

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 818 255**

51 Int. Cl.:

B60L 7/08 (2006.01)

B60L 7/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.10.2016 PCT/EP2016/076028**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.05.2017 WO17072274**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2016 E 16790320 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2020 EP 3344488**

54 Título: **Equipo de conversión de energía para un vehículo con accionamiento eléctrico**

30 Prioridad:

30.10.2015 DE 102015221266

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

09.04.2021

73 Titular/es:

SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)

Otto-Hahn-Ring 6

81739 München, DE

72 Inventor/es:

FOERTH, CHRISTIAN;

HASSLER, STEFAN;

KOCH, STEFAN;

METHNER, SABINE;

SCHINAGL, GERHILD y

STÜTZLE, THORSTEN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 818 255 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

Equipo de conversión de energía para un vehículo con accionamiento eléctrico

5 La invención se refiere a un equipo de conversión de energía para un vehículo, especialmente para un vehículo ferroviario, que presenta en al menos un modo una unidad que trabaja como unidad generadora con al menos una máquina síncrona y que presenta al menos una unidad de derivación de energía que está prevista para derivar al menos una parte de la energía eléctrica generada por la unidad generadora, así como al menos una unidad de resistencia.

10 Se conocen ya vehículos con motores de accionamiento que en un modo de frenado presentan la función de un generador eléctrico. La energía generada en un modo de frenado puede almacenarse o retroalimentarse a una red de suministro eléctrico. Cuando no basta la capacidad almacenada o retroalimentada, se ha propuesto ya derivar al menos una parte de la energía eléctrica generada a una unidad de resistencia.

15 Del documento DE10160612A1 se conoce un accionamiento de tracción con un convertidor de tracción y con una máquina síncrona excitada permanentemente. En una máquina síncrona, que también se denomina motor síncrono, un par de frenado puede generarse de manera sencilla uniendo los bornes de la máquina síncrona a resistencias. El documento describe la conmutación a un grupo de resistencias para frenar el vehículo de manera segura, ajustándose el par de frenado a través de los parámetros de la máquina y del valor de resistencia así como del número de revoluciones.

Del documento US2006/005738 se conoce además un accionamiento de tracción con frenado por resistencias, en el que ramificaciones de resistencia pueden conectarse en etapas para dosificar la potencia perdida.

20 La invención tiene el objetivo de mejorar la derivación de energía a la unidad de resistencia.

25 Para ello, se propone que la unidad de derivación de energía presente al menos una unidad de control que está prevista para ajustar modos de funcionamiento de entre una pluralidad de modos de funcionamiento en los que la unidad de resistencia proporciona respectivamente un valor de resistencia diferente. De esta manera, se puede conseguir una flexibilidad ventajosa con respecto a un par de frenado que ha de ser generado y/o a una potencia de frenado del vehículo, que ha de ser generada. Especialmente, para estas magnitudes se pueden combinar entre sí de manera ventajosa diferentes secciones de línea característica de distintas líneas características asignadas respectivamente a un valor de resistencia, para proporcionar un procedimiento de frenado optimizado, mediante el hecho de que los modos de funcionamiento de la pluralidad se activan sucesivamente. La unidad de control está prevista especialmente para ajustar sucesivamente modos de funcionamiento de entre la pluralidad de modos de funcionamiento. Un orden en el que los modos de funcionamiento se activan sucesivamente puede estar predefinido. Este orden puede estar determinado especialmente por una secuencia de valores de resistencia descendentes o ascendentes.

35 La unidad que trabaja como unidad generadora puede comprender especialmente al menos un motor eléctrico en forma de una máquina síncrona, que en un primer modo – también llamado modo de accionamiento – está previsto para generar un par de giro, es decir, para la conversión de energía eléctrica en energía mecánica, y que en un segundo modo – también llamado modo de frenado – genera un par de frenado, durante lo que como generador convierte una energía mecánica en una energía eléctrica.

40 Las máquinas síncronas excitadas permanentemente ofrecen la ventaja de que generan una tensión en cuanto se hacen girar. Esta tensión puede ser convertida, a través de resistencias, en una corriente y correspondientemente en un par de frenado.

Por una “unidad de resistencia” se entiende una unidad que está prevista para proporcionar una resistencia eléctrica en el flujo de la energía eléctrica que ha de ser derivada. Sirve especialmente para convertir la energía eléctrica, llevada a través de la misma, en energía térmica.

45 El equipo de conversión de energía resulta adecuado para un vehículo, especialmente para un vehículo ferroviario, en el que al menos en un modo de frenado, al menos una parte de la energía eléctrica generada por la unidad generadora puede llevarse – además de una derivación a la unidad de derivación de energía – a una unidad de recepción de energía. Una unidad de recepción de energía de este tipo puede estar formada especialmente por un suministro de red al que está conectado el vehículo, una unidad de almacenamiento de energía y/o un suministro de energía interno del vehículo, que está previsto para la alimentación de consumidores eléctricos – que especialmente en vehículos ferroviarios se denominan también como accionamientos auxiliares. El equipo de conversión de energía puede servir de manera ventajosa para apoyar la unidad de recepción de energía, por ejemplo, cuando está limitada y/o no basta la capacidad de recepción de esta.

Si el vehículo está equipado con una unidad de frenado mecánica, especialmente un freno de fricción, que en un modo de frenado está previsto para la reducción de un número de revoluciones del generador, el equipo de conversión de energía sirve de manera ventajosa para generar un par de frenado deseado en al menos un intervalo de número de revoluciones y en acción conjunta con la unidad de frenado.

- 5 La unidad de control produce el cambio entre dos modos de funcionamiento de entre la pluralidad de modos de funcionamiento, especialmente en función de un parámetro captado.

En una forma de realización preferible de la invención se propone que el equipo de conversión de energía presente una unidad de captación para captar al menos una magnitud característica cinemática del vehículo, estando prevista la unidad de control para ajustar modos de funcionamiento de entre la pluralidad de modos de funcionamiento en función de la magnitud característica cinemática. De esta manera, puede producirse una optimización en gran medida automática, adaptada a la situación de funcionamiento actual – especialmente a un valor actual de la magnitud característica cinemática – de la derivación de energía. La magnitud característica cinemática puede ser especialmente una velocidad lineal, una velocidad de rotación, un número de revoluciones y/o una magnitud característica representativa de al menos una de estas magnitudes, como por ejemplo una magnitud característica de tensión o una magnitud característica de corriente. Una transición de un primer modo de funcionamiento a un segundo modo de funcionamiento de entre la pluralidad de modos de funcionamiento, o viceversa, es provocada por la unidad de control, preferentemente cuando la magnitud característica cinemática o una magnitud determinada a partir de esta alcanza, es decir, rebasa por defecto o por exceso, un valor umbral predeterminado.

20 El equipo de conversión de energía propuesto se emplea especialmente en un modo de frenado del vehículo, estando formada la unidad generadora por al menos un motor de tracción eléctrico del vehículo, que está realizado como máquina síncrona. La unidad de resistencia corresponde en este caso especialmente a una unidad de resistencia de frenado.

25 Mediante un control adecuado de la unidad de resistencia se consigue mejorar de manera ventajosa las características de frenado del vehículo. Especialmente, con la modificación del valor de resistencia se puede ajustar una línea característica optimizada para el efecto de frenado, especialmente para un par de frenado y/o una potencia de frenado, de modo que se puede conseguir una alta eficiencia en el frenado del vehículo para un amplio espectro de situaciones de funcionamiento, especialmente partiendo de altas velocidades.

30 El equipo de conversión de energía puede generar de manera ventajosa un par de frenado en al menos un intervalo de velocidad, en acción conjunta con una unidad de frenado mecánica, especialmente un freno de fricción del vehículo.

35 La energía mecánica que ha de ser convertida por el equipo de conversión de energía en el modo de frenado es la energía cinética y, dado el caso, adicionalmente una energía potencial del vehículo. Con la medida propuesta se puede conseguir una alta seguridad en el funcionamiento de un vehículo ferroviario concebido para altas velocidades. Por una “alta velocidad” se entiende especialmente una velocidad de al menos 300 km/h, preferentemente de al menos 350 km/h. Con la medida según la invención, en comparación con las soluciones convencionales, se pueden realizar de una manera segura procedimientos de frenado partiendo de este tipo de altas velocidades.

40 Un control sencillo, optimizado con respecto a la velocidad del vehículo, de la unidad de resistencia se puede conseguir si la magnitud característica cinemática es representativa para la velocidad del vehículo. Mediante la medida propuesta, un efecto de freno optimizado para el intervalo de alta velocidad puede mantenerse prácticamente también en un intervalo de velocidad media. Para ello, un primer modo de funcionamiento de entre la pluralidad está asignado especialmente al intervalo de alta velocidad, mientras que un segundo modo de funcionamiento de entre la pluralidad está asignado especialmente al intervalo de velocidad media.

45 Un “intervalo de alta velocidad” corresponde especialmente a un rango de velocidad entre aprox. 50% y 100% de la velocidad máxima – en un vehículo ferroviario concebido para altas velocidades, por ejemplo, al rango desde aprox. 175 km/h hasta la velocidad máxima, por ejemplo, 350 km/h – y un “intervalo de velocidad medio” corresponde especialmente a un rango entre aprox. 10% y aprox. 50% de la velocidad máxima – en el vehículo ferroviario mencionado, el rango de aprox. 40 km/h a aprox. 175 km/h. La división del espectro de velocidad en el intervalo de alta velocidad y el intervalo de velocidad media se realiza especialmente mediante la definición de un valor umbral de velocidad que preferentemente se encuentra dentro de un rango de aprox. 10% por encima y por debajo de la mitad de la velocidad máxima. Por velocidad máxima se entiende especialmente la velocidad máxima admitida en el transporte de viajeros.

55 Cambiando de un primer modo de funcionamiento optimizado para el intervalo de alta velocidad a un segundo modo de funcionamiento optimizado para el intervalo de velocidad media se puede conseguir una combinación de secciones de línea característica ventajosas, vigentes para estos intervalos de velocidad.

- 5 A este respecto, una línea característica ventajosa para un par de frenado del vehículo se puede conseguir si la unidad de control está prevista para cambiar, durante una transición de un intervalo de alta velocidad a un intervalo de velocidad media, de un primer modo de funcionamiento de entre la pluralidad de modos de funcionamiento a un segundo modo de funcionamiento de entre la pluralidad, para reducir el valor de resistencia. Si la pluralidad presenta dos modos de funcionamiento, el valor de resistencia en el segundo modo de funcionamiento presenta de manera especialmente ventajosa al menos el 40% y como máximo el 60% del valor de resistencia en el primer modo de funcionamiento. Preferentemente, el valor de resistencia presenta en el segundo modo de funcionamiento un valor dentro de un rango de 5% por debajo y por encima de la mitad del valor de resistencia en el primer modo de funcionamiento.
- 10 Además, se propone que la unidad de resistencia esté dispuesta en una unidad de suministro de potencia que en un modo de accionamiento del vehículo suministra potencia eléctrica a la unidad que en un modo de frenado trabaja como unidad generadora. De esta manera, se puede conseguir una realización de construcción sencilla y con ahorro de espacio.
- 15 El equipo de conversión de energía presenta de manera ventajosa al menos una unidad convertidora de corriente que en el estado instalado del equipo de conversión de energía está conectada, en cuanto a la potencia, entre la unidad generadora y la unidad de resistencia. Una corriente generada en los modos de funcionamiento por la unidad generadora y derivada a la unidad de resistencia se lleva por tanto a través de la unidad convertidora de corriente. La unidad convertidora de corriente tiene en un modo de frenado típicamente la función de un rectificador que rectifica una corriente generada por la unidad generadora. La señal rectificadora puede alimentarse especialmente a un llamado circuito intermedio.
- 20 A este respecto, se puede conseguir una realización de construcción sencilla, si la unidad de resistencia está conectada a un circuito intermedio que puede ser alimentado por la unidad convertidora de corriente. Convenientemente, la unidad de resistencia está conectada en el circuito intermedio, especialmente entre las barras de circuito intermedio positiva y negativa.
- 25 Alternativamente o adicionalmente se propone que el equipo de conversión de energía presente al menos un dispositivo de control que controla la unidad convertidora de corriente de tal forma que el funcionamiento de la misma comprende en los modos de funcionamiento de la pluralidad de modos de funcionamiento al menos un bloqueo de válvulas de conmutación de la unidad convertidora de corriente. De esta manera, la corriente puede ser llevada de manera eficiente y con poca pérdida por la unidad convertidora de corriente. Especialmente, la corriente se lleva a través de diodos libres conectados respectivamente en paralelo a una válvula de conmutación. En esta configuración, la unidad convertidora de corriente adopta funcionalmente la forma de un puente de diodos. Por un "bloqueo" de una válvula de conmutación se entiende especialmente que este se hace pasar a un estado no conductor, durante un periodo de tiempo no superior a la duración de un ciclo de conmutación de la unidad convertidora de corriente. El periodo de tiempo corresponde preferentemente al menos al tiempo en el que se realiza un modo de funcionamiento de entre la pluralidad de modos de funcionamiento.
- 30
- 35
- 40 Para modificar el valor de resistencia de la unidad de resistencia, esta puede presentar al menos un valor de resistencia variable controlable. Para conseguir una realización de construcción sencilla de la unidad de derivación de energía, sin embargo, se propone que la unidad de resistencia presente un juego de medios de resistencia y un dispositivo de conmutación que esté en unión activa con al menos uno de los medios de resistencia, comprendiendo un cambio entre modos de funcionamiento de la pluralidad de modos de funcionamiento al menos un accionamiento del dispositivo de conmutación. Convenientemente, para el accionamiento del dispositivo de conmutación, la al menos una unidad de control está en unión activa con este. Los medios de resistencia están realizados especialmente como resistencias óhmicas.
- 45 La realización propuesta de la unidad de derivación de energía está basada en el uso de una topología de conmutación sencilla que puede ser controlada con poco gasto y fácilmente. Esto resulta ventajoso, porque la prueba de un control seguro del vehículo, que es necesaria para fines de homologación, puede aportarse más fácilmente con esta topología, en comparación por ejemplo con un control de convertidor especial.
- 50 Para un cambio entre dos modos de funcionamiento de entre la pluralidad de modos de funcionamiento, el dispositivo de conmutación puede modificar la cantidad de medios de resistencia activos y/o una topología de conmutación de medios de resistencia que ya están activos, por ejemplo, de tal forma que un circuito paralelo se convierte en un circuito en serie o viceversa.
- 55 Si el dispositivo de conmutación está en unión activa con todos los medios de resistencia, en un modo de trabajo diferente a los modos de funcionamiento de la pluralidad de modos de funcionamiento, especialmente en un modo de accionamiento, puede desactivar todos los medios de resistencia. Entonces, durante el ajuste de un modo de funcionamiento de entre la pluralidad de modos de funcionamiento activa al menos uno de los medios de resistencia.

En una forma de realización sencilla de la invención se propone que la unidad de control esté prevista para activar por medio del dispositivo de conmutación, durante el ajuste de un modo de funcionamiento de entre la pluralidad de modos de funcionamiento, un circuito paralelo de medios de resistencia del juego. Durante la transición a este modo de funcionamiento se puede conseguir una reducción sencilla del valor de resistencia de la unidad de resistencia.

5 Por ejemplo, una reducción a la mitad del valor de resistencia se puede conseguir de manera especialmente sencilla si los medios de resistencia que han de ser conectados en paralelo presentan un valor de resistencia idéntico o casi idénticos y si partiendo de una configuración en un primer modo de funcionamiento con un medio de resistencia activo se activa un circuito paralelo de los medios de resistencia en un segundo modo de funcionamiento.

10 Por un medio de resistencia "activo" y un circuito "activo" se entiende un medio de resistencia o un circuito que está conectado a un circuito eléctrico de tal forma contribuye a la acción de la unidad de derivación de energía. Dicho de otra manera, un medio de resistencia activo o un circuito activo está en un estado en el que al menos una parte de la corriente generada por la unidad generadora fluye a través del medio de resistencia o el circuito. Por una "activación" se entiende el paso del medio de resistencia al estado activo.

15 En una variante ventajosa de la invención se propone que la unidad de control está prevista para, en al menos un modo de funcionamiento de entre la pluralidad de modos de funcionamiento, activar de forma alterna un primer medio de resistencia y un segundo medio de resistencia por medio del dispositivo de conmutación, con lo que se puede reducir de manera ventajosa una carga térmica de los medios de resistencia.

20 Además, la invención parte de un procedimiento para la conversión de una energía eléctrica generada por una unidad que en al menos un modo trabaja como unidad generadora, con al menos una máquina síncrona, en el cual al menos una parte de una energía eléctrica generada por la unidad generadora se deriva a través de una unidad de derivación de energía y la unidad de derivación de energía presenta al menos una unidad de resistencia.

25 Se propone que partiendo de un primer modo de funcionamiento en el que la unidad de resistencia proporciona un primer valor de resistencia se conmute a un segundo modo de funcionamiento en el que la unidad de resistencia proporciona un segundo valor de resistencia distinto. El primer modo de funcionamiento y el segundo modo de funcionamiento forma parte de manera ventajosa de una pluralidad de modos de funcionamiento, estando prevista una unidad de control para ajustar modos de funcionamiento de entre la pluralidad de modos de funcionamiento.

En cuanto a los efectos ventajosos del procedimiento propuesto se remite a las formas de realización relativas al equipo de conversión de energía según la invención.

Se explica un ejemplo de realización de la invención. Muestran:

- 30 la figura 1: un vehículo ferroviario con un automotor en alzado lateral,
- la figura 2: una unidad de accionamiento de un automotor, con una unidad de suministro de potencia,
- la figura 3: la derivación de una energía, generada durante un frenado, a una unidad de resistencia de la unidad de suministro de potencia,
- la figura 4: el par de frenado, generado por la unidad de accionamiento durante la derivación de energía, para
- 35 un eje de propulsión como función de la velocidad y
- la figura 5: la potencia de frenado generada para un eje de propulsión durante la derivación de energía.

40 La figura 1 muestra un vehículo ferroviario 10 a modo de ejemplo, en un alzado lateral esquemático. Está realizado como conjunto de coches 12 que están equipados respectivamente para el transporte de pasajeros. Para ello, los coches 12 presentan al menos un habitáculo que está previsto para la estancia de pasajeros. Al menos uno de los coches 12 está realizado como automotor que está apoyado sobre al menos un eje de propulsión 16 que puede ser accionado por medio de una unidad de accionamiento 14 (véase la figura 2). En la configuración contemplada, el vehículo ferroviario 10 presenta al menos cuatro automotores que están apoyados respectivamente sobre al menos dos, especialmente cuatro ejes de propulsión 16. El apoyo de los automotores sobre los ejes de propulsión 16 se realiza por medio de dos bogies de propulsión 18, estando soportados por cada bogie de propulsión 18

45 respectivamente dos ejes de propulsión 16. A los ejes de propulsión 16 de un bogie de propulsión está asignada respectivamente una unidad de accionamiento 14 que está representada en detalle en la figura 2. Esta presenta dos máquinas síncronas excitadas permanentemente como motores de tracción 20 que en cuanto al accionamiento están unidos respectivamente a un eje de propulsión 16 distinto. Para el suministro de potencia eléctrica a los motores de tracción 16 de un bogie de propulsión 18, la respectiva unidad de accionamiento 14 presenta una unidad de suministro de potencia 22. Esta está representada en detalle en la figura 2.

50

El vehículo ferroviario 10 está realizado como vehículo eléctrico que recibe su energía de funcionamiento desde una red de suministro 24 externa. Para ello, presenta de manera conocida un pantógrafo 25 que toma la alta tensión proporcionada por la red de alimentación 24. Esta alta tensión puede ser una tensión alterna y presentar los valores de tensión típicos de 15kV 16 Hz 2/3 o 25kV 50 Hz. Alternativamente, la alta tensión puede ser una tensión continua

55 y presentar especialmente los valores típicos de 1,5kV o 3kV. El vehículo ferroviario 10 está previsto especialmente

para el funcionamiento bajo una tensión alterna, aunque puede resultar apto tanto para el funcionamiento bajo tensión alterna como para el funcionamiento bajo tensión continua.

5 En un funcionamiento con tensión alterna, la alta tensión proporcionada por la red de suministro 24 se transforma a la baja por medio de una unidad de transformación 26. Como se puede ver – esta puede estar realizada como transformador clásico o como unidad convertidora de corriente – especialmente como llamado convertidor directo. La salida, representada en la figura 2, de la unidad de transformación 26 está unida en cuanto a la potencia a las unidades de suministro de potencia 22.

El vehículo ferroviario 10 presenta además un equipo de frenado no representado en detalle que comprende frenos de fricción controlables de forma eléctrica y/o neumática.

10 La figura 2 presenta una topología de conmutación de una de las unidades de accionamiento 14. Como se ha descrito anteriormente, presenta los motores de tracción 20 del bogie de propulsión 18 correspondientes y la unidad de suministro de potencia 22 asignada a estos. La entrada, situada en el lado de la red, de la unidad de suministro de potencia 22 es alimentada con la señal de salida de la unidad de transformación 26, en el funcionamiento con tensión alterna. La unidad de suministro de potencia 22 presenta una primera unidad convertidora de corriente 28
15 dispuesta en el lado de red, que – con un flujo de energía llevado desde la unidad de transformación 26 en dirección hacia los motores de tracción 20, especialmente en un modo de tracción – rectifica esta señal de salida. En el modo de tracción, la primera unidad convertidora de corriente 28 realiza por lo tanto una función de rectificador. La primera unidad convertidora de corriente 28 está formada especialmente por un regulador de cuatro cuadrantes.

20 La unidad de suministro de potencia 22 comprende además un circuito intermedio 30 que durante el funcionamiento lleva una señal de tensión continua. En el modo de tracción, el circuito intermedio 30 se alimenta la señal rectificadora por la primera unidad convertidora de corriente 28.

25 La unidad de suministro de potencia 22 presenta además unidades convertidoras de corriente 32.1, 32.2 dispuestas en el lado del motor, que están asignadas respectivamente a uno de los motores de tracción 20. En el modo de tracción, las unidades convertidoras de corriente 32.1, 32.2 realizan respectivamente la función de un inversor que partiendo de una corriente continua llevada en el circuito intermedio 30 genera una corriente alterna. Especialmente, están realizadas respectivamente como inversores de impulsos.

En un funcionamiento con tensión continua, la señal de tensión continua de la red de suministro puede alimentarse directamente al circuito intermedio 30 y transformarse por medio de la unidad convertidora de corriente 28 que trabaja como regulador reductor.

30 En el modo de tracción del vehículo ferroviario 10, como se ha descrito anteriormente fluye una energía eléctrica de la red de suministro 24 a través de la unidad de transformación 26 y la unidad de suministro de potencia 22, es decir, especialmente la primera unidad convertidora de corriente 28, el circuito intermedio 30 y las unidades convertidoras de corriente 32, a los motores de tracción 20 que convierten una parte de la energía eléctrica en energía cinética.

35 En un modo de frenado del vehículo ferroviario 10 se produce un flujo de energía en el sentido inverso desde los motores de tracción 20, al menos en parte a través de la unidad de suministro de potencia 22 y la unidad de transformación 26, hacia la red de suministro 24. En este modo de frenado, los motores de tracción 20 forman una unidad generadora 34 de un equipo de conversión de energía 36 que convierte la energía cinética y, dado el caso, la energía potencial del vehículo ferroviario 10 en otra forma de energía. La unidad generadora 34 genera a partir de esta energía de manera conocida una energía eléctrica.

40 En determinadas situaciones de aplicación en las que se debe limitar o incluso no es posible una alimentación de la energía a la red de alimentación 24, o esta alimentación no es suficiente para generar un par de frenado – especialmente por ejemplo durante un frenado rápido a alta velocidad – la energía eléctrica generada por la unidad generadora 34 se deriva de la retroalimentación a la red de suministro 24. Para ello, el equipo de conversión de energía 36 presenta una unidad de derivación de energía 38.

45 La unidad de derivación de energía 38 presenta una unidad de resistencia 40 que está prevista para proporcionar en el flujo de la energía eléctrica que ha de ser derivada un valor de resistencia determinado. Presenta dos medios de resistencia R1, R2 que están realizados respectivamente como resistencia óhmica. Puesto que la unidad de resistencia 40 se utiliza en el modo de frenado del vehículo ferroviario 10, la unidad de resistencia 40 corresponde a una unidad de resistencia de frenado. La unidad de resistencia 40 está unida a unidades convertidoras de corriente
50 32.1, 32.3, de tal forma que una energía generada por los motores de tracción 20 y llevada a través de estos puede alimentarse a los medios de resistencia R1, R2. Esto está representado en la figura por medio de flechas gruesas. En el modo de frenado, por tanto, las unidades convertidoras de corriente 32.1, 32.2 están dispuestos en el flujo de energía entre los motores de tracción 20 y – por tanto la unidad generadora 34 – y la unidad de resistencia 40. Dicho de otra manera, las unidades convertidoras de corriente 32.1, 32.2 están unidas en cuanto a la potencia

respectivamente a la unidad generadora 38 por una parte y a la unidad de resistencia 40 por otra parte. Especialmente, la unidad de resistencia 40 está conectada al circuito intermedio 30 que es alimentado por las unidades convertidoras de corriente 32.1, 32.2 en el modo de frenado. La unidad de resistencia 40 está conectada entre la barra positiva y la barra negativa del circuito intermedio 30.

5 La unidad de derivación de energía 38 comprende además una unidad de control 44 que está prevista para ajustar opcionalmente un primer modo de funcionamiento en el que la unidad de resistencia 40 proporciona un primer valor de resistencia, o un segundo modo de funcionamiento en el que la unidad de resistencia 40 proporciona un segundo valor de resistencia.

10 Para ello, la unidad de resistencia 40 presenta un dispositivo de conmutación 46 que puede ser accionado por la unidad de control 44 para el ajuste del primer o del segundo modo de funcionamiento. Sirve para separar el primer y/o el segundo medio de resistencia R1, R2 del flujo de energía generado por la unidad generadora 34 o unirlos a este. Presenta dos medios de conmutación 48.a, 48.b que están asignados respectivamente a un medio de resistencia R1 o R2 distinto. Especialmente, los medios de conmutación 48.a, 48b pueden ser accionados independientemente entre sí.

15 En el primer modo de funcionamiento de la unidad de derivación de energía 38, el primer valor de resistencia se pone a disposición de tal forma que uno de los medios de resistencia R1, R2 está unido a la unidad generadora 34 en cuanto a la potencia. Esta unión se establece por el cierre del medio de conmutación 48.a o 48.b. En el segundo modo de funcionamiento, el segundo valor de resistencia se pone a disposición por el hecho de que ambos medios de resistencia R1, R2 están unidos a la unidad generadora 34 en cuanto a la potencia, estando conectados especialmente en paralelo entre sí. Esto se realiza mediante la conexión del medio de resistencia R2 o R1 por el cierre del medio de conmutación 48.b o 48.a. Si los valores de resistencia del medio de resistencia R1, R2 son idénticos, mediante un circuito paralelo se puede proporcionar un valor de resistencia de la unidad de resistencia 40 en el segundo modo de funcionamiento que está reducido a la mitad con respecto al valor de resistencia en el primer modo de funcionamiento.

25 En los modos de funcionamiento descritos anteriormente, una corriente alterna eléctrica, generada por un motor de tracción 20, se lleva a través de la unidad convertidora de corriente 32 asignada, en un modo de bloqueo de dicha unidad convertidora de corriente 32. En este modo de bloqueo, las válvulas de conmutación – especialmente transistores de potencia, por ejemplo IGBT – de la unidad convertidora de corriente 32 están permanentemente en un estado bloqueado, de manera que la corriente eléctrica se lleva exclusivamente a través de diodos libres conectados en paralelo a las válvulas de conmutación. Por lo tanto, como está representado en la figura 3, la unidad convertidora de corriente 32 adopta la forma de un puente de diodos (también llamado “puente B6”) que rectifica la corriente eléctrica. En la figura 3, los motores de tracción 20 están representados en un esquema equivalente como fuente de tensión y con una resistencia equivalente y una inductividad equivalente. El paso de las válvulas de conmutación al estado de bloqueo se realiza por medio de un dispositivo de control 50 que está representado esquemáticamente en la figura 3.

40 La conmutación entre el primer modo de funcionamiento y el segundo modo de funcionamiento, es decir, especialmente una conexión del segundo medio de resistencia R2 o R1 en paralelo al primer medio de resistencia R1 o R2 se realiza en función de una magnitud característica cinemática K del vehículo ferroviario 10. En la forma de realización contemplada, el control del dispositivo de conmutación 46 se realiza sobre la base de una magnitud característica que depende de la velocidad del vehículo V. Esta magnitud característica K corresponde especialmente a un número de revoluciones de un juego de ruedas o a un componente de la UA 14 que está acoplado al juego de ruedas en cuanto al accionamiento. Se puede tratar del número de revoluciones de una rueda, del árbol de juego de ruedas o de un componente de engranaje o árbol de motor acoplado en cuanto al accionamiento. Para ello, el vehículo ferroviario 10 presenta una unidad de control 52 para captar la magnitud característica K, que presenta sensores de número de revoluciones (representados de forma muy esquemática en la figura 2). La unidad de captación 52 está en unión activa con la unidad de control 44 que sirve para evaluar valores de medición captados. La magnitud característica K puede obtenerse alternativamente o adicionalmente a través de medios sensoriales adicionales, como por ejemplo a través de un sensor inercial o una unidad de localización como un sensor GPS.

50 El accionamiento del dispositivo de conmutación 46 por la unidad de control 44 se realiza cuando a partir de la magnitud característica K vigilada se determina que el vehículo ferroviario 10 alcanza durante un procedimiento de frenado partiendo de una velocidad inicial, especialmente la velocidad máxima admitida, un valor umbral de velocidad GSW preajustado.

55 Esto se explica en detalle con la ayuda de la figura 4. Corresponde a un diagrama en el que el par de frenado M por cada eje de propulsión 16 está representado como función de la velocidad V del vehículo. Al iniciarse un procedimiento de frenado por encima del valor umbral GSW = 190 km/h, especialmente a la máxima velocidad admitida de 350 km/h, las válvulas de conmutación de las unidades convertidoras de corriente 32 se hacen pasar, como se ha descrito anteriormente, al estado de bloqueo, fluyendo una parte de la corriente generada por los

5 motores de tracción a la unidad de resistencia 40, en concreto, por ejemplo como está representado en la figura 3, al primer medio de resistencia R1. El par de frenado M en el rango entre la máxima velocidad admitida y el valor umbral GSW presenta un valor casi constante. El curso del par de frenado M para este valor de resistencia $R = R1$ en el primer modo de funcionamiento se muestra por medio de la curva M_{R1} . Para evitar una disminución del par de frenado M por debajo de este valor, al alcanzarse el valor umbral de velocidad GSW, el dispositivo de conmutación 46 es accionado por la unidad de control 44. Con el cambio al segundo modo de funcionamiento, es decir, la conexión del medio de resistencia R2, la unidad de resistencia 40 presenta un valor de resistencia $R = 1 / (1/R1 + 1/R2)$. El curso del par de frenado M para este valor de resistencia se muestra por medio de la curva M_{R1R2} . Como se puede ver en la figura, el par de frenado M en el valor anterior puede mantenerse durante el frenado adicional, al menos para cierto rango de velocidad de aprox. 100 km/h.

15 La figura 5 muestra un diagrama en el que está representada la potencia de frenado L como función de la velocidad V. La curva L_{R1} corresponde al curso de la potencia de frenado L para el valor de resistencia $R = R1$ en el primer modo de funcionamiento. Con la conmutación descrita anteriormente al segundo modo de funcionamiento, por debajo del valor umbral de velocidad GSW al seguir la curva L_{R1R2} para el valor de resistencia $R = 1 / (1/R1 + 1/R2)$ se puede conseguir un aumento de la potencia de frenado frente a la configuración con $R = R1$.

20 Además, resulta ventajoso si en el primer modo de funcionamiento en el que está activo solo uno de los medios de resistencia R1, R2 se producen conmutaciones entre los medios de resistencia R1 y R2. Estas conmutaciones provocadas por el dispositivo de conmutación 46 sirven para reducir la carga térmica de los medios de resistencia. Se producen periódicamente o sobre la base de los estados de carga detectados de los medios de resistencia. Estos pueden detectarse por ejemplo mediante la captación de la temperatura de los medios de resistencia.

La descripción que antecede se refiere a una forma de realización en la que la pluralidad de modos de funcionamiento presenta dos modos de funcionamiento. En una variante de realización es posible que se implementen más de dos modos de funcionamiento. Para ello, la unidad de resistencia puede presentar más de dos medios de resistencia.

25

REIVINDICACIONES

1. Equipo de conversión de energía para un vehículo ferroviario, que presenta
 - una unidad que en al menos un modo trabaja como unidad generadora (34) con al menos una máquina síncrona (20),
 - al menos una unidad de derivación de energía (38) que está prevista para derivar al menos una parte de una energía eléctrica generada por la unidad generadora (34), así como al menos una unidad de resistencia (40),
 - una unidad de captación (52) para captar al menos una magnitud característica (K) cinemática del vehículo, siendo la magnitud característica (K) cinemática representativa para una velocidad (V) del vehículo, y
 - una unidad de control (44) que está prevista para ajustar modos de funcionamiento de entre una pluralidad de modos de funcionamiento, en los que la unidad de resistencia (40) proporcionar respectivamente un valor de resistencia diferente, en función de la magnitud característica (K) cinemática captada,

caracterizado por que
la unidad de control está prevista además para cambiar, durante una transición de un intervalo de alta velocidad a un intervalo de velocidad media de un primer modo de funcionamiento a un segundo modo de funcionamiento para reducir el valor de resistencia.
2. Equipo de conversión de energía según la reivindicación 1, **caracterizado por** una unidad de suministro de potencia (22) en la que está dispuesta la unidad de resistencia (40) y que en un modo de accionamiento suministra potencia eléctrica a la unidad.
3. Equipo de conversión de energía según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** al menos una unidad convertidora de corriente (32.1, 32.2) que en cuanto a la potencia está conectada entre la unidad generadora (34) y la unidad de resistencia (40), estando la unidad de resistencia (40) conectada a un circuito intermedio (30) que puede ser alimentado por la al menos una unidad convertidora de corriente (32.1, 32.2).
4. Equipo de conversión de energía según la reivindicación 3, **caracterizado por** un dispositivo de control (50) que controla la al menos una unidad convertidora de corriente (32.1, 32.2) de tal forma que su funcionamiento en los modos de funcionamiento comprende al menos un bloqueo de válvulas de conmutación de la unidad convertidora de corriente (32.1, 32.2).
5. Equipo de conversión de energía según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la unidad de resistencia (40) presenta un juego de medios de resistencia (R1, R2) y al menos un dispositivo de conmutación (46) que está en unión activa con al menos uno de los medios de resistencia (R1, R2), comprendiendo un cambio entre los modos de funcionamiento al menos un accionamiento del dispositivo de conmutación (46).
6. Equipo de conversión de energía según la reivindicación 5, **caracterizado por que** la unidad de control (44) está prevista para activar o desactivar un circuito paralelo de medios de resistencia (R1, R2) por medio del dispositivo de conmutación (46) durante el ajuste de un modo de funcionamiento de entre la pluralidad de modos de funcionamiento.
7. Equipo de conversión de energía según la reivindicación 5 o 6, **caracterizado por que** la unidad de control (44) está prevista para activar alternando en el tiempo un primer y un segundo medio de resistencia (R1, R2) en al menos un modo de funcionamiento de entre la pluralidad de modo de funcionamiento, por medio del dispositivo de conmutación (46).
8. Vehículo ferroviario con un equipo de conversión de energía según una de las reivindicaciones anteriores.
9. Vehículo ferroviario según la reivindicación 8, **caracterizado por que** está previsto para un funcionamiento a alta velocidad por encima de al menos 300 km/h, especialmente para un funcionamiento a alta velocidad por encima de al menos 350 km/h.
10. Procedimiento para la conversión de una energía eléctrica en un vehículo ferroviario, generada en al menos un modo por una unidad que trabaja como unidad generadora (34), con al menos una máquina síncrona (20), en el cual al menos una parte de la energía eléctrica generada se deriva a través de una unidad de derivación de energía (38) y la unidad de derivación de energía (38) presenta al menos una unidad de resistencia (40), y en el cual, partiendo de un primer modo de funcionamiento en el que la unidad de resistencia (40) proporciona un primer valor de resistencia, una unidad de control (44) de la unidad de derivación de energía (38) conmuta a un segundo modo de funcionamiento en el que la unidad de resistencia (40) proporciona un segundo valor de resistencia distinto, **caracterizado por que** durante una transición de un intervalo de alta velocidad a un intervalo de velocidad media, el segundo valor de resistencia se ajusta más bajo que el primer valor de resistencia.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado por que** se realiza en un vehículo ferroviario (10) para

un funcionamiento a alta velocidad por encima de 300 km/h, especialmente para un funcionamiento a alta velocidad por encima de al menos 350 km/h.

FIG 1

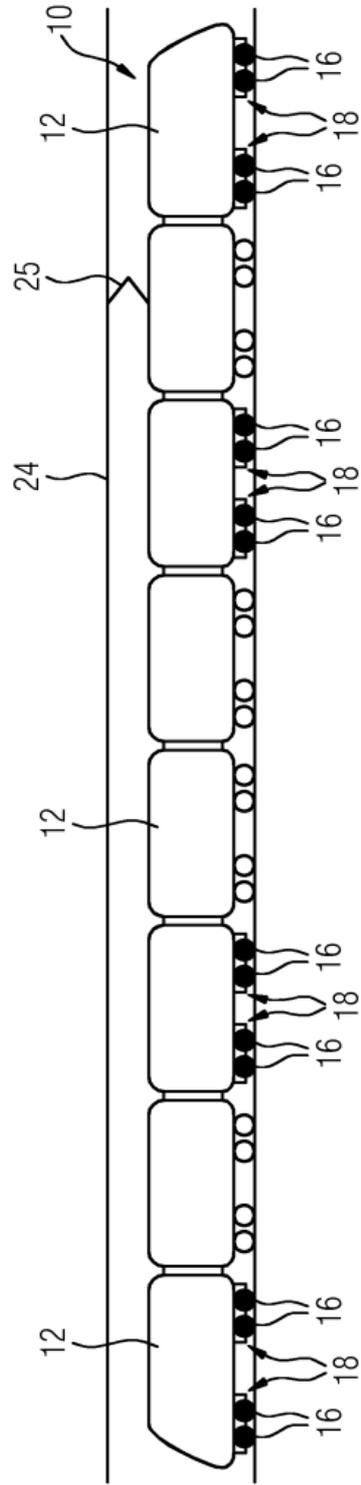


FIG 2

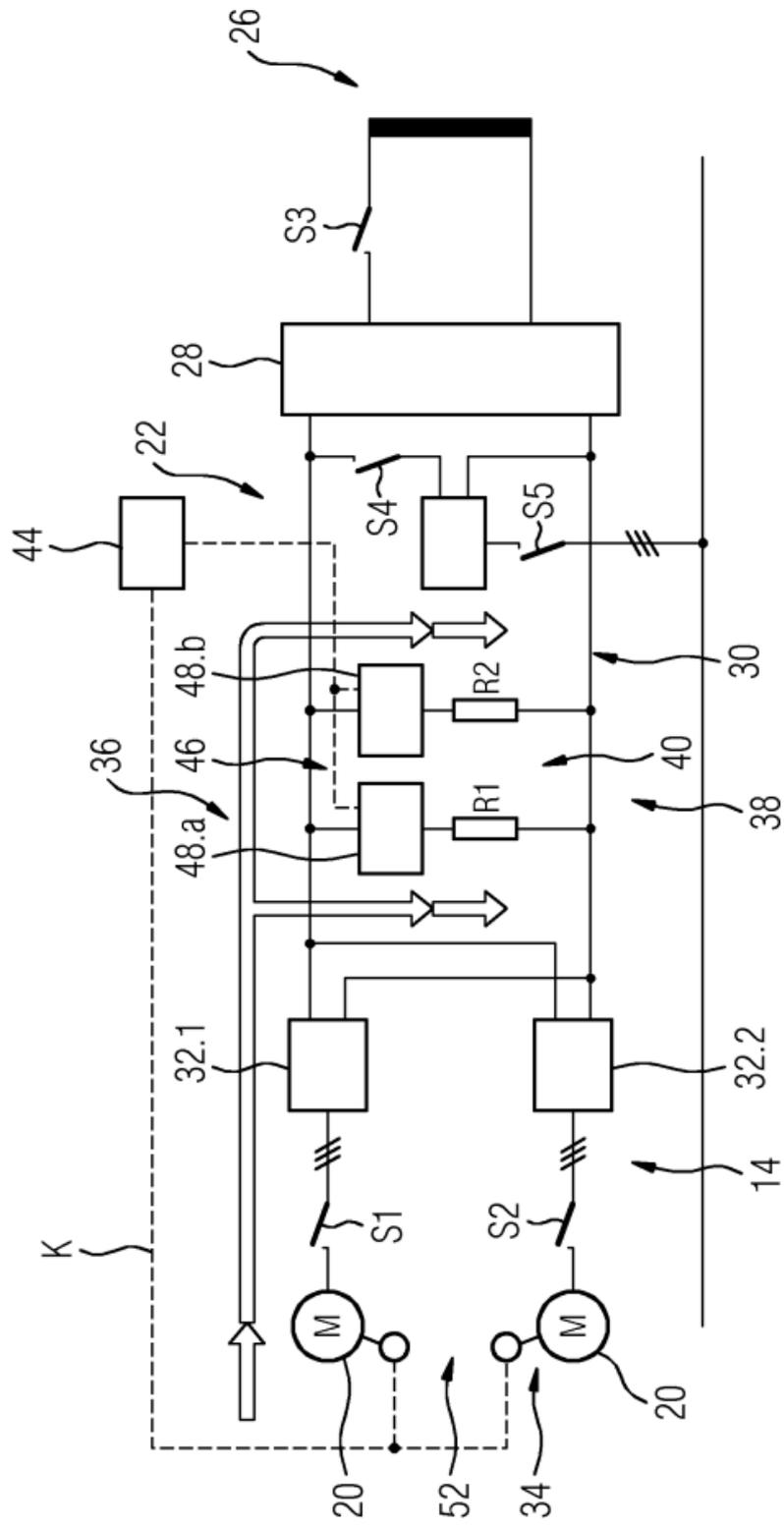


FIG 3

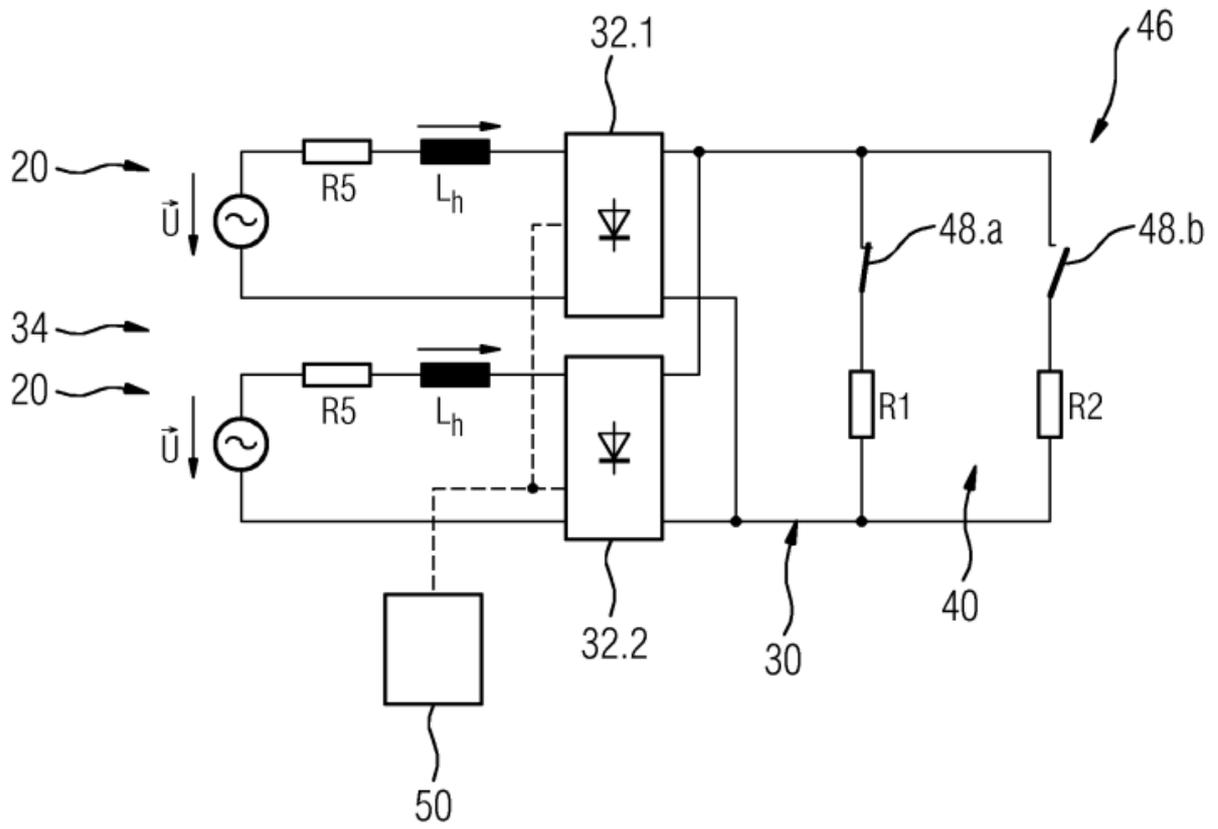


FIG 4

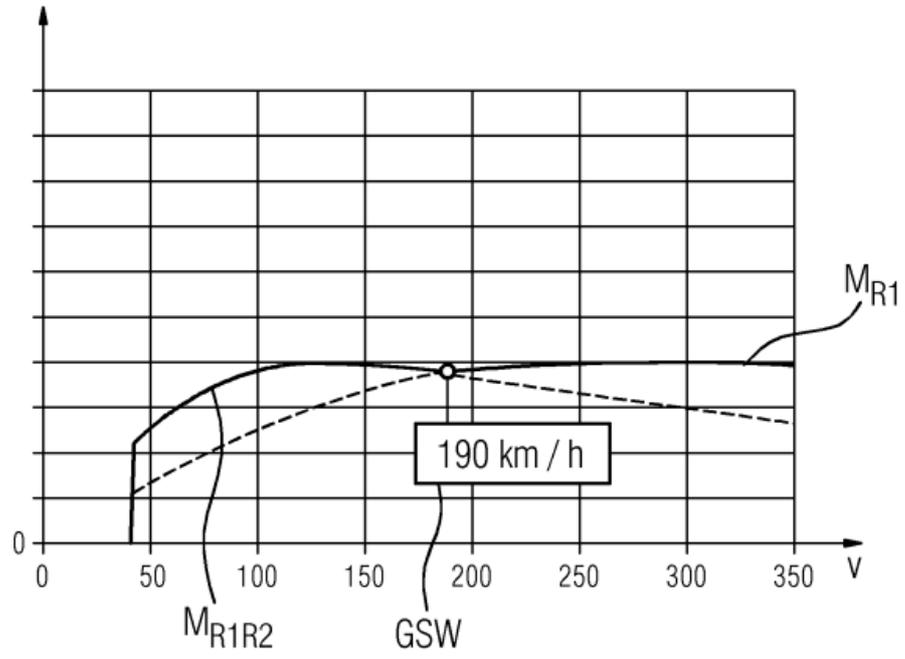


FIG 5

