(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 978 933**

(51) Int. Cl.:

H02M 1/36 (2007.01)
H02M 5/458 (2006.01)
H02M 7/12 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2014 E 14166319 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2024 EP 2940846**

(54) Título: **Procedimiento de iniciación de un convertidor regenerativo y convertidor regenerativo**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.09.2024

(73) Titular/es:

KONE CORPORATION (100.0%)
Kartanontie 1
00330 Helsinki, FI

(72) Inventor/es:

NIKANDER, JUHAMATTI y
STOLT, LAURI

(74) Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

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

Procedimiento de iniciación de un convertidor regenerativo y convertidor regenerativo

Campo de la invención

La invención se refiere a convertidores eléctricos regenerativos, que pueden ser utilizados, por ejemplo, para suministrar energía eléctrica en sistemas de ascensor.

Antecedentes de la invención

El accionamiento eléctrico de un ascensor puede incluir una máquina elevadora para accionar una cabina del ascensor y un convertidor eléctrico para controlar la máquina elevadora. La máquina elevadora puede incluir un motor de cc o un motor eléctrico de ca, como por ejemplo un motor de inducción, un motor síncrono de imán permanente, un motor de reluctancia, o motores similares. Un convertidor, como por ejemplo un convertidor de ca / cc o un convertidor de frecuencia suministra corriente al motor eléctrico para producir el movimiento deseado de la cabina del ascensor.

Dependiendo de la dirección de avance y de la carga de la cabina del ascensor, el motor eléctrico de la máquina elevadora puede o bien convertir la energía eléctrica en energía mecánica para desplazar la cabina del ascensor o regenerar la energía mecánica nuevamente en electricidad mediante el frenando del movimiento de la cabina del ascensor.

En el pasado, la electricidad regenerada normalmente se convertía en calor en una resistencia de potencia separada, lo que provocaba el efecto de que la eficiencia energética quedaba en cierto modo comprometida. Hoy en día, sin embargo, se utilizan los convertidores regenerativos. Por convertidor regenerativo se entiende un convertidor de energía capaz de alimentar energía eléctrica entre la máquina eléctrica y la red en dos direcciones opuestas, es decir alimentar energía eléctrica a partir de la regeneración de la máquina elevadora del ascensor nuevamente también hasta la red.

En algunas formas de realización, el convertidor regenerativo incluye un puente de línea y un puente de máquina, que están conectados entre sí mediante unas barras colectoras de circuito intermedio de cc. Los terminales de salida del puente de línea de ca están conectados a la red, y los terminales de salida de puente de máquina están conectados a los devanados de una máquina eléctrica. El convertidor de frecuencia presenta un inversor con los terminales de salida de ca acoplador a los devanados del motor de ca o generador, mientras que el convertidor de ca / cc presenta un puente en H con terminales de salida de cc acoplados a los devanados de un motor o generador de cc.

Tanto el puente de línea como el puente de máquina comprenden unos conmutadores en estado sólido dispuestos como ramales. Los conmutadores de estado sólido pueden ser transistores igbt, transistores mosfet, o equivalentes. Cada ramal está asociado con uno de los terminales de salida del correspondiente puente de línea / puente de máquina. Cada ramal comprende un conmutador de estado sólido de lado alto y de lado bajo conectados en serie entre las barras colectoras del circuito intermedio de cc de alta tensión y baja tensión y el terminal de salida está conectado al punto de conexión de los conmutadores de lado alto y lado bajo. Cuando el conmutador de lado alto y el de lado bajo de los ramales se conmutan alternativamente a una frecuencia de modulación seleccionada, por ejemplo, entre 3 kHz y 20 kHz, se forma una tensión de salida ajustable en el correspondiente terminal de salida. El procedimiento de modulación utilizado puede ser mediante la PWM (modulación por anchura de pulsos) o modulación del vector espacial, por ejemplo.

Un filtro de corriente de línea adicional está además conectado entre la línea de potencia de la red y los terminales del puente de línea de ca para eliminar el rizador de corriente, que es un resultado de la conmutación de los conmutadores de lado alto y bajo del puente de línea.

En el bucle de control del puente de línea, la tensión de cc entre las barras colectoras de circuito intermedio de cc de alta y baja tensión es regulado hasta un valor diana de cc mediante el control de la corriente en las líneas eléctricas procedentes de la red. Por lo tanto, las corrientes y tensiones de las líneas eléctricas se miden con un canal de retroalimentación de alta precisión.

El documento WO 2006/093647 A1 divulga un ejemplo de una solución mediante la cual un enlace de cc puede precargarse en un variador de velocidad. Esto se consigue con un módulo convertidor controlable que comprende una pluralidad de pares de conmutadores de potencia que incluyen un conmutador de potencia de bloqueo inverso conectado en antiparalelo a un rectificador controlador de carburo de silicio.

Sumario de la invención

Un convertidor regenerativo puede generar corrientes de arranque muy altas desde la red en una situación de arranque, especialmente cuando la impedancia de la línea de alimentación de la red es menor. Una razón de esto es que la tensión modulada en los terminales de la del puente de línea no siempre es la correcta. Algunas veces la tensión incorrecta de los terminales de ca da como resultado pérdidas de tensión en los componentes del puente de línea. Algunas veces la razón pueden ser los tiempos de eliminación necesarios para evitar la conducción cruzada entre los

Conmutadores de lado alto y de lado bajo. Por otro lado, los errores de medición en el canal de retroalimentación de puente de línea pueden también provocar picos no deseados en la corriente de arranque.

El objetivo de la invención es solventar al menos parte de los problemas anteriormente identificados. Este objetivo se consigue con un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 y con un convertidor regenerativo de acuerdo con la reivindicación 3.

Algunas de las formas de realización preferentes de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

Un aspecto de la invención es un procedimiento de iniciación de un convertidor regenerativo que incluye un puente de línea conectado a la red y un puente de máquina conectado a los devanados de una máquina eléctrica, estando el puente de línea y el puente de máquina interconectados por medio de un circuito intermedio de cc. El convertidor incluye unos inductores de filtrado de corriente de línea dispuestos en serie entre los terminales de salida de ca de puente de línea y la red. El puente de línea comprende unos conmutadores de estado sólido controlables dispuestos como ramales, en los que cada uno de los ramales comprende un conmutador de estado sólido de lado alto y un conmutador de estado sólido de lado bajo conectados en serie entre unas barras colectoras de alta y baja tensión del circuito intermedio de cc y los ramales comprenden unos diodos conectados en antiparalelo con cada uno de los conmutadores de estado sólido controlables.

El procedimiento comprende la carga, por medio de los inductores de filtrado de corriente de línea y de puente de línea y, mientras el puente de máquina permanece inactivo en un modo de iniciación del convertidor, el circuito intermedio de cc en una tensión diana más elevada que el valor de pico de la tensión de red, situándose la tensión de red entre dos fases de la red, mediante la conmutación de uno o, simultáneamente, más de un conmutador de estado sólido de lado bajo con un patrón de pulsos preseleccionado o con un patrón de conmutación definido mediante la utilización de un bucle de control para un subconjunto de conmutadores que funcionen durante la iniciación del convertidor, mientras que cada uno de los conmutadores de estado sólido de lado alto permanece inactivo, o uno, o simultáneamente, más de los conmutadores de lado alto del puente de línea con un patrón de pulsos preseleccionado o con un patrón de conmutación definido mediante la utilización de un bucle de control para un subconjunto de conmutadores que operan durante la iniciación del convertidor, cada uno de los conmutadores de estado sólido de lado bajo permanece inactivo.

En la divulgación, el término "puente de máquina inactivo" se refiere a una situación en la que el puente de máquina no está funcionando, esto es, los conmutadores de lado alto y de lado bajo del puente de máquina no están conmutando. Así mismo, en algunas formas de realización, el término "puente de máquina inactivo" puede también referirse a una situación en la que solo los conmutadores de lado alto o, como alternativa, solo conmutadores de lado bajo del puente de máquina son conductores. En dicha situación, designada como funcionamiento de frenado dinámico, la potencia no es transferida desde el circuito intermedio de cc hasta la máquina eléctrica. El término "tensión de red" se refiere en la divulgación a la tensión presente en las líneas de potencia que conectan el convertidor regenerativo a la red; si la red está separada del convertidor con un transformador, entonces "tensión de red" significa la tensión en un transformador secundario que está conectado a los cables de suministro del convertidor.

El circuito intermedio de cc incluye, de modo preferente, uno o más condensadores conectados en paralelo con las barras colectoras de circuito intermedio de cc. Esto puede significar que se puede utilizar la energía suplementaria provocada por la alta tensión del condensador en el funcionamiento del condensador de arranque normal. Otro aspecto de la invención es un convertidor regenerativo, que comprende un puente de línea para conectar con la red, unos inductores de filtrado de corriente de línea dispuestos en serie entre los terminales de salida de ca de puente de línea y la red, un puente de máquina para conectar unos devanados de una máquina eléctrica, un circuito intermedio de cc de conexión entre sí con el puente de línea y el puente de máquina. El convertidor comprende además el puente de línea que comprende unos conmutadores de estado sólido controlables dispuestos como ramales, en los que cada uno de los ramales comprende un conmutador de estado sólido de lado alto y un conmutador de estado sólido de lado bajo conectados en serie entre unas barras colectoras de alta y baja tensión del circuito intermedio de cc, en el que los ramales comprenden unos diodos conectados en antiparalelo con cada uno de los conmutadores de estado sólido controlables, y un control acoplado tanto al puente de línea como al puente de máquina, estando el control configurado para provocar, mientras el puente de máquina permanece inactivo en un modo de iniciación del convertidor, que el puente de línea cargue el circuito intermedio de cc con una tensión diana superior al valor de pico de la tensión de red, siendo la tensión de red una tensión entre dos fases de la red, mediante la conmutación de uno o simultáneamente más de los conmutadores de estado solido de lado bajo con un patrón de pulsos preseleccionado o con un patrón de conmutación predefinido mediante la utilización de un bucle de control para un subconjunto de conmutadores que funcionen durante la iniciación del convertidor, mientras que cada uno de los conmutadores de estado sólido de lado alto permanece inactivo, o uno o simultáneamente más de los conmutadores de lado alto del patrón de línea con un patrón de pulsos preseleccionado o con un patrón de conmutación definido mediante la utilización de un bucle de control para un subconjunto de conmutadores que funcionen durante la iniciación del conmutador, mientras que cada uno de los convertidores de estado sólido de lado bajo permanece inactivo. Por tanto, es posible iniciar el convertidor mediante la recarga del circuito intermedio de cc con una corriente sustancialmente pequeña hasta una tensión diana más alta que la tensión de pico de la red, sin necesidad de unas mediciones de tensión de línea y de corriente de línea de gran precisión. Después de la iniciación, el funcionamiento normal del convertidor se puede poner en marcha sin unas corrientes de arranque elevadas, debido a que la saturación del bucle de control de puente de línea ha sido eliminada mediante el incremento de la tensión de circuito intermedio de cc. Una corriente de arranque reducida

incrementa la vida útil del convertidor y asegura que no se produzcan averías como por ejemplo averías de fusible, al poner en marcha el funcionamiento del convertidor. Así mismo, se puede utilizar un aparato de medición menos preciso y por tanto más sencillo y menos costoso para medir las corrientes y tensiones del convertidor.

Esto significa que se puede establecer un circuito de amplificación de tensión desde la red a través de los inductores de filtrado y el puente de línea hacia el circuito intermedio de cc, y el circuito intermedio de cc puede cargarse con una corriente conmutando el(los) conmutador(es) del puente de línea del circuito de amplificación con el patrón de pulsos preseleccionado. En otras formas de realización, en lugar de un patrón de pulsos preseleccionado se utiliza un bucle de control para definir e patrón de conmutación para el subconjunto de conmutadores que operan durante la iniciación del convertidor.

De acuerdo con una o más formas de realización, el procedimiento comprende la observación de la tensión del circuito intermedio de cc y el arranque del funcionamiento normal del convertidor cuando la tensión del circuito intermedio de cc alcanza un valor umbral. Esto puede significar que el funcionamiento normal del convertidor puede iniciarse lo antes posible en la situación de arranque. El término "funcionamiento normal del convertidor" significa que en la situación de funcionamiento en la que tanto el puente de línea y como el puente de máquina están en funcionamiento se produce, por tanto, el suministro de energía entre la red y la máquina eléctrica.

De acuerdo con una o más formas de realización, el control comprende una memoria para almacenar el patrón de pulsos preseleccionado de los pulsos de control para uno o más de los conmutadores de lado bajo o conmutadores de lado alto del puente de línea, y el control está configurado para provocar la conmutación con el patrón de pulsos preseleccionado de uno o más de los conmutadores de lado bajo o de lado alto del puente de línea.

De acuerdo con una o más formas de realización, el control está configurado para hacer que el puente de línea cargue el circuito intermedio de cc conmutando sólo uno o más de los conmutadores de lado bajo o, alternativamente, sólo uno o más de los conmutadores de lado alto del puente de línea.

De acuerdo con una o más formas de realización, el control comprende un canal de retroalimentación para observar la tensión de circuito intermedio de cc y el control está configurado para la puesta en marcha del funcionamiento normal del convertidor cuando el circuito intermedio de cc alcance un valor de umbral.

De cuerdo con una o más formas de realización, el convertidor regenerativo es un convertidor de frecuencia.

Las formas de realización descritas en la presente memoria en las líneas anteriores pueden ser utilizadas en cualquier combinación unas con otras, si no se indica lo contrario. Varias de las al menos dos de las formas de realización se pueden combinar de manera conjunta para constituir otra forma de realización. Cualesquiera aspectos de la invención pueden comprender al menos una de las formas de realización descritas en las líneas anteriores.

El sumario precedente, así como las características y ventajas adicionales de la invención que se ofrecen seguidamente, se comprenderán mejor con la ayuda de la descripción subsecuente de algunas formas de realización, sin que dicha descripción limite el alcance de aplicación de la invención.

Breve análisis de las figuras

Figura 1 representa una vista esquemática de un convertidor de frecuencia regenerativo de acuerdo con una forma de realización de la divulgación.

Figura 2a representa la conmutación de un patrón de pulsos de los igbts de lado alto de puente de línea de la figura 1.

Figura 2b representa un gráfico de la tensión de enlace de cc cuando el convertidor de frecuencia de la figura 1 es iniciado.

Descripción más detallada de formas de realización preferentes de la invención

En aras de la inteligibilidad, en las figs. 1, 2a y 2b solo se muestran aquellas características que se consideran necesarias para la comprensión de la invención. Por tanto, por ejemplo, determinados componentes / funciones que son ampliamente conocidas como existentes en la técnica correspondiente pueden no estar representadas.

En la descripción las mismas referencias son siempre utilizadas para los mismos elementos.

La figura 1 representa un convertidor de frecuencia regenerativo 1 de una máquina de elevación de ascensor. La máquina elevadora incluye un motor eléctrico síncrono de imán permanente 10. En algunas otras formas de realización, la máquina elevadora puede incluir un motor de inducción, un motor de reluctancia o incluso un motor de cc, en cuyo caso, en lugar de un convertidor de frecuencia 1, se utiliza un convertidor de ca / cc para suministrar potencia motora. En la forma de realización de la figura 1, el convertidor de frecuencia 1 suministra energía eléctrica a los devanados del estátor del motor eléctrico de imán permanente 10 para producir el movimiento de la cabina del ascensor, como es conocido en la técnica.

El convertidor de frecuencia 1, es un convertidor regenerativo, lo que significa que puede suministrar potencia entre la red 12 y el motor 10 en dos direcciones opuestas, dependiendo del modo de funcionamiento. Cuando se aplica el par motor en la dirección de rotación del motor 10 (modo de accionamiento), el convertidor de frecuencia suministra energía eléctrica procedente de la red 12 al motor 10. En otro caso, cuando el par motor es aplicado en la dirección opuesta (modo de generador) el convertidor de frecuencia suministra energía eléctrica desde el motor 10 nuevamente a la red 12.

El convertidor de frecuencia 1 incluye un puente de línea 2 y un inversor 3, los cuales están conectados entre sí por medio de unas barras colectoras de circuito intermedio de cc de alta 8A y baja 8B tensión. El circuito intermedio de cc 8A, 8B comprende además un condensador 9 o un conjunto de condensadores conectados en paralelo con las barras colectoras de circuito intermedio de cc 8A, 8B para equilibrar la tensión de circuito intermedio de cc.

El puente de línea 2 presenta una tipología similar con el inversor 3, por ejemplo, ambos presentan una tipología de inversor de 2 niveles. En algunas otras formas de realización, el puente de línea 2 y / o el inversor 3 pueden presentar una tipología multinivel, por ejemplo, una tipología de inversor de 3 niveles.

El puente de línea 2 (y también el inversor 3) presenta unos conmutadores de estado sólido 5A, 5B dispuestos como unos ramales 4. Los conmutadores de estado sólido 5A, 5B pueden ser transistores igbt, transistores mosfet o similares. En el convertidor de frecuencia 1 de la figura 1 utilizan transistores igbt. Un diodo de rectificación 18 está conectado en antiparalelo con cada transistor igbt 5A, 5B. Cada ramal 4 está asociado con uno de los terminales de salida 2A, 2B, 2C del puente de línea 2 (y de modo similar el inversor 3 está asociado con los terminales del motor 10). Cada ramal 4 comprende un transistor igbt de lado alto 5A y de lado bajo 5B conectados en serie entre las barras colectoras de circuito intermedio de cc de alta 8A y baja tensión 8B. El terminal de salida 2A, 2B, 2C está conectado al punto de conexión de los transistores igbt de lado alto 5A y de lado bajo 5B. En funcionamiento normal, los transistores igbt de lado alto 5A y de lado bajo 5B son conmutadores de modo alternativo a una frecuencia de modulación seleccionada, la cual es en este caso de 5 kHz. De esta manera, se forma una tensión de salida ajustable en cada terminal de salida 2A, 2B, 2C. La PWM (modulación por anchura de pulso) es utilizada como procedimiento de modulación.

Un filtro de corriente de línea 2' que comprende unas bobinas, está conectado entre las fases L1, L2, L3 de la red 12 y de los terminales de salida 2A, 2B, 2C. La finalidad del filtro de corriente de línea 2' es suprimir las perturbaciones procedentes de la corriente de línea.

Así mismo, un circuito de control 11 está acoplado a las puertas de control de los transistores igbt 5A, 5B. El circuito de control se puede materializar en cualquiera de los elementos de procesamiento y comunicación apropiados, como por ejemplo, microprocesadores, microcontroladores, procesadores DSP, circuitos FPGA (matriz de puertas programable en campo), circuitos de memoria, líneas de señal analógicas y digitales, buses de datos y convertidores de datos, etc., como es conocido en la técnica.

Esto significa que el circuito de control 11 genera unos pulsos de control de PWM durante el funcionamiento normal hacia tanto el puente de línea 2 como hacia los transistores igbt del inversor 2, provocando un continuo, controlado suministro de potencia por medio del convertidor de frecuencia 1.

El circuito de control 11 presenta un bucle de control para controlar el funcionamiento del puente de línea 2. En funcionamiento normal, el puente de línea 2 regula la tensión de circuito intermedia de cc U_{DC} hasta un valor diana preseleccionado de aproximadamente 650 V. El término "tensión de circuito intermedio de cc U_{DC}" significa la tensión entre las barras colectoras de circuito intermedio de cc de alta 8A y baja tensión 8B. La regulación de tensión U_{DC} se realiza mediante el control de la corriente de los cables de suministro 19 ajustando las tensiones de los terminales de salida de puente de línea 2A, 2B, 2C según se indicó anteriormente. El circuito de control 11 comprende también unos amplificadores de medición, los cuales miden las corrientes de los cables de suministro 19 así como la tensión de circuito intermedio de cc U_{DC}.

En soluciones tradicionales, en una situación de arranque, el convertidor de frecuencia 1 genera unas corrientes de arranque muy elevadas I_{12} desde la red 12, debido a que el bucle de control está saturado antes de poner en marcha el funcionamiento. La razón de la saturación es que la tensión de circuito intermedio de cc U_{DC} es menor que la tensión de red 12 antes de que el puente de línea 2 comience a funcionar. Antes del funcionamiento, la tensión U_{DC} se define mediante la rectificación procedente de la red 12 por medio de los diodos 18 y, por tanto, la tensión pierde los diodos 18 debido a la caída de tensión U_{DC}. Otra razón más para la corriente de arranque elevada I_{12} es que la tensión modulada de ca 2A, 2B, 2C del puente de línea 2 no siempre es la correcta. Algunas veces la errónea tensión del terminal de ca 2A, 2B, 2C es un resultado de las pérdidas de tensión a través de los componentes del puente de línea. Algunas veces la razón puede ser la supresión de los tiempos requeridos para evitar cortocircuitos entre los conmutadores de puente de línea de lado alto y de lado bajo. La adopción de tiempos de supresión de manera no intencionada disminuye las tensiones del terminal de ca 2A, 2B, 2C, especialmente en altas frecuencias de conmutación. Por otro lado, los errores de medición en el canal de retroalimentación del puente de línea pueden también provocar picos no deseados en la corriente de arranque. Es el bucle de control el que normalmente corrige estos errores, pero solo después de que el funcionamiento se ha iniciado. Unas corrientes de arranque elevadas I_{12}

están especialmente presentes en instalaciones que ofrecen una impedancia de línea de potencia baja procedente de la red.

Para resolver el problema anteriormente identificado de la corriente de arranque, el control 11 incorpora un modo de iniciación especial, que carga la tensión de circuito intermedio de cc, U_{DC}, en un valor diana superior al valor de pico de tensión de red antes de comenzar el funcionamiento normal del convertidor de frecuencia. El término "valor de pico de la tensión de red 12" significa la amplitud de la tensión entre fases en los cables de línea de potencia procedentes de la red 12 hacia el convertidor de frecuencia 1, esto es, la amplitud de la tensión entre cualquiera de las fases L1, L2, L3. En el modo de iniciación, solo un subconjunto de los transistores igbt de puente de línea 5A, 5B es conmutado y con un patrón de pulsos dedicado que provoca una corriente de carga sustancialmente pequeña que fluya desde la red a través del puente de línea hasta el condensador de circuito intermedio de cc 9. Básicamente la conmutación únicamente de uno de los transistores 5A, 5B es suficiente para cargar el condensador 9; sin embargo, en esta forma de realización, todos los transistores de lado alto 5A son conmutados mientras permanecen inactivos los transistores de lado bajo 5B.

Observando la figura 1, se establece un circuito de amplificación de tensión desde la red 12 a través de los inductores 2' y de los transistores de lado alto 5A del puente de línea 2 hacia el condensador de circuito intermedio de cc 9. Cuando los transistores 5A son conmutados, la tensión en la barra colectora de circuito intermedio de cc 8A puede elevarse en mayor medida que el valor de pico de la tensión de la red 12 debido a la tensión inducida en las bobinas 2'. Paralelamente, la tensión en la barra colectora de circuito intermedio de cc 8B se reduce en ese valor mínimo de la tensión de la red 12. Los transistores de lado alto 5A son conmutados simultáneamente con un patrón de pulsos preseleccionado 15, que es memorizado en el circuito de control 11. Esto significa que solo los transistores de lado alto 5A son conmutadores, mientras que los transistores de lado bajo 5B permanece inactivos. En el patrón de pulsos 15, solo se utilizan los pulsos de control muy estrechos 15 para reducir la corriente de arranque I_{12}, como se representa en la figura 2a. La conmutación de los transistores 5A provoca que la tensión de circuito intermedio de cc U_{DC} se eleve gradualmente, como se representa en la figura 2b.

El circuito de control 11 mide la tensión de enlace de cc U_{DC} y compara la tensión medida U_{DC} con un valor de umbral 16. El valor de umbral puede ser sustancialmente el mismo que la tensión de enlace de cc durante el funcionamiento normal. En el momento t_1, el circuito de control 11 reconoce que la tensión de circuito intermedio de cc medida, U_{DC}, ha alcanzado el valor de umbral 16, y comienza el funcionamiento normal poniendo en marcha la operación del bucle de control de puente de línea 2 y el inversor de arranque 3. En este punto, todos los transistores de lado alto 5A y de lado bajo 5B del puente de línea 2 comienzan conmutando con un patrón de pulsos 20 continuamente redefinido por el bucle de control del puente de línea 2. Debido a que la tensión intermedia de cc medida, U_{DC}, es ahora sustancialmente la misma que la tensión de funcionamiento normal (por ejemplo, el valor diana del bucle de control de puente de línea 2), el bucle de control de puente de línea 2 puede ser arrancado sin corrientes de arranque elevadas I_{12}.

En las formas de realización expuestas, el convertidor de frecuencia 1 se ha representado como una parte de una instalación de ascensor. Un experto en la materia comprenderá, sin embargo, que el convertidor de frecuencia divulgado puede también tener otras aplicaciones, por ejemplo, en accionadores eléctricos de escaleras mecánicas, pasillos rodantes, coches eléctricos, plantas de energía eólica, suministros de energía fotovoltaica, etc.

Aunque las presentes invenciones han sido descritas en conexión con una pluralidad de formas de realización ejemplares, y de aplicaciones, las presentes invenciones no están limitadas, sino que, antes bien, amparan diversas modificaciones y disposiciones equivalentes, las cuales se incluyen en el ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de iniciación de un convertidor regenerativo (1) que incluye un puente de línea (2) y un puente de máquina (3), los cuales están interconectados mediante un circuito intermedio de cc (8A, 8B), y en el que el convertidor (1) incluye unos inductores de corriente de línea (2') dispuestos en serie entre los terminales de salida de puente de línea de ca (2A, 2B, 2C) y la red (12), y en el que el puente de línea (2) comprende unos conmutadores de estado sólido controlables (5A, 5B) dispuestos como ramales (4) comprende un conmutador de estado sólido de lado alto (5A) y un conmutador de estado sólido de lado bajo (5B) conectados en serie entre unas barras colectoras de alta (8A) y baja tensión (8B) del circuito intermedio de cc,

caracterizado porque los ramales (4) comprenden unos diodos conectados en antiparalelo con cada uno de los conmutadores de estado sólido controlables (5A, 5B), y el procedimiento comprende:

- la carga, por medio de los inductores de filtrado de corriente de línea (2') y del puente de línea (2), mientras el puente de máquina (3) permanece inactivo en un modo de iniciación del convertidor (1), el circuito intermedio de cc (8A, 8B) en una tensión diana (14) superior al valor de pico de la tensión de red (13), situándose la tensión de red (13) entre dos fases de la red, conmutando: uno o simultáneamente más de los conmutadores de estado sólido de lado bajo (5B9 con un patrón de pulsos preseleccionado (15) o con un patrón de conmutación definido mediante la utilización de un bucle de control para un subconjunto de conmutadores que operan durante la iniciación del convertidor, mientras cada uno de los conmutadores de estado sólido de lado alto (5A) permanecen inactivos, o uno o simultáneamente más de los conmutadores de lado alto (5A) con un patrón de pulsos preseleccionado (15) o con un patrón de conmutación definido mediante la utilización de un bucle de control para un subconjunto de conmutadores que operan durante la iniciación del convertidor, mientras cada uno de los conmutadores de estado sólido de lado bajo (5B) permanecen inactivos.

2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo el procedimiento:

- la observación de la tensión de circuito intermedio de cc (U_{DC})

- la puesta en marcha del funcionamiento normal del convertidor cuando la tensión de circuito intermedio de cc (U_{DC}) alcanza un valor de umbral (16).

3. Un convertidor regenerativo (1), que comprende:

un puente de línea (2) para su conexión a la red (12);

unos inductores de filtrado de corriente de línea (2') dispuestos en serie entre los terminales de salida de ca de puente de línea (2A, 2B, 2C) y la red (12);

un puente de máquina (3) para su conexión con los devanados de una máquina eléctrica (10);

un circuito intermedio de cc (8A, 8B) que conectan conjuntamente el puente de línea (2) y el puente de máquina (3);

en el que el puente de línea (2) comprende unos conmutadores de estado sólido controlables (5A, 5B) dispuestos como ramales (4), en el que cada uno de los ramales (4) comprende unos conmutadores de estado sólido de lado alto (5A) y un conmutador de estado sólido de lado bajo (5B) conectados en serie entre unas barras colectoras de tensión alta (8A) y de tensión baja (8B) del circuito intermedio de cc;

un control (11) acoplado tanto al puente de línea (2) como al puente de máquina (3), **caracterizado porque** los ramales (4) comprenden unos diodos conectados en antiparalelo con cada uno de los conmutadores de estado sólido controlables (5A, 5B) y **porque** el control (11) está configurado para:

provocar, mientras el puente de máquina (3) permanece inactivo en un modo de iniciación del convertidor (1), que el puente de línea (2) cargue el circuito intermedio de cc (8A, 8B) con una tensión diana (14) superior al valor de tipo de la tensión de red (13), siendo la tensión de red (13) una tensión entre dos fases de la red, mediante la conmutación de uno o simultáneamente más de las máquinas de estado solido de lado bajo (5B) con un patrón de pulsos preseleccionado (15) o con un patrón de conmutación definido mediante la utilización de un bucle de control para un subconjunto de conmutadores que operan durante la iniciación del convertidor, mientras cada uno de los conmutadores de estado sólido de lado alto (5A) permanece inactivo, o uno o simultáneamente más conmutadores de lado alto (5A) con un patrón de pulsos preseleccionado (15) o con un patrón de conmutación definido mediante la utilización de un bucle de control para un subconjunto de conmutadores que operan durante la iniciación del convertidor, mientras cada uno de los conmutadores de estado sólido de lado bajo (5B) permanece inactivo.

4. El convertidor regenerativo de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el control (11) comprende un canal de retroalimentación para observar la tensión de circuito intermedio de cc (U_{DC}),

y en el que el control (11) está configurado para poner en marcha el funcionamiento normal del convertidor cuando el circuito intermedio de cc (8A, 8B) alcanza un valor de umbral (16).

5. El convertidor regenerativo de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, en el que el convertidor regenerativo (1) es un convertidor de frecuencia.

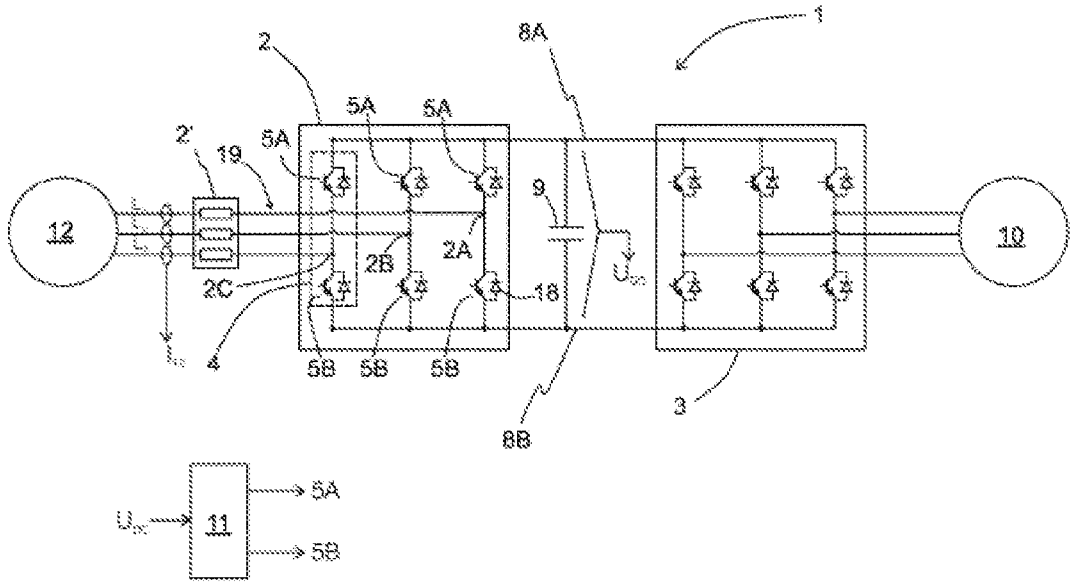


Fig. 1

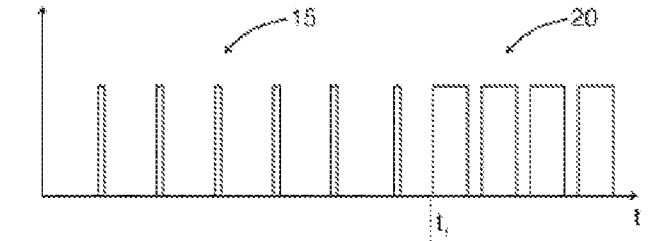


Fig. 2a

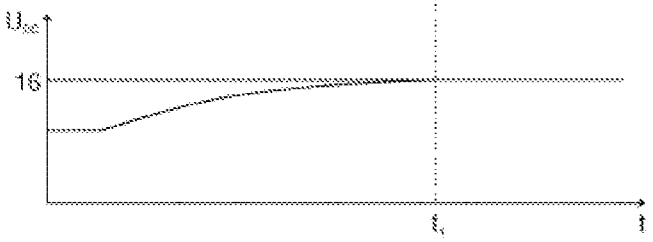


Fig. 2b