

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 804**

51 Int. Cl.:

H02M 7/483 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2013** E 13198886 (7)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018** EP 2887528

54 Título: **Circuito convertidor de corriente de múltiples células**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.02.2019

73 Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München

72 Inventor/es:

ZAISER, GEORG

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 699 804 T3

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

DESCRIPCIÓN

Circuito convertidor de corriente de múltiples células

5 La invención hace referencia a un circuito convertidor de corriente de múltiples células que presenta un número de conductores de fase, donde el conductor de fase o cada conductor de fase presenta un circuito en serie de una pluralidad de células. La invención hace referencia además a un procedimiento para controlar un circuito convertidor de corriente de esa clase.

En la electrónica de potencia, la transmisión de energía cumple una función principal. Del mismo modo, en muchas áreas de la industria el desarrollo tecnológico está vinculado a la disponibilidad de convertidores eficientes y de alta potencia, en particular para la alimentación de motores.

10 A través de una modulación por ancho de pulsos (PWM), en un convertidor puede generarse una tensión alterna aproximadamente sinusoidal en su salida, la cual es requerida en muchas aplicaciones industriales. Para ello, por ejemplo, la señal sinusoidal que debe emitirse puede digitalizarse con efectividad con una frecuencia de muestreo, la cual es varias veces más elevada que la frecuencia de la señal. La energía eléctrica almacenada de forma intermedia en el convertidor, puede emitirse entonces mediante interruptores individuales que con frecuencia están
15 realizados como interruptores semiconductores, por ejemplo GBTs o MOSFETs, de modo que los tiempos de conmutación o bien tiempos muertos individuales reproducen el muestreo digitalizado de la señal que debe modularse. En un consumidor lento, el desarrollo de la tensión de forma de onda PWM actúa como una onda sinusoidal.

20 En los procesos de conmutación en el convertidor se producen en su salida pulsos de corriente considerables debido a los incrementos bruscos de tensión. Éstos representan un incremento de carga para el aislamiento en los componentes conectados, como por ejemplo en un motor, una bobina de inducción o un cable. Además, los incrementos de tensión pronunciados de los procesos de conmutación causan también fallos en cuanto a la compatibilidad electromagnética (CEM), por lo cual muchos convertidores que están diseñados en un flujo de potencia elevado sólo pueden utilizarse en el entorno de la industria.

25 En los motores, bobinas de inducción y cables que están proporcionados para su utilización con un convertidor, el aislamiento se diseña mayormente con una precaución, para que los procesos de tensión pronunciados y posibles desplazamientos de ondas resultantes de ello no puedan ocasionar ningún daño en los componentes conectados. Además, a una salida del convertidor puede estar conectado de forma intermedia también un filtro correspondiente, por ejemplo un filtro sinusoidal o un filtro du/dt , antes de la aplicación correspondiente. Un dimensionamiento a gran
30 escala del aislamiento, sin embargo, al igual que la utilización de componentes de filtro, está asociado a un incremento de costes de material.

35 En un convertidor de múltiples células, la generación de una tensión que debe emitirse de salida se divide en distintas células, debido a lo cual, de manera conveniente, pueden reducirse las respectivas tensiones en las células individuales. Esto reduce también la carga de aislamiento de los componentes conectados en el estado de funcionamiento, ya que en los procesos de conmutación se puenta una tensión más reducida y, con ello, resulta más tenue el pulso de corriente generado por un incremento de tensión pronunciado. Ante todo, pueden dimensionarse así unos eventuales componentes de filtro de forma más conveniente en cuanto a costes. A través de un número incrementado de procesos de conmutación de tensión pronunciada, a consecuencia del número de
40 células, sin embargo, se mantienen los problemas en cuanto a la CEM, por lo cual una pluralidad de topologías de convertidor con capacidad para alta potencia no es adecuada para la utilización en el ámbito fuera de la industria, por ejemplo para el transporte de personas. El documento "Current source modular multilevel converter for HVDC and FACTS"(IEEE 2013) describe arquitecturas de convertidor de múltiples células de esa clase.

45 El objeto de la invención consiste en proporcionar un circuito convertidor de corriente que, con una inversión para material justificable, ofrezca una buena CEM también en el caso de tensiones elevadas. Otro objeto de la invención consiste en proporcionar un control para un circuito convertidor de corriente de esa clase.

Según la invención, el primer objeto mencionado se soluciona a través de un circuito convertidor de corriente de múltiples células que presenta una pluralidad de conductores de fase, donde cada conductor de fase presenta una conexión en serie de una pluralidad de células, donde cada célula de la conexión en serie presenta un primer terminal y un segundo terminal, donde en la conexión en serie el respectivamente segundo terminal de una célula está conectado al respectivo primer terminal de una célula siguiente en serie, donde cada célula presenta un circuito de resonancia que comprende al menos una capacitancia y al menos una inductancia, donde cada célula presenta un número de interruptores, mediante los cuales el circuito de resonancia, a través de conmutación, puede conectarse con el primer terminal, y/o donde cada célula presenta otro número de interruptores, mediante los cuales el circuito de resonancia, a través de conmutación, puede conectarse al segundo terminal.

5 Como una conexión debe entenderse aquí, y también a continuación, una conexión eléctricamente conductora. Como un circuito de resonancia debe entenderse aquí una disposición de conmutación que comprende al menos una capacitancia y al menos una inductancia, y en el caso de una alimentación de una tensión o de una corriente se excita para producir una oscilación propia electromagnética, donde después de una disminución de la excitación a través de la tensión o la corriente se presenta una frecuencia de resonancia característica en la oscilación propia, la cual está definida precisamente a través de al menos una capacitancia y de al menos una inductancia.

10 La invención se basa en la consideración de que en un proceso de conmutación, en un interruptor semiconductor de un convertidor, un incremento de tensión pronunciado representa el problema principal en cuanto a la CEM y también en cuanto a la carga de componentes conectados en la salida del circuito de convertidor de corriente. Para generar de ese modo una tensión alterna con un valor máximo determinado se aplica un método usual para dividir la generación en células conectadas en serie, individuales, de modo que la tensión alterna generada en conjunto resulta esencialmente en base a la suma de las tensiones individuales generadas en las células. Esto puede reducir la carga de tensión en interruptores semiconductores individuales, puesto que ahora en cada célula individual se genera una tensión potencialmente más reducida, pero los procesos de conmutación en sí mismos continúan con tensión pronunciada y, con ello, problemáticos en lo que respecta a la CEM.

20 La idea central reside en el hecho de que un circuito de resonancia antes descrito, en una pluralidad de células en el mismo, ofrece la posibilidad de una conexión casi sin pérdidas. En un circuito de resonancia de esa clase, en función de la topología del circuito de resonancia, oscila una tensión en modo sinusoidal o una corriente en modo sinusoidal con una frecuencia de resonancia característica, donde a través de medidas topológicas las oscilaciones pueden regularse de modo que la tensión o la corriente presente pasos por cero periódicos o asuma valores periódicos que son mínimos y pueden no considerarse para el funcionamiento del circuito convertidor. La expresión en modo sinusoidal debe entenderse de manera que los componentes armónicos que representan desviaciones de una forma sinusoidal no ofrecen un aporte considerable para el funcionamiento del circuito de convertidor de corriente o presentan marcadamente frecuencias más elevadas que las frecuencias de conmutación. Si un proceso de conmutación tiene lugar en el caso de un paso por cero o bien en el caso de un valor reducido de la tensión o de la corriente, que puede no considerarse, en el circuito de resonancia, entonces la variación de la tensión o de la corriente en la salida de una célula del convertidor a través del proceso de conmutación es como máximo tan pronunciada como la curva de ascenso de la resonancia en la célula. De este modo no se produce una sobrecarga de componentes conectados al circuito convertidor por los picos de tensión o desplazamientos de ondas.

30 De manera determinante, la invención se beneficia del conocimiento de que un incremento de inversión en los componentes para el circuito de resonancia en las células y, con ello, la existencia de costes adicionales asociados, se compensan en alto grado a través de la supresión de filtros externos y bobinas de inducción. Además, la calidad armónica de la tensión alterna que debe emitirse o bien de la corriente alterna, puede mejorarse considerablemente, lo cual abre una serie de nuevas posibilidades de aplicación. Además, el desarrollo tecnológico en la activación de circuitos convertidores de corriente modulados por anchos del pulso ya ha progresado tanto que la sincronización de diferentes células del circuito de resonancia ya no representa un impedimento forzoso para una conexión en serie de esa clase.

40 Preferentemente, el circuito convertidor de corriente presenta un primer contacto de entrada y un segundo contacto de entrada, donde el circuito convertidor de corriente, en el primer contacto de entrada puede conectarse al polo positivo de una fuente de tensión continua y en el segundo contacto de entrada puede conectarse al polo negativo de una fuente de tensión continua, donde en el conductor de fase o en cada conductor de fase, al menos entre un par de células, se capta una tensión de fase, y donde en cada conductor de fase el primer terminal de la primera célula de la conexión en serie está conectado al primer contacto de entrada, y el segundo terminal de la última célula del circuito en serie está conectado al segundo contacto de entrada.

45 Precisamente para una topología modular de esa clase con un número elevado de procesos de conmutación se considera ventajosa la utilización de circuitos de resonancia en las células, para reducir las pérdidas por conmutación y, con ello, para aumentar la eficiencia.

50 Como la captación de una tensión de fase entre dos células debe entenderse aquí que en la conexión conductora entre los terminales correspondientes de las dos células está colocado un punto de contacto, al cual está conectado otro conductor que guía la tensión de fase.

55 En particular, en cada caso, por cada conductor de fase, precisamente entre un par de células se capta una tensión de fase. En ese caso, en el conductor de fase o en cada conductor de fase puede estar conectado en serie un número par $N2$ de células que presentan topológicamente la misma construcción, donde la tensión de fase se capta entre la N -ésima célula y la $N+1$ -ésima célula. Los valores de las capacitancias y de las inductancias en las células individuales que determinan la respectiva frecuencia de resonancia pueden ser diferentes o también idénticos también en cuanto a las tolerancias.

De manera alternativa, en el circuito convertidor de corriente una pluralidad de conductores de fase están conectados unos con otros en un circuito en estrella, donde en cada conductor de fase el primer terminal de la primera célula del circuito en serie está conectado con el punto neutro, y en el segundo terminal de la última célula de la conexión en serie se capta una tensión de fase, y donde un número de células presenta respectivamente un número de terminales de alimentación que respectivamente pueden conectarse con una fuente de tensión.

En esa topología de múltiples células, para generar una tensión alterna o una corriente alterna en células con una alimentación de tensión externa, se realiza un elevado número de procesos de conmutación. De este modo, se considera ventajosa la utilización de circuitos de resonancia en las células para reducir las pérdidas por conmutación y, con ello, para aumentar la eficiencia.

Preferentemente, en este caso, una pluralidad de células presenta respectivamente tres terminales de alimentación y tres semipuentes conectados paralelamente unos con respecto a otros, donde cada terminal de alimentación puede conectarse a una fase de una fuente de tensión alterna trifásica, y donde cada terminal de alimentación está conectado al punto central de un semipuerto. Los semipuentes en una célula posibilitan una alimentación simple, en cuanto a la tecnología de control, de la tensión alterna suministrada al circuito de resonancia de la respectiva célula. Un diseño de las células en una alimentación de tensión trifásica, para el funcionamiento, permite poder recurrir a fuentes de tensión muy difundidas, tal como pueden presentarse a través de una red de tensión alterna trifásica o de un transformador trifásico.

De manera conveniente, el circuito convertidor presenta tres conductores de fase. Esto posibilita generar una tensión alterna trifásica o bien una corriente alterna trifásica, para lo cual está diseñada una pluralidad de posibles consumidores.

Resulta conveniente que un número de células estén conectadas paralelamente en un primer semipuerto y un segundo semipuerto, donde el primer terminal está conectado al punto central del primer semipuerto y el segundo terminal está conectado al punto central del segundo semipuerto. De ese modo, una emisión de una tensión alterna o de una corriente alterna mediante modulación por ancho de pulsos de los interruptores de los semipuentes puede realizarse de forma especialmente sencilla en cuanto a tecnologías de control.

En una variante ventajosa del circuito convertidor, en un número de células que presentan dos semipuentes paralelos uno con respecto a otro, el respectivo circuito de resonancia está conectado paralelamente con respecto a los semipuentes de la célula. En particular, el circuito de resonancia puede estar formado por una capacitancia conectada paralelamente con respecto a los semipuentes y por una inductancia conectada paralelamente con respecto a los semipuentes (y con respecto a la capacitancia). En el punto central de uno de los dos semipuentes puede estar conectado respectivamente el primer o bien el segundo terminal de la respectiva célula. Esa topología se denomina también como "enlace de voltaje de corriente alterna resonante en paralelo". En un caso de esa clase, en el circuito de resonancia oscila una tensión alterna en modo sinusoidal con la frecuencia propia determinada por la capacitancia y la inductancia. Esa tensión alterna en el circuito de resonancia presenta pasos por cero de tensión periódicos que ofrecen la posibilidad de ejecutar con poca tensión procesos de conmutación para la modulación por ancho de pulsos de una tensión alterna que debe emitirse mediante el primer y/o el segundo terminal.

En otra variante ventajosa, en un número de células que presentan dos semipuentes paralelos uno con respecto a otro, el respectivo circuito de resonancia está conectado en serie con los puntos de conexión del circuito paralelo de los dos semipuentes. Como los puntos de conexión del circuito en paralelo de dos semipuentes deben entenderse aquí los contactos de los dos semipuentes en precisamente uno de los conductores que los conecta paralelamente uno con otro. En particular, el circuito de resonancia puede estar formado por una capacitancia conectada en serie con respecto a los puntos de conexión y una inductancia conectada en serie con respecto a ello. Esa topología se denomina también como "enlace de voltaje de corriente alterna resonante en serie". En un caso de esa clase, en el circuito de resonancia oscila una corriente alterna en modo sinusoidal con la frecuencia propia determinada por la capacitancia y la inductancia. Los pasos por cero periódicos de la corriente alterna en el circuito de resonancia ofrecen la posibilidad de ejecutar con poca corriente procesos de conmutación para la modulación por ancho de pulsos de una corriente alterna que debe emitirse mediante el primer y/o el segundo terminal.

Puede resultar conveniente que en un número de células que presentan dos semipuentes paralelos uno con respecto a otro, el circuito de resonancia esté diseñado como un circuito de tensión continua o como un circuito de corriente continua. Un circuito de resonancia de tensión continua puede estar formado en particular por dos capacitancias que están conectadas paralelamente una con respecto a otra y paralelamente con respecto a los semipuentes, así como por una inductancia que está conectada en una conexión conductora entre las dos capacitancias. Una topología de esa clase se denomina como "enlace de voltaje de corriente continua resonante en paralelo". Un circuito de resonancia de corriente continua puede estar formado en particular por una capacitancia que está conectada en serie con los puntos de conexión del circuito paralelo de dos semipuentes, así como por una inductancia conectada en serie con respecto a la capacitancia y por otra inductancia conectada paralelamente con

respecto a la capacitancia. Esa topología se denomina también como "enlace de voltaje de corriente continua resonante en serie".

5 En un circuito de resonancia de tensión continua, una tensión continua en modo sinusoidal oscila con la frecuencia propia determinada por la capacitancia y la inductancia, entre una tensión máxima y una tensión que esencialmente asciende a cero. Los períodos durante los cuales la tensión alterna en el circuito de resonancia asciende prácticamente a cero ofrecen la posibilidad de ejecutar con poca tensión procesos de conmutación para la modulación por ancho de pulsos de una tensión alterna que debe emitirse mediante el primer y/o el segundo terminal. Una situación comparable aplica para un circuito de resonancia de corriente continua.

10 Según la invención, el objeto mencionado en segundo lugar se soluciona a través de un procedimiento para controlar un circuito de convertidor de corriente con las características antes descritas, donde en un número de células se emite una señal de salida al primer terminal y/o el primer terminal, donde la señal de salida se modula por ancho de pulsos como una corriente alterna o como una tensión alterna en base a una frecuencia de resonancia del respectivo circuito de resonancia, y donde los procesos de conmutación de la modulación por ancho de pulsos tienen lugar esencialmente en un paso por cero de la tensión o de la corriente en el circuito de resonancia.

15 Las ventajas mencionadas para el circuito convertidor de corriente y su perfeccionamiento, convenientemente, pueden trasladarse al procedimiento.

20 La expresión "esencialmente" debe entenderse aquí de modo que una gran parte de los procesos de conmutación que se utilizan para la modulación de la señal que debe emitirse, debe tener lugar en un paso por cero de la tensión o de la corriente en el circuito de resonancia. En particular, un proceso de conmutación puede tener lugar durante un paso por cero de esa clase, o puede ocurrir cuando el valor absoluto de la tensión o de la corriente en el circuito de resonancia asciende a menos que una fracción de su valor máximo promediado mediante muchos períodos de resonancia, en particular a menos del 10% de ese valor máximo promediado, y en particular a menos del 5% de ese valor máximo promediado.

25 Preferentemente, una pluralidad de células se opera con la misma frecuencia de resonancia. Debido a la sincronización, esto permite una activación particularmente sencilla de los interruptores individuales de las respectivas células.

30 Ha resultado ventajoso que un número de células se opere con un desplazamiento de fases con respecto a otro número de células con la misma frecuencia de resonancia. La sincronización temporal entre células individuales se mantiene, de modo que para las respectivas células es suficiente con una referencia temporal común en el control. A través del desplazamiento de fases de células individuales, de unas con respecto a otras, sin embargo, puede reproducirse mejor una señal de salida de forma sinusoidal. Ya en la salida del convertidor, la tensión continua emitida tiene una forma de onda que se aproxima mucho a la forma de onda que se registra en un consumidor que reacciona de forma relativamente retardada frente a modificaciones de la tensión. Debido a que en el consumidor se filtran pocos armónicos, sus componentes son menos cargados.

35 De manera conveniente, una pluralidad de células se opera respectivamente con una frecuencia de resonancia diferente. Esto permite poder regular con la mayor exactitud posible la forma de onda de la tensión alterna en la salida del convertidor, y no transmitir en absoluto armónicos posibles no deseados a un consumidor.

A continuación, un ejemplo de ejecución de la invención se explica en detalle mediante un dibujo. Las figuras muestran:

40 Figura 1: en una representación esquemática, un esquema de conexiones simplificado de un circuito convertidor de corriente de múltiples células con tres conductores de fase paralelos, así como un esquema de conexiones detallado de una célula individual,

45 Figura 2: en una representación esquemática, un esquema de conexiones simplificado de un circuito convertidor de corriente de múltiples células con tres conductores en circuito en estrella, así como un esquema de conexiones detallado de una célula individual con alimentación de tensión externa, y

Figura 3: un esquema de conexiones detallado de una topología alternativa de una célula del circuito convertidor de corriente según la figura 2.

Los componentes y variables correspondientes entre sí están provistos en todas las figuras con los mismos símbolos de referencia.

ES 2 699 804 T3

En la figura 1, en una representación esquemática, se muestra un esquema de conexión simplificado de un circuito de convertidor de corriente 1. El circuito convertidor de corriente 1 presenta tres conductores de fase 2, 4, 6; entre los cuales están conectados paralelamente los dos conductores de conexión 8, 10. El conductor de conexión 8 conduce al primer contacto de entrada 12; el conductor de conexión 10 conduce al segundo contacto de entrada 14. El primer contacto de entrada 12 y el segundo contacto de entrada 14 están conectados al polo positivo o bien al polo negativo de una fuente de tensión continua, no representada en detalle en el dibujo, durante el funcionamiento del circuito convertidor de corriente 1.

Cada uno de los conductores de fase 2, 4, 6; en el ejemplo de ejecución, presenta ocho células 16i conectadas en serie. En la conexión entre la respectivamente cuarta y quinta célula de un conductor de fase 2, 4, 6; en los puntos de contacto 18, 20, 22 son captadas las respectivas tensiones de fase L1, así como L2, así como L3.

Cada una de las células 16i presenta un primer terminal X1i y un segundo terminal X2i, donde en la respectiva conexión en serie el segundo terminal X2 de una célula 16m está conectado al primer terminal X1n de una siguiente célula 16n en serie. El primer terminal X1a de la primera célula 16a de cada conductor de fase 2, 4, 6 está conectado al conductor de conexión 8 que conduce al contacto de entrada 12. El segundo terminal X2z de la última célula 16z de cada conductor de fase 2, 4, 6 está conectado al conductor de conexión 10 que conduce al contacto de entrada 14.

En cada célula 16i están dispuestos dos semipuentes 24, 26. El primer semipuerto 24 comprende los dos interruptores S11 y S12, donde el punto central 28 del primer semipuerto 24 está conectado al primer terminal X1. El segundo semipuerto 26 comprende los dos interruptores S21 y S22, donde el punto central 30 del segundo semipuerto 26 está conectado al segundo terminal X2i. Paralelamente con respecto a los dos semipuentes 24, 26 está conectado un circuito de resonancia 32 que se forma a través de una capacitancia Cr y de una inductancia Lr paralela con respecto a la misma.

Durante el funcionamiento del circuito convertidor de corriente 1, en el circuito de resonancia 32 de cada célula 16i oscila una tensión alterna, de modo que los interruptores S11, S12, S21, S22 de la célula 16i pueden conectarse en el circuito de resonancia en el caso de pasos por cero de tensión. Debido a ello, el incremento de tensión máximo en cada proceso de conmutación está limitado por el incremento de tensión, de la tensión alterna en el circuito de resonancia.

En la figura 2, en una representación esquemática, se muestra un esquema de conexión simplificado de un circuito convertidor de corriente 1. El circuito convertidor de corriente 1 presenta tres conductores de fase 2, 4, 6 que están conectados unos con otros en un punto neutro 40. Cada conductor de fase 2, 4, 6 comprende cuatro células 16i que están conectadas en serie, de forma análoga a la figura 1. El primer terminal X1a de la primera célula 16a de cada conductor de fase 2, 4, 6 está conectado al punto neutro 40; en la última terminal X2z de la última célula 16z de cada conductor de fase 2, 4, 6 se capta una tensión de fase L1, L2, L3.

Cada una de las células 16i presenta tres terminales de alimentación 42, 44, 46; de los cuales cada uno, de forma individual, está conectado respectivamente a un punto central 48, 50, 52 de uno de los semipuentes 54, 56, 58. Durante el funcionamiento del circuito de convertidor de corriente 1, los terminales de alimentación 42, 44, 46 están conectados a una fuente de tensión alterna trifásica que no está representada en detalle en el dibujo. Los semipuentes 54, 56, 58, están conectados paralelamente con respecto al circuito de resonancia 32 que se forma a través de la capacitancia Cr y de la inductancia Lr paralela con respecto a la misma, y paralelamente con respecto a los semipuentes 24, 26 conectados al primer terminal X1i, así como al segundo terminal X2i.

En la figura 3 se representa un esquema de conexiones de una posibilidad alternativa de la conformación topológica de una célula 16i individual del circuito de convertidor de corriente mostrado en la figura 2. La célula 16i presenta tres terminales de alimentación 42, 44, 46; de los cuales cada uno, de forma individual, está conectado respectivamente a un punto central 48, 50, 52 de uno de los semipuentes 54, 56, 58. El punto central 28 del semipuerto 24 está conectado al primer terminal X1i; el punto central 30 del semipuerto 26 está conectado al segundo terminal X2i.

El circuito de resonancia 32 que se forma a través de la capacitancia Cr y la inductancia Lr conectada en serie con respecto a la misma, está conectado en serie con el conductor 60. Paralelamente con respecto al conductor 60 se extiende el conductor 62. Entre el conductor 60 y el conductor 62 los semipuentes 24, 26, 54, 56, 58 están interconectados paralelamente unos con respecto a otros, de modo que los puntos de conexión 64, 66, 68, 70, 72 de los semipuentes 24, 26, 54, 56, 58 y el circuito de resonancia están conectados en serie. Esa topología se denomina también como "enlace de voltaje de corriente alterna resonante en serie". A diferencia de la topología de la célula 16i representada en la figura 1 o la figura 2, en el circuito de resonancia 32 oscila una corriente alterna, de modo que los interruptores de los semipuentes 24, 26, 54, 56, 58; en el caso de pasos por cero de corriente, pueden conectarse en el circuito de resonancia.

REIVINDICACIONES

1. Circuito convertidor de corriente de múltiples células (1), el cual presenta una pluralidad de conductores de fase (2,4,6) en una conexión en estrella, donde cada conductor de fase (2, 4, 6) presenta una conexión en serie de una pluralidad de células (16), donde cada célula (16a-16z) de la conexión en serie presenta un primer terminal (X1a-X1z) y un segundo terminal (X2a-X2z), donde en la conexión en serie el respectivamente segundo terminal (X2m) de una célula (16m) está conectado al respectivo primer terminal (X1n) de una célula (16n) siguiente en serie, donde en cada conductor de fase (2, 4, 6)
- 5
- el primer terminal (X1a) de la primera célula (16a) de la conexión en serie está conectado al punto neutro (40), y
 - en el segundo terminal (X2z) de la última célula (16z) de la conexión en serie es captada una tensión de fase (L1, L2, L3),
- 10
- donde cada célula (16a-16z) presenta un circuito de resonancia (32) que comprende al menos una capacitancia (Cr) y al menos una inductancia (Lr), donde cada célula (16) presenta un número de interruptores (S11,S12), mediante los cuales el circuito de resonancia (32), a través de conmutación, puede conectarse con el primer terminal (X1a-X1z), y/o donde cada célula (16) presenta otro número de interruptores (S21,S22), mediante los cuales el circuito de resonancia (32), a través de conmutación, puede conectarse al segundo terminal (X2a-X2z), y donde una pluralidad de células (16a-16z) presenta respectivamente tres terminales de alimentación (42,44,46) y tres semipuentes (54,56,58) conectados paralelamente unos con respecto a otros, donde cada terminal de alimentación (42,44,46) puede conectarse a una fase de una fuente de tensión alterna trifásica, y donde cada terminal de alimentación (42,44,46) está conectado al punto central (48,50,52) de un semipuerto (54,56,58).
- 15
2. Circuito convertidor de corriente (1) según la reivindicación 1, donde el número de los conductores de fase (2, 4, 6) asciende a tres.
- 20
3. Circuito de convertidor de corriente (1) según una de las reivindicaciones precedentes, donde en un número de células (16a-16z) un primer semipuerto (24) y un segundo semipuerto (26) están conectados de forma paralela, donde el primer terminal (X1a-X1z) está conectado al punto central (28) del primer semipuerto (24) y el segundo terminal (X2a-X2z) está conectado al punto central (30) de segundo semipuerto (26).
- 25
4. Circuito convertidor de corriente (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, donde en un número de células (16) que presentan dos semipuentes (24,26,54,56,58) paralelos uno con respecto a otro, el respectivo circuito de resonancia (32) está conectado paralelamente con respecto a los semipuentes (24,26,54,56,58) de la célula (16a-16z).
- 30
5. Circuito convertidor de corriente (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, donde en un número de células (16a-16z) que presentan dos semipuentes (24,26,54,56,58) paralelos uno con respecto a otro, el respectivo circuito de resonancia (32) está conectado en serie con los puntos de conexión (64,66,68,70,72) del circuito paralelo de dos semipuentes (24,26,54,56,58).
- 35
6. Circuito convertidor de corriente (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5, donde en un número de células (16a-16z) que presentan dos semipuentes (24,26) paralelos uno con respecto a otro, el circuito de resonancia (32) está diseñado como un circuito de tensión continua o como un circuito de corriente continua.
- 40
7. Procedimiento para controlar un circuito de convertidor de corriente (1) con las características de una de las reivindicaciones precedentes, donde en un número de células (16a-16z) se emite una señal de salida al primer terminal (X1a-X1z) y/o el primer terminal (X2a- X2z), donde la señal de salida se modula por ancho de pulsos como una corriente alterna o como una tensión alterna en base a una frecuencia de resonancia del respectivo circuito de resonancia (32), y donde los procesos de conmutación de la modulación por ancho de pulsos tienen lugar esencialmente en un paso por cero de la tensión o de la corriente en el circuito de resonancia, donde una pluralidad de células (16a-16z) se opera con el mismo circuito de resonancia, donde un número de células (16a-16z) se opera con un desplazamiento de fases con respecto a otro número de células (16a-16z) con la misma frecuencia de resonancia.
- 45
8. Procedimiento según la reivindicación 7, donde una pluralidad de células (16a-16z) se opera respectivamente con una frecuencia de resonancia diferente.

FIG 1

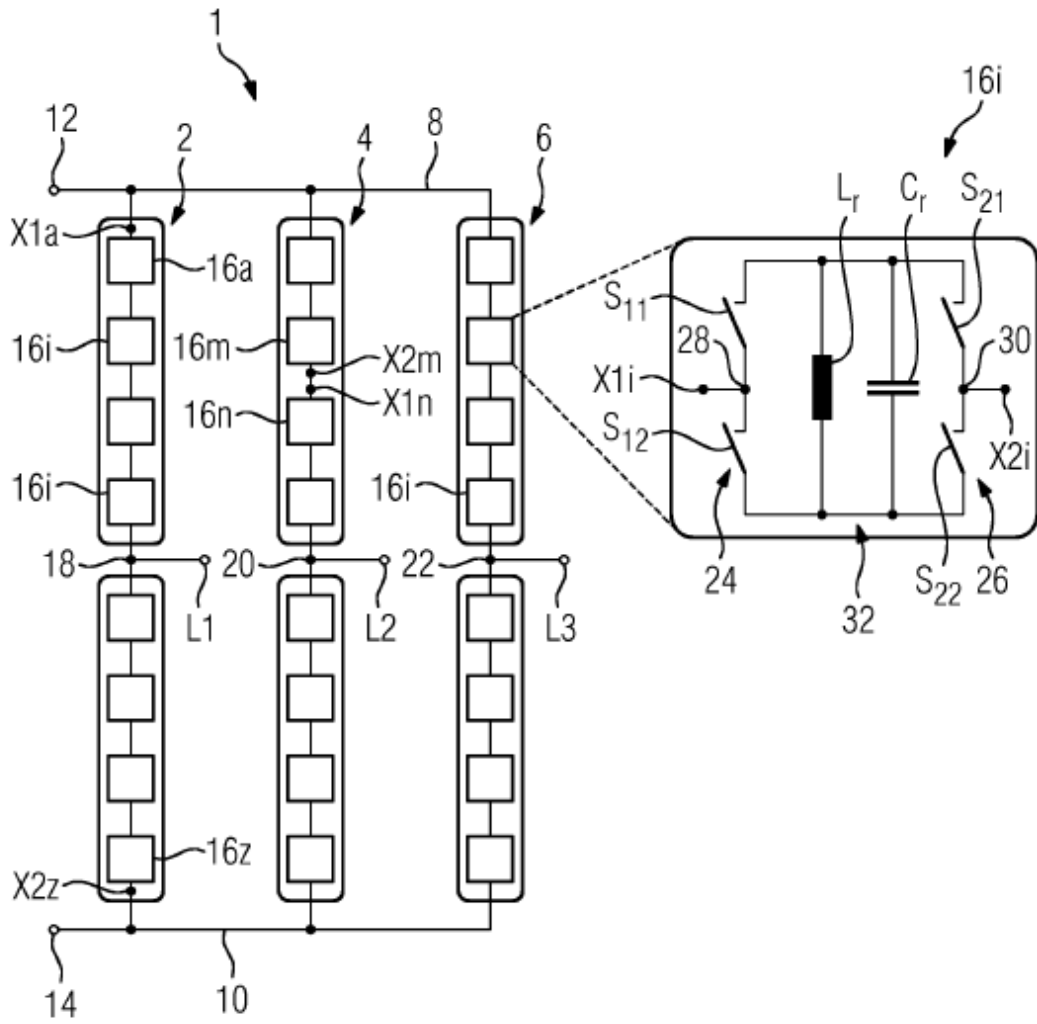


FIG 2

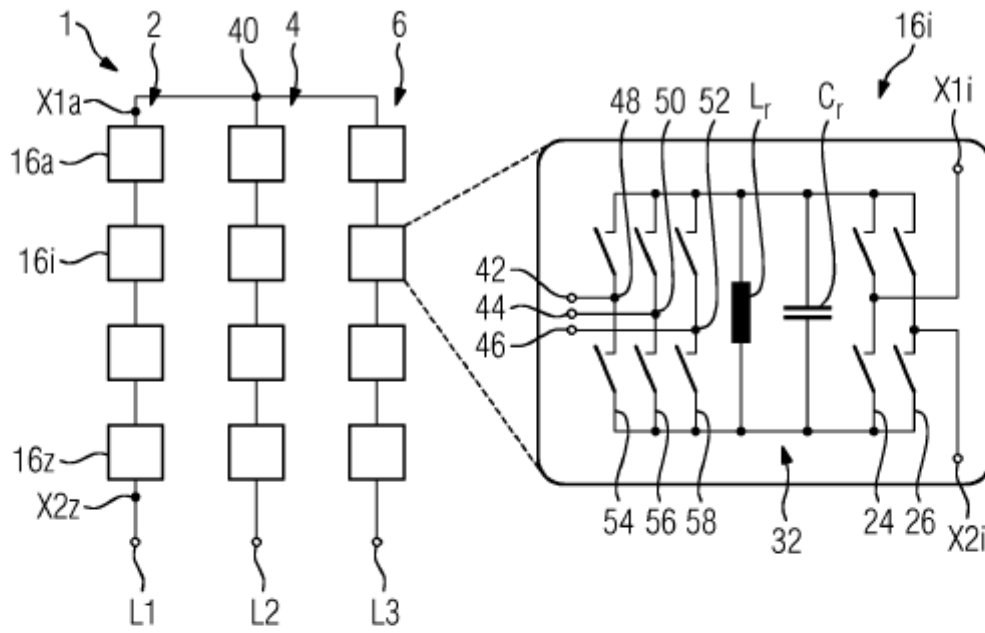


FIG 3

