

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 813**

51 Int. Cl.:

B60L 3/00 (2006.01)
B60L 9/00 (2006.01)
B60L 1/00 (2006.01)
H02H 11/00 (2006.01)
H02J 3/14 (2006.01)
H02M 7/06 (2006.01)
H02J 3/46 (2006.01)
H02M 7/493 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2014** **E 14162768 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2017** **EP 2927044**

54 Título: **Método para operar convertidores auxiliares paralelos en un vehículo ferroviario**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.07.2017

73 Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

72 Inventor/es:

ECHKILEV, NIKOLAJ;
WELLNER, ANDREAS y
WU, XIAO QIANG

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 625 813 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

Método para operar convertidores auxiliares paralelos en un vehículo ferroviario

La presente invención hace referencia a un método para el suministro de consumidores eléctricos de un vehículo con energía eléctrica. La invención hace referencia además a un sistema de suministro de energía de un vehículo, en particular de un vehículo ferroviario, para ejecutar ese método.

Un convertidor auxiliar se utiliza para suministrar energía eléctrica a una red de a bordo de un vehículo y a los consumidores conectados a la misma. Los consumidores típicos de un vehículo, en particular de un vehículo ferroviario, son el sistema electrónico de a bordo para el control/regulación del vehículo, compresores, acondicionador de aire, iluminación, conectores, etc. Los consumidores se dividen en un grupo de consumidores trifásicos y un grupo de consumidores monofásicos.

Los consumidores trifásicos son alimentados mediante una red de suministro de energía trifásica, como por ejemplo una red de corriente trifásica. Esa red de suministro de energía comprende tres fases, las cuales con frecuencia se denominan como L1, L2 y L3. Usualmente, esa red de suministro de energía trifásica no dispone de conductores neutrales (conductores-N). No obstante, se conocen también aplicaciones en las cuales la red de suministro de energía trifásica está realizada con un conductor-N. El conductor- N representa la puesta a tierra de servicio. Particularmente en los vehículos ferroviarios la red de suministro de energía trifásica se realiza con frecuencia como un carril colector 3AC.

La situación es distinta en los consumidores monofásicos. Éstos son abastecidos de energía mediante una fase y un conductor neutral. De este modo, la red de energía monofásica presenta un conductor-N. Por razones de seguridad el mismo se encuentra conectado con baja impedancia al potencial a tierra.

La función del convertidor auxiliar es la alimentación de esas redes de suministro de energía. También la alimentación a través de varios convertidores auxiliares conectados de forma paralela se emplea para aumentar la redundancia y, con ello, para aumentar la seguridad con respecto a fallos del suministro de energía.

Los componentes que se requieren obligatoriamente para el funcionamiento del vehículo son abastecidos mediante la red de suministro de energía trifásica. Aun cuando para esos componentes existe parcialmente un suministro adicional mediante baterías para un fallo del suministro de energía, la construcción del vehículo apunta a conformar dicha red de suministro de energía trifásica del modo más seguro posible en cuanto a fallos. Una así llamada red IT representa una red especialmente segura en cuanto a fallos. La red IT, denominada también como sistema IT, consiste en un tipo de realización de una red, en particular de una red de baja tensión, para el suministro de energía eléctrica con una seguridad aumentada con respecto a fallos en el caso de fallas en la falta a tierra. En la red IT, la puesta protectora a tierra y la puesta a tierra de servicio están realizadas de forma diferente. La puesta protectora a tierra sirve para la seguridad de contacto de componentes a través de las personas. La puesta a tierra de servicio está realizada a través de un conductor-N. En tanto la puesta a tierra de servicio se encuentre presente en la red de suministro de energía trifásica, ésta se encuentra realizada aislada, es decir, abierta. Es admisible una conexión a tierra de alta impedancia del conductor-N. Debido a ello, en el funcionamiento normal no se produce una conexión de baja impedancia entre las fases L1, L2 y L3 de la red y las partes conectadas a tierra. Con ello, la red IT no posee un potencial de tensión definido con respecto al potencial a tierra, denominándose como libre de potencial. Debido a ello, la red de suministro de energía puede operarse también cuando en una de las fases se produce un cortocircuito a tierra. Una alarma de aviso, en el caso de un cortocircuito a tierra detectado, generalmente exige realizar rápidamente un mantenimiento para eliminar el cortocircuito a tierra. Sólo otro cortocircuito a tierra en la red de suministro de energía puede conducir a una falla de la red de suministro de energía. De este modo, una red IT es adecuada en gran medida para la realización de una red de suministro de energía, segura en cuanto a fallos, de un vehículo.

Junto con la red de suministro de energía trifásica, segura en cuanto a fallos, en particular en Europa, existe además con frecuencia la necesidad de operar sólo de forma monofásica (por ejemplo con 230V, 50Hz) consumidores de baja potencia, los cuales no exigen una seguridad tan elevada con respecto al suministro, como conectores o lámparas. Para esos consumidores se necesitan uno o varios transformadores adicionales o formadores de conectores N que, a partir de la red de suministro de energía trifásica existente, generan un sistema de tensión monofásico. De este modo, la red de suministro de energía trifásica puede estar realizada como red IT, es decir libre de potencial, y la red de suministro de energía monofásica, se realiza con conductor-N conectado a tierra. Principalmente los clientes de las áreas asiáticas y americanas desean con frecuencia adicionalmente un conductor-N robusto en los vehículos ferroviarios, para poder conectar de forma más sencilla y también directa, consumidores monofásicos a una fase de la red de suministro de energía trifásica. Por razones de seguridad, por ejemplo en Alemania, entre otros países, determinado por la norma DIN VDE 0100, el conductor-N está conectado a tierra de forma permanente en el lado del vehículo. Esta clase de realización se denomina también como red TT o sistema TT.

A través del transformador o de los transformadores adicionales, un convertidor auxiliar puede alimentar una red de suministro de energía de un vehículo, la cual comprende tanto una red de suministro de energía trifásica libre de potencial, como también una red de suministro de energía monofásica con conductor-N conectado a tierra. Un cortocircuito a tierra en la red de suministro de energía trifásica, debido a la separación galvánica entre la red de suministro de energía trifásica y monofásica, no conduce a un fallo de esas dos redes de suministro de energía.

La conexión a tierra del conductor-N presenta la desventaja de que cada cortocircuito a tierra en la fase de la red de suministro de energía monofásica conduce a corrientes de cortocircuito en el convertidor auxiliar. Las corrientes de cortocircuito mencionadas pueden ser reducidas a través de un diseño adecuado del transformador, por ejemplo de una tensión de cortocircuito elevada u_k . De modo adicional, para la protección del convertidor auxiliar, en ese caso puede tener lugar una desconexión rápida de la red de suministro de energía monofásica, para evitar que resulten dañados los semiconductores del convertidor auxiliar.

Por ese motivo, los componentes requeridos obligatoriamente para el funcionamiento del vehículo no son abastecidos de energía eléctrica desde la red de suministro de energía monofásica, sino desde la red de suministro de energía trifásica, para posibilitar el funcionamiento posterior del vehículo.

El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un método para el suministro de consumidores de un vehículo con energía eléctrica, con el cual, el caso de falla de un cortocircuito a tierra, en particular durante la alimentación de los consumidores con convertidores auxiliares conectados de forma paralela del lado de tensión alterna, pueda dominarse de forma segura y además de forma sencilla y conveniente en cuanto a los costes.

Dicho objeto se alcanzará a través de un método para el suministro de consumidores eléctricos de un vehículo con energía eléctrica mediante convertidores auxiliares conectados paralelamente del lado de tensión alterna, donde en el caso de un cortocircuito a tierra se interrumpe el flujo de corriente entre los convertidores auxiliares y un conductor conectado a tierra de una red de suministro de energía, donde los convertidores auxiliares conectados paralelamente del lado de tensión alterna son operados con onda fundamental y sincronización del pulso.

Dicho objeto se alcanzará además a través de un sistema de suministro de energía de un vehículo, en particular de un vehículo ferroviario, determinado para ejecutar dicho método, con al menos dos convertidores auxiliares dispuestos de forma paralela, una red de suministro de energía para el suministro de consumidores eléctricos y al menos un interruptor para interrumpir un flujo de corriente entre los convertidores auxiliares y la red de suministro de energía.

La invención se basa en el conocimiento de que un fallo, provocado por un cortocircuito a tierra, no conduce a un fallo de la red de suministro de energía trifásica cuando el flujo de corriente es interrumpido entre los convertidores auxiliares y los conductores N. A través de la interrupción de ese flujo de corriente, el convertidor auxiliar puede operarse libre de potencial. El potencial a tierra es determinado entonces a través del cortocircuito a tierra. Esto corresponde a un funcionamiento como red IT. El método de acuerdo con la invención posibilita un cambio dinámico entre la red de suministro de energía como red TT con conector N conectado a tierra hacia una red de suministro de energía como red IT en caso de producirse un cortocircuito, para garantizar la seguridad de suministro de la red de suministro de energía trifásica y de los consumidores conectados a la misma. Una red de suministro de energía monofásica existente ya no se utiliza entonces para la transmisión de energía, ya que a través de la interrupción del flujo de corriente del conductor-N nada de energía puede ser transmitida. De este modo, con este método se garantiza un funcionamiento seguro frente a fallos de la red de suministro de energía trifásica. Este método ofrece la ventaja de que, en comparación con los métodos conocidos hasta el momento, no requiere un transformador. Esto vuelve marcadamente más económico y sencillo el convertidor auxiliar en donde usualmente está dispuesto el transformador, y también la red de suministro de energía del vehículo.

Al suprimir el transformador se presenta el problema de que los convertidores auxiliares están acoplados unos a otros mediante la conexión a tierra. Generalmente se producen corrientes de compensación entre los convertidores auxiliares conectados de forma paralela, lo cual torna imposible un suministro fiable de los consumidores del vehículo. Sin embargo, se ha comprobado que un funcionamiento paralelo de los convertidores auxiliares conectados de forma paralela es posible cuando esos convertidores auxiliares son operados con onda fundamental y sincronización del pulso. La ventaja del funcionamiento con onda fundamental y sincronización del pulso reside en el hecho de que se evitan corrientes de compensación entre los convertidores auxiliares o las mismas se reducen al menos de manera que es posible un funcionamiento paralelo de los convertidores auxiliares. Debido a ello, el circuito paralelo de los convertidores auxiliares se vuelve posible de forma conveniente.

A través de la disposición paralela, aun en el caso de un fallo de un convertidor auxiliar, puede asegurarse además el suministro de los consumidores eléctricos de la red de suministro de energía mediante los convertidores auxiliares que permanecen en funcionamiento. A través de un ciclado probablemente con sincronización del pulso de los convertidores auxiliares conectados de forma paralela se realiza también una repartición regular de la potencia en los convertidores auxiliares individuales que se encuentran en funcionamiento. La ventaja del circuito paralelo reside en el hecho de que para la alimentación de los consumidores eléctricos pueden proporcionarse varios convertidores

auxiliares que presentan un tamaño de construcción más reducido y que pueden integrarse fácilmente en el espacio de construcción existente. Otra ventaja reside en el hecho de que a través de los convertidores auxiliares conectados de forma paralela se crea una redundancia, de manera que también en el caso de un fallo de uno o de varios de los convertidores auxiliares, los consumidores eléctricos o al menos una parte de los consumidores eléctricos, en particular aquellos consumidores necesarios obligatoriamente para el funcionamiento del vehículo, pueden ser abastecidos de energía eléctrica aún de modo fiable.

En otra forma de realización ventajosa el método está determinado para asegurar el funcionamiento del convertidor auxiliar también en el caso de un cortocircuito a tierra en una red de suministro de energía proporcionada para el suministro de los consumidores eléctricos. Un cortocircuito a tierra en la red de suministro de energía es un motivo frecuente para un fallo de la red de suministro de energía correspondiente. Precisamente para el caso del cortocircuito a tierra en la red de suministro de energía el método representa además una posibilidad particularmente sencilla para mantener el funcionamiento de los consumidores conectados, sin transformador.

En otra forma de ejecución ventajosa, el vehículo se trata de un vehículo ferroviario, donde los convertidores auxiliares conectados paralelamente del lado de tensión alterna alimentan una red de a bordo del vehículo ferroviario. Precisamente en los vehículos ferroviarios se presentan exigencias elevadas en cuanto a la disponibilidad del vehículo. El fallo de un vehículo debe evitarse lo más posible debido a la situación de peligro a través de una avería entre estaciones, donde dicha situación es particularmente peligrosa en túneles, y en cuanto a las actividades necesarias en esos casos, como un salvataje complicado. De modo adicional, en el caso de vehículos ferroviarios averiados deben considerarse fallas de gran magnitud, en parte considerables, en amplias partes de la red ferroviaria. También la insatisfacción del cliente debido a los retrasos condicionados por esto conduce a pérdidas económicas, y debe ser evitada. En el vehículo ferroviario, a diferencia por ejemplo de los vehículos con ruedas de goma, una conexión a tierra puede producirse de forma sencilla. Por lo general, esto tiene lugar mediante un contacto a través de los ejes montados hacia el riel, el cual se encuentra sobre el potencial a tierra. De este modo, un conductor-N, en particular en redes de suministro de energía monofásicas, puede realizarse de forma sencilla y conveniente en cuanto a los costes. El método de acuerdo con la invención se emplea para asegurar un funcionamiento seguro de los convertidores auxiliares 3AC conectados de forma paralela del lado de la tensión alterna, también en el caso de un cortocircuito a tierra. Este método permite un suministro eléctrico seguro de consumidores que son requeridos de forma obligatoria para el funcionamiento del vehículo ferroviario.

En otra forma de realización ventajosa, el flujo de corriente se interrumpe a través de la apertura de un interruptor. La apertura de un interruptor representa una posibilidad sencilla para interrumpir el flujo de corriente entre convertidores auxiliares 3AC y la red de suministro de energía. El interruptor puede estar conectado en el convertidor auxiliar, en la red de suministro de energía o en una línea de entrada entre los convertidores auxiliares 3AC y la red de suministro de energía. Ha resultado especialmente conveniente disponer el interruptor en el depósito del convertidor auxiliar. Puesto que es conocida la información sobre un cortocircuito a tierra es conocida por el regulador/controlador del convertidor auxiliar, éste puede reaccionar rápidamente a ese estado cuando el interruptor está dispuesto dentro del depósito del convertidor auxiliar, y es activado por el regulador/controlador del convertidor auxiliar. De este modo puede realizarse de forma especialmente sencilla una protección del convertidor auxiliar 3AC.

En otra forma de realización ventajosa, en el método con al menos dos convertidores auxiliares, en caso de detectarse un cortocircuito a tierra, se realizan los siguientes pasos:

- desconexión de los convertidores auxiliares
- apertura del interruptor para interrumpir el flujo de corriente entre los convertidores auxiliares y la red de suministro de energía
- conexión de un primer convertidor auxiliar
- conexión de al menos otro convertidor auxiliar, donde el otro convertidor auxiliar, durante el proceso de conexión, se sincroniza en particular en cuanto a la frecuencia y a la amplitud de la tensión en el primer convertidor auxiliar y,
- una vez constatada la liberación del cortocircuito a tierra el interruptor se cierra nuevamente para interrumpir el flujo de corriente entre los convertidores auxiliares y la red de suministro de energía.

La producción de un cortocircuito a tierra en la red de suministro de energía no provoca que uno de los convertidores auxiliares resulte dañado; donde los mismos preferentemente están realizados como convertidores auxiliares 3AC y para abastecer de energía a por lo menos una red de suministro de energía 3AC. Se asegura además que, al producirse un cortocircuito a tierra, se eviten corrientes que pueden ocasionar daños del convertidor auxiliar 3AC. A través de los otros pasos del método se asegura que, en caso de producirse un cortocircuito a tierra, pueda continuar suministrándose energía a una red de suministro de energía, preferentemente a la red de suministro de

energía trifásica. Para ello, un primer convertidor auxiliar 3AC, en un primer paso, se conecta nuevamente a la red de suministro de energía. Los otros convertidores auxiliares 3AC conectados de forma paralela se sincronizan, en cuanto a la tensión que se aplica en la salida, con el primer convertidor auxiliar 3AC. El proceso de sincronización finaliza cuando el otro convertidor auxiliar 3AC en la salida, en particular en cuanto a la amplitud de la tensión, a la frecuencia y a la relación de fase, proporciona la misma tensión inicial que el primer convertidor auxiliar 3AC. Después, también el otro convertidor auxiliar 3AC puede conectarse nuevamente para alimentar los consumidores eléctricos hacia la red de suministro de energía. Esto aplica para todos los otros convertidores auxiliares 3AC. Esa conexión de los otros convertidores auxiliares puede tener lugar de forma paralela y/o secuencial. Si a través de medios adecuados se determina que ya no se encuentra presente ningún cortocircuito a tierra, es decir que hay una ausencia de cortocircuito a tierra, entonces también puede restablecerse el flujo de corriente entre los convertidores auxiliares 3AC y la red de suministro de energía. Lo mencionado puede alcanzarse por ejemplo llevando a un circuito la conexión eléctrica entre convertidores auxiliares 3AC y el conductor-N.

En otra forma de realización ventajosa, el sistema de suministro de energía presenta al menos un monitoreo del cortocircuito a tierra. La red de suministro de energía comprende una red de suministro de energía trifásica (3AC) y un conector N. Este dispositivo es adecuado para detectar un cortocircuito a tierra de forma sencilla y fiable. A través de ese dispositivo, la información sobre un cortocircuito a tierra puede transmitirse a un controlador o regulador del convertidor auxiliar, con la ayuda del cual puede ejecutarse el método de acuerdo con la invención para operar los convertidores auxiliares 3AC dispuestos de forma paralela. La ventaja consiste en que para ese método pueden utilizarse los dispositivos de monitoreo de cortocircuito a tierra que se encuentran en el mercado. No se requiere el desarrollo de un aparato especial para ejecutar el método antes descrito. De este modo se garantiza una realización de un monitoreo del cortocircuito a tierra de un sistema de suministro de energía.

En otra forma de realización ventajosa, los convertidores auxiliares de un sistema de suministro de energía están dispuestos de forma eléctricamente paralela. También en esa forma de realización, de manera preferente, los convertidores auxiliares están realizados como convertidores auxiliares 3AC. A través de la disposición paralela, aun en el caso de un fallo de un convertidor auxiliar, puede asegurarse además el suministro de los consumidores eléctricos de la red de suministro de energía mediante los convertidores auxiliares que permanecen en funcionamiento. A través de un ciclado probablemente con sincronicidad del pulso de los convertidores auxiliares 3AC conectados de forma paralela se realiza también una repartición regular de la potencia en los convertidores auxiliares 3AC individuales que se encuentran en funcionamiento. La ventaja del circuito paralelo reside en el hecho de que para la alimentación de los consumidores eléctricos se proporcionan varios convertidores auxiliares 3AC que presentan un tamaño de construcción más reducido y que pueden integrarse fácilmente en el espacio de construcción existente. Otra ventaja reside en el hecho de que a través de los convertidores auxiliares conectados de forma paralela se crea una redundancia, de manera que también en el caso de un fallo de uno o de varios de los convertidores auxiliares 3AC, los consumidores eléctricos o al menos una parte de los consumidores eléctricos, en particular aquellos consumidores necesarios obligatoriamente para el funcionamiento del vehículo, pueden ser abastecidos de energía eléctrica aún de modo fiable.

En otra forma de realización ventajosa, el sistema de suministro de energía presenta una red de suministro de energía trifásica y una red de suministro de energía monofásica, las cuales están conectadas galvánicamente una con otra. A través de la aplicación del método de acuerdo con la invención puede prescindirse de la separación galvánica de la red de suministro de energía monofásica y de la red de suministro de energía trifásica. Usualmente, a través de un transformador se asegura un desacoplamiento galvánico de esa clase, denominado también como separación galvánica. Puesto que éste ya no es necesario para el sistema de suministro de energía de acuerdo con la invención, el mismo se vuelve marcadamente más económico y sencillo.

En otra forma de realización ventajosa, la conexión galvánica entre la red de suministro de energía monofásica y la red de suministro de energía trifásica está realizada mediante el convertidor auxiliar. La ventaja de esa disposición es que los flujos de corriente, en el caso de un cortocircuito a tierra, circulan sobre el convertidor auxiliar y, desde éste, pueden ser detectados mediante su controlador/regulador. A través de esa detección es posible una aplicación segura del método de acuerdo con la invención. Esta propiedad asegura que el funcionamiento del convertidor auxiliar pueda mantenerse también de forma segura en caso de presentarse un cortocircuito a tierra.

A continuación, la invención se describe y explica en detalle mediante los ejemplos de ejecución representados en las figuras. Las figuras muestran:

Figura 1: un primer diagrama de flujo básico de una red de a bordo de acuerdo con la invención, de un vehículo;

Figura 2: otro diagrama de flujo básico de una red de a bordo de acuerdo con la invención con una red de suministro de energía monofásica separada;

Figura 3: otro diagrama de flujo básico de una red de a bordo de acuerdo con la invención, con un interruptor;

Figura 4: otro diagrama de flujo básico de una red de a bordo de acuerdo con la invención, con un interruptor bipolar;

Figuras 5 a 8: ejemplos de ejecución de un sistema de suministro de energía con convertidores auxiliares dispuestos de forma paralela y con un carril colector AC trifásico.

En la figura 1 se representa un convertidor auxiliar 1 que suministra energía eléctrica a un consumidor eléctrico 3. Para simplificar, en esta figura sólo se representa un convertidor auxiliar 1 de los convertidores auxiliares 1 conectados de forma paralela, del vehículo. De este modo, un consumidor eléctrico trifásico 31 está conectado a la red de suministro de energía trifásica 21. El consumidor monofásico 32 está conectado a la red de suministro de energía monofásica 22. El conductor-N N de la red de suministro de energía monofásica 22 está conectado al potencial a tierra. En el ejemplo de ejecución representado aquí, el convertidor auxiliar 1, en sus salidas, pone a disposición las tres fases L1, L2, L3 para alimentar la red de suministro de energía trifásica 21. El conductor-N N de la red de suministro de energía monofásica 22 forma otra salida. La fase L de la red de suministro de energía monofásica está formada por una conexión eléctricamente conductora con la fase L1 de la red de suministro de energía trifásica 21. De manera alternativa también es posible formar la fase L de la red de suministro de energía monofásica 22 a partir de la fase L2 o de la fase L3 de la red de suministro de energía trifásica 21. La totalidad de la red de suministro de energía 2 comprende la red de suministro de energía trifásica 21 y la red de suministro de energía monofásica 22. Un vehículo, en particular un vehículo ferroviario, presenta una pluralidad de consumidores eléctricos 3, tanto consumidores eléctricos trifásicos 31 como también consumidores eléctricos monofásicos 32, donde en la representación de la figura 1, para una simplificación, sólo se representa respectivamente un consumidor trifásico 31 y un consumidor monofásico 32.

La figura 2 muestra una ejecución alternativa en donde la fase L de la red de suministro de energía monofásica 22 se proporciona también directamente en la salida del convertidor auxiliar 1. También en este ejemplo de ejecución, con el fin de una simplificación, se representa sólo un convertidor auxiliar 1 de los convertidores auxiliares 3AC 1 conectados de forma paralela del lado de la tensión alterna, del vehículo. De este modo, el potencial de la fase L puede ser idéntico a un potencial de las fases L1, L2, L3 de la red de suministro de energía trifásica 21 o puede ser independiente del mismo. La ventaja de esa disposición reside en el hecho de que el potencial de la fase L de la red de suministro de energía monofásica 22 se genera directamente en el convertidor auxiliar 1 y, debido a ello, puede ser controlado o regulado. A modo de ejemplo, el convertidor auxiliar 1 puede generar la fase L de la red de suministro de energía monofásica 22 a través de la conexión con una salida que se proporciona para alimentar las tres fases L1, L2, L3 de la red de suministro de energía trifásica 21. También ha resultado conveniente una conmutación de la fase L entre las fases L1, L2, L3. Además, el flujo de corriente entre la red de suministro de energía monofásica 22 y el convertidor auxiliar 1 puede interrumpirse de forma sencilla, por ejemplo mediante un interruptor que no se encuentra representado en este caso. Para evitar repeticiones con respecto a componentes coincidentes del sistema se remite a la descripción relativa a la figura 1, así como a los símbolos de referencia allí utilizados.

La figura 3 muestra otro ejemplo de ejecución de una red de a bordo de un vehículo según la figura 2, donde en la conexión entre los convertidores auxiliares 1 y la red de suministro de energía 2 está conectado un interruptor 4 para interrumpir el flujo de corriente entre los convertidores auxiliares 1 y la red de suministro de energía 2. Para evitar repeticiones con respecto a componentes coincidentes del sistema se remite a la descripción relativa a la figura 1 y a la figura 2, así como a los símbolos de referencia allí utilizados. También en este ejemplo de ejecución, con el fin de una simplificación, se representa sólo un convertidor auxiliar 1 de los convertidores auxiliares 3AC 1 que pueden conectarse de forma paralela del lado de la tensión alterna, del vehículo. En este ejemplo de ejecución, la interrupción tiene lugar al estar conectado a tierra el conductor-N N. El conductor-N aquí representado está asociado a la red de suministro de energía monofásica 22. Asimismo, ha resultado ventajoso que también la red de suministro de energía trifásica 21 presente un conductor-N. De este modo, el mismo puede tratarse de un conductor-N separado o puede utilizarse el conductor-N de la red de suministro de energía monofásica 22. Entre una fase L1, L2, L3 de la red de suministro de energía trifásica 21 y un conductor-N pueden conectarse consumidores monofásicos 32. De este modo, ha resultado particularmente conveniente también que esa conexión entre los convertidores auxiliares 1 y el conductor- N conectado a tierra de la red de suministro de energía trifásica 21 esté provista de un interruptor 4 que interrumpe el flujo de corriente entre los convertidores auxiliares 1 y el conductor-N N de la red de suministro de energía trifásica 21. De este modo, el interruptor 4 puede estar dispuesto en la línea de entrada entre los convertidores auxiliares 1 y la red de suministro de energía 2. Una alternativa conveniente consiste en disponer en el convertidor auxiliar 1 el interruptor 4 para interrumpir la corriente entre los convertidores auxiliares 1 y la red de suministro de energía 2. En ese caso, el interruptor 4 puede activarse directamente a través del controlador/regulador del convertidor auxiliar 1.

La figura 4 muestra otro ejemplo de ejecución de una red de a bordo para un vehículo, en donde el interruptor está realizado de forma bipolar. Dicho interruptor 4, en el caso de un cortocircuito a tierra, junto con la interrupción de la corriente entre los convertidores auxiliares 1 y el conductor-N de la red de suministro de energía 2, cumple también la función de interrumpir la fase L de la red de suministro de energía monofásica. Con ello, puede asegurarse que, en el caso de un cortocircuito a tierra, la red de suministro de energía monofásica 22 se conecte libre de tensión. El

peligro para las personas, en especial para el personal de mantenimiento, de entrar en contacto con una tensión peligrosa, se reduce considerablemente debido a ello. Para evitar repeticiones con respecto a componentes coincidentes del sistema se remite a la descripción relativa a la figuras 1, 2 y 3, así como a los símbolos de referencia allí utilizados. También en este ejemplo de ejecución, con el fin de una simplificación, se representa sólo un convertidor auxiliar 1 de los convertidores auxiliares 3AC 1 que pueden conectarse de forma paralela, del vehículo.

La figura 5 muestra un ejemplo de ejecución de un sistema de suministro de energía 5 con varios convertidores auxiliares 11 y 12 dispuestos de forma paralela. De este modo, los convertidores auxiliares 3AC que pueden conectarse de forma paralela alimentan las fases L1, L2, L3 de la red de suministro de energía 21. Esa red de suministro de energía trifásica 21 está realizada como carril colector AC trifásico. Existen además aún redes de suministro de energía monofásicas 22, donde cada una de esas redes de suministro de energía monofásicas 22 es alimentada mediante uno de los convertidores auxiliares 11, 12. El circuito paralelo de los convertidores auxiliares 11, 12 asegura que también en el caso de una avería de uno o de varios de los convertidores auxiliares 11, 12; la red de suministro de energía trifásica 21 sea abastecida de energía eléctrica de modo fiable. En el caso de una falla de un convertidor auxiliar 11, 12; para poder separar éstos de la red de suministro de energía trifásica 21, en los convertidores auxiliares 11, 12 se proporcionan interruptores 4. Dichos interruptores 4 posibilitan una separación de las salidas proporcionadas para la alimentación de la red de suministro de energía 2, de la red de suministro de energía 2. Además, los interruptores 4 permiten la interrupción de un flujo de corriente entre los convertidores auxiliares y el conductor-N del sistema de suministro de energía 5. Con ello se asegura que el método de acuerdo con la invención pueda ejecutarse con la ayuda del sistema de suministro de energía 5. Los convertidores auxiliares 11, 12; junto con los interruptores 4, presentan un circuito de puente 101 con semiconductores de potencia 104, condensadores del circuito intermedio 102 y un filtro 103. Para una mayor claridad, se prescinde del circuito para absorber energía desde una línea de contacto o desde un generador diesel. El circuito de puente 101 presenta semiconductores de potencia 104 que están dispuestos en el circuito de puente. De este modo, cada semiconductor de potencia 104 comprende un interruptor semiconductor y un diodo conectado de forma antiparalela con respecto a ello. El condensador del circuito intermedio 102 sirve para suavizar la tensión del circuito intermedio. Desde esa tensión del circuito intermedio, con la ayuda del circuito de puente 101 con semiconductores de potencia 104 en la salida del convertidor auxiliar 11, 12; se genera una tensión con amplitud de la tensión regulable y con frecuencia o relación de fase regulable. El filtro 103 se utiliza para filtrar armónicos no deseados. Con su ayuda es posible generar un desarrollo senoidal lo suficientemente preciso de la tensión inicial del convertidor auxiliar 11, 12. En el caso de un cortocircuito a tierra en el sistema de suministro de energía trifásico 21 se abren los interruptores 4 que están conectados a la red de suministro de energía monofásica 22. Se asegura con ello que, debido al cortocircuito a tierra, no puedan producirse corrientes de cortocircuito dentro del convertidor auxiliar 11, 12. Se asegura además que los consumidores eléctricos necesarios para el funcionamiento del vehículo, en particular un vehículo ferroviario, puedan ser abastecidos de energía de forma fiable. Un fallo a corto plazo de la red de suministro de energía trifásica 21 no tiene un efecto negativo sobre la disponibilidad del vehículo. Formulando de otro modo, la falla a corto plazo de la red de suministro de energía trifásica 21 no posee ningún efecto con respecto al funcionamiento del vehículo.

La figura 6 muestra otro ejemplo de ejecución de un sistema de suministro de energía 5 para un vehículo. Para evitar repeticiones con respecto a componentes coincidentes del sistema se remite a la descripción relativa a la figura 5, así como a los símbolos de referencia allí utilizados. Este ejemplo de ejecución representado en la figura 6 se diferencia de aquél correspondiente a la figura 5 a través del circuito en puente 101 con semiconductores de potencia 104 dentro del convertidor auxiliar 11, 12. En este caso, la salida del convertidor auxiliar 11, 12; la cual sirve para la conexión con el conductor-N de la red de suministro de energía 2, no fue conectada con el punto central de los condensadores del circuito intermedio 102 conectados en serie, sino con otra derivación de puente de un circuito de puente 101 con semiconductores de potencia 104. Con este circuito es posible generar una tensión en la salida del convertidor auxiliar 1, la cual presenta armónicos más reducidos. Esta disposición permite construir el filtro 103 más pequeño y de forma más conveniente en cuanto a los costes. Al mismo tiempo se incrementa aún más la calidad de la tensión de salida del convertidor auxiliar 1. Esto puede observarse en el hecho de que la tensión en la salida corresponde a una forma senoidal.

La figura 7 muestra otro ejemplo de ejecución de un sistema de suministro de energía 5 de acuerdo con la invención. Para evitar repeticiones con respecto a componentes coincidentes del sistema se remite a la descripción relativa a la figuras 5 y 6, así como a los símbolos de referencia allí utilizados. En este ejemplo de ejecución se prescinde de una red de suministro de energía monofásica 22. Desde los convertidores auxiliares 11, 12 se alimenta una red de suministro de energía trifásica 21 que está realizada como carril colector trifásico. Además, un conductor-N conectado a tierra está conectado con el convertidor auxiliar 11, 12. Al suprimir la red de suministro de energía monofásica, ese sistema de suministro de energía 5 puede producirse de forma más conveniente en cuanto a los costes. En ese sistema de suministro de energía 5, consumidores monofásicos 32, no representados en esta figura para una mayor claridad, están conectados a una de las fases L1, L2 y L3 de la red de suministro de energía trifásica 21 y al conductor-N N. En el caso de un cortocircuito a tierra se interrumpe el flujo de corriente entre los convertidores auxiliares 11, 12 y el conductor-N N. Esto sucede mediante el interruptor 4 que está dispuesto en la salida del convertidor auxiliar 11, 12 y que establece la conexión hacia el conductor-N. Se ha comprobado como ventajoso que, en el caso de esa configuración, los consumidores monofásicos 32 sean asegurados a este respecto

a través de un dispositivo de protección, de manera que en el caso de una interrupción del flujo de corriente entre el conductor-N y los convertidores auxiliares 1 se separe de la carga monofásica también la fase correspondiente que conduce la tensión.

5 La figura 8 muestra otro ejemplo de ejecución de un sistema de suministro de energía 5 de acuerdo con la invención. Éste corresponde esencialmente a la forma de ejecución correspondiente a la figura 7, donde sin embargo la salida del convertidor auxiliar 11, 12; proporcionada para una conexión con el conductor-N, está conectada de forma eléctricamente conductora con una cuarta fase de un circuito de puente 101 con semiconductores de potencia 104. Para evitar repeticiones con respecto a componentes coincidentes del sistema se remite a la descripción relativa a la figuras 5 a 7, así como a los símbolos de referencia allí utilizados. A diferencia del ejemplo de ejecución según la figura 7, en donde esa salida está conectada en circuito dentro del convertidor auxiliar 11, 12 con el punto central de dos condensadores del circuito intermedio 102 conectados en serie, la calidad de la tensión en las salidas del convertidor auxiliar 11, 12; las cuales se proporcionan para la conexión con las fases L1, L2 y L3 de la red de suministro de energía trifásica 21, puede incrementarse aún más al ampliar el circuito en puente 101 con semiconductores de potencia 104 en una derivación de puente, en donde se realiza la conexión hacia el conductor-N N. Esto significa que la desviación de esas tensiones de una forma senoidal ideal es reducida. Gracias a ello es posible realizar el filtro 103 del convertidor auxiliar 11, 12 de forma más sencilla y, con ello, de forma más simple y conveniente en cuanto a los costes. También en esta disposición, consumidores monofásicos 32 son abastecidos desde una de las fases L1, L2 o L3 de la red de suministro de energía trifásica 21 y desde el conductor-N. Para asegurar un funcionamiento correcto, para asegurar la protección de las personas y para la protección de los consumidores monofásicos conectados, ha resultado ventajoso que, en el caso de una interrupción del flujo de corriente entre el conductor-N de la red de suministro de energía 2 y el convertidor auxiliar 11, 12; se interrumpa también la conexión entre la fase que se utiliza para el suministro del consumidor monofásico 32 y hacia el consumidor monofásico 32.

25 Si bien la invención fue ilustrada y descrita en detalle a través de los ejemplos de ejecución preferentes, la presente invención no se limita sólo a los ejemplos descritos, de manera que el experto puede deducir otras variantes en base a ello, sin abandonar el alcance de protección de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Método para el suministro de consumidores eléctricos (3, 31, 32) de un vehículo con energía eléctrica mediante convertidores auxiliares (1, 11, 12) conectados paralelamente del lado de tensión alterna, donde en el caso de un cortocircuito a tierra se interrumpe el flujo de corriente entre los convertidores auxiliares (1,11, 12) y un conductor- N (N) conectado a tierra de una red de suministro de energía (2, 22), donde los convertidores auxiliares conectados paralelamente del lado de tensión alterna son operados con onda fundamental y sincronidad del pulso.
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el cortocircuito a tierra se produce en una red de suministro de energía (2, 21,22) proporcionada para el suministro de los consumidores eléctricos (3, 31,32).
3. Método según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque el vehículo se trata de un vehículo ferroviario, en donde los convertidores auxiliares (1, 11,12) conectados paralelamente del lado de tensión alterna alimentan una red de a bordo del vehículo ferroviario.
4. Método según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el flujo de corriente es interrumpido a través de la apertura de un interruptor (4).
5. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4 con al menos dos convertidores auxiliares (1, 11,12), caracterizado porque en caso de detectarse un cortocircuito a tierra se realizan los siguientes pasos:
 - desconexión de los convertidores auxiliares (1, 11,12),
 - apertura del interruptor (4) para interrumpir el flujo de corriente entre los convertidores auxiliares (1, 11,12) y la red de suministro de energía (2, 21, 22),
 - conexión de un primer convertidor auxiliar (11),
 - conexión de al menos otro convertidor auxiliar (12), donde el otro convertidor auxiliar (12), durante el proceso de conexión, se sincroniza en particular en cuanto a la frecuencia y a la amplitud de la tensión en el primer convertidor auxiliar (11), y
 - una vez constatada la liberación del cortocircuito a tierra (4) el interruptor (4) se cierra para interrumpir el flujo de corriente entre los convertidores auxiliares (1, 11,12) y la red de suministro de energía (2, 21, 22).
6. Sistema de suministro de energía (5) de un vehículo, en particular de un vehículo ferroviario, para ejecutar un método según una de las reivindicaciones 1 a 5, el cual comprende:
 - al menos dos convertidores auxiliares (1, 11, 12) dispuestos de forma paralela
 - una red de suministro de energía (2, 21, 22) para el suministro de consumidores eléctricos (3, 31, 32)
 - al menos un interruptor (4) para interrumpir un flujo de corriente entre convertidores auxiliares (1, 11, 12) y la red de suministro de energía (2, 21, 22)
7. Sistema de suministro de energía (5) según la reivindicación 6, caracterizado porque el sistema de suministro de energía (5) presenta al menos un dispositivo de monitoreo del cortocircuito a tierra.
8. Sistema de suministro de energía (5) según la reivindicación 6 ó 7, caracterizado porque el interruptor (4) se encuentra dispuesto en el convertidor auxiliar (1, 11, 12).
9. Sistema de suministro de energía (5) según una de las reivindicaciones 6 a 8 caracterizado porque el sistema de suministro de energía presenta una red de suministro de energía trifásica (21) y una red de suministro de energía monofásica (22), las cuales están conectadas una a otra de forma galvánica.
10. Sistema de suministro de energía (5) según la reivindicación 9, caracterizado porque la conexión galvánica está realizada mediante los convertidores auxiliares (1, 11, 12).

FIG 1

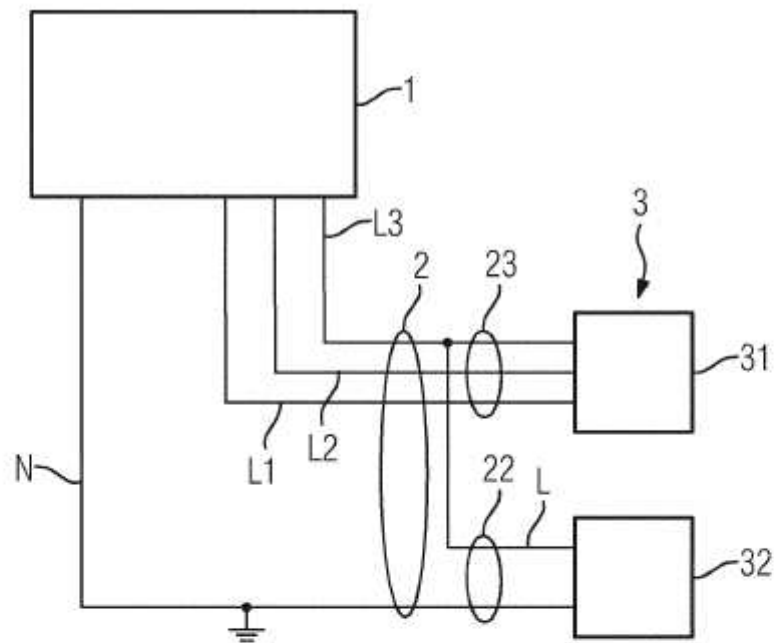


FIG 2

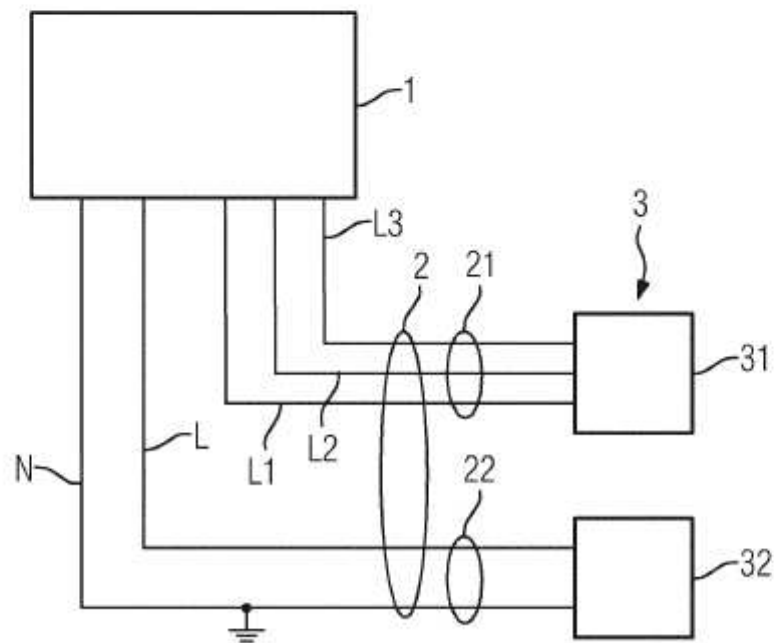


FIG 3

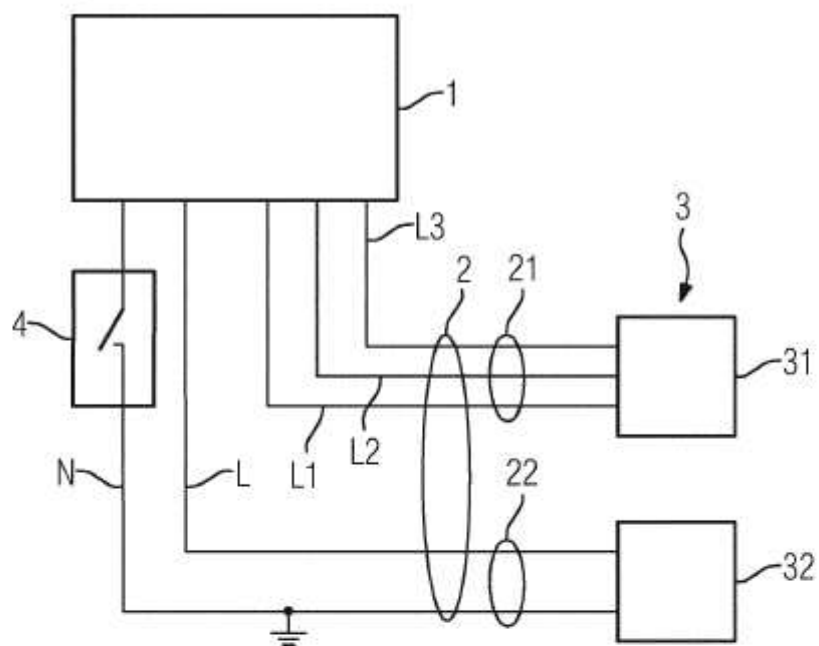


FIG 4

