

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 695**

51 Int. Cl.:

B60L 11/08	(2006.01) H02M 1/00	(2006.01)
B60L 15/00	(2006.01) H02J 1/10	(2006.01)
B60K 5/08	(2006.01)	
B60L 15/32	(2006.01)	
B60L 3/00	(2006.01)	
B60W 10/06	(2006.01)	
B60W 10/08	(2006.01)	
B60K 6/20	(2007.01)	
B61C 3/00	(2006.01)	
H02J 1/00	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.01.2014 PCT/EP2014/050029**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **10.07.2014 WO2014106637**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.01.2014 E 14700139 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2016 EP 2941363**

54 Título: **Suministro de energía eléctrica a motores eléctricos de tracción de un vehículo ferroviario utilizando una pluralidad de motores de combustión interna**

30 Prioridad:
02.01.2013 DE 102013200019

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.06.2017

73 Titular/es:
**BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH
(100.0%)
Schöneberger Ufer 1
10785 Berlin, DE**

72 Inventor/es:
**GERADTS, KARLHEINZ y
KUTSCHKER, MARTIN**

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 617 695 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCION

Suministro de energía eléctrica a motores eléctricos de tracción de un vehículo ferroviario utilizando una pluralidad de motores de combustión interna

5 La invención se refiere a un conjunto para el suministro de energía eléctrica a motores eléctricos de tracción en un vehículo ferroviario, comprendiendo el conjunto como mínimo dos motores de combustión interna. Para los al menos dos motores de combustión interna está provista en cada caso una máquina eléctrica asociada para generar la energía eléctrica, estando la máquina eléctrica acoplada mecánicamente con el motor de combustión interna, de tal manera que, en un funcionamiento en modo generador de la máquina eléctrica, es accionada por el motor de combustión interna. Por lo tanto, se forman al menos una primera y una segunda combinación de máquina y de motor de combustión. Por lo menos un motor de tracción eléctrico del vehículo ferroviario puede ser conectado, a través de al menos una conexión de tracción, eléctricamente con al menos una de las máquinas eléctricas. De manera adicional, la invención se refiere a un procedimiento para el suministro de energía eléctrica a motores de tracción eléctricos en un vehículo ferroviario, en donde al menos dos motores de combustión interna funcionan en cada caso en combinación con una máquina eléctrica asociada, de manera que están operativas por lo menos una primera y una segunda combinación de máquina y de motor de combustión interna. En un primer estado de funcionamiento de la máquina, al menos una primera de las máquinas eléctricas, durante un funcionamiento en modo generador de la respectiva máquina eléctrica, accionada por el motor asociado de combustión interna, genera corriente alterna que es utilizada para el funcionamiento de al menos un motor de tracción eléctrico. Por lo menos una segunda de las máquinas eléctricas es alimentada de corriente alterna en un segundo estado de funcionamiento de la máquina a través de un segundo convertidor de potencia de máquina, asociado a la misma, y acciona el motor de combustión interna asociado con ella.

25 En lo que se refiere al vehículo ferroviario, puede tratarse por ejemplo de una locomotiva. Sin embargo, la invención no está limitada a ello. Más bien, el vehículo ferroviario puede ser también por ejemplo un convoy ferroviario.

La energía eléctrica generada por los motores de combustión interna, en el vehículo ferroviario, está disponible no solamente para la alimentación de por lo menos un motor de tracción, sino también para la alimentación de otros consumidores eléctricos. En lo que se refiere a los otros consumidores eléctricos, se trata en particular de los llamados sistemas auxiliares que, es cierto, no generan tracción de manera directa, pero pueden ser muy necesarios en particular para el modo de conducción del vehículo ferroviario. Por lo general, los sistemas auxiliares pueden definirse por el hecho de que son alimentados de energía eléctrica a través de un propio inversor de sistemas auxiliares o una pluralidad de inversores de sistemas auxiliares propios a partir del circuito intermedio de corriente continua que suele existir. Entre los sistemas auxiliares se encuentran por ejemplo los ventiladores y otros dispositivos de refrigeración, que enfrían los motores de combustión interna, los motores de tracción y/o diversos dispositivos requeridos para la conducción (por ejemplo convertidores de potencia). De manera adicional, para la conducción se requiere un sistema de frenado y por lo tanto entre los sistemas auxiliares se encuentran componentes del sistema de frenado, tal como compresores de aire. Otros ejemplos para sistemas auxiliares son un sistema de extinción de fuego del vehículo ferroviario, dispositivos electrónicos para el control del funcionamiento del vehículo ferroviario, cargadores de batería, calefacciones que son necesarias al menos temporalmente para la conducción, por ejemplo calefacción de cristal del parabrisas, y/o dispositivo de alumbrado en la cabina del conductor. De manera opcional, se pueden diferenciar los sistemas auxiliares de aquellos dispositivos eléctricos que están a la disposición de los pasajeros solamente a título de comodidad, tal como por ejemplo lámparas en compartimientos del vehículo. Dichos dispositivos eléctricos son alimentados de energía eléctrica habitualmente en los trenes a través de la llamada barra colectora del tren. La barra colectora del tren no está conectada con el circuito intermedio de corriente continua a través del inversor de sistemas auxiliares o uno de los inversores de los sistemas auxiliares, sino a través de un inversor propio.

50 Tal como ya está conocido en sí, la energía eléctrica generada por las máquinas eléctricas también puede ser alimentada en la presente invención a través de al menos un rectificador (en lo consecutivo: rectificador de generador, ya que se rectifica la corriente alterna producida por el generador) en un circuito intermedio de corriente continua. De modo habitual, con el circuito intermedio de corriente continua están conectados varios inversores que, por su parte, generan la corriente alterna en el nivel eléctrico de tensión deseado o en el ámbito de tensión eléctrica deseado que se requiere para los consumidores y los sistemas conectados en el lado de la tensión alterna. Adicionalmente a los inversores, en su lado de tensión continua pueden estar provistos unos convertidores de tensión continua y/o en su lado de tensión alterna pueden estar provistos unos transformadores para modificar el nivel de tensión. Asimismo cabe la posibilidad de conectar otros convertidores eléctricos directamente o indirectamente con el circuito intermedio de corriente continua. Adicionalmente, al margen de los sistemas auxiliares mencionados, también otros consumidores eléctricos, tal como por ejemplo instalaciones eléctricas existentes para la comodidad de los pasajeros, como el alumbrado, la climatización o sistemas de información, pueden ser alimentados de energía eléctrica que proviene del circuito intermedio de corriente continua, por ejemplo a través de un inversor diferente de los sistemas auxiliares requeridos para la conducción.

65 Con el circuito intermedio de corriente continua están conectados por ejemplo: una pluralidad de motores de tracción

del vehículo ferroviario a través de un inversor o varios inversores de tracción; una barra colectora de tren, directamente o a través de un convertidor adicional; sistemas auxiliares requeridos para la conducción a través de un inversor de sistemas auxiliares. Además, unos convertidores adicionales pueden estar conectados con el circuito intermedio, por ejemplo destinados para la transformación de energía superflua que es alimentada en el circuito intermedio durante el frenado del vehículo ferroviario, en calor. Un ejemplo de un conjunto de este tipo se describe en el documento WO 2009/077184 A1.

Puesto que, en el caso de la invención, existe más de un motor de combustión interna y al menos una máquina eléctrica está acoplada respectivamente con el motor de combustión interna, solamente una parte de las máquinas eléctricas presentes puede generar energía eléctrica, mientras que al mismo tiempo otra parte de las máquinas eléctricas funciona como motor, en particular para accionar el motor asociado de combustión interna en régimen de ralentí. Ello tiene la ventaja de que el suministro de combustible al motor de combustión interna puede ser desconectado. De manera alternativa, sin embargo, también es posible que al menos uno de los motores de combustión interna funciona solamente a bajo régimen y por lo tanto la o las máquinas eléctricas asociadas generan solamente una potencia eléctrica reducida que, por ejemplo, no contribuye, o solo de manera insignificante, a la potencia eléctrica que es alimentada en el circuito intermedio de corriente continua.

Por este motivo, una pluralidad de combinaciones de máquinas y de motores de combustión interna permite un modo de carga parcial del vehículo ferroviario, es decir, un funcionamiento en el que no se requiere la potencia eléctrica máxima posible. Como modo de carga parcial, por lo tanto, se entiende un modo en que la potencia mecánica de solamente una parte de los motores de combustión interna es suficiente para proporcionar la potencia eléctrica requerida. Al margen de una reducción del consumo de combustible de los motores de combustión interna, el modo de carga parcial también tiene la ventaja de que el impacto sonoro sobre el entorno es más reducido. Por ejemplo, pueden existir cuatro combinaciones de máquinas y motores de combustión interna, en donde, de modo preferible, cada combinación puede ser manejada, con independencia de las demás combinaciones, o en régimen de ralentí o en el punto óptimo de potencia. De manera opcional, para cada combinación pueden ser ajustados más de dos modos de funcionamiento, por ejemplo, adicionalmente a los dos modos de funcionamiento mencionados, un funcionamiento con una potencia media de la máquina eléctrica accionada como generador.

Por la presente, en lo que se refiere a las demás características posibles de un conjunto con varias combinaciones de máquinas y motores de combustión interna, se hace referencia a la solicitud de patente internacional con el número de solicitud PCT/EP 2012/052705 que ha sido presentada el 16 febrero. Particularmente, el contenido completo de dicha solicitud, por la presente, es integrado en la presente solicitud.

Los sistemas auxiliares que existen de manera adicional a los motores de tracción eléctricos y son alimentados de energía eléctrica a partir del circuito intermedio de corriente continua, comprenden en particular aquellos sistemas auxiliares que, tal como se ha mencionado más arriba, son necesarios para la conducción del vehículo ferroviario. En caso de que, por lo tanto, el inversor de los sistemas auxiliares, a través del cual dichos sistemas auxiliares están conectados eléctricamente con el circuito intermedio de corriente continua, falla o es apagado, el servicio de conducción no puede continuar, y ello, a pesar de que el circuito intermedio de corriente continua y la alimentación de los motores de tracción a partir del circuito intermedio, eventualmente, todavía pueden cumplir con sus funciones.

Una, varias o todas las combinaciones de máquinas y motores de combustión interna podrían ser apagadas de modo que, venido el tiempo, resulta ser necesario arrancar una o varias de las combinaciones apagadas de máquinas y motores de combustión interna. En particular hace falta arrancar el motor de combustión interna de la combinación, a cuyo efecto se requiere la energía correspondiente. En el caso de la presente invención el arranque de al menos un motor de combustión interna es realizado con la ayuda de la máquina eléctrica asociada, por el hecho de que la máquina eléctrica acciona el motor de combustión interna acoplado con ella de manera mecánica. En particular, a partir de un determinado número mínimo de revoluciones del motor de combustión interna, la alimentación de combustible al motor de combustión interna puede ser puesta en marcha, de modo que el motor de combustión interna empieza a funcionar por sus propios medios. A partir de dicho estado, el motor de combustión interna está puesto en marcha, pudiendo, sin embargo, el proceso de arranque durar aun hasta que el motor de combustión interna alcance un número de revoluciones con el cual puede funcionar de modo continuo sin carga, sin apagarse, y esté preparado en cada momento para aumentar su número de revoluciones y de funcionar también bajo carga. Dicho número de revoluciones se llama habitualmente también régimen de ralentí. En particular, el motor de combustión interna, a partir del momento en que funciona por sus propios medios, ya no puede ser accionado, o solamente de manera adicional, por la máquina eléctrica asociada, y a partir de este, o de un ulterior, momento accionar por la inversa la máquina eléctrica. Con el régimen de ralentí, el motor de combustión interna propulsa la máquina eléctrica que, sin embargo, no suministra energía a una carga eléctrica, o solamente a una escala pequeña. Si se aumenta el número de revoluciones aun más, el motor de combustión interna aumenta la potencia con la cual la máquina eléctrica genera corriente alterna, de modo que los consumidores eléctricos pueden ser alimentados de energía eléctrica por la máquina eléctrica.

De manera conveniente, la energía para el arranque de al menos uno de los motores de combustión interna se obtiene a partir de un dispositivo de acumulación de energía del vehículo ferroviario, en particular un dispositivo de acumulación de energía eléctrica o electroquímica, en particular de la batería del vehículo. El arranque de varios

5 motores de combustión interna y también la repetición frecuente de procesos de arranque después de un apagado de los motores de combustión interna (por ejemplo, en un modo de carga parcial, véase más arriba) es una carga considerable para el dispositivo de acumulación de energía del vehículo. Para prevenir un agotamiento del dispositivo de acumulación de energía, se puede aumentar la capacidad de acumulación del dispositivo de acumulación de energía. Ello, sin embargo, está vinculado con costes adicionales y/o un aumento del peso y volumen constructivo del dispositivo de acumulación de energía, pudiendo componerse el dispositivo de acumulación de energía también de unas unidades dispuestas de modo repartido en el vehículo.

10 De manera habitual se aumenta el nivel de tensión a la salida del dispositivo de acumulación de energía (por ejemplo, una tensión continua de 110 V) a través de un transformador de tensión, para tener a su disposición una tensión suficiente para el arranque de los motores de combustión interna. Por ejemplo, un inversor de máquina que es alimentado con corriente continua a partir del dispositivo de acumulación de energía o del transformador de tensión, para suministrar corriente alterna a la máquina eléctrica, está diseñado para una tensión continua de la magnitud de 750 V o de 1 kV.

15 Puede darse el caso de que el transformador de tensión falla y por lo tanto no se puede arrancar ningún motor de combustión interna, de modo que el vehículo ferroviario no está listo para la marcha. Ello puede prevenirse por el hecho de que se prevé al menos un segundo transformador de tensión redundante. Ello, sin embargo, vuelve a aumentar el gasto en lo que se refiere a los costes de producción, el espacio constructivo y el peso.

20 El documento US 2011/0080040 A1 describe un dispositivo de accionamiento con motores diésel que suministran en cada caso energía de rotación a un generador, para generar una corriente alterna que es alimentada a un rectificador correspondiente. Cada rectificador está conectado eléctricamente con uno de los generadores para generar una corriente continua que es suministrada a un circuito intermedio de corriente continua. Unos convertidores conectados con el circuito intermedio de corriente continua transforman la señal de tensión continua del circuito intermedio de corriente continua en corriente alterna para accionar un motor de propulsión. Un mando está conectado con los generadores.

25 El documento WO 2006/020587 A2 describe un procedimiento para el frenado regenerativo de una locomotiva híbrida. La locomotiva puede disponer de varias máquinas.

30 Es un objeto de la presente invención mantener bajo el esfuerzo para el arranque de los motores de combustión interna, en un conjunto para el suministro de motores eléctricos de tracción en un vehículo ferroviario con una pluralidad de motores de combustión interna.

35 De acuerdo con una idea básica de la presente invención, una combinación de máquina y de motor de combustión interna, ya arrancada o encontrándose en funcionamiento, es utilizada con el fin de poner en movimiento por lo menos una combinación adicional de máquina y de motor de combustión interna. En este sentido, se conduce particularmente corriente alterna que es generada por la máquina eléctrica de la primera combinación que ya está funcionando, es decir, de la primera máquina eléctrica hacia la segunda máquina eléctrica de la combinación aun sin arrancar, para hacer funcionar la segunda máquina eléctrica y poner en movimiento de este modo el motor de combustión interna de la segunda combinación. Se puede proceder de la misma manera si, durante el transcurso ulterior del proceso de arranque o durante un funcionamiento adicional de la segunda combinación, se produce o existe una necesidad de la segunda máquina eléctrica para un suministro de energía eléctrica. Ello puede ser el caso particularmente si el motor de combustión interna debe funcionar al ralentí (es decir, con el régimen del motor al ralentí), con el suministro de combustible reducido o el suministro de combustible desconectado. Ello, sin embargo, también puede ser el caso cuando el funcionamiento del segundo motor de combustión interna está perturbado y por este motivo la segunda máquina eléctrica acciona el segundo motor de combustión interna, por ejemplo para evitar un paro no deseado del segundo motor de combustión interna.

40 En particular, tanto a la primera como a la segunda máquina eléctrica está asignado respectivamente un convertidor de potencia de máquina cuyo lado de corriente alterna está conectado eléctricamente con la máquina eléctrica asignada. Los convertidores de potencia de máquina presentan en cada caso un lado de corriente continua, estando los lados de corriente continua de los convertidores de potencia de máquina conectados eléctricamente los unos con los otros a través de una conexión de tensión continua (es decir, un cable). En particular, por lo tanto, los lados de corriente continua de los convertidores de potencia de máquina están conectados los unos con los otros directamente, sin convertidores adicionales (por ejemplo, transformadores de tensión).

45 En una forma de realización preferida, por lo menos uno de los convertidores de potencia de máquina, y preferiblemente todos los convertidores de potencia de máquina, cuyos lados de corriente continua están conectados directamente los unos con los otros por medio de la línea de corriente continua, están conectados con una capacidad eléctrica (por ejemplo, un condensador o un conjunto de condensadores). En este sentido, una conexión de la capacidad está conectada con el primer potencial del conector de corriente continua del convertidor de potencia de máquina, y la segunda conexión, opuesta, de la capacidad está conectada con el segundo potencial del conector de corriente continua del convertidor de potencia de máquina.

De modo preferente, cada uno de los lados de corriente continua de los convertidores de potencia de máquina está acoplado de esta manera con una capacidad. Ello tiene la ventaja de que se compensan fluctuaciones de la tensión continua. Sin embargo, ya solamente una capacidad cuyos polos están conectados con los dos potenciales de la línea de corriente continua, conduce a un amortiguamiento de las fluctuaciones de la tensión continua. Además, dicha capacidad o la pluralidad de dichas capacidades tiene la ventaja de que en ella se almacena energía eléctrica en cuanto se cargue la capacidad. Para el proceso del suministro de energía eléctrica a los convertidores de potencia de máquina entre ellos, ello tiene la ventaja de que está disponible brevemente una potencia más elevada para el arranque o el funcionamiento de al menos una de las combinaciones de motor de combustión interna y de máquina. Por lo tanto cabe la posibilidad de cargar por ejemplo previamente, durante y/o posteriormente al arranque de la primera de las combinaciones de motor de combustión interna y de máquina la capacidad o la pluralidad de capacidades y solamente después arrancar la segunda de las combinaciones de motor de combustión interna y de máquina.

En particular pueden existir más de dos combinaciones de motor de combustión interna y de máquina cuyas máquinas eléctricas están acopladas entre ellas y/o pueden ser manejadas de la manera descrita más arriba para las dos combinaciones (es decir, los lados de tensión continua de los convertidores de potencia de máquina están conectados entre ellos). Por lo tanto, de manera adicional es posible que, después del arranque o durante el funcionamiento de al menos una de las combinaciones, dicha combinación o dichas combinaciones suministra/suministran energía para el arranque y/o funcionamiento de una o varias de de las demás combinaciones.

La invención presenta la ventaja de que el dispositivo de acumulación de energía del vehículo es menos cargado, ya que se necesita solamente para el arranque de la primera combinación. Adicionalmente se aumenta la fiabilidad del vehículo ferroviario, aunque un convertidor redundante para la conversión del nivel de tensión a la salida del dispositivo de acumulación de energía no sea obligatoriamente necesario.

En particular cuando, como es habitual, las máquinas eléctricas de las combinaciones deben suministrar energía eléctrica a través de al menos un rectificador en un circuito intermedio de corriente continua del vehículo, se prefieren los convertidores adicionales de potencia de máquina, que están conectados los unos con los otros a través de la conexión de tensión continua, y de este modo se economiza globalmente peso y volumen. La razón para ello reside en el hecho de que el, como mínimo uno, rectificador entre las máquinas eléctricas y el circuito intermedio de corriente continua está concebido para unas potencias muy elevadas y por lo tanto requiere peso y volumen de un tamaño correspondiente. En caso de que el rectificador debe funcionar adicionalmente como inversor, aumentan el peso y el volumen. Por el contrario, los convertidores adicionales de potencia de máquina están diseñados, particularmente en el caso de al menos una capacidad eléctrica adicional, para unas potencias eléctricas relativamente reducidas. Por lo tanto, el gasto adicional para los convertidores de potencia de máquina es escaso.

Con el fin de poder manejar ventajosamente en particular un conjunto que comprende un circuito intermedio de corriente continua, al menos un rectificador entre las máquinas eléctricas y el circuito de tensión continua y convertidores adicionales de potencia de máquina, de manera opcional están previstos unos conmutadores eléctricos que pueden ser mandados, abiertos y cerrados por un conjunto de control. De esta manera cabe la posibilidad de separar eléctricamente al menos uno de los convertidores de potencia de máquina con respecto al otro o los otros convertidores de potencia de máquina (en este caso está previsto al menos un conmutador eléctrico en la conexión de tensión continua o está previsto en la conexión entre el convertidor de potencia de máquina y la conexión de tensión continua) y/o de separar por lo menos uno de los convertidores de potencia de máquina con respecto a la máquina eléctrica asignada al mismo (en este caso, el conmutador eléctrico adicional está dispuesto en la conexión entre el lado de tensión alterna del convertidor de potencia de máquina y la máquina eléctrica). De modo alternativo o adicional puede estar previsto un conmutador eléctrico con el cual como mínimo un rectificador, o uno de los rectificadores (llamados también rectificadores de generador) puede ser separado con respecto a las máquinas eléctricas asociadas y/o al circuito intermedio de corriente continua.

De modo preferente, una máquina eléctrica, mientras que suministra energía (en particular para el proceso de arranque de un motor de combustión interna de otra combinación) a través de la conexión de tensión continua a una máquina eléctrica de otra combinación, está separada eléctricamente del circuito intermedio de corriente continua. Dicho de manera más generalizada, la alimentación de al menos una máquina eléctrica se realiza a través de la conexión de tensión continua, sin utilizar el circuito intermedio de corriente continua. Dicho de manera aun más generalizada, no hay razón porque debe tratarse de un circuito intermedio de corriente continua, a través del cual las máquinas eléctricas suministran energía para el motor de tracción o los motores de tracción. Por lo tanto, en lo consecutivo se habla generalmente también de una conexión de tracción a través de la cual se alimenta un motor de tracción del vehículo ferroviario. En este caso generalizado, por lo tanto, la máquina eléctrica no suministra energía eléctrica a ningún motor de tracción, mientras que suministra energía (en particular para el proceso de arranque de un motor de combustión interna de otra combinación) a través de la conexión de tensión continua con una máquina eléctrica de una combinación diferente. Por ejemplo, se prevé un conmutador eléctrico que está abierto, o entre la máquina eléctrica y la conexión de tracción o entre la conexión de tracción y el motor de tracción. En particular, ello significa que la conexión de tensión continua de los lados de tensión continua de los convertidores de potencia de máquina, al menos durante esta fase de operación (y preferiblemente siempre) está separada de tal manera del

motor de tracción o de los motores de tracción, que no se suministra ninguna energía de la conexión de tensión continua a un motor de tracción.

5 En particular, la función de rectificador de al menos uno de los convertidores de potencia de máquina, para hacer disponible la energía de tensión continua para al menos un convertidor adicional de potencia de máquina, se obtiene gracias al hecho de que, de modo antiparalelo con respecto a los conmutadores electrónicos controlables del convertidor de potencia de máquina, que facilitan la función de inversor, en cada caso está dispuesta al menos una válvula eléctrica de uso único (particularmente un diodo). Un diodo de este tipo, en particular, es caracterizado habitualmente como diodo libre. De manera preferente, las válvulas eléctricas de uso único son diseñadas de tal modo que pueden conducir la corriente eléctrica requerida para la alimentación de otras combinaciones de máquinas y motores de combustión interna.

10 En particular se propone: un conjunto para el suministro de energía eléctrica a motores eléctricos de tracción en un vehículo ferroviario, comprendiendo el conjunto:

- 15 - por lo menos dos motores de combustión interna,
- para los, como mínimo, dos motores de combustión interna respectivamente una máquina eléctrica asociada para la generación de la energía eléctrica, estando la máquina eléctrica acoplada mecánicamente con el motor de combustión interna, de modo que, en funcionamiento a modo de generador de la máquina eléctrica, es accionada por el motor de combustión interna, de manera que están formadas al menos una primera y una segunda combinación de máquina y de motor de combustión interna,
- 20 - por lo menos una conexión eléctrica de tracción, a través de la cual un motor de tracción del vehículo ferroviario puede ser conectado eléctricamente con al menos una de las máquinas eléctricas,
- para las máquinas eléctricas respectivamente un convertidor de potencia de máquina asociado para el suministro de energía eléctrica a la máquina eléctrica durante un funcionamiento en modo motor de la máquina eléctrica, estando conectado un borne de tensión continua del convertidor de potencia de máquina con la máquina eléctrica, y
- 25 - un conjunto de mando para controlar al menos el funcionamiento de los convertidores de potencia de máquina,

30 estando una primera de las máquinas eléctricas conectada eléctricamente con un borne de tensión alterna de un rectificador, estando un borne de tensión continua del rectificador conectado eléctricamente a través de una línea de corriente continua eléctrica con un lado de tensión continua de un segundo de los convertidores de potencia de máquina, que está asignado a la segunda de las máquinas eléctricas, en donde el rectificador rectifica la corriente alterna eléctrica generada por la primera máquina eléctrica, alimentándola a través de la línea de corriente continua al segundo convertidor de potencia de máquina, y el conjunto de mando está realizado de tal manera que maneja el segundo convertidor de potencia de máquina como inversor, para suministrar corriente alterna a la segunda máquina eléctrica, mientras que el segundo convertidor de potencia de máquina es alimentado de corriente alterna por el rectificador.

40 Cabe la posibilidad de que, adicionalmente al primer convertidor de potencia de máquina, que está asignado a la primera máquina eléctrica, existe un rectificador que rectifica la corriente alterna de la primera máquina eléctrica y la suministra al segundo convertidor de potencia de máquina. Sin embargo, ello no es preferible ya que el gasto es menor si se diseña el primer convertidor de potencia de máquina también como rectificador apropiado.

45 Adicionalmente se propone: un procedimiento para el suministro de energía eléctrica a motores de tracción eléctricos en un vehículo ferroviario, en el cual:

- por lo menos dos motores de combustión interna son manejados respectivamente en combinación con una máquina eléctrica asociada, de modo que se manejan al menos una primera y una segunda combinación de máquina y de motor de combustión interna,
- 50 - por lo menos una primera de las máquinas eléctricas, en un primer estado de funcionamiento de la máquina durante un modo generador de la respectiva máquina eléctrica, accionada por el motor de combustión interna, genera corriente alterna que se utiliza para el funcionamiento de al menos un motor eléctrico de tracción,
- por lo menos una segunda de las máquinas eléctricas es alimentada en un segundo estado de funcionamiento de la máquina, de corriente alterna por un convertidor de potencia de máquina asociado con la misma, y acciona el motor de combustión interna, asignado a la misma,
- 55

60 en donde al menos el convertidor de potencia de máquina que está asignado a la segunda máquina eléctrica, mientras que la máquina eléctrica asignada se encuentra en el segundo estado de funcionamiento, es alimentado de corriente continua por un rectificador asignado a la primera máquina eléctrica, en donde el rectificador genera la corriente continua a partir de la corriente alterna que es generada por la primera máquina eléctrica.

65 Tanto el conjunto previamente definido como el procedimiento previamente definido facilitan, en caso de existir más de una combinación de máquina y de motor de combustión interna, no solamente la alimentación de corriente continua a uno de los convertidores de potencia de máquina, que ha sido rectificada a partir de corriente alterna de la máquina eléctrica de otra combinación. Más bien, una pluralidad de los convertidores de potencia de máquina puede ser alimentada también de corriente continua que es rectificada al menos a partir de la corriente alterna de la máquina

na eléctrica de otra de las combinaciones. Además también es posible suministrar a un convertidor de potencia de máquina o a varios de una o varias de otras combinaciones la corriente alterna rectificada que proviene de una pluralidad de las máquinas eléctricas.

5 En particular, la línea de corriente continua está conectada (preferiblemente de modo separable eléctricamente, a través de al menos un conmutador eléctrico) con un borne eléctrico a través del cual, durante el funcionamiento del vehículo, un dispositivo de acumulación de energía, eléctrico o electroquímico, (en particular la batería del vehículo) del vehículo puede suministrar energía eléctrica a la línea de corriente continua.

10 Por lo tanto, la línea de corriente continua puede ser utilizada en particular para el arranque de al menos uno de los motores de combustión interna. En este caso, el dispositivo de acumulación de energía suministra energía eléctrica a la línea de corriente continua y dicha energía eléctrica puede ser utilizada para el arranque del motor de combustión interna, por el hecho de que el convertidor de potencia de máquina genera corriente alterna y la máquina eléctrica de la combinación es manejada a través de la misma.

15 De manera alternativa o adicional, la energía eléctrica que proviene del dispositivo de acumulación de energía del vehículo puede ser utilizada para cargar una capacidad eléctrica que está conmutada con sus polos entre los potenciales de la línea de corriente continua.

20 El concepto de "primer estado de funcionamiento", utilizado más arriba, se refiere respectivamente a la máquina eléctrica de una combinación determinada o a la combinación. Ello se aplica también al concepto de "segundo estado de funcionamiento". Pueden existir unos estados de funcionamiento adicionales, por ejemplo el reposo del motor de combustión interna. En el primer estado de funcionamiento, la máquina eléctrica es accionada por el motor de combustión interna asociado y genera una tensión alterna eléctrica, que permite que fluya una corriente alterna. En el segundo estado de funcionamiento, la máquina eléctrica acciona el motor de combustión interna asociado, mientras que es alimentada de corriente alterna a partir del convertidor asignado de potencia de máquina (llamado también inversor de máquina). Ello significa que, en varias combinaciones de máquina y de motor de combustión interna, las diversas máquinas eléctricas o combinaciones pueden encontrarse en un mismo instante en estados de funcionamiento diferentes. Mientras que, por ejemplo, la máquina eléctrica de la primera combinación se encuentra en el primer estado de funcionamiento, la máquina de la segunda combinación se encuentra por ejemplo en el segundo estado de funcionamiento. No obstante, no está excluido que todas las máquinas eléctricas pueden encontrarse en un instante determinado en el mismo estado de funcionamiento. En caso de que se trata del mismo estado de funcionamiento, la energía para el funcionamiento de las máquinas eléctricas puede ser suministrada a los consumidores particularmente a través de un circuito intermedio de corriente continua del conjunto. Ello es aplicable también en el caso de que no se encuentra ninguna o no todas las máquinas eléctricas en el segundo estado de funcionamiento. La energía que proviene del circuito intermedio de corriente continua para el suministro de la(s) máquina(s) eléctrica(s) puede ser generada por ejemplo durante un proceso de frenado del vehículo ferroviario por al menos un motor de tracción como energía de tensión alterna y ser alimentada a través del inversor de tracción asignado hacia el circuito intermedio de corriente continua.

40 Particularmente, la conexión de tracción puede ser un borne de tensión alterna en el lado de tensión alterna de un inversor de tracción o el borne de tensión continua del inversor de tracción. Tal como se describirá en detalle a continuación, se prefiere que las máquinas eléctricas suministren la corriente alterna generada por ellas por lo menos a un rectificador (rectificador de generador) y la corriente rectificada por el rectificador sea alimentada a un circuito intermedio de corriente continua. De manera conocida, con dicho circuito intermedio de corriente continua está conectado por lo menos un inversor de tracción.

50 Cabe la posibilidad de que al menos uno de los convertidores de potencia de máquina forma también el rectificador de generador. Ello, sin embargo, no es preferible, en particular por los motivos arriba mencionados.

55 Por lo tanto, el conjunto comprende de modo preferible, adicionalmente a los convertidores de potencia de máquina, al menos un rectificador de generador para rectificar las corrientes alternas que son generadas por las máquinas eléctricas durante un funcionamiento en modo generador de la respectiva máquina eléctrica, en donde al menos un rectificador de generador está conectado en su lado de tensión continua con al menos una de las máquinas eléctricas y en su lado de tensión continua con un circuito intermedio de corriente continua, a través del cual el motor eléctrico puede ser alimentado de energía eléctrica. En lo que se refiere al procedimiento, corresponde a aquel de rectificar, en el primer estado de funcionamiento de la máquina eléctrica o de las máquinas eléctricas, la corriente alterna generada a través de al menos un rectificador de generador que existe de modo adicional a los convertidores de potencia de máquina, y alimentarla en un circuito intermedio de corriente continua, a partir del cual se suministra energía eléctrica a por lo menos un motor eléctrico de tracción.

60 En particular es posible cargar de energía eléctrica en un primer tiempo al menos una capacidad eléctrica que está conectada entre los potenciales eléctricos del circuito intermedio de corriente continua, y solamente después suministrar la corriente alterna generada a través de al menos un rectificador de generador al circuito intermedio de corriente continua. De esta manera es posible arrancar, particularmente en el estado en que todos los motores de combustión interna están apagados, en un primer tiempo uno de los motores de combustión interna y suministrar

entonces al circuito intermedio de corriente continua la energía que proviene de la máquina eléctrica asignada, sin generar unas corrientes eléctricas demasiado elevadas en el circuito intermedio de corriente continua.

Alternativamente, sin embargo, es posible suministrar energía de la máquina eléctrica al circuito intermedio de corriente continua ya durante el proceso de arranque del primer motor de combustión interna, cuando éste gira todavía a bajos números de revoluciones, y la tensión alterna generada por la máquina eléctrica asignada por lo tanto aun es baja. En este caso, la corriente en el circuito intermedio de corriente continua es limitada por la tensión alterna todavía baja, y la capacidad en el circuito intermedio de corriente continua es cargada lentamente. También en este caso, sin embargo se prefiere que el rectificador a través del cual la máquina eléctrica está conectada con el circuito intermedio de corriente continua, al principio del proceso de arranque aun no suministre corriente continua al circuito intermedio de corriente continua. La razón es que, al principio del proceso de arranque, el convertidor de potencia de máquina debe suministrar una tensión alterna elevada para el funcionamiento de la máquina eléctrica. Ello, por su parte, provocaría unas corrientes elevadas en el circuito intermedio de corriente continua y además se reduciría la potencia del convertidor de potencia de máquina que está disponible para el proceso de arranque.

En particular, el conjunto de mando puede comprender una pluralidad de unidades de control que están configuradas para controlar los convertidores y opcionalmente los demás dispositivos del conjunto de suministro. Por ejemplo existen unidades de control en particular para cada uno de los convertidores (rectificador de generador, convertidor de potencia de máquina, inversor de sistemas auxiliares, inversor de tracción), para los motores de combustión interna y opcionalmente para los conmutadores eléctricos controlables arriba mencionados. De modo preferible, en términos de control, las unidades de control están conectadas las unas con las otras y/o con una unidad de control superior.

De acuerdo con la invención, los convertidores de potencia de máquina son controlados en particular por el conjunto de mando indicado de tal manera que permiten un arranque y/o accionamiento de al menos uno de los motores de combustión interna a través de la máquina eléctrica asignada, recibiendo la máquina eléctrica asignada energía que proviene de otra máquina eléctrica de una de las combinaciones. En caso de que, por ejemplo, dos convertidores de potencia de máquina participan en este tipo de funcionamiento, el primer convertidor de potencia de máquina rectifica una corriente alterna generada por la primera máquina eléctrica asignada y suministra esta corriente alterna al segundo convertidor de potencia de máquina, que la invierte y alimenta de esta manera la segunda máquina eléctrica. De modo preferente, el primer convertidor de potencia de máquina no es controlado activamente, es decir, no tiene lugar el mando, realizado durante el funcionamiento en modo inversor del convertidor de potencia de máquina para el encendido y apagado de conmutadores electrónicos, y la corriente alterna es rectificadora de modo pasivo, es decir, por ejemplo mediante las válvulas eléctricas de un solo uso arriba mencionadas (por ejemplo, diodos). Por ejemplo, las válvulas eléctricas de un solo uso forman una conmutación trifásica de medio puente. Al contrario, el segundo convertidor de potencia de máquina, que invierte la corriente continua del primer convertidor de potencia de máquina, preferiblemente es controlado de modo activo, encendiendo y apagando en particular sus conmutadores electrónicos de manera correspondiente.

En un primer tiempo se carga de energía eléctrica particularmente al menos una capacidad eléctrica que está conectada entre los potenciales eléctricos de la línea de corriente continua, y solamente después se alimenta una máquina eléctrica de corriente continua revertida que proviene de la línea de corriente continua y/o de al menos una capacidad (es decir, de corriente alterna). Ello tiene la ventaja de que, para el suministro de la(s) máquina(s) eléctrica(s) está disponible más energía de la línea de corriente continua y se amortiguan las fluctuaciones de la tensión de la línea de corriente continua. Ello es ventajoso particularmente durante el arranque del primer motor de combustión interna con energía del dispositivo de acumulación de energía del vehículo.

A continuación, se describen unos ejemplos de realización de la invención con referencia al dibujo anexo. Las individuales figuras del dibujo muestran:

Fig. 1 una forma de realización de un conjunto para el suministro de energía eléctrica a por lo menos un motor de tracción en un vehículo ferroviario y

Fig. 2 un convertidor de potencia de máquina y una máquina conectada eléctricamente con el lado de tensión alterna del convertidor de potencia, en donde el convertidor de potencia también puede funcionar como rectificador, para rectificar la corriente alterna generada por la máquina eléctrica y alimentarla a una línea de corriente continua.

El ejemplo de realización representado en la Fig. 1 comprende cuatro combinaciones de máquina y de motor de combustión interna 1, 3, en el cual los motores de combustión interna 1 a, 1 b, 1 c, 1 d son preferiblemente motores diésel. En lo que se refiere a las máquinas eléctricas 3a, 3b, 3c, 3d se trata por ejemplo de motores sincronizados de imán permanente.

Cada una de las combinaciones 1, 3 está conectada a través de una línea de conexión trifásica 4a, 4b, 4c, 4d con uno de los rectificadores de generador 5a, 5b, 5c, 5d asignados a la combinación 1, 3. En este sentido, la línea de conexión trifásica 4 de cada una de las combinaciones pasa por un interruptor de circuito trifásico controlable 14a, 14b, 14c, 14d. De esta manera, la conexión eléctrica trifásica entre la máquina eléctrica 3 y el rectificador de gene-

5 rador 5 puede ser interrumpida por una unidad de control (no representada), en particular si la máquina eléctrica 3 de la combinación 1, 3 funciona como motor, pero también durante un proceso de arranque de la combinación 1, 3. Los rectificadores 5 están conectados a través de líneas de conexión 33, 34, que están realizadas bajo la forma de colectores para todos los rectificadores 5, con el circuito intermedio de corriente continua con las líneas 8, 10.

10 No están representados los inversores que están conectados con las líneas 8, 10, por ejemplo al menos un inversor de tracción, un inversor de sistemas auxiliares y un inversor para la alimentación de corriente al tren.

15 Para cada una de las combinaciones está previsto un inversor de potencia de máquina asignado 23a, 23b; 23c, 23d. Los lados de tensión alterna de los inversores de potencia 23 están conectados en cada caso a través de un interruptor 24a, 24b, 24c, 24d controlable por una unidad de control (no representada) con la línea de conexión trifásica 4 de la combinación.

20 De modo habitual, una capacidad CD se conecta entre las líneas 8, 10 del circuito intermedio para compensar las fluctuaciones de la tensión alterna y/o recibir energía.

25 Adicionalmente, los lados de tensión continua de los convertidores de potencia de máquina 23 están conectados los unos con los otros a través de una conexión de tensión continua 18. En la figura 1, la conexión de tensión continua 18 está representada por líneas individuales a pesar del hecho de que se trata de una conexión de dos polos. Sin embargo es posible que los lados de tensión continua estén conectados los unos con los otros por ejemplo a través de una línea eléctrica unifilar y adicionalmente a través de la masa del vehículo. Puesto que existen varias combinaciones 1, 3, la conexión de tensión continua 18 está ramificada.

30 De manera adicional, con la conexión de tensión continua 18 está conectada una línea eléctrica adicional 28 que está realizada particularmente en dos polos y que permite extraer, a través de un interruptor 27 y un transformador de tensión 26 así como a través de un interruptor de circuito 25 opcional, energía de un dispositivo eléctrico de acumulación de energía 19 (por ejemplo, batería de vehículo). Por este motivo, el funcionamiento de al menos uno de los convertidores de potencia de máquina 23 también es posible con energía que proviene del dispositivo eléctrico de acumulación de energía 19. Especialmente en el caso de que todos los motores de combustión interna 1 están apagados, se extrae energía para el arranque del primer motor de combustión interna del dispositivo eléctrico de acumulación de energía 19 y se utiliza esta energía para el arranque de al menos una combinación 1, 3. Por ejemplo, se arranca en un primer tiempo la combinación 1 a, 3a, después de hacer funcionar la máquina eléctrica 3a de la misma como generador, y la energía eléctrica generada es suministrada al circuito intermedio 8, 10 a través del rectificador de generador 5b. Por lo tanto, esta energía está disponible para el funcionamiento de al menos un motor de tracción y opcionalmente de otros consumidores del circuito intermedio.

35 De modo alternativo o adicional, después del arranque de la combinación 1 a, 3a, la energía generada por la máquina eléctrica 3a puede ser alimentada a través del convertidor de potencia de máquina asignado 23a a la conexión de tensión continua 18 y está disponible para el arranque de una o de varias otras combinaciones 1, 3.

40 El transformador de tensión 26 está conectado adicionalmente a través de una línea eléctrica con la línea 10 en el potencial eléctrico superior del circuito intermedio, concretamente a través de una resistencia 29 y un diodo 30. La línea 22 puede ser separada del transformador de tensión 26 a través del interruptor 27. A través de la línea 22, el circuito intermedio de corriente continua (en particular la capacidad CD) puede ser cargado previamente, es decir, puede generarse una tensión eléctrica correspondiente entre la línea 10 y la línea 8. De esta manera, al conectar los generadores 3 mediante el cierre de los interruptores 14, se pueden evitar las corrientes eléctricas muy elevadas.

45 En lo que se refiere al conjunto representado en la Fig. 1, muchas modificaciones son posibles. Por ejemplo, puede existir un número diferente de combinaciones 1, 3. De modo alternativo o adicional, pueden estar previstos varios circuitos intermedios de tensión continua, a partir de los cuales se suministra en cada caso energía eléctrica a por lo menos un motor de tracción. De modo alternativo o adicional también es posible realizar modificaciones de los dispositivos para el suministro de energía del dispositivo de acumulación de energía 19 a la conexión de tensión continua 18, por ejemplo es posible conectar un transformador de tensión adicional paralelo al transformador de tensión 26 representado en la Fig. E, de modo que el dispositivo de acumulación de energía 19 puede proporcionar, de modo facultativo o al mismo tiempo, energía eléctrica a través de un transformador de tensión o varios de ellos.

50 Fig. 2 muestra un ejemplo de realización para un convertidor de potencia de máquina o un inversor de máquina, que puede ser particularmente cada uno de los inversores de máquina 23 representados en la Fig. 1. A la izquierda en la Fig. 2 está representada la máquina eléctrica asignada 3, donde el interruptor eléctrico 24, opcionalmente presente, de la Fig. 1 no está representado en la Fig. 2.

55 La máquina eléctrica 3 está conectada a través de una línea eléctrica trifásica, que en la Fig. 1 está representada como derivación de la línea 4, con el lado de tensión continua del convertidor de potencia de máquina 23. El convertidor de potencia 23 se compone de tres medios puentes 31 a, 31 b, 31 c que se componen en cada caso de una conexión en serie de dos conexiones en paralelo de respectivamente un interruptor electrónico controlable 321-326 y

un diodo 331-336 conectado de modo antiparalelo con respecto al mismo. En cada medio puente 31 a, 31 b, 31 c se encuentra el contacto de la conexión de tensión alterna entre las conexiones en paralelo conmutadas en serie.

5 Los extremos opuestos de los medios puentes 31 están guiados respectivamente en uno de dos polos comunes del borne de tensión continua que, en la Fig. 2, están identificados por un signo de más y un signo de menos. Entre dichos polos o potenciales eléctricos diferentes está conectada una capacidad 34. Además, los dos polos del borne de tensión continua están conectados con una conexión de tensión continua a través de la cual el convertidor de potencia 23 puede ser alimentado de corriente continua y, de modo preferible, también puede suministrar corriente continua a otros dispositivos, según en qué estado de funcionamiento se encuentra la máquina eléctrica. En función del estado de funcionamiento se realiza también o no se realiza el mando de las válvulas electrónicas 321-326 (tratóndose de modo preferente de IGBT = transistores bipolares de puerta de salida). En particular, el funcionamiento en modo inversor del convertidor de potencia 23 está bloqueado (en particular, en este caso todas las válvulas electrónicas están apagadas), cuando la máquina eléctrica 3 no debe alimentarse de corriente alterna del convertidor de potencia 23. Si, además, la máquina eléctrica se encuentra en el estado de funcionamiento en el cual suministra corriente alterna al convertidor de potencia 23 para suministrar la corriente rectificadora por el convertidor de potencia 23 a por lo menos otra combinación de máquina y motor de combustión interna, la corriente alterna es rectificadora gracias a los diodos 331-336 del convertidor de potencia 23 y, de acuerdo con las tensiones alternas encadenadas de las tres fases, se genera una corriente continua en el lado de tensión continua del convertidor de potencia 23, cuyas fluctuaciones de tensión son amortiguadas por la capacidad 34. En este estado de funcionamiento, los potenciales eléctricos en los respectivos contactos del borne de tensión alterna del convertidor de potencia 23 en cada periodo de la corriente alterna están temporalmente superiores a los potenciales eléctricos en el polo positivo del borne de tensión continua, de modo que los diodos 331, 333, 335 adquieren una conductividad eléctrica correspondiente. Viceversa, el potencial eléctrico en los contactos de tensión alterna en cada periodo se vuelven temporalmente inferiores al potencial eléctrico en el segundo polo del borne de tensión continua, de modo que los diodos 332, 334, 336 adquieren temporalmente una conductividad eléctrica correspondiente.

30 A continuación se describen unas maneras de proceder preferentes, en particular con el ejemplo del conjunto de acuerdo con la Fig. 1. En este sentido se mencionan también ejemplos concretos para estados de funcionamiento (por ejemplo, tensiones eléctricas) a los cuales, sin embargo, las maneras de procedimiento no están limitadas. En la práctica, estas tensiones eléctricas y otras magnitudes eléctricas pueden variar o ser elegidas de otro modo.

35 A este respecto, se parte de la idea de que en el lado de tensión continua una capacidad está conectada por cada uno de los convertidores de potencia de máquina 23 entre los polos de la conexión de tensión continua, donde las capacidades están elegidas de manera preferente con magnitudes iguales. Por lo tanto, la capacidad existente globalmente en la conexión de tensión continua de los convertidores de potencia de máquina es al menos idéntica a la cantidad de los convertidores de potencia de máquina conectados, multiplicada con la capacidad individual. Por lo tanto es posible acumular una energía considerable en las capacidades, energía que está disponible para la alimentación mutua de los convertidores de potencia de máquina. De manera adicional se mejora la amortiguación de las fluctuaciones de tensión en la conexión de tensión continua. De modo preferente, sin embargo, para el arranque de uno de los motores de combustión interna no se extrae solamente energía de las capacidades de la conexión de tensión continua, sino se alimenta durante el proceso de arranque adicionalmente energía que proviene de al menos una de las demás combinaciones a la conexión de tensión continua.

45 En particular, el nivel de tensión puede ser más elevado, causado por la alimentación de energía eléctrica a partir de al menos una de las máquinas eléctricas de las combinaciones en la conexión de tensión continua, que en caso de que la conexión de tensión continua recibe energía exclusivamente a partir del dispositivo de acumulación de energía 19 del vehículo.

50 Por ejemplo, después del cierre del interruptor de circuito 25 opcional, el nivel de tensión en la entrada, del lado del dispositivo de acumulación, del transformador de tensión 26 es de unos 110 V y el transformador de tensión aumenta esta tensión en su salida hasta un nivel de tensión en la gama de 750 V. Sin embargo, este nivel de tensión aumentado es particularmente más bajo que el nivel de tensión ulterior en la conexión de tensión continua 18 que puede alcanzarse en caso de la alimentación de energía a través de uno o varios convertidores de potencia de máquina 23. Por lo tanto, los procesos de arranque u otros suministros de las diversas combinaciones 1, 3 entre ellas pueden realizarse con un nivel de tensión más elevado, y por lo tanto de manera más rápida y con flujos de energía más elevados que en caso de un suministro exclusivamente a partir del dispositivo de acumulación de energía del vehículo. Particularmente, por este motivo, todas las combinaciones existentes pueden ser arrancadas de manera más rápida y también más eficiente que en caso de un suministro de energía de arranque exclusivamente a partir del dispositivo de acumulación de energía 19.

60 En caso de que, por ejemplo al equipar una locomotiva, por ejemplo una locomotiva diésel, se debe arrancar el primer motor de combustión interna (en particular motor diésel), los interruptores eléctricos 14 están abiertos y por lo tanto las máquinas eléctricas 3 aun están separadas eléctricamente del circuito intermedio de corriente continua 8, 10. A continuación se cierra preferiblemente en un primer tiempo el interruptor 27, para conectar la salida del transformador de tensión 26 con los conectores de tensión continua del convertidor de potencia de máquina 23 y al mismo tiempo con el circuito intermedio de corriente continua 8, 10. Tal como ya se ha mencionado, en la línea eléctrica

22 se encuentra el diodo de bloqueo 30 para proteger contra una tensión demasiado elevada, durante el funcionamiento del circuito intermedio después del arranque de los motores de combustión interna.

A continuación se puede encender al menos un transformador de tensión 26, y después del encendido del interruptor de circuito opcional 25, el dispositivo de acumulación de energía 19 o el transformador de tensión 26 carga las capacidades CD en el circuito intermedio 8, 10 y las capacidades, no representadas en la Fig. 1, en los conectores de la conexión de tensión continua 18. Mediante la carga de la capacidad CD el conjunto es protegido contra las corrientes demasiado elevadas que, sin carga previa de la capacidad, podrían generarse después del encendido de al menos uno de los interruptores 14. En particular, para la carga de las capacidades, la tensión continua en la salida del transformador de tensión 26 en un primer tiempo aun puede ser baja, y ser aumentada entonces en el curso del tiempo.

En particular cuando la tensión en el circuito intermedio de corriente continua 8, 10 ha alcanzado cierta tensión predeterminada, se comienza el proceso de arranque de un primer motor de combustión interna. A este efecto se cierra el interruptor 25 en la línea eléctrica entre el convertidor de potencia de máquina 23 de la combinación y el convertidor de potencia de máquina 23 es mandado de tal manera que se genera una tensión alterna en su lado de tensión alterna y que fluye una corriente alterna hacia la máquina eléctrica asignada 3. Antes o después, el mando del motor de combustión interna puede ser puesto en un estado listo para arrancar.

De modo preferible, el convertidor de potencia de máquina 23 de la combinación a ser arrancada es controlado de tal manera que la corriente alterna generada por el mismo produce en la máquina eléctrica asignada 3 un campo de giro en la dirección de giro en la cual debe tener lugar el funcionamiento acoplado del motor de combustión interna y de la máquina eléctrica. En este caso, la frecuencia de esta corriente alterna es aumentada preferiblemente en el curso del tiempo, para poner el motor de combustión interna en un primer tiempo en movimiento, desde el estado de reposo, y para acelerarlo posteriormente. De manera preferible, al alcanzar o sobrepasar un número de revoluciones mínimo predeterminado, la unidad de control del motor de combustión interna empieza automáticamente con el suministro de combustible al motor de combustión interna, de modo que el propio motor de combustión interna contribuye a un aceleramiento adicional. En particular al alcanzar un valor predeterminado (adicional, más elevado) de número de revoluciones o al sobrepasarlo, el convertidor de potencia de motor 23 es bloqueado, es decir, ya no genera corriente alterna. A este efecto, los interruptores electrónicos son apagados de manera permanente.

Lo más tarde en este momento el interruptor 27 puede volver a abrirse, de modo que no se recibe más energía del dispositivo de acumulación de energía 19. Al mismo tiempo o de manera alternativa se apaga el transformador de tensión 26.

El proceso de arranque es continuado de tal modo que el motor de combustión interna aumenta de modo autónomo su número de revoluciones, en particular hasta que se alcance un régimen de ralentí.

El primer valor determinado del número de revoluciones se sitúa por ejemplo en 120 por minuto, el segundo valor determinado del número de revoluciones por ejemplo en 400 por minuto y el régimen de ralentí por ejemplo en unos 600 por minuto.

Si el motor de combustión interna aumenta su número de revoluciones aun más después del bloqueo del convertidor asignado de potencia de máquina 23, sube también la tensión alterna generada por la máquina eléctrica asociada. En caso de que el interruptor 24 permanece cerrado más tiempo, o vuelve a cerrarse, por lo tanto la tensión eléctrica alterna en el conector de tensión alterna del convertidor de potencia de máquina sube y otorga una conductividad cíclica a las válvulas eléctricas de uso único (en particular los diodos 331-336 en la Fig. 2), de modo que el convertidor de potencia de máquina 23 genera una corriente continua en su lado de tensión continua. A continuación, la energía eléctrica correspondiente está disponible para una carga adicional de las capacidades en la conexión de tensión continua y particularmente al mismo tiempo o más tarde, para el arranque de al menos un motor adicional de combustión interna. Mediante el cierre del interruptor eléctrico respectivo 24 y la activación del convertidor de potencia de máquina asignado 23, en particular de la misma manera o similarmente a lo descrito más arriba, se arranca el motor de combustión interna de la respectiva combinación 1, 3.

Los interruptores eléctricos 14 pueden cerrarse o cuando todos los motores de combustión interna han sido arrancados, o cuando han sido arrancadas aquellas combinaciones que están previstas para el funcionamiento. Entonces empieza la alimentación de energía eléctrica a partir de la respectiva máquina eléctrica 3, a través del interruptor cerrado 14 y el rectificador asignado 5, hacia el circuito intermedio de corriente continua 8, 10. Alternativamente, por lo menos uno de los interruptores eléctricos 14 ya puede ser cerrado con anterioridad. Ello puede producirse particularmente en el caso de que la capacidad CD en el circuito intermedio de corriente continua 8, 10 ya ha sido cargada previamente y por ejemplo ya una o varias de las combinaciones 1, 3 han sido arrancadas y generan energía eléctrica. Sin embargo, ello puede producirse de manera alternativa también en un momento anterior, cuando la tensión eléctrica alterna generada por la máquina eléctrica 3 de una combinación arrancada 1, 3 aun es baja, es decir, cuando el número de revoluciones del motor de combustión interna 1 todavía es bajo. También en este caso se evitan unas corrientes demasiado elevadas cargando la capacidad CD aun vacía.

- Unas variantes de los procedimientos arriba descritos son posibles. Por ejemplo, en función del respectivo estado de funcionamiento del vehículo ferroviario puede ser suficiente si solamente una de las combinaciones 1, 3 o solamente una parte de las combinaciones 1, 3 suministra energía al circuito intermedio de corriente continua 8, 10. Ello es el caso por ejemplo si se requiere solamente poco de energía para los motores de tracción o si se tiene que suministrar la energía que proviene del circuito intermedio de corriente continua incluso únicamente a otros consumidores, por ejemplo consumidores que están conectados con una alimentación de corriente del tren. También en este caso, el interruptor 14 de la combinación requerida 1, 3 puede estar cerrado. Particularmente, en este caso puede estar abierto también el interruptor 24 de la combinación.
- 5
- 10 En función particularmente del estado de funcionamiento del vehículo ferroviario es posible, cuando solamente una parte de las combinaciones 1, 3 ya ha sido puesta en marcha, volver a arrancar al menos una combinación adicional 1, 3 con energía que proviene del dispositivo de acumulación de energía 19 y/o arrancar al menos una combinación 1, 3 aun no puesta en marcha, con energía de una combinación ya arrancada. En el último de los casos, con referencia al ejemplo de realización de la Fig. 1, se cierran tanto el interruptor 24 de la combinación ya arrancada como el interruptor 24 de la combinación que debe ser arrancada, y el convertidor de potencia de máquina 23 de la combinación a ser arrancada es alimentado de corriente continua que ha sido generado a partir de la corriente alterna que había sido generada por la máquina eléctrica de la combinación ya arrancada. Si una combinación adicional es puesta en marcha con energía a partir del dispositivo de acumulación de energía del vehículo y si existe al menos aun otra combinación, aun no arrancada, dicha al menos una combinación adicional se arranca de manera preferente con energía que proviene de una combinación ya arrancada.
- 15
- 20

REIVINDICACIONES

- 5 1. Conjunto para el suministro de energía eléctrica a unos motores eléctricos de tracción en un vehículo ferroviario, en el que el conjunto comprende:
- al menos dos motores de combustión interna (1),
 - para los al menos dos motores de combustión interna (1), respectivamente una máquina eléctrica (3) asociada que sirve para la generación de energía eléctrica, en el cual la máquina eléctrica (3) está acoplada de manera mecánica con el motor de combustión interna (1) de tal modo que es activada por el motor de combustión interna (1) en caso de funcionamiento en modo generador de la máquina eléctrica (3), de manera que se forman por lo menos una primera y una segunda combinación de máquina y motor de combustión interna,
 - al menos una conexión de tracción eléctrica, a través de la cual un motor de tracción del vehículo ferroviario puede ser conectado de manera eléctrica con al menos una de las máquinas eléctricas (3),
 - 10 - para las máquinas eléctricas (3), respectivamente un convertidor de potencia de máquina (23) asociado que sirve para el suministro de energía eléctrica a la máquina eléctrica (3) durante un funcionamiento en modo motor de la máquina eléctrica (3), en el cual una conexión de corriente alterna del convertidor de potencia de máquina (23) está conectada con la máquina eléctrica (3), y
 - 15 - un conjunto de mando que sirve para controlar al menos el funcionamiento de los convertidores de potencia de máquina,
- 20 en el cual una primera (3a) de las máquinas eléctricas está conectada de manera eléctrica con un borne de corriente alterna de un rectificador (23a), caracterizado porque
- 25 un borne de corriente continua del rectificador (23a) está conectado de manera eléctrica, por medio de una línea de corriente continua eléctrica (18), con un lado de corriente continua de un segundo (23b) de los convertidores de potencia de máquina, que está asociado a una segunda (3b) de las máquinas eléctricas, en el cual el rectificador (23a) rectifica la corriente alterna eléctrica generada por la primera máquina eléctrica (3a) y lo alimenta, por medio de la línea de corriente continua (18), hacia el segundo convertidor de potencia de máquina (23b), y el conjunto de mando está configurado de tal manera que hace funcionar el segundo convertidor de potencia de máquina (23b) como inversor con el fin de suministrar corriente alterna a la segunda máquina eléctrica (3b), mientras que el segundo convertidor de potencia de máquina (23b) es alimentado de corriente continua por el rectificador (23a).
- 30
- 35 2. Conjunto de acuerdo con la reivindicación precedente, en el cual el conjunto presenta, de modo adicional a los convertidores de potencia de máquina (23), al menos un rectificador de generador (5) que sirve para rectificar corrientes alternas, que son generadas por las máquinas eléctricas (3) en el curso de un funcionamiento en modo generador de la máquina eléctrica (3) respectiva, en el cual por lo menos un rectificador de generador (5) está conectado, en su lado de corriente alterna, con al menos una de las máquinas eléctricas (3) y está conectado, en su lado de corriente continua, con un circuito intermedio de corriente continua (8, 10), a través del cual el motor de tracción eléctrico puede ser alimentado de energía eléctrica.
- 40
- 45 3. Conjunto de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el cual al menos el primer convertidor de potencia de máquina (23a) también puede funcionar como rectificador y en el cual los bornes de corriente continua de los convertidores de potencia de máquina (23) están conectados los unos con los otros de manera eléctrica por medio de la línea de corriente continua (18) eléctrica de tal modo que el primer convertidor de potencia de máquina (23a) rectifica la corriente alterna eléctrica generada por la primera máquina eléctrica (3a) que le está asignada y lo alimenta al segundo convertidor de potencia de máquina (23b) a través de la línea de corriente continua eléctrica (18).
- 50
- 55 4. Conjunto de acuerdo con la reivindicación precedente, en el cual respectivamente al menos una válvula unidireccional eléctrica está dispuesta de manera antiparalela con respecto a los conmutadores electrónicos controlables del primer convertidor de potencia de máquina (23a), que permiten la función de inversor, de modo que las válvulas unidireccionales eléctricas rectifican la corriente alterna producida por la primera máquina eléctrica (3a).
- 60
- 65 5. Conjunto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual al menos una capacidad eléctrica está conectada entre los diferentes potenciales eléctricos de la línea de corriente continua (18) y/o entre los diferentes potenciales eléctricos de una conexión de corriente continua del rectificador (23a) y/o de una conexión de corriente continua de al menos uno de los convertidores de potencia de máquina (23).
6. Procedimiento que sirve para alimentar de energía eléctrica unos motores de tracción eléctricos en un vehículo ferroviario, en el cual:
- al menos dos motores de combustión interna (1) funcionan respectivamente en combinación con una máquina eléctrica (3) asociada de manera que al menos una primera y una segunda combinación de máquina y de motor de combustión interna están en funcionamiento,
 - al menos una primera (3a) de las máquinas eléctricas (3), accionada por el motor de combustión interna, genera una corriente alterna en un primer estado de funcionamiento de la máquina en el curso de un funcionamiento en

modo generador de la máquina eléctrica (3) respectiva, corriente alterna que es utilizada para el funcionamiento de al menos un motor de tracción eléctrico,

5 caracterizado por el hecho de que

- al menos una segunda (3b) de las máquinas eléctricas (3) es alimentada de corriente alterna por un convertidor de potencia de máquina (23) que le está asignado en un segundo estado de funcionamiento de la máquina, y acciona el motor de combustión interna (1) que le está asignado,

10 en el cual al menos el convertidor de potencia de máquina (23b) asociado a la segunda máquina eléctrica (3b) es alimentado de corriente continua por medio de una línea de corriente continua (18) eléctrica por un rectificador (23a) asociado a la primera máquina eléctrica (3a) mientras que la máquina eléctrica asociada se encuentra en un segundo estado de funcionamiento, en el cual el rectificador (23a) produce la corriente continua a partir de la corriente alterna, que es generada por la primera máquina eléctrica (3a).

15 7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación precedente, en el cual, en el primer estado de funcionamiento de la máquina eléctrica o de las máquinas eléctricas (3), la corriente alterna generada es rectificadora por al menos un rectificador de generador (5), que está presente de modo adicional a los convertidores de potencia de máquina (23), y es alimentado en un circuito intermedio de corriente continua, a partir del cual por lo menos un motor de tracción eléctrico es alimentado de energía eléctrica.

20 8. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las dos reivindicaciones precedentes, en el cual el primer convertidor de potencia de máquina (23a) funciona igualmente como rectificador, de tal modo que el primer convertidor de potencia de máquina (23a) rectifica la corriente alterna eléctrica producida por la primera máquina eléctrica (3a) que le está asociada, y la alimenta al segundo convertidor de potencia de máquina (23b) a través de la línea de corriente continua (18) eléctrica.

25 9. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8 en el cual, en un primer tiempo, al menos una capacidad eléctrica, que está conectada entre los potenciales eléctricos de la línea de corriente continua (18), es cargada de energía eléctrica, y solamente después una máquina eléctrica (3) es alimentada de una corriente continua revertida que proviene de la línea de corriente continua (18) y/o proviene de por lo menos una capacidad.

30

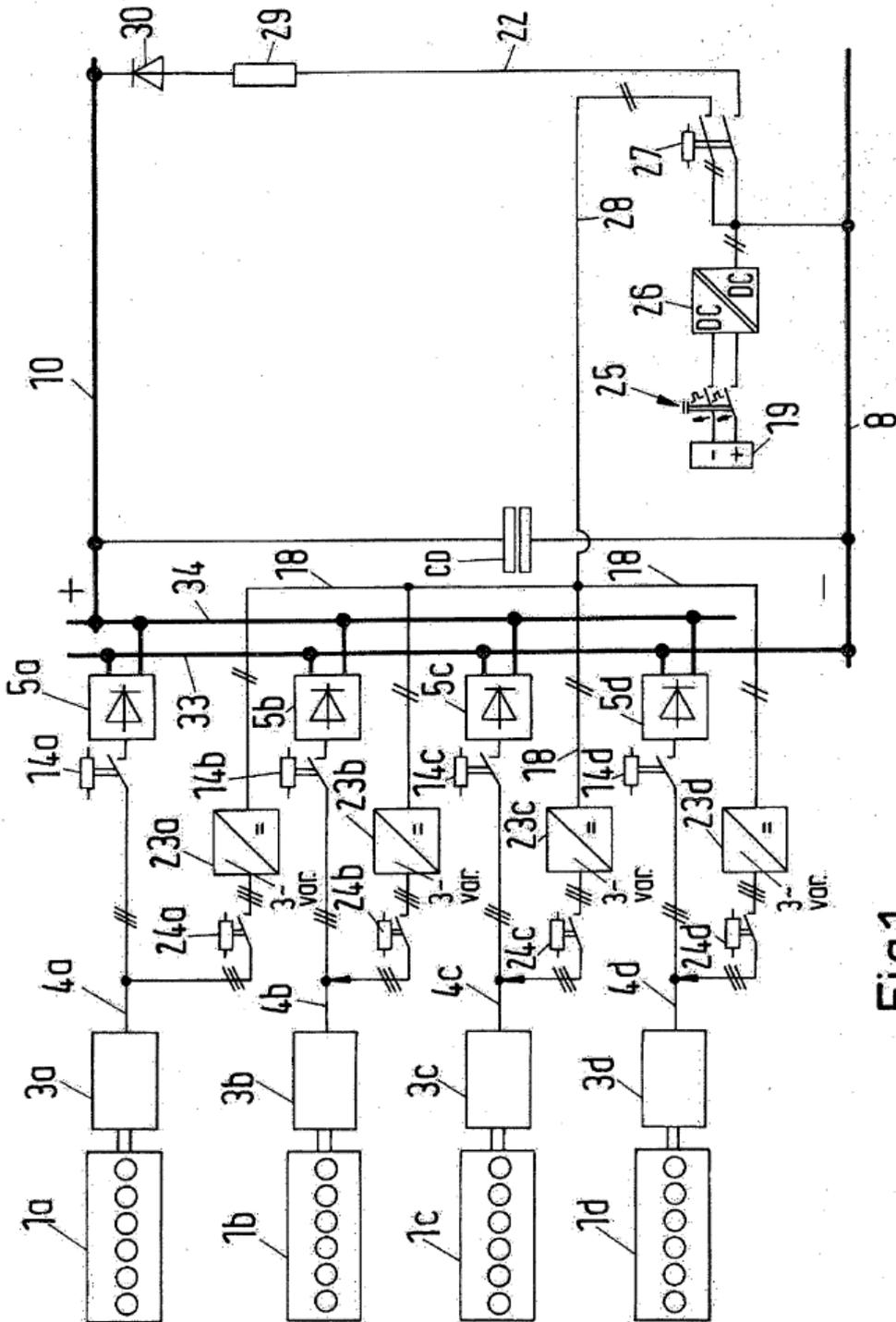


Fig.1

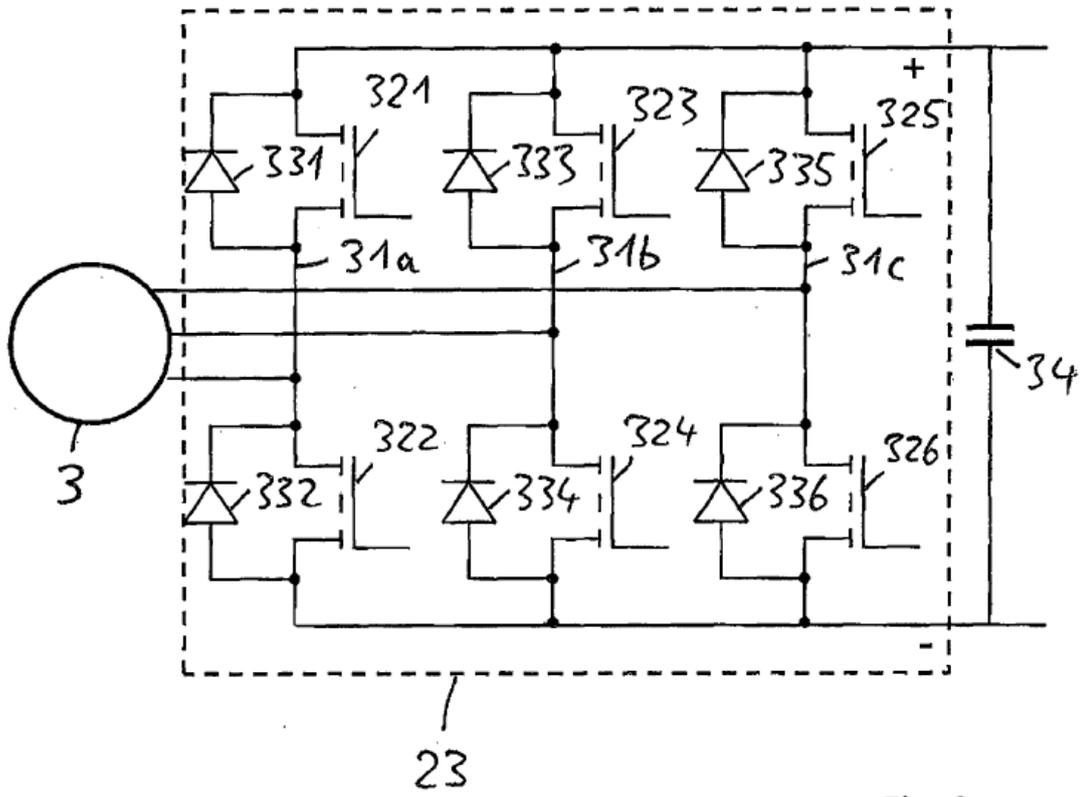


Fig. 2