un lado de salida con un potencial común, entonces  
 35 resultan cortocircuitos de circuito intermedio en la conmutación. Lo mismo es válido también para inversores de  
 40 elemento consumidor trifásicos en los que una línea eléctrica que conecta el inversor sin una separación galvánica  
 45 con puntos de conexión para los elementos consumidores, por ejemplo, forma parte de un carril colector de corriente  
 50 de tren.

15 Como potencial de referencia común se puede considerar en particular también el potencial de carril del vehículo, ya  
 20 que en la conexión de elemento consumidor de tensión alterna sólo están dispuestas impedancias y/o resistencias  
 25 pequeñas insignificativas entre el potencial de carril y el inversor de elemento consumidor. En particular, para la  
 30 transmisión de la energía del inversor de elemento consumidor al o a los elementos consumidores, una segunda  
 35 línea eléctrica de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna puede conectar el inversor de elemento  
 40 consumidor sin una separación galvánica directamente o mediante impedancias bajas (L2ZSS, figura 4) con un  
 45 potencial de masa (en particular el potencial de carril) del vehículo. Por tanto, el carril de desplazamiento se puede  
 50 usar como una línea de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna. Igual que en el caso de soluciones  
 55 que son conocidas por el estado de la técnica, la conexión de elemento consumidor de tensión alterna, por ejemplo,  
 60 puede ser una conexión monofásica o una conexión trifásica. Del hecho de que la segunda línea no incluye una  
 65 separación galvánica resulta la posibilidad de definir también cualquier otro punto en la línea como punto de  
 referencia para el potencial de referencia.

25 Tal como se muestra en el ejemplo de acuerdo con las figuras 1 y 2, en vehículos sobre carriles se conducen  
 30 habitualmente la conexión a tierra del vehículo y la verdadera devolución de corrientes del carril de desplazamiento  
 35 al interior del vehículo mediante contactos de conexión a tierra de rueda/ruedas separados. La conexión a masa  
 40 directa del vehículo (punto 25) se realiza a este respecto mediante la rueda izquierda y la devolución de las  
 45 verdaderas corrientes de elemento consumidor mediante el carril de desplazamiento y los dos contactos de conexión  
 50 a tierra de rueda/ruedas derechos con respecto al punto PZSS1 de la conexión de elemento consumidor de tensión  
 55 alterna.

35 Preferiblemente, por motivos de redundancia, el punto de masa de vehículo 25 se conecta mediante una impedancia  
 40 baja tal como, por ejemplo, una inductancia saturable con corriente LP (figura 2) o, de manera alternativa a este  
 45 respecto, mediante un resistor de protección de baja impedancia de aproximadamente 0,05 a 0,2 ohmios con el  
 50 punto de conexión PZSS1.

40 El punto PZSS1 es un punto de conexión central para una devolución de la corriente de los elementos consumidores  
 45 al inversor de elemento consumidor. El término "devolución" se debe entender en el contexto con una "alimentación"  
 50 mediante otra línea (en este caso el carril colector de corriente de tren), tratándose en el caso de las corrientes de  
 55 corrientes alternas. En la configuración descrita en este caso, el punto de conexión está situado en el vehículo  
 60 propulsor y está conectado eléctricamente con ruedas del vehículo propulsor. Por ejemplo, está definido por que  
 65 forma la ramificación con respecto a la conexión de masa (punto 25) y/o forma el contacto con una de las ruedas. En  
 cualquier caso, el punto de conexión PZSS1 está situado en un punto que está separado galvánicamente del lado de  
 salida (lado de tensión alterna) del inversor de elemento consumidor en soluciones convencionales.

El potencial en el punto PZSS1 se puede definir como potencial de referencia.

50 Para detectar corrientes inversas no definidas mediante la masa de coche, en una configuración preferida, está  
 55 conectado un sensor de corriente  $T_p$  en la conexión entre el potencial de masa de vehículo (punto 25) y el punto de  
 60 conexión de la conducción de corriente inversa PZSS1 que detecta la corriente mediante la conexión  $y$ , en el caso  
 de una superación, desencadena medidas de protección.

55 De manera paralela a la bobina de estrangulación o al resistor de protección puede estar conectado de manera  
 60 ventajosa un condensador (en particular con una capacidad en el intervalo de 1 - 20  $\mu\text{F}$ ). De este modo se pueden  
 65 reducir o evitar corrientes provocadas mediante un acoplamiento capacitivo de diferentes circuitos eléctricos fuera  
 del vehículo.

60 La tensión en la conexión de elemento consumidor de tensión alterna se puede transformar mediante un  
 65 transformador sin una separación galvánica (autotransformador). Por tanto, en esta conexión de elemento  
 consumidor puede estar dispuesto un autotransformador, de modo que es posible un ajuste de la relación de la  
 tensión de alimentación de los elementos consumidores con respecto a la tensión de salida del inversor de  
 consumo. Sin embargo, un autotransformador con una relación de transmisión cerca de 1 (en particular en el  
 intervalo de 0,5 a 1,5) se puede realizar de manera fundamentalmente más sencilla con un volumen constructivo  
 menor y con costes menores que un transformador de separación.

De acuerdo con la reivindicación 1, la conexión de elemento consumidor de tensión alterna y/o una conexión eléctrica entre el punto de conexión de elemento consumidor y el elemento consumidor tiene un filtro paso bajo que se puede realizar mediante una inductancia y una capacidad. La capacidad está conectada entre una primera línea y una segunda línea de la conexión entre el inversor de elemento consumidor y el punto de conexión o el elemento consumidor.

De acuerdo con esta solución definida en la reivindicación 1, la inductancia está repartida por las diferentes líneas de conexión de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna por motivos de protección. El reparto de la inductancia puede ser conveniente para limitar aumentos de corriente provocados en la conexión a masa de uno de los medios operativos dentro del circuito global y, de este modo, posibilitar o facilitar las reacciones de protección de los interruptores de semiconductores.

En el caso de una conexión de elemento consumidor de tensión alterna que tiene una conexión de corriente alterna monofásica con dos líneas están previstos preferiblemente sensores de corriente que están configurados para medir las corrientes a través de las dos líneas y/o la suma de las corrientes. Además, en este caso está prevista una instalación de evaluación de corriente que está configurada para comparar entre sí las corrientes medidas con respecto a valores máximos definidos y/o con respecto a su importe y, en el caso de una superación previamente definida o en el caso de una diferencia previamente definida de las dos corrientes, emitir una señal o evaluar la suma y, al alcanzar o superar un valor previamente definido de la suma, emitir una señal. Al recibir la señal, el inversor de elemento consumidor se puede bloquear o, de manera alternativa o adicional, se pueden apagar uno o varios otros interruptores de semiconductores que funciona o funcionan en el mismo circuito intermedio. De este modo se puede detectar una conexión a masa o conexión a tierra dentro del circuito global y se pueden evitar daños consecuentes mediante reacciones de protección correspondientes.

Medidas correspondientes que incluyen un sensor de corriente en las tres líneas o también una medición de corriente total se pueden tomar también cuando el inversor de elemento consumidor y la conexión de elemento consumidor de tensión alterna sean trifásicos.

Aunque los potenciales del circuito intermedio de tensión continua no están conectados de manera directa sino sólo mediante el inversor de elemento consumidor con el potencial de referencia y, con ello, en determinadas configuraciones, también con la masa de vehículo, uno o ambos potenciales del circuito intermedio pueden estar conectados mediante una resistencia o mediante resistencias directamente con el potencial de masa, siendo, sin embargo, la resistencia o la resistencia global de alta impedancia y, por ejemplo, situándose ésta en el intervalo de 5 a 100 kohmios. Con el inversor de elemento consumidor bloqueado, la conexión de alta impedancia provoca una conexión de potencial definida que permite detectar de forma selectiva conexiones a tierra dentro del circuito mediante una medición del potencial de circuito intermedio a masa.

Además, al alcance de la invención pertenece un procedimiento para la alimentación de energía eléctrica a elementos consumidores en un vehículo sobre carriles. La idea básica del procedimiento es transmitir la energía eléctrica del inversor de elemento consumidor sin una separación galvánica (en una línea eléctrica de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna) al o a los elementos consumidores.

Con respecto a configuraciones y variantes del procedimiento se hace referencia a la descripción de la disposición.

Ahora se describen ejemplos de realización de la invención haciendo referencia al dibujo adjunto. En las figuras individuales del dibujo muestran:

- La figura 1 una disposición para la alimentación de energía eléctrica a elementos consumidores en un vehículo sobre carriles y una separación galvánica entre el inversor de elemento consumidor y los elementos consumidores,
- La figura 2 una disposición para la alimentación de energía eléctrica a elementos consumidores en un vehículo sobre carriles, no estando prevista una separación galvánica entre el inversor de elemento consumidor y puntos de conexión de elemento consumidor,
- La figura 3 una parte de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna con un filtro paso bajo L-C,
- La figura 4 una parte de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna con un filtro paso bajo L-C, estando las inductancias del filtro paso bajo repartidas por las dos líneas de la conexión y vigilándose las dos líneas en cada caso mediante un sensor de corriente,
- La figura 5 una parte de una conexión de elemento consumidor de tensión alterna con un autotransformador y un filtro paso bajo L-C,
- La figura 6 una configuración de un inversor de elemento consumidor para una línea de elemento consumidor bifásica,
- La figura 7 desarrollos temporales de tensiones de control para el control del invertidor de elemento consumidor y señales de modulación de ancho de pulso con las que se controlan las válvulas del inversor,

La figura 8 una representación tal como en la figura 7, en la que, sin embargo, una de las tensiones de control está cambiada,  
 La figura 9 una representación tal como en la figura 7 y en la figura 8, en la que una de las tensiones de control está compuesta por una oscilación fundamental sinusoidal y una oscilación solapada con la tercera oscilación armónica de la oscilación fundamental, y  
 La figura 10 un desarrollo temporal típico de la tensión entre un potencial del circuito intermedio y el potencial de masa.

La representación en la figura 2 corresponde a la representación ya explicada en la figura 1 con pocas diferencias. A continuación se entrará sólo en las diferencias. Ninguno de los dos potenciales P-UD+, P-UD- del circuito intermedio 7 está situado directamente en el potencial de conexión a masa del vehículo. El inversor de motor auxiliar 13 está conectado de forma inalterada con los motores auxiliares 18 mediante el transformador de separación 21 con respecto a la disposición de acuerdo con la figura 1. Sin embargo, en la disposición de acuerdo con la figura 2 está omitido el transformador de separación 21 en la conexión de elemento consumidor de tensión alterna que en este caso está designada con el número de referencia 36.

Los elementos consumidores abastecidos mediante la conexión de elemento consumidor de tensión alterna 36 sirven en particular para funciones que se realizan en otros vehículos (coches) de una formación de tren que se mueve por el vehículo propulsor sobre carriles. En particular, el vehículo propulsor sobre carriles es una locomotora propulsada de manera dieseleléctrica. Todas las partes representadas en la figura 2 de la disposición pueden estar dispuestas en el vehículo propulsor sobre carriles. El carril colector de corriente de tren IZSS puede estar conectado eléctricamente con otros vehículos/coches de la formación de tren mediante los puntos de conexión 23.

La conexión de elemento consumidor de tensión alterna tiene dos líneas 46, 47. La línea 46 está conectada mediante el conmutador (en particular un contactor) SZSS con el carril colector de corriente de tren IZSS. La otra línea 47 está conectada mediante el punto de conexión PZSS1 (véase la figura 2), mediante contactos de conexión a tierra de rueda y ruedas con el carril de desplazamiento y está conectada con la masa de vehículo mediante una bobina de estrangulación LP o una resistencia de baja impedancia en el punto designado con el número de referencia 25. Por encima de los puntos marcados en la figura 2 con las referencias P-Z10, P-Z11 de las líneas 46, 47, la conexión de elemento consumidor 36 está representada de manera simplificada sólo mediante una raya. Sin embargo, las líneas 46, 47 están conectadas continuamente de forma directa con la respectiva rama 51, 52 (véase la figura 6) del inversor 15, teniendo las ramas en cada caso una conexión en serie a partir de dos válvulas 53, 54 o 55, 56 y estando conectado de manera antiparalela a las válvulas en cada caso un diodo de marcha libre. Los puntos P-Z10, P-Z11 representados en la figura 6 son idénticos a los puntos designados así en la figura 2 (y en las figuras 3 a 5), mostrando las figuras 3 a 5 diferentes variantes de configuración de la disposición en la figura 2. Entre estos puntos existe la tensión de salida UZSS del inversor 15 en la conexión de elemento consumidor 36, es decir, entre las líneas 46, 47.

Una diferencia adicional entre la figura 2 y la figura 1 consiste en que con respecto a la bobina de estrangulación LP está conectado en serie un sensor de corriente 41 con el que se puede medir la corriente que fluye mediante la masa de vehículo y la impedancia LP hacia el punto de conexión PZSS1 común. El sensor de corriente 41 posibilita medir corrientes inversas que no fluyen a través de las ruedas previstas para la conducción de corriente inversa hacia la línea 47 y, en caso de superar valores máximos definidos, provocar reacciones de protección tal como el bloqueo del inversor de elemento consumidor.

Tal como muestra la figura 3, puede estar conectada una inductancia de filtro LZSS en la línea 46 y entre las líneas 46, 47 puede estar conectada una capacidad de filtro CZSS para alisar la tensión de salida UZSS. Por lo demás, las referencias utilizadas en la figura 3 (y aquéllas en la figura 4 y en la figura 5) tienen el mismo significado que en la figura 2.

En la figura 4 se representa la forma de realización preferida del filtro paso bajo en la que la inductancia global del filtro está dividida en dos partes L1Zss, L2ZSS por motivos de protección, estando dispuesta en cada caso una parte en la línea 46 y la otra parte en la línea 47. Si se produce en otro punto de todo el circuito una conexión a masa/conexión a tierra, entonces la inductancia parcial L2zss actúa como estrangulador que limita el aumento de corriente. Además, en cada una de las líneas 46, 47 está dispuesto un sensor de corriente 61, 62 o también un sensor de corriente total común.

Mediante una instalación de evaluación conectada con los sensores de corriente 61, 62 (que, a su vez, pueden ser convertidores de corriente), no representada en la figura 4, se evalúa la corriente máxima y/o la corriente total (teniendo en cuenta el signo) en las líneas 46, 47. Un valor máximo demasiado elevado, una diferencia demasiado grande de los importes o un valor de corriente que se diferencia demasiado de la corriente total 0 son un indicio de una conexión a masa/conexión a tierra en el circuito intermedio o en uno de los componentes que están conectados mediante semiconductores con éste (tal como, por ejemplo, el generador, los motores de tracción o la resistencia de frenado). En este caso, por ejemplo, se puede interrumpir la corriente de conexión a tierra mediante un bloqueo del inversor 15 y, de este modo, se pueden evitar errores consecuentes.

La figura 5 muestra el uso opcional de un autotransformador 63 en la conexión de elemento consumidor 36. Sin una separación galvánica entre los puntos de conexión P-Z10, P-Z20 en la línea 46 o P-Z11, P-Z21 en la línea 47 se transforma la tensión de salida UZSS del inversor 15 a la tensión de elemento consumidor UZSS\_V. De nuevo puede estar previsto un filtro paso bajo L-C.

En resumen se puede constatar que la disposición representada en la figura 2 implementa una idea básica de la invención. Un potencial de tensión alterna de un elemento consumidor o un potencial de una salida de inversor se elige como un potencial de masa/referencia común para el convertidor de corriente alimentador (rectificador en la entrada del circuito intermedio) y el elemento consumidor. Por tanto, de manera correspondiente a las formas de realización mostradas en las figuras 2, 3, 4 y 5, se puede renunciar a una separación galvánica entre el convertidor de corriente y este elemento consumidor (considerada en el ejemplo de un carril colector de corriente de tren).

Si el circuito global (tal como se muestra en la figura 1 y en la figura 2) tiene varios inversores para la alimentación de diferentes grupos de instalaciones, se pueden optimizar los componentes magnéticos asociados y se pueden reducir el peso, el volumen y los costes.

Por regla general, los grupos de instalaciones (por ejemplo, motores de desplazamiento, motores auxiliares, elementos consumidores en el inversor de elemento consumidor) alimentados por los diferentes inversores tienen diferentes tensiones nominales. Las instalaciones que pertenecen al circuito de tracción tales como motores de tracción y el generador están realizadas de igual manera que el rectificador en cuanto al diseño de aislamiento. Motores auxiliares y la alimentación de corriente de tren tienen habitualmente un nivel de tensión nominal más bajo (por ejemplo, 480 V para motores auxiliares / 1000 V para la alimentación de corriente de tren).

Si dos inversores diferentes alimentan a grupos de instalaciones, entonces, en el caso de seleccionar el punto de referencia común (punto de masa) en el lado de elemento consumidor de un grupo, se puede renunciar a la separación galvánica de este grupo de elementos consumidores. Tal como se muestra en la figura 2, se puede renunciar al transformador de separación de la figura 1 entre el inversor de elemento consumidor 15 y el carril colector de corriente de tren IZSS (figuras 1 y 2, 3). El transformador de separación galvánica 14 para la alimentación de motores auxiliares (Aux\_Tr) sigue siendo necesario.

De manera correspondiente a la acción de conmutación del inversor, la conexión con la masa de vehículo en el lado de salida (lado de elemento consumidor) de un inversor conduce a saltos de potencial en el circuito intermedio (véase la figura 10). La figura muestra la tensión normalizada a la tensión de circuito intermedio uD momentánea del potencial P-UD+ a masa como función del tiempo.

Dado que los otros inversores, que están conectados al circuito intermedio, provocan saltos de potencial a masa equivalentes debido a las acciones de conmutación generadas por ellos mismos, no se producen cargas de potencial mayores que hacen necesarios requisitos adicionales con respecto a la resistencia de modo común de los componentes electrónicos.

La potencia de un motor diésel para vehículos sobre carriles es aproximadamente proporcional a la tercera potencia del número de revoluciones del motor diésel. En el caso de una potencia de propulsión requerida baja (por ejemplo, en el caso de una parada y un inversor de tracción bloqueado), en la mayoría de los casos, el número de revoluciones es bajo y, de este modo, también son bajas la tensión del generador que cambia de manera aproximadamente proporcional al número de revoluciones y también la tensión de circuito intermedio uD.

El objetivo del inversor de elemento consumidor es generar a partir de la tensión de circuito intermedio uD una tensión alterna con una frecuencia constante cuyo valor efectivo de tensión y cuya forma de curva cumplen con los requisitos, en particular con las normas UIC 550 y UIC626. De acuerdo con la norma UIC 626, por ejemplo, es admisible una forma de curva de la tensión de salida del inversor de elemento consumidor que está situada entre la forma de una curva sinusoidal y aquella de una curva rectangular.

Hasta el momento se emplearon los siguientes procedimientos para poder controlar la tensión de salida del inversor:

- una alimentación rectangular del inversor con la que el potencial de circuito intermedio positivo P-UD+ y el potencial negativo P-UD se conmutan de manera alternante mediante conmutadores electrónicos (véase, por ejemplo, la figura 6) a las salidas de inversor de elemento consumidor (puntos P-Z10 y P-Z11). Mediante un desplazamiento de fase de los impulsos de encendido de ambas ramas de puente (lo que se denomina en la literatura también control de pivotamiento) se puede modificar el valor efectivo de la tensión de salida de inversor y, con ello, también la tensión en el elemento consumidor (Uzss). En este control, el valor de pico de la tensión de salida equivale al valor momentáneo convertido, dado el caso, con la relación de transmisión de transformador (figura 5) en el lado de elemento consumidor de la tensión de circuito intermedio uD.

- Se realiza una alimentación sinusoidal de los elementos consumidores en la que se pueden controlar de manera continua e independiente de la tensión de circuito intermedio uD el valor efectivo y el valor de pico de la tensión de salida mediante una modulación de ancho de pulso en el lado de salida del inversor. A este respecto, el

valor efectivo de la tensión de salida está situado por debajo de la tensión de circuito intermedio. Para alisar la tensión está conectado a este respecto un filtro paso bajo compuesto por una inductancia y una capacidad entre la salida de inversor y el elemento consumidor.

- 5 • Un procedimiento de sincronización conocido para el control de la tensión de salida del inversor de elemento consumidor es el procedimiento de subarmónicas, también conocido como "muestreo natural" (véase la figura 7). En este procedimiento se compara una tensión de valor deseado sinusoidal Udeseado con una tensión triangular Utriángulo. Con (t) se designa que las tensiones son funciones del tiempo t. Para que en cada período de la tensión triangular se produzcan puntos de intersección definidos con la tensión de valor deseado sinusoidal, el valor de pico de la tensión de valor deseado es más pequeño que el valor de pico de la tensión triangular. Los puntos de conmutación y, con ello, la tensión de salida de inversor Uzss se producen mediante los puntos de intersección de ambas curvas de tensión. En este procedimiento, la frecuencia de pulso es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental. Por tanto, el valor efectivo máximo U1efmáx1 de la tensión de oscilación fundamental se produce con una frecuencia de conmutación alta y conmutadores electrónicos ideales (se supone, por tanto, que los conmutadores no tienen un tiempo inactivo)

$$U1efmáx1 = uD \sqrt{2}, \text{ (ecuación 1)}$$

mediante el cociente de la tensión de circuito intermedio uD y la raíz cuadrada de 2.

- 20 • Para aumentar el valor efectivo de la tensión de salida de inversor mediante el valor de la ecuación 1 son conocidos diferentes procedimientos de control para controlar el inversor. Tal como se muestra en la figura 8, en un procedimiento de control se aplica el denominado procedimiento de la sobremodulación. A este respecto se amplía la amplitud de la tensión de valor deseado Udeseado más allá del valor de pico de la tensión triangular Utriángulo. Tal como se muestra en la figura 8, en el centro de cada medio período de la curva sinusoidal de valor deseado ya no se producen puntos de intersección con la tensión triangular y se produce un bloque rectangular de tensión correspondientemente ancho de la tensión de salida UZSS. Es desventajoso a este respecto que cambia la frecuencia de reloj y se producen armónicas adicionales de baja frecuencia. El valor efectivo máximo posible U1efmáx2 de la oscilación fundamental de tensión alcanza a este respecto el valor

$$U1efmáx2 = 4 \cdot uD / (\pi \cdot \sqrt{2}) \approx 0,9 \cdot uD \text{ (ecuación 2)}$$

La tensión de salida de inversor Uzss tiene entonces una forma rectangular (bloques de tensión de 180°). Para disposiciones con un filtro paso bajo en la conexión de elemento consumidor no es adecuado este tipo de control.

- 35 Propiedades mejoradas se consiguen mediante el procedimiento con los desarrollos de tensión mostrados en la figura 9. A este respecto, para aumentar la tensión de salida de inversor se aumenta la tensión de oscilación fundamental de valor sinusoidal hasta  $(2/3)^{0,5} \approx$  un 115,5 % de los valores de pico de la tensión triangular y se amplía mediante una adición de una tercera armónica (con respecto a la frecuencia de la oscilación fundamental) de modo que el valor de pico de la tensión de valor deseado total (oscilación fundamental más la tercera armónica) no se vuelve más grande que el valor de pico de la tensión triangular.

- 45 En el caso de añadir una tercera armónica con una amplitud de aproximadamente un 16,5 % de la amplitud de la oscilación fundamental, el valor efectivo máximo U1efmáx3 de la tensión de oscilación fundamental aumenta hasta

$$U1efmáx3 = (uD \cdot \sqrt{2}) \sqrt{3} = 0,8165 \cdot uD \approx 1,155 \cdot U1efmáx1 \text{ (ecuación 3)}$$

- 50 Mediante esta tercera armónica en la tensión de control de valor deseado y, con ello, también en la tensión de salida de inversor, se produce adicionalmente una 4ª armónica en el circuito intermedio que puede tener un efecto negativo sobre la propulsión de tracción en el caso de un inversor de tracción sincronizador. Para la reducción de esta 4ª armónica en el circuito intermedio se puede emplear un filtro LC correspondiente en el circuito intermedio.

- 55 Para alcanzar la tensión efectiva mínima requerida de acuerdo con la norma UIC 550 del carril colector de tren de, por ejemplo, 800 V para instalaciones de alimentación de energía con una tensión nominal de 1000 V es ventajoso, por tanto, en el caso de un número de revoluciones bajo del motor diésel, por regla general, en el caso de inversores de tracción bloqueados, aumentar la tensión de control de valor deseado según la necesidad mediante una adición de una 3ª armónica o mediante un aumento de la tensión de valor deseado sinusoidal más allá del valor de pico de la tensión triangular para aumentar la tensión de salida de inversor. Al liberar la tracción y aumentar el número de revoluciones del motor diésel, que provoca un aumento de la tensión de circuito intermedio, por ejemplo, se puede conmutar entonces al control de sincronización anteriormente descrito, el "procedimiento de subarmónicas con tensión de valor deseado sinusoidal".

- 65 Mediante la adaptación orientada a la necesidad de la tensión de valor deseado se evitan influencias negativas de la curva de tensión de valor deseado modificada tal como, por ejemplo, la apariencia de una 4ª armónica en el circuito intermedio y su repercusión en el circuito de tracción.

A continuación se describen características opcionalmente existentes que no se refieren o no se refieren obligatoriamente a los ejemplos de realización de la descripción de las figuras.

5 En la disposición de acuerdo con la invención, la línea eléctrica de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna puede tener la parte de un carril colector de corriente de tren que está dispuesta en el vehículo propulsor de una formación de tren.

10 De manera alternativa o adicional, una segunda línea eléctrica de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna puede conectar el inversor de elemento consumidor sin una separación galvánica con un contacto eléctrico para la puesta en contacto de un carril de desplazamiento del vehículo sobre carriles o de la formación de tren.

15 De manera alternativa o adicional pueden estar conectados al circuito intermedio de tensión continua al menos un inversor adicional, en particular uno o varios inversores para la alimentación de energía eléctrica a motores de propulsión del vehículo sobre carriles o de la formación de tren, al menos un inversor para la alimentación de energía eléctrica a instalaciones que no sirven directamente para la propulsión del vehículo sobre carriles o de la formación de tren, aunque son necesarios para el funcionamiento de la propulsión, y/o un interruptor periódico que está conectado a una o varias resistencias de frenado para el frenado eléctrico del vehículo sobre carriles o de la formación de tren.

20 De manera alternativa o adicional, la conexión de elemento consumidor de tensión alterna puede tener una conexión de tensión alterna monofásica con dos líneas, teniendo la disposición sensores de corriente que están configurados para medir las corrientes a través de las dos líneas y/o la suma de las corrientes, teniendo la disposición una instalación de evaluación de corriente que está configurada para comparar entre sí las corrientes medidas y, en el caso de una diferencia previamente definida de las dos corrientes, emitir una señal o evaluar la suma y, al alcanzar o superar un valor previamente definido de la suma, emitir una señal, en particular para bloquear el inversor de elemento consumidor.

25 Con respecto al procedimiento de acuerdo con la invención, cuando la conexión de elemento consumidor de tensión alterna tiene una conexión de tensión alterna monofásica con dos líneas, se puede medir el importe de las corrientes a través de las dos líneas y/o la suma de las corrientes y se pueden comparar entre sí los importes medidos de las corrientes y, en el caso de una diferencia previamente definida de las dos corrientes, se puede emitir una señal y/o se puede evaluar la suma y, al alcanzar o superar un valor previamente definido de la suma, se puede emitir una señal.

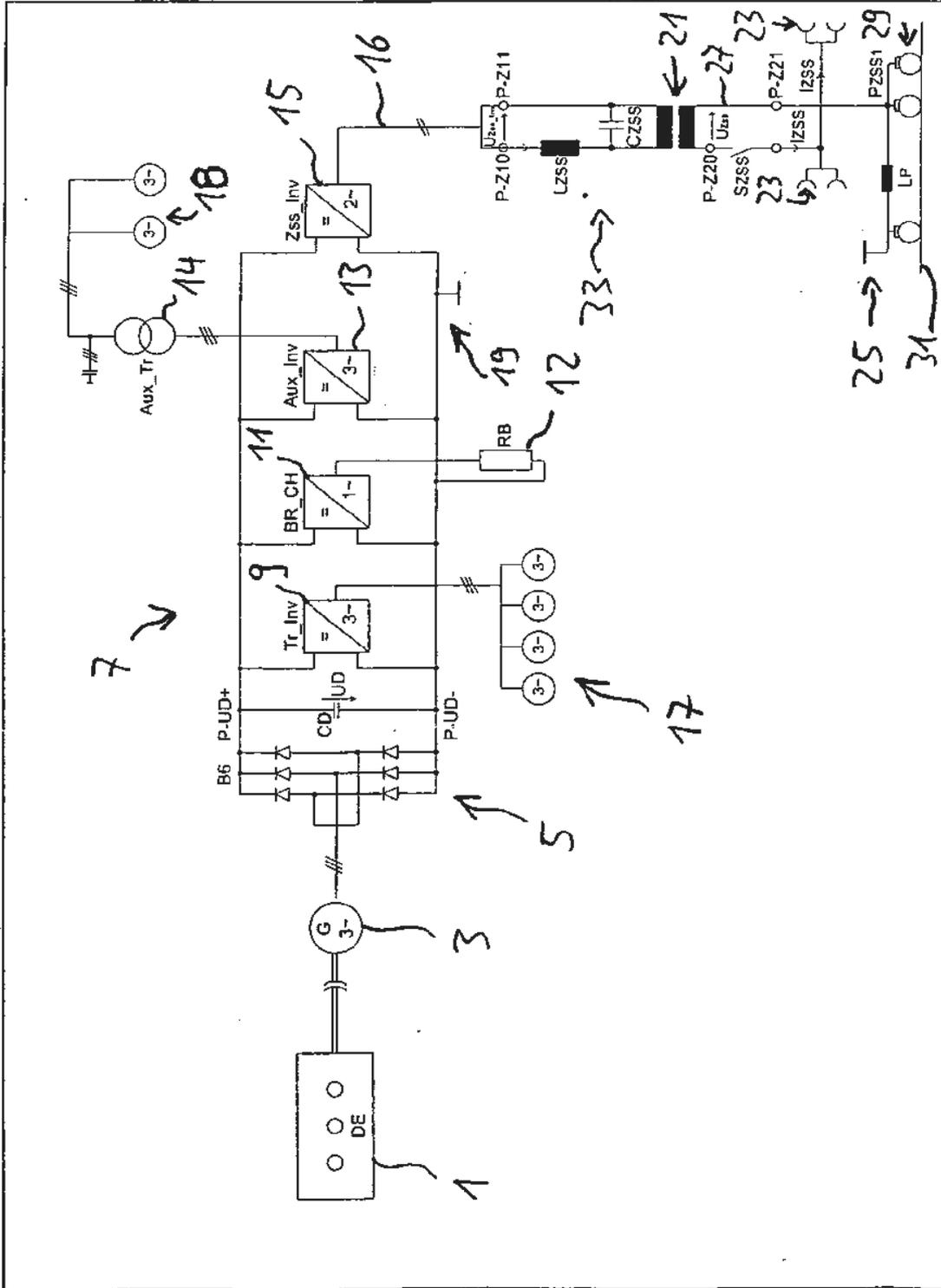
35 En particular se puede interrumpir al menos una de las dos líneas al recibir la señal y/o se puede apagar el inversor de elemento consumidor.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Disposición para la alimentación de energía eléctrica a elementos consumidores en un vehículo sobre carriles, en particular de elementos consumidores en un vehículo sobre carriles o en una formación de tren que se propulsa por una unidad de propulsión dieseleléctrica, teniendo la disposición:
- un generador (3) para generar la energía eléctrica, propulsándose el generador (3) preferiblemente por un motor diésel (1),
  - 10 - un circuito intermedio de tensión continua (7) que está conectado con el generador (3),
  - un inversor de elemento consumidor (15) para generar una tensión alterna a partir del circuito intermedio de tensión continua (7),
  - 15 - una conexión de elemento consumidor de tensión alterna (36) que para la transmisión de energía eléctrica conecta el inversor de elemento consumidor (15) con uno o varios puntos de conexión de elemento consumidor (23) para la conexión de uno o varios de los elementos consumidores, caracterizada por que
  - la línea eléctrica (46) de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna conecta el inversor sin una separación galvánica con el o los puntos de conexión de elemento consumidor (23),
  - 20 - el generador (3) es una máquina sincrónica y la disposición está configurada para operar de manera sobreexcitada el generador (3) con un número de revoluciones bajo, mientras que el vehículo sobre carriles no requiere una fuerza de propulsión,
  - la conexión de elemento consumidor de tensión alterna (36) y/o una conexión eléctrica entre el punto de conexión de elemento consumidor y el elemento consumidor tiene un filtro paso bajo (LZSS, CZSS) con una inductancia (LZSS) y una capacidad (CZSS) y
  - 25 - la inductancia está dividida en varias partes (L1ZSS, L2ZSS), estando en cada caso una de las partes (L1ZSS, L2ZSS) dispuesta en una de varias líneas (46, 47) de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna (36) o de la conexión entre el punto de conexión de elemento consumidor y el elemento consumidor.
- 30 2. Disposición de acuerdo con la reivindicación 1, teniendo la conexión eléctrica (46) de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna la parte de un carril colector de corriente de tren (Izss) que está dispuesta en el vehículo propulsor de una formación de tren.
- 35 3. Disposición de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, conectando una segunda línea eléctrica (47) de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna (36) el inversor de elemento consumidor (15) sin una separación galvánica con un punto de conexión central (PZSS1) para una devolución de una corriente de los elementos consumidores.
- 40 4. Disposición de acuerdo con la reivindicación anterior, estando una conexión del punto de conexión central (PZSS1) acoplada con el potencial de masa de vehículo (punto 25) con un sensor de corriente (41) que está configurado para medir la corriente a través de la conexión.
- 45 5. Disposición de acuerdo con una de las dos reivindicaciones anteriores, estando el punto de conexión central (PZSS1) conectado mediante una bobina de estrangulación (LP) con el potencial de masa de vehículo (punto 25).
6. Disposición de acuerdo con la reivindicación anterior, estando previsto, en lugar de la bobina de estrangulación, un resistor de protección de baja impedancia.
- 50 7. Disposición de acuerdo con una de las dos reivindicaciones anteriores, estando conectado un condensador en paralelo a la bobina de estrangulación o al resistor de protección.
- 55 8. Disposición de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, conectando una segunda línea eléctrica (47) de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna (36) el inversor de elemento consumidor (15) sin una separación galvánica con un contacto eléctrico para la puesta en contacto de un carril de desplazamiento (31) del vehículo sobre carriles o de la formación de tren.
- 60 9. Disposición de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, estando conectado al circuito intermedio de tensión continua (7) al menos un inversor adicional (9, 11, 13), en particular uno o varios inversores (9) para la alimentación de energía eléctrica a motores de propulsión del vehículo sobre carriles o de la formación de tren, al menos un inversor (13) para la alimentación de energía eléctrica a instalaciones que no sirven directamente para la propulsión del vehículo sobre carriles o de la formación de tren, aunque son necesarios para el funcionamiento de la propulsión, y/o un interruptor periódico (11) que está conectado a una o varias resistencias de frenado (12) para el frenado eléctrico del vehículo sobre carriles o de la formación de tren.
- 65 10. Disposición de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, estando dispuesto en la conexión de elemento consumidor de tensión alterna (36) un transformador (63) sin una separación galvánica.

- 5 11. Disposición de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, teniendo la conexión de elemento consumidor de tensión alterna (36) una conexión de corriente alterna monofásica con dos líneas (46, 47), teniendo la disposición sensores de corriente (61, 62) que están configurados para medir las corrientes a través de las dos líneas (46, 47) y/o la suma de las corrientes, y teniendo la disposición una instalación de evaluación de corriente que está configurada para comparar entre sí las corrientes medidas y, en el caso de una diferencia previamente definida de las dos corrientes, emitir una señal o evaluar la suma y, al alcanzar o superar un valor previamente definido de la suma, emitir una señal, en particular para bloquear el inversor de elemento consumidor (15).
- 10 12. Disposición de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, estando uno o ambos potenciales del circuito intermedio de tensión continua (7) conectado(s) mediante una resistencia o mediante resistencias con un potencial de masa del vehículo sobre carriles o de la formación de tren.
- 15 13. Procedimiento para la alimentación de energía eléctrica a elementos consumidores en un vehículo sobre carriles, en particular de elementos consumidores en un vehículo sobre carriles o una formación de tren propulsado por una unidad de propulsión dieseleléctrica, en el que:
- se genera mediante un generador (3) energía eléctrica, propulsándose el generador (3) preferiblemente por un motor diésel (1),
  - 20 - se transmite la energía eléctrica del generador (3) mediante un circuito intermedio de tensión continua (7) a un inversor de elemento consumidor (15) que genera una tensión alterna a partir de la tensión continua en el circuito intermedio de tensión continua (7),
  - la energía eléctrica se transmite por el inversor de elemento consumidor mediante una conexión de elemento consumidor de tensión alterna a uno o varios elementos consumidores, caracterizado por que
  - 25 - la energía eléctrica se transmite por el inversor de elemento consumidor (15) sin una separación galvánica en una línea eléctrica (46) de la conexión de elemento consumidor de tensión alterna (36) al o a los elementos consumidores,
  - 30 - el generador (3) es una máquina sincrónica y el generador (3) se opera de manera sobreexcitada con un número de revoluciones bajo, mientras que el vehículo sobre carriles no requiere una fuerza de propulsión,
  - en la conexión de elemento consumidor de tensión alterna (36) y/o en una conexión eléctrica entre el punto de conexión de elemento consumidor y el elemento consumidor se opera un filtro paso bajo (LZSS, CZSS) con una inductancia (LZSS) y una capacidad (CZSS), estando la inductancia dividida en varias partes (L1ZSS, L2ZSS) y estando dispuesta en cada caso una de las partes (L1ZSS, L2ZSS) en una de varias líneas (46, 47) de la conexión
  - 35 de elemento consumidor de tensión alterna (36) o de la conexión entre el punto de conexión de elemento consumidor y el elemento consumidor.

Fig. 1



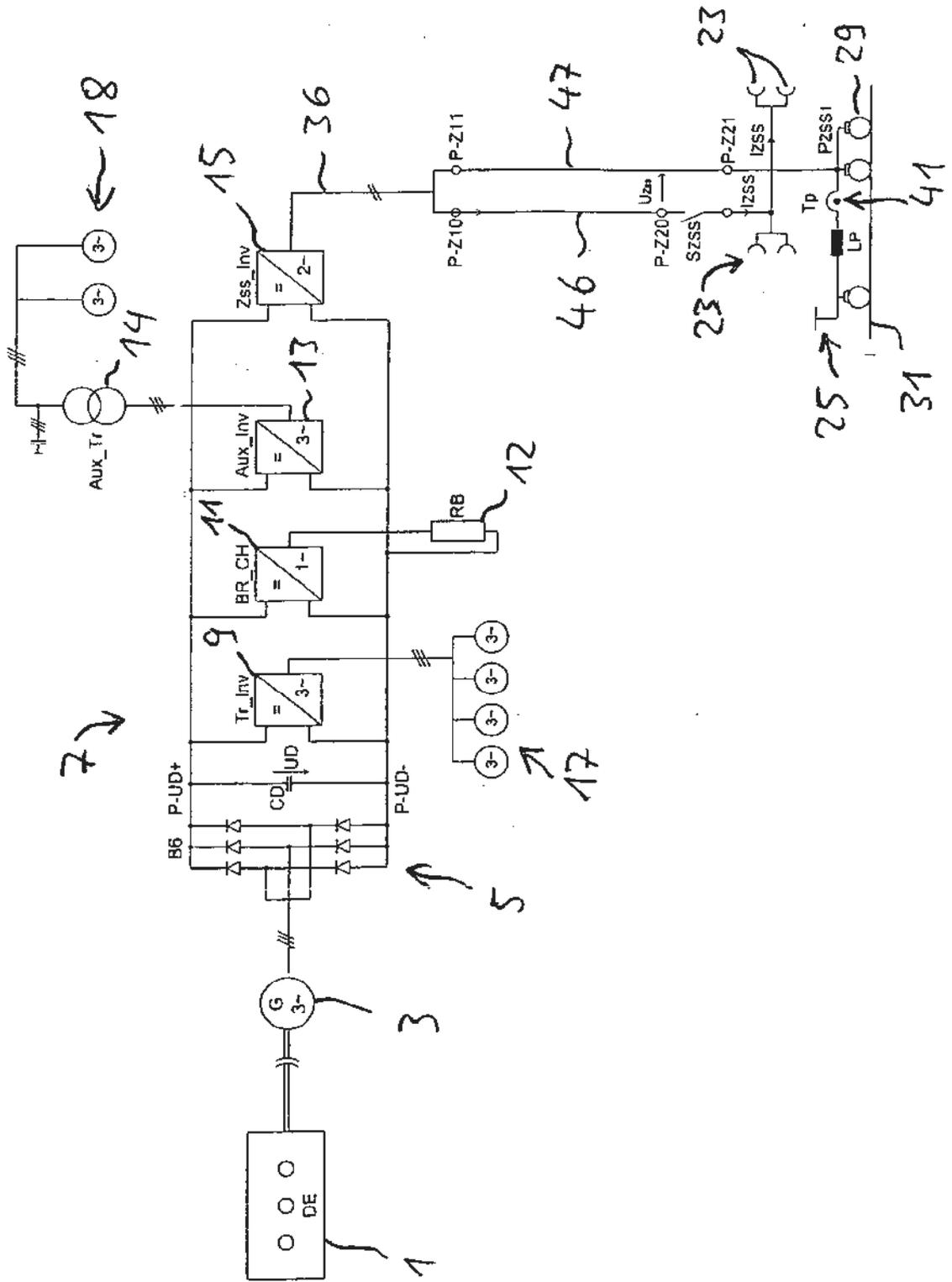


Fig. 2

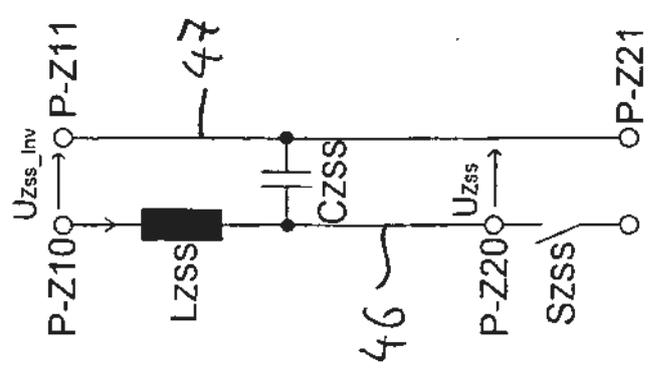
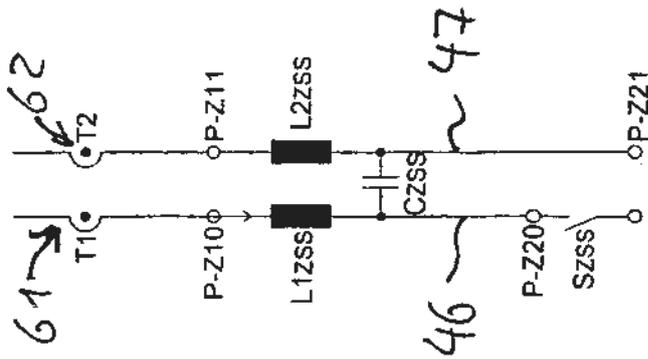
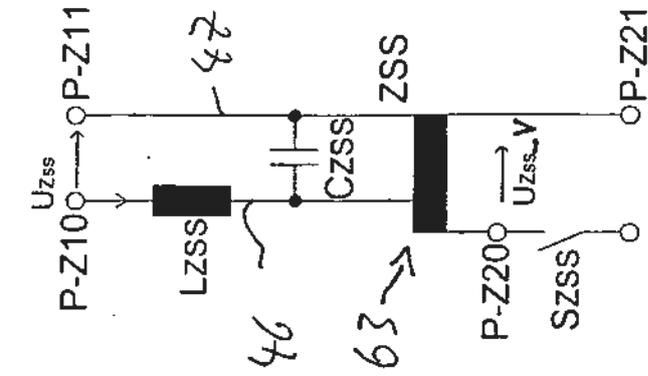


Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

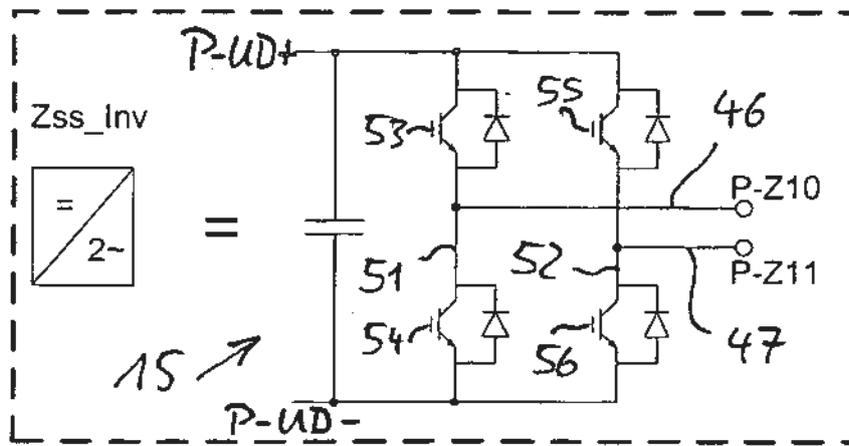


Fig. 6

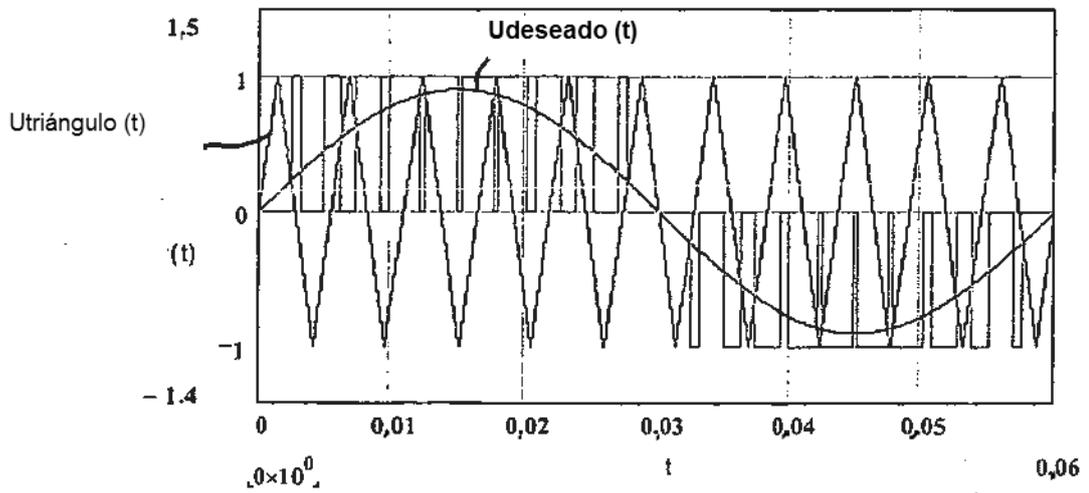


Fig. 7

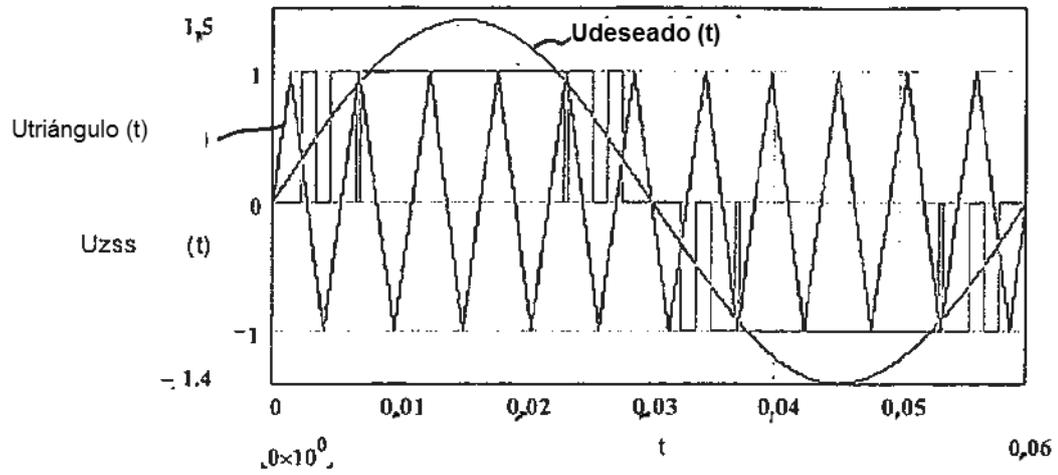


Fig. 8

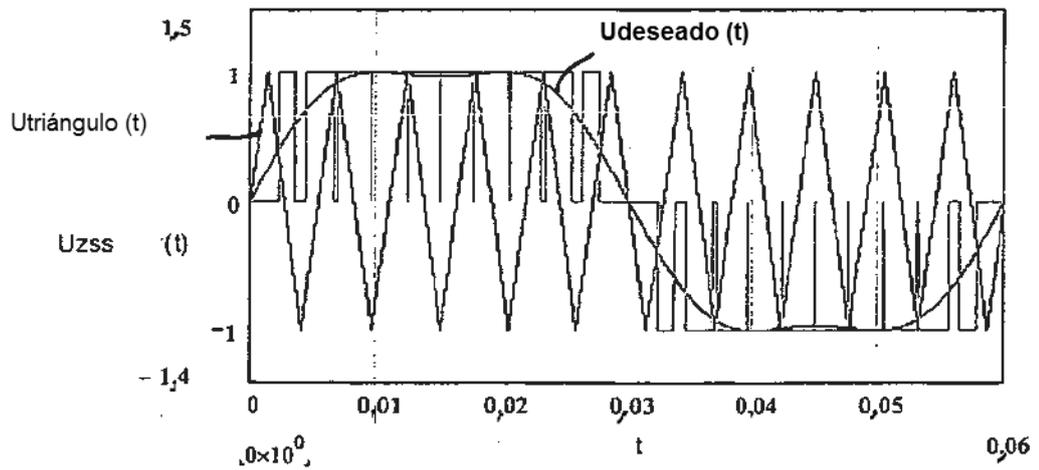


Fig. 9

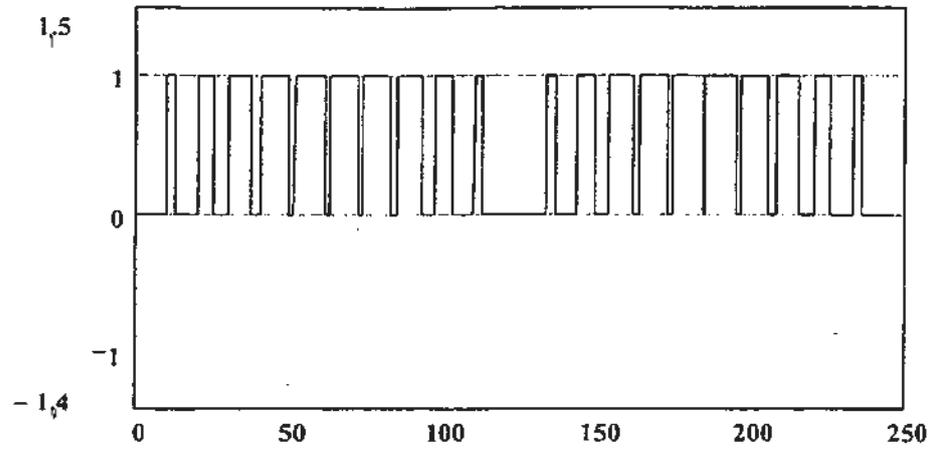


Fig. 10