

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 895 624**

51 Int. Cl.:

B60L 9/04 (2006.01)

H02M 3/07 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.06.2015 PCT/EP2015/062321**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2015 WO15185588**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2015 E 15728469 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.07.2021 EP 3129254**

54 Título: **Vehículo ferroviario que comprende un circuito**

30 Prioridad:

06.06.2014 DE 102014210898

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

22.02.2022

73 Titular/es:

SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)

Otto-Hahn-Ring 6

81739 München, DE

72 Inventor/es:

REIMANN, OLIVER y

SCHWARZER, JENS KONSTANTIN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 895 624 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

Vehículo ferroviario que comprende un circuito

La presente invención hace referencia a un vehículo ferroviario que comprende un circuito que puede ser abastecido de energía eléctrica mediante un suministro de red durante el funcionamiento, con un lado de entrada que está preparado para conducir una tensión de la red proporcionada por el suministro de red, y con un lado del consumidor que está asociado a por lo menos un consumidor del vehículo. El documento JP 2010 063267 A describe un dispositivo de suministro de corriente para la utilización en un vehículo ferroviario.

Para la alimentación de vehículos eléctricos que durante el funcionamiento obtienen una energía eléctrica desde un suministro externo, existen redes de suministro que están históricamente condicionadas y que en particular proporcionan tensiones de la red diferentes, específicas de los países. Esas tensiones de la red diferentes, en cuanto al vehículo, respectivamente requieren un equipamiento específico, adaptado a la tensión de la red correspondiente. Con respecto a los elementos de los sistemas electrónicos de potencia utilizados en la actualidad, los equipamientos pueden diferir mucho unos de otros en cuanto al dimensionamiento de esos elementos. Esa situación es desventajosa con respecto a los esfuerzos para lograr una estandarización en cuanto a los consumidores. Ese problema en particular afecta a los vehículos ferroviarios eléctricos, cuyo equipamiento debe diseñarse considerando los distintos requerimientos nacionales. En particular para un funcionamiento de los vehículos ferroviarios por debajo de una tensión de suministro de 3kV CC, los elementos del sistema electrónico de potencia deben diseñarse especialmente para ese caso de aplicación. No es posible simplemente utilizar elementos que están muy difundidos en el área industrial.

El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un vehículo ferroviario con un circuito de esa clase, mediante el cual esas desventajas puedan reducirse, en particular puedan impedirse, de un modo sencillo en cuanto a la construcción.

A este respecto se prevé que el circuito comprenda una unidad de transformación de tensión para proporcionar una tensión, adaptada para el funcionamiento del consumidor eléctrico del vehículo, al lado del consumidor, que presenta una primera subunidad asociada al lado de entrada, que se encuentra bajo un potencial durante el funcionamiento, al menos una segunda subunidad asociada al lado del consumidor, que se encuentra bajo un potencial durante el funcionamiento, y una unidad de transferencia de carga que está proporcionada para transferir una carga desde la primera subunidad hacia la segunda subunidad. Gracias a esto, de modo sencillo en cuanto a la construcción, en el lado del consumidor, puede proporcionarse una tensión reducida o aumentada con respecto a la tensión de la red, debido a lo cual en el diseño de la instalación eléctrica del vehículo puede alcanzarse una independencia ventajosa, al menos parcial, del valor de la tensión de la red. Al reducir la tensión en particular pueden ahorrarse medidas complejas en cuanto a la construcción y costosas, condicionadas por el valor de la tensión de la red.

La unidad de transferencia de carga, de manera conveniente, puede conectarse a las subunidades de forma alternada, de manera que el potencial, bajo el cual se encuentra una carga absorbida por la unidad de transferencia de carga, antes de la transferencia, corresponde al potencial de la primera subunidad y, después de la transferencia, corresponde al potencial de la segunda subunidad.

La invención en particular es adecuada para un consumidor eléctrico del vehículo que está diseñado como un sistema de tracción. De este modo, el circuito en particular se utiliza para proporcionar una tensión eléctrica a partir de la cual al menos una unidad de suministro de potencia del sistema de tracción, por ejemplo un convertidor de tracción, genera una corriente eléctrica, en particular una corriente trifásica, según una potencia de tracción que debe generarse. El consumidor del vehículo además puede estar diseñado como un suministro de la red de a bordo.

La invención es adecuada para una utilización en una tensión de la red constituida como tensión continua, ya que las medidas antes mencionadas para el suministro de esa tensión hacia el consumidor habitualmente pueden ser muy complejas - en particular en el caso de una tensión de la red en una magnitud de 3 kV CC. Por lo tanto, se considera ventajoso que el lado de entrada esté preparado para conducir una tensión de la red proporcionada desde el suministro de red, constituida como tensión continua. De manera conveniente, el circuito tiene la función de un convertidor reductor o de un convertidor elevador como circuito de alimentación del vehículo ferroviario. En comparación con un convertidor reductor o un convertidor elevador convencionales, mediante la invención puede alcanzarse una realización especialmente sencilla de esa función, en cuanto a la construcción. En particular puede reducirse de forma significativa el dimensionamiento de los componentes pasivos y activos. En particular en comparación con una utilización clásica de un interruptor chopper puede alcanzarse una estructura del circuito más reducida y más liviana.

Asimismo, puede buscarse una estandarización en la realización de la instalación eléctrica de vehículos que pueden funcionar bajo tensión continua, ya que mediante la invención puede reducirse considerablemente una dependencia

del valor de la tensión de la red. En particular, un diseño de la instalación eléctrica adaptado para un funcionamiento por debajo de una tensión dada del lado del consumidor, de manera ventajosa en el caso de una tensión de la red que corresponde al doble y/o a la mitad de la tensión del lado del consumidor, puede utilizarse sin adaptaciones complejas cuando la unidad de transformación de tensión está prevista para proporcionar una tensión al lado del consumidor, que corresponde a la mitad o al doble de la tensión de la red. Con respecto a un diseño del consumidor del vehículo como sistema de tracción puede alcanzarse una flexibilidad aumentada en la utilización de un sistema de tracción, sin que se necesiten adaptaciones complejas a elementos del mismo, en particular del sistema electrónico de potencia y de los motores de accionamiento. Un diseño del sistema de tracción adaptado para un funcionamiento por debajo de 1,5kV CC y/o de una red de a bordo, de manera ventajosa, puede usarse en el caso de una tensión de la red de 3kV CC y/o 750 V CC, sin adaptaciones costosas. En el caso de una tensión de la red de 3kV CC, además, mediante una reducción a la mitad, pueden utilizarse elementos para el sistema electrónico de potencia que están muy difundidos en el área industrial. Por consiguiente, puede suprimirse una construcción costosa de un sistema electrónico de potencia, especialmente para este caso de aplicación. En particular, para un sistema electrónico de potencia, en lugar de transistores IGBT de alto voltaje, que por ejemplo están proporcionados para un funcionamiento por debajo de una tensión de 6,5kV, pueden utilizarse transistores IGBT de bloqueo bajo, que se caracterizan por una frecuencia de conmutación más elevada, una disponibilidad elevada y precios reducidos.

La unidad de transferencia de carga presenta al menos un elemento que está asociado a un par de subunidades, y una unidad de conmutación que está proporcionada para conmutar cíclicamente el elemento entre las dos subunidades. Gracias a esto puede lograrse una complejidad del circuito especialmente reducida para la transferencia de carga. Por una conmutación del elemento de la unidad de transferencia de carga "entre las subunidades" debe entenderse que los terminales del elemento se conectan cíclicamente con la primera subunidad y con la segunda subunidad del par asociado al elemento, de manera que el elemento se encuentra bajo el potencial de la primera subunidad del par y bajo el potencial de la segunda subunidad del par, conforme a ciclos y, por tanto, de forma consecutiva en el tiempo. El elemento, de manera conveniente, está diseñado como elemento acumulador de carga.

El par está formado por la primera subunidad y la segunda subunidad del circuito. En particular es posible una realización de la unidad de transferencia de carga con sólo un elemento conmutable. Además, preferentemente al menos una parte de la primera subunidad conduce la tensión de la red, mientras que al menos una parte de la segunda subunidad preferentemente conduce la tensión proporcionada en el lado del consumidor. En particular, la parte de la primera subunidad puede formar el lado de entrada del circuito, mientras que la parte de la segunda subunidad puede formar una salida del circuito en el lado del consumidor.

Según una realización preferente de la invención, al menos un elemento de la unidad de transferencia de carga está diseñado como condensador, debido a lo cual puede alcanzarse la utilización de un componente pasivo, compacto, realizado de forma sencilla y afectado por pérdidas reducidas.

Además, para formar la unidad de transformación de tensión pueden utilizarse elementos de un sistema electrónico de potencia corrientes, convenientes en cuanto a los costes, cuando las subunidades respectivamente presentan un circuito de medio puente y al menos un elemento está conectado entre los puntos centrales del puente de los circuitos de medio puente, donde la unidad de conmutación está formada al menos por elementos de conmutación controlables de un circuito de medio puente. Los elementos de conmutación controlables, de manera conveniente, corresponden a las válvulas de conmutación habituales de un sistema electrónico de potencia. Además, la unidad de conmutación puede estar formada por elementos de conmutación controlables del circuito de medio puente asociado al lado de entrada.

Además, una configuración compacta de la unidad de transformación de tensión puede alcanzarse de manera que el circuito presente una unidad de control para controlar la unidad de conmutación, que está proporcionada para operar la unidad de conmutación con una frecuencia de al menos 1 kHz. En particular, debido a esto, puede alcanzarse una realización de la unidad de transferencia de carga que requiere un espacio de construcción reducido, ya que el elemento conmutable puede estar realizado compacto. Si el mismo está diseñado como condensador, de manera ventajosa, éste puede dimensionarse reducido.

La conmutación cíclica mediante la unidad de conmutación tiene lugar según un ciclo de trabajo predefinido. El circuito presenta un medio que, con al menos un elemento de la unidad de transferencia de carga, define una frecuencia de resonancia, y una unidad de control para controlar la unidad de conmutación que está proporcionada para operar la unidad de conmutación con la frecuencia de resonancia. Gracias a esto, procesos de conmutación de la unidad de conmutación, de manera ventajosa, pueden tener lugar en fases en lo posible sin corriente. Preferentemente, la unidad de conmutación presenta elementos de conmutación controlables que, de manera conveniente, corresponden a válvulas de conmutación habituales de un sistema electrónico de potencia. La conmutación, de manera preferente, tiene lugar mediante un control cuasi resonante de las válvulas de conmutación, es decir que los procesos de conmutación de las válvulas de conmutación tienen lugar en fases en lo posible sin corriente. Gracias a esto pueden reducirse significativamente las pérdidas por conmutación.

Mediante los dibujos se explican ejemplos de ejecución de la invención. Muestran:

Figura 1: un suministro de red y un vehículo ferroviario con un circuito y un consumidor eléctrico, donde el circuito está proporcionado para reducir a la mitad la tensión de suministro de la red,

Figura 2: un circuito de puente del circuito,

5 Figura 3: otro circuito de puente del circuito,

Figuras 4 a 6: realizaciones alternativas del circuito de la figura 1, y

Figura 7: una realización alternativa del circuito de la figura 1, donde el circuito está proporcionado para duplicar la tensión de suministro de la red.

10 La figura 1 muestra un vehículo diseñado como un vehículo ferroviario 10, en una vista muy esquematizada. El mismo está diseñado como un vehículo eléctrico que para su funcionamiento y en particular en un funcionamiento de tracción obtiene una energía eléctrica desde un suministro de red 12. El suministro de red 12 proporciona una tensión de la red V_N que es una tensión continua en la magnitud de 3 kV. Esa tensión de la red V_N es detectada por una unidad de detección de tensión 14, y es suministrada a una instalación eléctrica del vehículo ferroviario 10. En el lenguaje especializado, la unidad de detección de tensión 14 se denomina también "dispositivo de captación de corriente". En la realización considerada, la tensión de la red V_N es proporcionada por una línea de suministro 16 del lado de la red, diseñada como catenaria, donde la unidad de detección de tensión 14 se encuentra sobre el techo del vehículo ferroviario 10 y en particular está diseñada como pantógrafo. En una variante de realización, la línea de suministro 16 del lado de la red puede estar diseñada como carril conductor, que en particular está dispuesto en el área del balasto.

20 La instalación eléctrica del vehículo ferroviario 10 comprende un circuito 18, que se utiliza como un así llamado circuito de alimentación. Un circuito de alimentación 18 presenta un lado de entrada 20 que puede conectarse eléctricamente a la unidad de detección de tensión 14, y está configurado para conducir la tensión de la red V_N . En la realización considerada, una inductancia 22 está dispuesta entre el lado de entrada 20 y la unidad de detección de tensión 14. Además, un interruptor principal, no representado en detalle en la figura, está dispuesto entre la unidad de detección de tensión 14 y el lado de entrada 20. El circuito 18 presenta además un lado del consumidor 24 apartado del lado de entrada 20, que está asociado a por lo menos un consumidor 25 del vehículo ferroviario 10.

El circuito 18 comprende una unidad de transformación de tensión 26 que está proporcionada para proporcionar una tensión V_C adaptada para el funcionamiento del consumidor del vehículo 25. Esa tensión V_C se proporciona en el lado del consumidor 24 del circuito 18, como se presenta en detalle más adelante.

30 Para transformar la tensión de la red V_N , la unidad de transformación de tensión 26 presenta una primera subunidad 28h y una segunda subunidad 28t. Las subunidades respectivamente presentan un acumulador de carga 30h, así como 30t, y un par de elementos de conmutación 32h.1, 32h.2, así como 32t.1, 32t.2, que está conectado de forma paralela al respectivo acumulador de carga 30h, así como 30t. Los pares de elementos de conmutación respectivamente forman parte de un circuito de medio puente 34h, así como 34t, donde los circuitos de medio puente 34h y 34t están conectados en serie uno con respecto a otro. La primera subunidad 28h con el circuito de medio puente 34h está asociada al lado de entrada 20. En particular, durante el funcionamiento, al menos una parte de la subunidad 28h que forma el lado de entrada 20 conduce la tensión de la red V_N . La segunda subunidad 28t con el circuito de medio puente 34t está asociada al lado del consumidor 24, donde al menos una parte de la subunidad 28t que forma el lado del consumidor 24, durante el funcionamiento, conduce la tensión V_C adaptada para el funcionamiento del consumidor del vehículo 25. Las subunidades 28h y 28t se denominan en el siguiente texto como subunidades "altas" o "bajas".

45 El circuito 18, para la transferencia de carga desde la subunidad alta 28h hacia la subunidad baja 28t, presenta una unidad de transferencia de carga 36 con un elemento 38 diseñado como condensador. Ese elemento 38 está asociado al par de subunidades formado por la subunidad alta 28h y por la subunidad baja 28t, y se conmuta cíclicamente entre los respectivos potenciales V_h , V_t de las subunidades 28h y 28t. Ese elemento 38 está dispuesto de modo tal en cuanto a la tecnología de conmutación, que el mismo conecta unos con otros los puntos centrales del puente de los circuitos de medio puente 34h, 34t. De este modo, el mismo está conectado entre los puntos centrales del puente, donde éstos respectivamente están dispuestos entre dos elementos de conmutación 32h.1, 32h.2, así como 32t.1, 32t.2, del respectivo circuito de medio puente 34h, así como 34t. Al menos los elementos de conmutación 32h.1, 32h.2 se controlan de modo tal en cuanto a su funcionamiento de conmutación, que el elemento 38 se conmuta cíclicamente entre los respectivos potenciales V_h , V_t de la subunidad alta y baja 28h, 28t. Los elementos de conmutación 32h.1, 32h.2 del circuito de medio puente 34h, conforme a ello, forman parte de una unidad de conmutación 40 que se utiliza para conmutar cíclicamente el elemento 38 entre los respectivos potenciales V_h , V_t de las subunidades 28h y 28t. La unidad de control asociada al circuito de medio puente 34h,

representada esquemáticamente en la figura, se utiliza como unidad de control 42 para la unidad de conmutación 40. La misma está programada para un funcionamiento de conmutación de los elementos de conmutación 32h.1, 32h.2, en el cual éstos se conmutan con un ciclo de trabajo del 50% y con una frecuencia de al menos 1 kHz. El circuito de medio puente 34t de la subunidad baja 28t se utiliza para rectificar la señal de tensión generada, de modo que la tensión V_c proporcionada en el lado del consumidor 24 sea una tensión continua.

En la realización considerada en la figura 1, así como en las realizaciones según las figuras 4 a 6, mediante el circuito 18, partiendo desde la tensión de la red V_N de 3kV, se proporciona la tensión V_c en una magnitud de 1,5kV. La tensión de la red V_N , conforme a ello, se reduce a la mitad mediante la unidad de transformación de tensión 26. Los potenciales V_h y V_t de las subunidades 28h, 28t en este caso son idénticos y respectivamente corresponden a la mitad de la tensión de la red V_N , es decir, que corresponden también a la tensión V_c en una magnitud de 1,5kV, proporcionada en el lado del consumidor 24.

La figura 2 muestra la realización del circuito de medio puente 34h de la subunidad alta 28h. La misma presenta dos transistores, en particular respectivamente en la forma de un transistor IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor, del inglés, transistor bipolar de puerta aislada), que forman los elementos de conmutación controlables 32h.1 y 32h.2. Paralelamente con respecto a los elementos de conmutación respectivamente está conectado un diodo 44h.1, así como 44h.2.

En la figura 1 está representado esquemáticamente el consumidor 25 del vehículo ferroviario 10, que puede ser abastecido de energía desde el circuito 18. En una primera realización, el mismo puede ser un sistema de tracción. De manera conocida, éste presenta una unidad de suministro de potencia que se utiliza para generar una corriente eléctrica, en particular una corriente trifásica, partiendo de la tensión continua V_c proporcionada, cuyas propiedades se regulan según una potencia de tracción que debe generarse. La unidad de suministro de potencia puede estar diseñada como un convertidor de tracción.

La figura 3 muestra la realización del circuito de medio puente 34t de la subunidad baja 28t en este diseño del consumidor 25 como sistema de tracción. El mismo está diseñado de forma idéntica al circuito de medio puente 34h y presenta dos transistores, en particular respectivamente en la forma de un transistor IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor, del inglés, transistor bipolar de puerta aislada), que forman los elementos de conmutación controlables 32t.1 y 32t.2. Paralelamente con respecto a los elementos de conmutación respectivamente está conectado un diodo 44t.1, así como 44t.2.

En otra realización, un consumidor 25 que puede ser abastecido desde el circuito 18 puede ser un suministro eléctrico de la red de a bordo. El mismo, de manera conocida, en su entrada presenta un inversor. Una realización del circuito de medio puente 34t de la subunidad baja 28t, adaptada a ese consumidor 25, a diferencia de la realización según la figura 3, puede corresponder a un circuito en serie sencillo de dos diodos.

Las figuras 4 a 6 respectivamente muestran una realización alternativa del circuito 18. Para evitar repeticiones innecesarias se describen solamente las diferencias con respecto a la realización según la figura 1. En los diseños mostrados según las figuras 4 a 6, el circuito 18, en particular la unidad de transformación de tensión 26, presenta un medio 46 que, con el elemento 38 de la unidad de transferencia de carga 36, define una frecuencia de resonancia. En los diseños según las figuras 4 a 6 el medio 46 está diseñado en particular como una inductancia o una pluralidad de inductancias. La unidad de control 42 está proporcionada para controlar la unidad de conmutación 40, en particular sus elementos de conmutación 32h.1 y 32h.2, con esa frecuencia de resonancia. De este modo, esos elementos de conmutación pueden conectarse en el caso de corrientes lo más reducidas posible. La unidad de conmutación 40, de este modo, funciona de forma cuasi resonante. El elemento de conmutación 32h.1 en particular se cierra en una fase sin corriente y se abre nuevamente en la siguiente fase sin corriente, después de una media onda. Un tiempo de retardo consecutivo puede provocar que las cargas se alejen de los elementos de conmutación. A continuación tiene lugar entonces el mismo proceso para el elemento de conmutación 32h.2.

En la realización según la figura 4, el medio 46 está conectado en serie con el elemento 38, de manera que los mismos están dispuestos entre los circuitos de puente 34h y 34t, en particular entre los puntos centrales del puente.

En un diseño a modo de ejemplo, los componentes del circuito 18 presentan los siguientes valores: acumulador de carga 30h y 30t respectivamente 500 μ F; elemento 38: 250 μ F; medio 46: 12 μ H.

La figura 5 muestra un diseño alternativo con una realización del medio 46 con dos elementos 48 y 50, que en particular respectivamente están diseñados como inductancia. Ambos elementos 48, 50 están conectados directamente y de modo tal a los terminales del acumulador de carga, que los mismos están dispuestos entre ese acumulador de carga 30t y el consumidor 25. Los terminales de salida de esos elementos 48, 50; por consiguiente, forman el lado del consumidor 24 del circuito 18. Entre el elemento 48 y el consumidor 25 está ramificada además la conexión hacia la subunidad alta 28h.

El diseño según la figura 6 se diferencia de las realizaciones anteriores en que el medio 46 conecta en serie una con otra, de forma directa, la subunidad alta y baja 28h, 28t.

5 Del modo ya descrito anteriormente, en las realizaciones según las figuras 1 y 4 a 6, el circuito 18 presenta una unidad de transformación de tensión 26 que proporciona al lado del consumidor 24 una tensión V_C que corresponde a la mitad de la tensión de la red V_N . La figura 7 muestra el circuito 18 en una variante de realización en la cual una
10 unidad de transformación de tensión 26' se utiliza para proporcionar una tensión V_C' al lado del consumidor 24, que corresponde al doble de la tensión de la red V_N' . En esa realización, la tensión de la red V_N' preferentemente es de 750V CC y la tensión V_C' proporcionada por la unidad de transformación de tensión 26' es de 1,5kV CC. La estructura de la unidad de transformación de tensión 26' corresponde a aquella de la unidad de transformación de
15 tensión 26, donde en comparación con las realizaciones anteriores el lado de entrada 20 y el lado del consumidor 24 se cambian uno por otro. Se mantienen los símbolos de referencia para los componentes de la unidad de transformación de tensión 26', y el control de la unidad de transformación de tensión 26' tiene lugar como en los ejemplos de ejecución precedentes. La corriente eléctrica obtenida desde el suministro de red 12 se suministra al
20 circuito 18 en un punto que está dispuesto entre las subunidades 28h y 28t. Los potenciales V_h y V_t de las subunidades 28h, 28t en este caso son idénticos y respectivamente ascienden a la tensión de la red V_N en una magnitud de 750V, es decir, a la mitad de la tensión V_C proporcionada en el lado del consumidor 24.

En los dibujos se aclaró el principio de la invención para una fase eléctrica. El circuito 18 puede ser polifásico, en particular puede estructurarse con desplazamiento de fase síncrono. En un caso ideal, el circuito está diseñado para un funcionamiento de 3 o 6 fases. Una configuración sencilla en cuanto a la construcción puede alcanzarse en el
20 caso de un diseño para un funcionamiento de 2 fases.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Vehículo ferroviario con una unidad de detección de tensión (14) para detectar una tensión de la red (V_N) proporcionada por un suministro de red (12), constituida como tensión continua, con al menos un consumidor eléctrico (25) y un circuito (18) que obtiene una energía eléctrica desde el suministro de red (12) para el suministro del consumidor eléctrico (25) durante el funcionamiento, el circuito comprende una unidad de transformación de tensión (26) para proporcionar una tensión (V_c) adaptada para el funcionamiento del consumidor (25) al lado del consumidor (24), que presenta una primera subunidad (28h) asociada al lado de entrada (20), que se encuentra bajo un potencial (V_h) durante el funcionamiento, al menos una segunda subunidad (28t) asociada al lado del consumidor (24), que se encuentra bajo un potencial (V_t) durante el funcionamiento, y una unidad de transferencia de carga (36) que está proporcionada para transferir una carga desde la primera subunidad (28h) hacia la segunda subunidad (28t), donde la unidad de transferencia de carga (36) presenta al menos un elemento (38) que está asociado a las subunidades (28h, 28t), y una unidad de conmutación (40) que está proporcionada para conmutar cíclicamente al menos un elemento (38) entre las subunidades (28h, 28t), un medio (46) que con al menos un elemento (38) define una frecuencia de resonancia, y una unidad de control (42) para controlar la unidad de conmutación (40), que está proporcionada para operar la unidad de conmutación (40) con la frecuencia de resonancia.
- 10 2. Vehículo ferroviario según la reivindicación 1, caracterizado porque el consumidor eléctrico (25) está diseñado como un sistema de tracción.
- 15 3. Vehículo ferroviario según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el consumidor eléctrico (25) está diseñado como suministro de la red de a bordo.
- 20 4. Vehículo ferroviario según una de las reivindicaciones 1 a 3 precedentes, caracterizado porque al menos un elemento (38) está diseñado como condensador.
- 25 5. Vehículo ferroviario según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las subunidades (28h, 28t) respectivamente presentan un circuito de medio puente (34h, 34t) y al menos un elemento (38) está conectado entre los puntos centrales del puente de los circuitos de medio puente (34h, 34t), donde la unidad de conmutación (42) está formada al menos por elementos de conmutación controlables (32h.1, 32h.2) de un circuito de medio puente (34h).
6. Vehículo ferroviario según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por una unidad de control (42) para controlar la unidad de conmutación (40), que está proporcionada para operar la unidad de conmutación (40) con una frecuencia de al menos 1 kHz.
- 30 7. Vehículo ferroviario según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la unidad de transformación de tensión (26) está proporcionada para proporcionar una tensión (V_c) al lado del consumidor (24), que corresponde a la mitad o al doble de la tensión de la red.

FIG 3

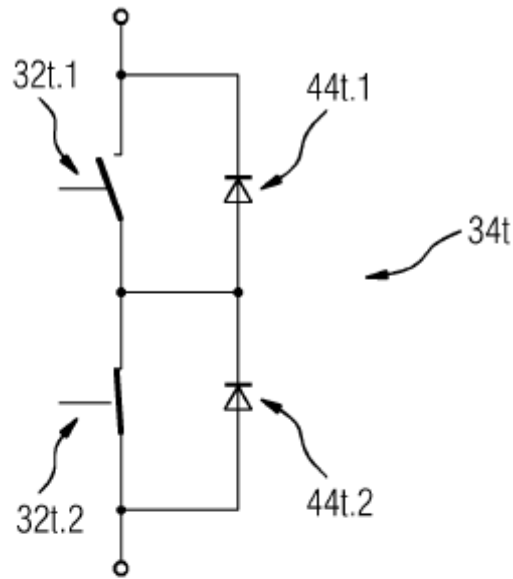


FIG 4

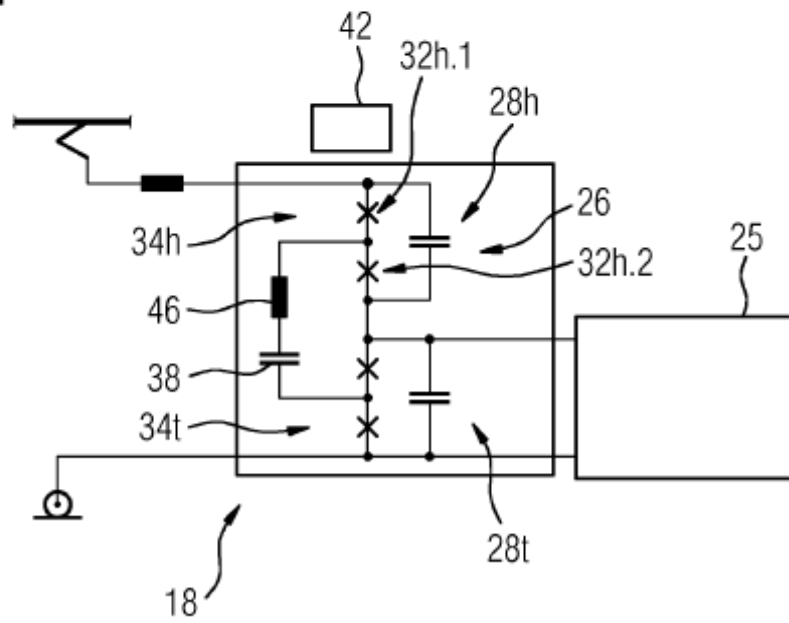


FIG 5

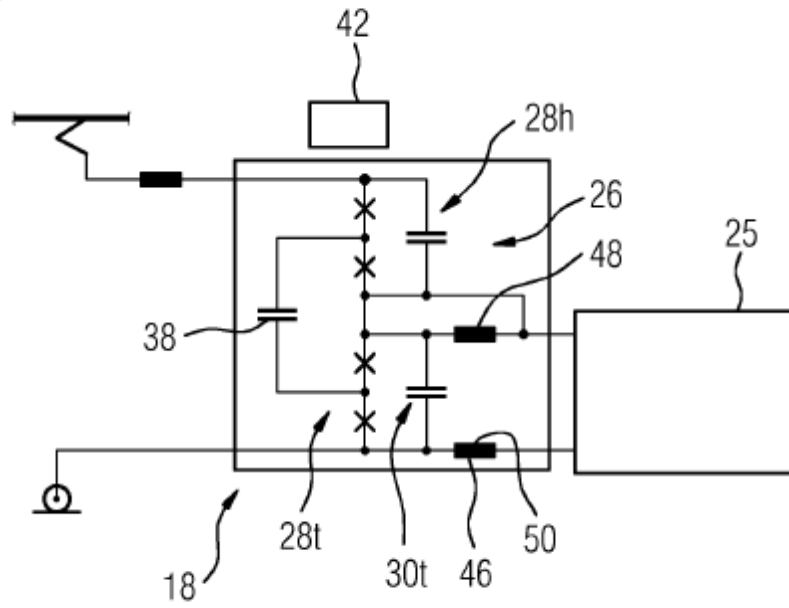


FIG 6

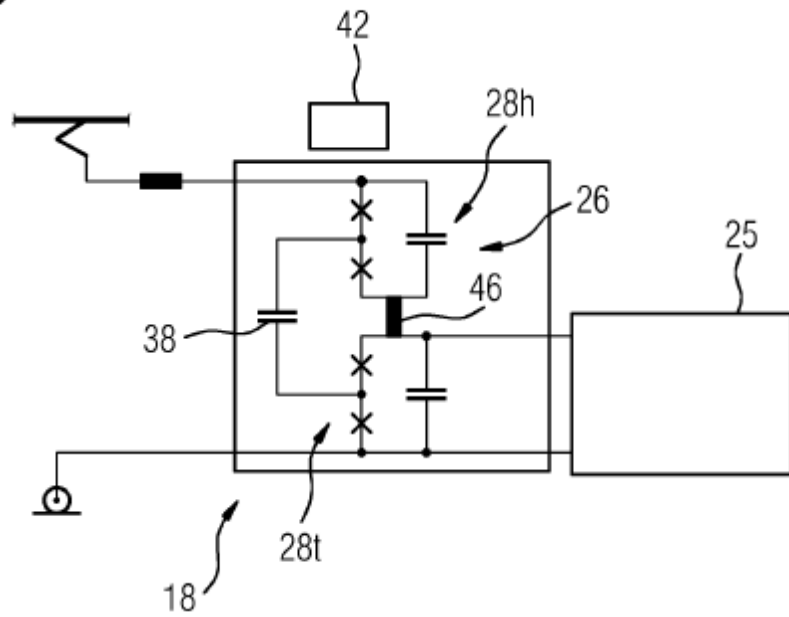


FIG 7

