(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 985 701**

(51) Int. Cl.:

B60L 7/14 (2006.01)
B60L 7/16 (2006.01)
B60L 50/53 (2009.01)
B61C 3/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2020 E 20197855 (8)**
(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2024 EP 3798042**

(54) Título: **Vehículo ferroviario alimentado por batería**

(30) Prioridad:

26.09.2019 DE 102019125944

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.11.2024

(73) Titular/es:

ALSTOM HOLDINGS (100.0%)
48 rue Albert Dhalenne
93400 Saint-Ouen-sur-Seine, FR

(72) Inventor/es:

BUSCHBECK, JAN y
KRISCHER, HANS

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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 alimentado por batería

Campo técnico

La invención se refiere a un vehículo ferroviario, a un procedimiento para salvar una brecha de corriente al pasar por un punto de separación con un vehículo ferroviario y a un procedimiento para accionar de forma energéticamente eficiente un motor de tracción de un vehículo ferroviario.

Estado de la técnica previamente conocido

Durante la tracción de un vehículo ferroviario pueden aparecer puntos de separación. Por ejemplo, en caso de redes de 15 kV/16,7 Hz, ocasionalmente se producen puntos de separación cuando las redes están separadas entre sí. En caso de redes de 25 kV/50 Hz, estos puntos de separación son mucho más comunes, ya que siempre hay que cargar por tramos una fase diferente de la red nacional de suministro. Un vehículo ferroviario a menudo entra en un punto de separación con fuerza de tracción en la rueda. Al entrar se abre el interruptor principal. De repente, un circuito intermedio conectado al interruptor principal deja de recibir alimentación (por ejemplo, en un plazo de 20 a 50 ms), lo que provoca una caída de la tensión del circuito intermedio. Sin embargo, al pasar por un punto de separación, es necesario mantener las operaciones auxiliares del vehículo ferroviario, como por ejemplo aire acondicionado, iluminación, etc.

Los vehículos ferroviarios o sus máquinas de tracción suelen estar configurados para cambiar al modo de soporte de generador al pasar por el punto de separación. En modo de soporte de generador se puede soportar el circuito intermedio de manera que no se produzca ningún fallo de alimentación en el circuito intermedio, ni en las operaciones auxiliares o en las redes de operaciones auxiliares, del vehículo ferroviario.

Al entrar en el punto de separación, puede ocurrir que no haya red eléctrica ni línea aérea, pero en el caso de una máquina asíncrona trifásica habría que aportar energía para magnetizar el motor con el fin de entrar en modo de frenado auxiliar y/o frenar electrodinámicamente.

Por el documento EP 0 691 236 A1 se conoce un procedimiento para salvar brechas en la alimentación eléctrica de vehículos ferroviarios eléctricos. El vehículo ferroviario dispone de un circuito intermedio al que está conectado un inversor de tracción, que sirve para alimentar un motor de accionamiento. Tan pronto como un colector de corriente situado delante en el sentido de la marcha no entra en contacto con la alimentación eléctrica, el inversor de tracción pasa del modo de marcha al modo de frenado auxiliar, es decir, al estado de funcionamiento como un generador, o del modo de frenado al modo de frenado auxiliar. Si la velocidad del tren cae por debajo de un valor inferior crítico durante la operación de frenado auxiliar sin alimentación de la red de alimentación de energía del tren, el sistema cambia a un modo de funcionamiento de bloqueo. En este modo de funcionamiento, además de desconectar la red de alimentación del tren, se bloquea toda la conversión de energía, de modo que se alcanza una distancia máxima de rodadura del tren sin alimentación de energía. Además están previstos condensadores de almacenamiento, que están dimensionados de tal manera que permanecen cargados con seguridad en un nivel mínimo durante un período de tiempo predeterminado, de modo que el funcionamiento de tracción se puede reanudar rápida y fácilmente a través del inversor de tracción una vez finalizada la brecha del carril de contacto.

Desventajas del estado actual de la técnica

Al pasar por el punto de separación, a menudo no hay tiempo suficiente para excitar los motores y soportar el circuito intermedio después de que se abra el interruptor principal o después de que el circuito intermedio deje de recibir alimentación de repente, antes de que se corte la alimentación. Esto significa que la alimentación de operaciones auxiliares colapsa al pasar por el punto de separación.

Además, la transición del modo de marcha al modo de frenado auxiliar al entrar en el punto de separación conduce a una reducción de la velocidad de marcha.

Planteamiento del problema

Por lo tanto, el objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un vehículo ferroviario y un procedimiento para salvar una brecha de corriente al pasar por un punto de separación con un vehículo ferroviario, que permita un paso más rápido y/o energéticamente eficiente a través de puntos de separación y/o una alimentación de energía más fiable al pasar por puntos de separación.

Solución según la invención

Estos objetivos se logran mediante un vehículo ferroviario según la reivindicación 1 y mediante un procedimiento según las reivindicaciones 10 y 11.

La invención se define en las reivindicaciones 1, 10 y 12. Otros modos de realización, modificaciones y mejoras se desprenden de la siguiente descripción y de las reivindicaciones adjuntas.

Según un modo de realización se proporciona un vehículo ferroviario. El vehículo ferroviario presenta un convertidor de red y un convertidor de corriente de tracción conectado al convertidor de red a través de un circuito intermedio de tensión continua para alimentar una máquina de tracción del vehículo ferroviario. Además, el vehículo ferroviario presenta un convertidor de operaciones auxiliares conectado al circuito intermedio de tensión continua para alimentar operaciones auxiliares, y una batería de tracción conectada al circuito intermedio de tensión continua. La batería de tracción está configurada para suministrar corriente al circuito intermedio de tensión continua al pasar por un punto de separación.

El almacenamiento o circuito intermedio de energía proporcionado por la batería de tracción permite que el vehículo ferroviario atraviese los puntos de separación de manera más eficaz y/o más rápida sin pérdida de comodidad para los pasajeros.

El vehículo ferroviario puede disponer de un colector de corriente y un interruptor principal. Normalmente, el vehículo ferroviario puede ser alimentado por el colector de corriente que se puede conectar a una línea aérea de una red eléctrica cuando el interruptor principal está cerrado. El vehículo ferroviario puede presentar además un transformador, que puede estar configurado para reducir una tensión alterna de la línea aérea a una tensión alterna más baja. Por ejemplo, la tensión alterna de la línea aérea puede ser de 15 kV o 25 kV, y la tensión alterna más baja puede estar en un intervalo de 0,5 kV a 3 kV. El transformador también puede estar conectado al convertidor de red. El convertidor de red puede estar configurado para generar tensión continua para el circuito intermedio de tensión continua. Por ejemplo, el convertidor de red puede estar configurado para generar una tensión continua en un intervalo de 600 V a 2 kV, por ejemplo aproximadamente 1500 V.

El convertidor de corriente de tracción conectado al convertidor de red a través del circuito intermedio de tensión continua puede estar configurado para generar una tensión alterna para alimentar la máquina de tracción. Por ejemplo, el convertidor de corriente de tracción puede estar configurado para generar una tensión alterna de aproximadamente 1500 V.

El convertidor de operaciones auxiliares conectado al convertidor de red a través del circuito intermedio de tensión continua puede estar configurado para generar una tensión alterna para alimentar las operaciones auxiliares. Por ejemplo, el convertidor de operaciones auxiliares puede estar configurado para generar una tensión alterna de aproximadamente 400 V. Las operaciones auxiliares pueden incluir, por ejemplo, la alimentación de instalaciones de aire acondicionado, iluminación y/o un restaurante a bordo con energía eléctrica.

La batería de tracción está conectada al circuito intermedio de tensión continua. En un modo de realización, el vehículo ferroviario presenta un convertidor de tensión continua, pudiendo conectarse la batería de tracción al circuito intermedio de tensión continua a través del convertidor de tensión continua. La batería de tracción puede presentar una capacidad de al menos 1 kWh, o incluso de al menos 2 kWh. En algunos modos de realización, en particular modos de realización relacionados con vehículos de batería, la batería de tracción puede presentar una capacidad de al menos 300 kWh, o incluso al menos 2000 kWh. La batería de tracción puede presentar una tensión nominal de al menos 750 V, o incluso de al menos 1500 V. En un modo de realización ejemplar, la batería de tracción presenta una tensión nominal de 1000 V.

En un modo de realización, la tensión nominal cambia dependiendo del estado de carga de la batería de tracción, estando configurado el convertidor de tensión continua para suministrar una tensión continua constante al circuito intermedio de tensión continua independientemente del estado de carga de la batería de tracción. El convertidor de tensión continua puede estar configurado para proporcionar una tensión continua definida para cargar la batería de tracción independientemente de la tensión del circuito intermedio de tensión continua.

En un modo de realización, el vehículo ferroviario presenta una batería de vehículo conectada a las operaciones auxiliares y, en particular, una batería de vehículo que no está conectada al circuito intermedio de tensión continua. La batería de vehículo puede estar configurada para mantener las operaciones auxiliares durante un tiempo determinado, por ejemplo un máximo de 30 minutos, particularmente en caso de cortes de corriente, emergencias o averías del sistema eléctrico de a bordo por otros motivos.

Normalmente, la capacidad de la batería de vehículo es menor que la capacidad de la batería de tracción.

El vehículo ferroviario puede funcionar en diferentes modos de funcionamiento.

Por funcionamiento normal se entiende que el vehículo ferroviario, en particular el convertidor de red o el transformador, se alimenta de energía eléctrica a través de una red eléctrica, en particular a través de una línea aérea.

Una operación de frenado auxiliar incluye un funcionamiento de generador de la máquina de tracción, alimentando el convertidor de corriente de tracción el circuito intermedio de tensión continua.

Un funcionamiento asistido por batería corresponde a un estado en el que el vehículo ferroviario, en particular el convertidor de red o el transformador, no recibe energía eléctrica a través de una red eléctrica, en particular de la línea aérea.

La batería de tracción está configurada para alimentar con corriente el circuito intermedio de tensión continua y, en particular, la máquina de tracción y/o las operaciones auxiliares. Esto conduce a una serie de ventajas.

El vehículo ferroviario según modos de realización de la presente divulgación puede estar configurado para suministrar corriente a la máquina de tracción en un funcionamiento asistido por batería. Esto permite entrar en un punto de separación y atravesar el mismo con fuerza de tracción. La batería de tracción puede estar diseñada de modo que el vehículo ferroviario en funcionamiento asistido por batería sea alimentado con energía eléctrica a través del circuito intermedio de tensión continua durante al menos 10 minutos, al menos 30 minutos o incluso al menos 1 hora. Además, el vehículo ferroviario puede estar configurado para suministrar corriente a las operaciones auxiliares en el funcionamiento asistido por batería. Ventajosamente se puede evitar una reducción de la velocidad del vehículo ferroviario debido a una falta de tracción (o potencia de tracción) y evitando la operación de frenado auxiliar.

Según modos de realización de la presente divulgación, el vehículo ferroviario puede estar configurado para suministrar corriente a las operaciones auxiliares en un funcionamiento asistido por batería. El convertidor de corriente de tracción puede estar bloqueado, por lo que la máquina de tracción no recibe corriente y el vehículo ferroviario se desplaza por efecto fuerza dentro del punto de separación. Ventajosamente, la operación de frenado auxiliar se puede evitar suministrando corriente a las operaciones auxiliares a través del circuito intermedio de tensión continua mediante la batería de tracción. Esto evita una reducción de la velocidad del vehículo ferroviario al evitar la operación de frenado auxiliar.

Cuando los vehículos ferroviarios desaceleran en el funcionamiento normal, la energía de frenado a menudo se devuelve a la red (la línea aérea). Sin embargo, en la zona de un punto de separación no es posible devolver la energía de frenado a la red, por lo que esta energía de frenado no se utiliza sino que, por ejemplo, se convierte en calor.

El vehículo ferroviario según modos de realización de la presente divulgación permite aprovechar esta energía de frenado en caso de desaceleración en la zona de un punto de separación. El vehículo ferroviario puede estar configurado para posibilitar que la batería de tracción se cargue con energía eléctrica del circuito intermedio de tensión continua utilizando la energía de frenado, en particular al pasar por un punto de separación.

Durante el funcionamiento normal, el vehículo ferroviario puede estar configurado preferiblemente para cargar la batería de tracción de tal manera que todavía quede una capacidad de carga restante de la magnitud de la energía generada típicamente durante la desaceleración al pasar por un punto de separación.

El vehículo ferroviario según modos de realización de la presente divulgación también mejora el paso a través de un punto de separación en la operación de frenado auxiliar. La batería de tracción permite magnetizar la máquina de tracción mediante el convertidor de corriente de tracción. Además, la operación de frenado auxiliar se puede utilizar para suministrar corriente a las operaciones auxiliares usando el circuito intermedio de tensión continua y/o para cargar la batería de tracción usando el circuito intermedio de tensión continua.

El vehículo ferroviario suele tener un sistema de control. El sistema control puede estar configurado para operar el vehículo ferroviario en funcionamiento normal, en el que el convertidor de red se alimenta con energía eléctrica externa, y/o en un funcionamiento asistido por batería, en el que el convertidor de red no se alimenta con energía eléctrica externa, y/o en una operación de frenado auxiliar, en la que la máquina de tracción se opera como un generador y el convertidor de corriente de tracción alimenta el circuito intermedio de tensión continua, para operar y/o cambiar los modos de funcionamiento (normalmente de forma correspondiente a un estado de funcionamiento del vehículo ferroviario y/o condiciones externas).

En el funcionamiento normal, el sistema de control puede estar configurado para controlar y/o limitar la carga de la batería de tracción con energía eléctrica del circuito intermedio de tensión continua. Preferiblemente, el sistema de control puede estar configurado para cargar la batería de tracción de tal modo que haya una capacidad de carga residual de la misma magnitud que la energía generada típicamente durante la desaceleración al pasar por un punto de separación.

Además, en el modo de frenado auxiliar, el sistema de control puede estar configurado para controlar y/o limitar la carga de la batería de tracción con energía eléctrica del circuito intermedio de tensión continua.

En la operación de frenado auxiliar, el sistema de control también puede estar configurado para operar la máquina de tracción como un generador, y en particular para hacer que el convertidor de corriente de tracción magnetice la máquina de tracción y/o active el convertidor de corriente de tracción.

Incluso en funcionamiento asistido por batería, el sistema control puede estar configurado para hacer que el convertidor de corriente de tracción magnetice la máquina de tracción del motor de tracción y/o active el convertidor de corriente de tracción.

En el funcionamiento asistido por batería, el sistema de control también puede estar configurado para, en caso necesario, bloquear el convertidor de corriente de tracción, de modo que la máquina de tracción no reciba corriente y el vehículo ferroviario pueda marchar con fuerza de tracción dentro del punto de separación. El sistema de control puede estar configurado para suministrar corriente a las operaciones auxiliares utilizando el circuito intermedio de tensión continua.

Según un modo de realización, el sistema de control puede estar configurado para detectar un fallo o interrupción del suministro de energía externo. El sistema de control puede estar configurado además para abrir el interruptor principal y/o bajar el pantógrafo del vehículo ferroviario.

Según un modo de realización, el vehículo ferroviario puede operar en modo de funcionamiento híbrido. Por modo de funcionamiento híbrido se entiende que, fuera de un punto de separación en el que el convertidor de red se alimenta con energía eléctrica externa, el circuito intermedio de tensión continua se alimenta con energía eléctrica procedente de la batería de tracción o el circuito intermedio de tensión continua se alimenta tanto con energía eléctrica externa como con energía eléctrica procedente de la batería de tracción. Opcionalmente, suministrar energía al vehículo ferroviario en funcionamiento normal sólo desde la batería de tracción o desde la batería de tracción y energía eléctrica externa puede ser ventajoso si una eficiencia (esperada) o una cadena de eficiencia en un punto de funcionamiento o punto de carga es mayor que cuando la energía se obtiene únicamente utilizando energía eléctrica externa.

Según un modo de realización, el vehículo ferroviario, en particular el sistema de control, está configurado para controlar el vehículo ferroviario en función del punto de funcionamiento de tal manera que el circuito intermedio de tensión continua se alimente con energía eléctrica externa y/o energía eléctrica de la batería de tracción.

Según un modo de realización se proporciona un procedimiento para salvar una brecha de corriente al pasar a través de un punto de separación con un vehículo ferroviario según uno de los modos de realización descritos en la presente memoria. El procedimiento incluye al menos una de las etapas a) a g) descritas a continuación.

a) Alimentar la máquina de tracción mediante la batería de tracción a través del convertidor de corriente de tracción conectado al circuito intermedio de tensión continua y alimentar las operaciones auxiliares mediante la batería de tracción a través del convertidor de operaciones auxiliares conectado al circuito intermedio de tensión continua.

La batería de tracción puede estar diseñada de modo que el vehículo ferroviario en funcionamiento asistido por batería sea alimentado con energía eléctrica a través del circuito intermedio de tensión continua durante al menos 10 minutos, al menos 30 minutos o incluso al menos 1 hora. Ventajosamente, no hay reducción de la velocidad del vehículo ferroviario debido a una falta de tracción (o potencia de tracción) y evitando la operación de frenado auxiliar.

b) Alimentar las operaciones auxiliares mediante la batería de tracción a través del convertidor de operaciones auxiliares conectado al circuito intermedio de tensión continua, y bloquear el convertidor de corriente de tracción.

Al bloquear el convertidor de corriente de tracción, la máquina de tracción no recibe corriente y el vehículo ferroviario se desplaza dentro del punto de separación. Ventajosamente se puede evitar una operación de frenado auxiliar en la que la batería de tracción suministra corriente a las operaciones auxiliares a través del circuito intermedio de tensión continua. Esto evita una reducción de la velocidad del vehículo ferroviario al evitar la operación de frenado auxiliar. Esto puede resultar beneficioso, entre otras cosas, si no se desea un retraso en el funcionamiento de la red ferroviaria.

c) Cargar la batería de tracción en modo de frenado auxiliar.

d) Magnetizar la máquina de tracción mediante el convertidor de corriente de tracción conectado al circuito intermedio de tensión continua. El circuito intermedio de tensión continua se alimenta mediante la batería de tracción.

e) Alimentar las operaciones auxiliares mediante la batería de tracción a través del convertidor de operaciones auxiliares conectado al circuito intermedio de tensión continua.

Ventajosamente, las etapas c), d) y e) se pueden llevar a cabo en combinación parcial y/o completa.

f) Elaborar un análisis del punto de funcionamiento del vehículo ferroviario.

El objetivo del análisis del punto de funcionamiento puede consistir en determinar si se está llevando a cabo el funcionamiento normal o el modo de funcionamiento híbrido. El análisis del punto de funcionamiento incluye la determinación de una eficiencia (o de la cadena de eficiencia) en un punto de funcionamiento cuando la energía se obtiene únicamente de energía eléctrica externa, cuando la energía se obtiene únicamente de la batería de tracción y cuando la energía se obtiene tanto de energía externa como de la batería de tracción.

g) Alimentar el circuito intermedio de tensión continua con energía eléctrica procedente de la batería de tracción si de este modo, según el análisis del punto de funcionamiento, se espera un aumento de la eficiencia del vehículo ferroviario, o alimentar también el circuito intermedio de tensión continua con energía eléctrica procedente de la batería de tracción y también con energía eléctrica externa si de este modo, según el análisis del punto de funcionamiento, se espera un aumento en la eficiencia del vehículo ferroviario.

h) Suministrar a la batería de tracción energía eléctrica procedente del circuito intermedio de tensión continua si de este modo, según el análisis del punto de funcionamiento, se espera un aumento de la eficiencia del vehículo ferroviario.

Según un modo de realización se proporciona un procedimiento para impulsar de forma energéticamente eficiente una máquina de tracción de un vehículo ferroviario. El vehículo ferroviario presenta un convertidor de red, un convertidor de corriente de tracción conectado al convertidor de red a través de un circuito intermedio de tensión continua para alimentar la máquina de tracción del vehículo ferroviario, un convertidor de operaciones auxiliares conectado al circuito intermedio de tensión continua para alimentar operaciones auxiliares y una batería de tracción conectada al circuito intermedio de tensión continua. El procedimiento incluye al menos las siguientes etapas a) y b):

a) Crear un análisis del punto de funcionamiento del vehículo ferroviario; y

b) alimentar el circuito intermedio de tensión continua con energía eléctrica procedente de la batería de tracción si de este modo, según el análisis del punto de funcionamiento, se espera un aumento de la eficiencia del vehículo ferroviario y, en particular, bloquear el convertidor de corriente de tracción;

c) alimentar el circuito intermedio de tensión continua con energía eléctrica externa si de este modo, según el análisis del punto de funcionamiento, se espera un aumento de la eficiencia del vehículo ferroviario;

d) alimentar el circuito intermedio de tensión continua con energía eléctrica procedente de la batería de tracción así como con energía eléctrica externa, si de este modo, según el análisis del punto de funcionamiento, se espera un aumento de la eficiencia del vehículo ferroviario, en particular en donde la energía eléctrica procedente de la batería de tracción y la energía eléctrica externa tienen una ponderación diferente.

El vehículo ferroviario puede ser un vehículo ferroviario según uno de los modos de realización descritos en la presente memoria. Según un modo de realización, el vehículo ferroviario presenta un transformador conectado al convertidor de red. Según un modo de realización, el vehículo ferroviario presenta un colector de corriente, en particular un pantógrafo, que se puede conectar al transformador.

Figuras

La invención se explica con más detalle a continuación mediante modos de realización, sin que éstos pretendan limitar el alcance de protección definido por las reivindicaciones.

Los dibujos adjuntos ilustran modos de realización y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención. Los elementos de los dibujos son relativos entre sí y no están necesariamente a escala. Los mismos números de referencia indican correspondientemente partes similares.

La Figura 1A muestra componentes eléctricos de un vehículo ferroviario según un modo de realización.

La Figura 1B muestra componentes eléctricos de un vehículo ferroviario según un modo de realización.

Ejemplos de realización

La Figura 1A muestra, en una representación esquemática, componentes eléctricos y mecánicos de un vehículo ferroviario 100. El vehículo ferroviario 100 puede presentar ruedas 101 que pueden entrar en contacto con carriles 1. Los carriles 1 para las ruedas se pueden utilizar como masa (eléctrica).

El vehículo ferroviario 100 presenta un colector 107 de corriente. El colector 107 de corriente puede estar configurado como pantógrafo. El colector 107 de corriente se puede conectar a una red eléctrica, en particular a una línea aérea.

El vehículo ferroviario 100 puede presentar un transformador 103 que puede conectarse al colector 107 de corriente. El transformador 103 puede estar configurado para reducir una tensión alterna de la red eléctrica a una tensión alterna más baja. El colector 107 de corriente puede estar conectado al transformador 103 a través de un interruptor principal 105. El vehículo ferroviario 100 también puede estar configurado para abrir el interruptor principal 105 y/o bajar el pantógrafo en caso de fallo o interrupción de la alimentación de energía externa.

El vehículo ferroviario 100 mostrado en la Figura 1A presenta un circuito intermedio 114 de tensión continua. El circuito intermedio 114 de tensión continua está conectado a un convertidor 110 de red. El convertidor 110 de red puede estar configurado para generar tensión continua para el circuito intermedio 114 de tensión continua.

Un convertidor 130 de operaciones auxiliares y un convertidor 140 de corriente de tracción pueden estar conectados al circuito intermedio 114 de tensión continua. El convertidor 130 de operaciones auxiliares puede estar configurado para generar una tensión alterna para alimentar operaciones auxiliares. El convertidor 140 de corriente de tracción puede estar configurado para generar una tensión alterna para alimentar una máquina 150 de tracción conectada al convertidor 140 de corriente de tracción.

El vehículo ferroviario 100 presenta una batería 120 de tracción conectada al circuito intermedio 114 de tensión continua. La batería 120 de tracción está configurada para suministrar corriente al circuito intermedio 114 de tensión continua al pasar a través de un punto de separación.

La Figura 1B muestra, en una representación esquemática, componentes eléctricos y componentes mecánicos de un vehículo ferroviario 200 según otro modo de realización. El vehículo ferroviario 200 puede presentar ruedas 201 que pueden entrar en contacto con carriles 1. Los carriles 1 se pueden utilizar como masa.

El vehículo ferroviario presenta un colector 207 de corriente. El colector 207 de corriente puede ser un pantógrafo. El colector 207 de corriente se puede conectar a una red eléctrica, en particular a una línea aérea.

El vehículo ferroviario 200 puede presentar un transformador 203 que puede conectarse al colector 207 de corriente. El transformador 203 puede estar configurado para reducir una tensión alterna de la red eléctrica a una tensión alterna más baja. El colector 207 de corriente puede estar conectado al transformador 203 a través de un interruptor principal 205. El vehículo ferroviario 200 puede estar configurado para abrir el interruptor principal 205 y/o bajar el pantógrafo en caso de fallo o interrupción de la alimentación de energía externa.

El vehículo ferroviario 200 mostrado en la Figura 1B presenta un circuito intermedio 214 de tensión continua. El circuito intermedio 214 de tensión continua está conectado a un convertidor 210 de red. El convertidor 210 de red puede estar configurado para generar tensión continua para el circuito intermedio 214 de tensión continua.

Un convertidor 230 de operaciones auxiliares y un convertidor 240 de corriente de tracción pueden estar conectados al circuito intermedio 214 de tensión continua. El convertidor 230 de operaciones auxiliares puede estar configurado para generar una tensión alterna para alimentar operaciones auxiliares. El convertidor 240 de corriente de tracción puede estar configurado para generar una tensión alterna para alimentar una máquina 250 de tracción conectada al convertidor 240 de corriente de tracción.

El vehículo ferroviario 200 presenta una batería 220 de tracción conectada al circuito intermedio 214 de tensión continua. La batería 220 de tracción está configurada para suministrar corriente al circuito intermedio 214 de tensión continua al pasar a través de un punto de separación. Además, el vehículo ferroviario 200 puede presentar un convertidor 215 de tensión continua. La batería 220 de tracción puede estar conectada al circuito intermedio 214 de tensión continua a través del convertidor 215 de tensión continua.

El vehículo ferroviario 200 puede presentar un sistema 280 de control, como se muestra a modo de ejemplo en la Figura 1B. El sistema 280 de control puede estar configurado para operar el vehículo ferroviario 200 en funcionamiento normal, en el que el convertidor 210 de red recibe energía eléctrica externa, y/o en un funcionamiento asistido por batería, en el que el convertidor 210 de red no recibe energía eléctrica externa, y/o en un modo de frenado auxiliar, en el que la máquina 250 de tracción se opera como un generador y el convertidor 240 de corriente de tracción alimenta el circuito intermedio 214 de tensión continua. El sistema 280 de control puede estar configurado para controlar al menos uno o todos los elementos seleccionados entre el grupo que consiste en el interruptor principal 205, el convertidor 210 de red, el convertidor 230 de operaciones auxiliares, el convertidor 240 de corriente de tracción, el convertidor 215 de tensión continua y la batería 220 de tracción.

Aunque en la presente memoria se han ilustrado y descrito modos de realización específicos, está dentro del alcance de la presente invención modificar apropiadamente los modos de realización mostrados sin apartarse del alcance de protección de la presente invención.

Lista de símbolos de referencia

1	Carril (masa)
100, 200	Vehículo ferroviario
101, 201	Rueda
103, 203	Transformador
105, 205	Interruptor principal
107, 207	Colector de corriente
110, 210	Convertidor de red
114, 214	Circuito intermedio de tensión continua
120, 220	Batería de tracción
130, 230	Convertidor de operaciones auxiliares
140, 240	Convertidor de corriente de tracción

150, 250	Máquina de tracción
215	Convertidor de tensión continua
280	Sistema de control

REIVINDICACIONES

1. Vehículo ferroviario (100, 200), que presenta:

un convertidor (110, 210) de red;

un convertidor (140, 240) de corriente de tracción conectado al convertidor (110, 210) de red a través de un circuito intermedio (114, 214) de tensión continua para alimentar una máquina (150, 250) de tracción del vehículo ferroviario (100, 200);

un convertidor (130, 230) de operaciones auxiliares conectado al circuito intermedio (114, 214) de tensión continua para alimentar operaciones auxiliares; y

una batería (120, 220) de tracción conectada al circuito intermedio (114, 214) de tensión continua, en donde la batería (120, 220) de tracción está configurada para suministrar corriente al circuito intermedio (114, 214) de tensión continua al pasar a través de un punto de separación;

en donde durante el funcionamiento normal el vehículo ferroviario recibe energía eléctrica a través de una red eléctrica; y la batería (120, 220) de tracción se carga con energía eléctrica procedente del circuito intermedio (114, 214) de tensión continua;

en donde el vehículo ferroviario está configurado para funcionar en un modo de funcionamiento híbrido, en donde, fuera del punto de separación, en el que el convertidor de red se alimenta con energía eléctrica externa, el circuito intermedio de tensión continua solo se alimenta con energía eléctrica de la batería de tracción, o el circuito intermedio de tensión continua se alimenta tanto con energía eléctrica externa como con energía eléctrica procedente de la batería de tracción;

en donde el vehículo ferroviario está configurado para establecer un análisis del punto de funcionamiento del vehículo ferroviario para determinar si se lleva a cabo el funcionamiento normal o el modo de funcionamiento híbrido;

en donde el análisis del punto de funcionamiento incluye la determinación de una eficiencia en un punto de funcionamiento en caso de un suministro de energía únicamente mediante energía eléctrica externa, en caso de un suministro de energía únicamente mediante la batería de tracción, y también en caso de un suministro de energía tanto mediante energía externa como mediante la batería de tracción.

2. Vehículo ferroviario (100, 200) según la reivindicación 1, que presenta un sistema (280) de control configurado para operar el vehículo ferroviario (100, 200) en un funcionamiento normal, en el que el convertidor (110, 210) de red recibe energía eléctrica externa, en un funcionamiento asistido por batería, en el que el convertidor (110, 210) de red no recibe energía eléctrica externa, y/o en una operación de frenado auxiliar, en la que la máquina (150, 250) de tracción funciona como un generador y el convertidor (140, 240) de corriente de tracción alimenta el circuito intermedio (114, 214) de tensión continua.

3. Vehículo ferroviario (100, 200) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la batería (120, 220) de tracción presenta una capacidad de al menos 1 kWh o incluso 2 kWh, en donde la batería (120, 220) de tracción presenta una tensión nominal de al menos 750 V o incluso al menos 1500 V, y/o en donde la batería (120, 220) de tracción está diseñada para suministrar energía eléctrica al vehículo ferroviario (100, 200) en el funcionamiento asistido por batería a través del circuito intermedio (114, 214) de tensión continua durante al menos 10 min, al menos 30 min, o incluso al menos 1 h.

4. Vehículo ferroviario (100, 200) según la reivindicación 2 o 3, en donde el sistema (280) de control está configurado para controlar y/o limitar la carga de la batería (120, 220) de tracción con energía eléctrica procedente del circuito intermedio (114, 214) de tensión continua en funcionamiento normal.

5. Vehículo ferroviario (100, 200) según la reivindicación 2 o 4, en donde el sistema (280) de control está configurado para controlar la carga de la batería (120, 220) de tracción con energía eléctrica procedente del circuito intermedio (114, 214) de tensión continua en operación de frenado auxiliar.

6. Vehículo ferroviario (100, 200) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en donde el sistema (280) de control está configurado para detectar un fallo o una interrupción de la alimentación de energía externa y/o para bloquear el convertidor (140, 240) de corriente de tracción para hacer funcionar el vehículo ferroviario (100, 200) en funcionamiento asistido por batería.

7. Vehículo ferroviario (100, 200) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en donde, en funcionamiento asistido por batería, el sistema (280) de control está configurado para hacer que el convertidor (140, 240) de corriente de tracción magnetice la máquina de tracción y/o para activar el convertidor (140, 240) de corriente de tracción.

8. Vehículo ferroviario (100, 200) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en donde el sistema (280) de control está configurado para controlar el vehículo ferroviario (100, 200) en función del punto de funcionamiento de manera que el circuito intermedio (114, 214) de tensión continua se alimente con energía eléctrica externa y/o energía eléctrica procedente de la batería (120, 220) de tracción.

9. Vehículo ferroviario (100, 200) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la batería (120, 220) de tracción se puede conectar al circuito intermedio (114, 214) de tensión continua a través de un convertidor (215) de tensión continua.

10. Procedimiento para salvar una brecha de corriente al pasar a través de un punto de separación con un vehículo ferroviario según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el procedimiento presenta las siguientes etapas:

a) crear un análisis del punto de funcionamiento del vehículo ferroviario (100, 200);

b) alimentar el circuito intermedio (114, 214) de tensión continua con energía eléctrica procedente de la batería (120, 220) de tracción si de este modo, según el análisis del punto de funcionamiento, se espera un aumento de la eficiencia del vehículo ferroviario; y

c) suministrar a la batería (120, 220) de tracción energía eléctrica procedente del circuito intermedio (114, 214) de tensión continua si de este modo, según el análisis del punto de funcionamiento, se espera un aumento de la eficiencia del vehículo ferroviario;

en donde el análisis del punto de funcionamiento incluye la determinación de una eficiencia en un punto de funcionamiento en caso de un suministro de energía únicamente mediante energía eléctrica externa, en caso de un suministro de energía únicamente mediante la batería de tracción, y también en caso de un suministro de energía tanto mediante energía externa como mediante la batería de tracción.

11. Procedimiento según la reivindicación 10, que presenta además al menos una de las siguientes etapas:

d) alimentar la máquina (150, 250) de tracción mediante la batería (120, 220) de tracción a través del convertidor (140, 240) de corriente de tracción conectado al circuito intermedio (114, 214) de tensión continua, y alimentar las operaciones auxiliares mediante la batería (120, 220) de tracción a través del convertidor (130, 230) de operaciones auxiliares conectado al circuito intermedio (114, 214) de tensión continua;

e) alimentar las operaciones auxiliares mediante la batería (120, 220) de tracción a través del convertidor (130, 230) de operaciones auxiliares conectado al circuito intermedio (114, 214) de tensión continua, y bloquear el convertidor (140, 240) de corriente de tracción;

f) cargar la batería (120, 220) de tracción en la operación de frenado auxiliar;

g) magnetizar la máquina (150, 250) de tracción a través del convertidor (140, 240) de corriente de tracción conectado al circuito intermedio (114, 214) de tensión continua, en donde el circuito intermedio (114, 214) de tensión continua se alimenta a través de la batería de tracción (120, 220); y

h) alimentar las operaciones auxiliares mediante la batería (120, 220) de tracción a través del convertidor (130, 230) de operaciones auxiliares conectado al circuito intermedio (114, 214) de tensión continua.

12. Procedimiento para el accionamiento energéticamente eficiente de una máquina (150, 250) de tracción de un vehículo ferroviario (100, 200), en donde el vehículo ferroviario presenta un convertidor (110, 210) de red, un convertidor (140, 240) de corriente de tracción conectado al convertidor (110, 210) de red a través de un circuito intermedio (114, 214) de tensión continua para alimentar la máquina (150, 250) de tracción del vehículo ferroviario (100, 200), un convertidor (130, 230) de operaciones auxiliares conectado al circuito intermedio (114, 214) de tensión continua para alimentar operaciones auxiliares, y una batería (120, 220) de tracción conectada al circuito intermedio (114, 214) de tensión continua, en donde el procedimiento presenta al menos las siguientes etapas:

a) crear un análisis del punto de funcionamiento del vehículo ferroviario (100, 200) para determinar si se realiza un funcionamiento normal o un modo de funcionamiento híbrido; en donde, en un funcionamiento normal, el vehículo ferroviario recibe energía eléctrica a través de una red eléctrica; y la batería (120, 220) de tracción se carga con energía eléctrica procedente del circuito intermedio (114, 214) de tensión continua; y en donde por modo de funcionamiento híbrido se entiende que, fuera del punto de separación, en el que el convertidor de red se alimenta con energía eléctrica externa, el circuito intermedio de tensión continua sólo se alimenta con energía eléctrica procedente de la batería de tracción, o el circuito intermedio de tensión continua se alimenta tanto con energía eléctrica externa como con energía eléctrica procedente de la batería de tracción;

b) alimentar el circuito intermedio (114, 214) de tensión continua con energía eléctrica procedente de la batería (120, 220) de tracción si de este modo, según el análisis del punto de funcionamiento, se espera un aumento de la eficiencia del vehículo ferroviario, y en particular bloquear el convertidor (140, 240) de corriente de tracción;

c) alimentar el circuito intermedio (114, 214) de tensión continua con energía eléctrica externa si de este modo, según el análisis del punto de funcionamiento, se espera un aumento de la eficiencia del vehículo ferroviario;

d) alimentar el circuito intermedio (114, 214) de tensión continua con energía eléctrica procedente de la batería (120, 220) de tracción y también con energía eléctrica externa si de este modo, según el análisis del punto de funcionamiento, se espera un aumento de la eficiencia del vehículo ferroviario, en particular en donde la energía eléctrica de la batería (120, 220) de tracción y la energía eléctrica externa tienen una ponderación diferente;

en donde el análisis del punto de funcionamiento incluye la determinación de una eficiencia en un punto de funcionamiento en caso de suministro de energía únicamente mediante energía eléctrica externa, en caso de suministro de energía únicamente mediante la batería de tracción, y también en caso de suministro de energía tanto mediante energía externa como mediante la batería de tracción.

13. Procedimiento según la reivindicación 12, en donde el vehículo ferroviario (100, 200) presenta un transformador (203) conectado al convertidor (110, 210) de red y/o un colector (207) de corriente, en particular un pantógrafo, que se puede conectar al transformador (203).

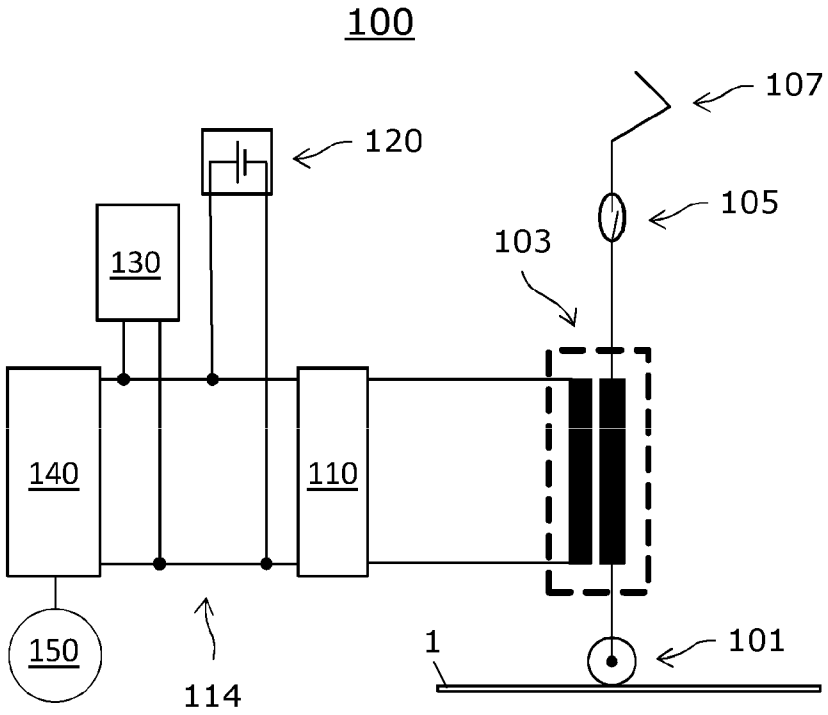

100
107
120
105
103
130
140
110
150
114
1
101

FIG 1A

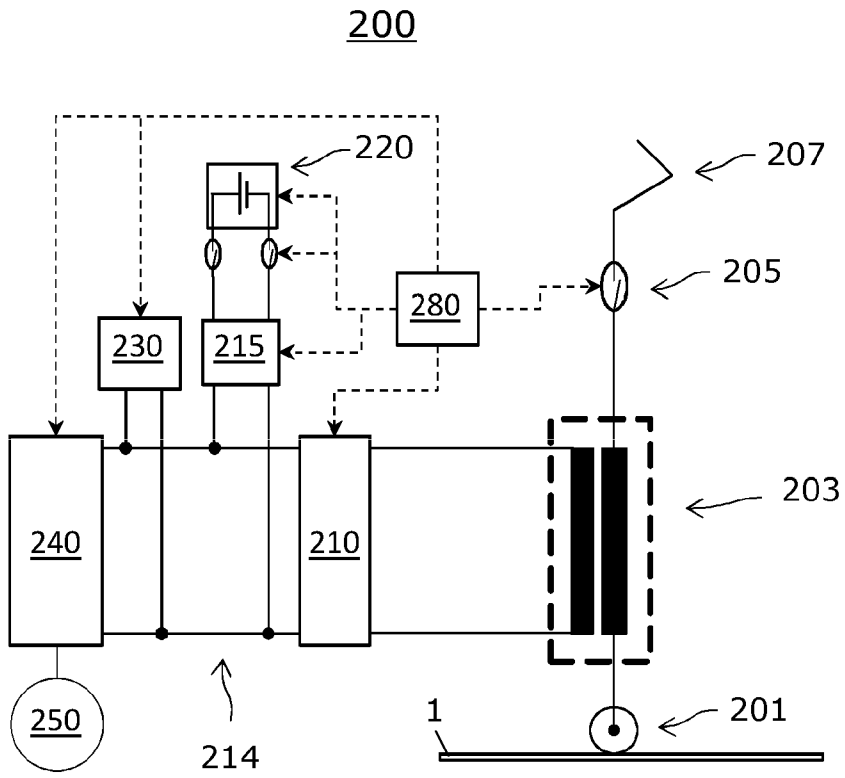

200
220
207
205
280
230
215
240
210
203
250
214
1
201

FIG 1B