

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 022 657**

51 Int. Cl.:

H02M 1/12 (2006.01)

H02M 7/5387 (2007.01)

H02M 7/5395 (2006.01)

H02M 1/32 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2022 E 22172947 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.01.2025 EP 4096079**

54 Título: **Disposición para la prueba funcional de los condensadores de un dispositivo de filtrado de un vehículo**

30 Prioridad:

28.05.2021 DE 102021205467

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

28.05.2025

73 Titular/es:

SIEMENS MOBILITY GMBH (100.00%)

Otto-Hahn-Ring 6

81739 München, DE

72 Inventor/es:

DEUMER, HEIKO y

NEVINSKIY, ALEXEY

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 3 022 657 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

Disposición para la prueba funcional de los condensadores de un dispositivo de filtrado de un vehículo

La presente invención hace referencia a una disposición para un vehículo, un vehículo, en particular, un vehículo ferroviario que comprende dicha disposición y a un procedimiento para hacer funcionar dicha disposición.

En el campo de la tecnología de vehículos ferroviarios, los inversores de pulsos se utilizan, por ejemplo, para conformar una interfaz eléctrica entre un circuito intermedio de corriente continua y un sistema de corriente alterna, en donde el sistema de corriente alterna consiste particularmente en una red de a bordo del vehículo para alimentar, por ejemplo, sistemas auxiliares o componentes de accionamiento eléctricos, como en particular motores de accionamiento del vehículo ferroviario.

Los inversores de pulsos funcionan internamente con una frecuencia de reloj que es mayor que la frecuencia objetivo de las tensiones alternas de salida. Por ejemplo, los interruptores semiconductores de potencia del inversor de pulsos se controlan en función de la frecuencia de reloj interna. Sin embargo, debido a la sincronización de la conmutación de estos interruptores semiconductores de potencia, la frecuencia del reloj interna se puede reflejar en las tensiones alternas de salida o contaminarlas en términos de frecuencia en un grado indeseable. Por lo tanto, los dispositivos de filtrado suelen estar conectados entre el inversor de pulsos y las cargas eléctricas alimentadas por él. Por ejemplo, como dispositivos de filtrado se pueden utilizar los así denominados como filtros sinusoidales, compuestos de inductancias de filtro sinusoidal y condensadores de filtro sinusoidal, que conforman una tensión alterna de salida sinusoidal o al menos aproximadamente sinusoidal para las cargas eléctricas conectadas. En el caso de inversores de pulsos de ciclo rápido, se suelen conectar condensadores de filtro sinusoidal con una capacitancia relativamente baja.

El fallo de un dispositivo de filtrado o de un condensador de filtro sinusoidal de un dispositivo de filtrado puede ocurrir de diferentes maneras y puede provocar daños graves en todo el sistema eléctrico. Para garantizar el correcto funcionamiento de un dispositivo de filtrado, es conveniente poder diagnosticar y monitorear de forma fiable el funcionamiento de estos condensadores.

De la solicitud EP 2 919 024 A1 se conoce un dispositivo para identificar el desgaste de los condensadores de un filtro dispuesto entre una fuente de tensión alterna y un rectificador. De la solicitud JP 2010 233425 A se conoce un dispositivo para determinar el desgaste de un condensador duplicador de tensión, que está dispuesto entre un rectificador y un circuito intermedio de tensión continua. Por último, la solicitud EP 3 242 383 A1 revela un procedimiento para monitorear un cambio en la capacitancia de un filtro de corriente alterna en un sistema eléctrico, en donde el filtro está dispuesto entre una fuente de tensión alterna y un rectificador.

El objeto de la presente invención consiste en especificar un dispositivo mediante el cual se puedan detectar fácilmente posibles errores en el dispositivo de filtrado.

Dicho objeto se resuelve mediante una disposición, un vehículo así como a un procedimiento con las correspondientes características de las reivindicaciones independientes. Las realizaciones están indicadas en las correspondientes reivindicaciones relacionadas.

Un primer aspecto de la presente invención hace referencia a una disposición para un vehículo, en donde la disposición comprende un inversor de pulsos multifásico que funciona con una frecuencia de reloj interna predeterminada y, durante el funcionamiento, genera una tensión alterna de salida con una frecuencia objetivo predeterminada para una carga eléctrica multifásica conectada al inversor de pulsos a partir de una tensión continua aplicada en su lado de tensión continua, que está conectado a un circuito intermedio de tensión continua, en su lado de tensión alterna eléctrica para cada fase, y un dispositivo de filtrado conectado al lado de tensión alterna eléctrica del inversor de pulsos, en donde el dispositivo de filtrado presenta al menos un condensador por fase y está diseñado para filtrar la frecuencia de reloj interna del inversor de pulsos de la respectiva tensión alterna de salida, con lo cual en particular se reduce el efecto de la frecuencia de reloj sobre las tensiones alternas de salida. Característicamente, la disposición comprende además un dispositivo de control, en donde el dispositivo de control está diseñado para determinar un valor de fase específico de corriente o tensión para cada una de las fases y para determinar un funcionamiento correcto de los condensadores del dispositivo de filtrado en base a por lo menos un valor de diferencia de fase que indica una diferencia de fase relacionada con la corriente o la tensión en el lado de la tensión alterna del inversor de pulsos.

Una ventaja del dispositivo según la invención consiste en que su dispositivo de control permite un funcionamiento de prueba del dispositivo de filtrado. El monitoreo, por ejemplo, de los condensadores de filtro sinusoidal mencionados anteriormente con una capacidad relativamente reducida se basa según la invención

en una prueba de fase, ya que una prueba de este tipo puede indicar de forma sencilla pero fiable, por ejemplo, un cambio en la capacitancia de los condensadores de filtro sinusoidal, especialmente cuando en una fase temprana de aparición de un error, este todavía no se manifiesta con claridad en las señales de medición.

- 5 De acuerdo con la invención, el dispositivo de control genera una señal de error cuando el valor de diferencia de fase, al menos uno de los valores de diferencia de fase o un número mínimo predeterminado de valores de diferencia de fase, cumple una condición de activación predeterminada.

- 10 De acuerdo con otro perfeccionamiento de la disposición, el dispositivo de control conforma el o al menos uno de los valores de diferencia de fase mediante la determinación de la desviación entre un valor de fase relativo a una fase y otro valor de fase relativo a otra fase. Además, el dispositivo de control genera una señal de error cuando el valor de diferencia de fase conformado de esta manera se desvía de un valor de fase objetivo en más de una cantidad predeterminada.

- 15 Según otro perfeccionamiento de la disposición, cuando el lado de tensión alterna del inversor de pulsos es al menos trifásico, el dispositivo de control genera una señal de error cuando un valor de diferencia de fase relativo a un par de fases se desvía de otro valor de diferencia de fase relativo a otro par de fases en más de una cantidad predeterminada.

- 20 Según la invención, el dispositivo de control conforma el valor de diferencia de fase o al menos uno de los valores de diferencia de fase determinando cuantitativamente la diferencia de fase entre la corriente de fase en uno de los conductores de fase del lado de la tensión alterna y la corriente de fase en otro de los conductores de fase del lado de la tensión alterna.

- 25 Alternativa o adicionalmente, cuando el dispositivo de filtrado presenta un punto de estrella interno al que está conectado cada uno de los conductores de fase para conformar el punto de estrella, el dispositivo de control según la invención conforma el valor de diferencia de fase o al menos uno de los valores de diferencia de fase determinando cuantitativamente la diferencia de fase entre una tensión de condensador aplicada entre uno de los conductores de fase y el punto de estrella y otra tensión de condensador aplicada entre uno de los otros conductores de fase y el punto de estrella.

- 30 Alternativa o adicionalmente, el dispositivo de filtrado presenta un punto de estrella interno libre de potencial al que está conectado cada uno de los conductores de fase para conformar el punto de estrella, y el dispositivo de control según la invención conforma el valor de diferencia de fase o al menos uno de los valores de diferencia de fase determinando cuantitativamente la diferencia de fase entre una corriente de condensador que fluye entre uno de los conductores de fase y el punto de estrella y otra corriente de condensador que fluye entre uno de los otros conductores de fase y el punto de estrella.

- 35 Según otro perfeccionamiento, la disposición comprende además un dispositivo de conmutación, en donde el dispositivo de conmutación está dispuesto en una conexión eléctrica entre el dispositivo de filtrado y la carga eléctrica y en donde el dispositivo de conmutación está diseñado para separar la carga del inversor de pulsos.

Según otro perfeccionamiento de la disposición, el dispositivo de control conforma el o los valores de diferencia de fase en un funcionamiento sin carga del inversor de pulsos y/o en un funcionamiento con carga del inversor de pulsos.

- 40 Durante una prueba funcional o de detección de errores en un funcionamiento sin carga o en reposo, la, al menos una, carga eléctrica se desconecta del dispositivo de filtrado y del inversor de pulsos. Alternativa o adicionalmente, la detección de errores también se puede realizar en un funcionamiento con carga, en el cual la, al menos una, carga está conectada eléctricamente al dispositivo de filtrado y al inversor de pulsos. Por ejemplo, los valores máximos de diferencia utilizados para la detección de errores se pueden adaptar al respectivo modo de funcionamiento, de modo que se pueden seleccionar valores máximos de diferencia diferentes para el funcionamiento con carga que para el funcionamiento en reposo.

- 45 Por ejemplo, dichos valores máximos de diferencia para el funcionamiento con carga se seleccionan para que sean mayores, en particular al menos un 10 % mayores, que los valores máximos de diferencial para el funcionamiento sin carga para considerar una posible distorsión de los resultados de la medición debido a la influencia de la o las cargas.

Según otro perfeccionamiento de la disposición, el dispositivo de control está integrado en una unidad de control del inversor de pulsos. El dispositivo de control puede estar conformado en particular por un módulo de programa de software integrado en la unidad de control del inversor de pulsos. Una solución de software

de este tipo se puede implementar con costes adicionales mínimos en dispositivos de control conocidos que resultan adecuados para controlar inversores de pulsos. El dispositivo de control y la unidad de control también pueden estar diseñados como componentes separados o, alternativamente, también como componentes del propio inversor de pulsos.

5 La tensión de salida del inversor de pulsos, por ejemplo, presenta una frecuencia objetivo entre 1 y 100 Hz en el lado de la tensión alterna eléctrica. En especial, la frecuencia objetivo puede alcanzar 50 o 60 Hz, por ejemplo. Por ejemplo, la frecuencia de reloj del inversor de pulsos es al menos diez veces mayor que la frecuencia de carga y se encuentra preferentemente en un rango entre los 1 kHz y 100 kHz.

10 Un segundo aspecto de la invención hace referencia a un vehículo que presenta al menos una disposición según la invención.

Según un perfeccionamiento del vehículo, éste dispone de un circuito intermedio de tensión continua, que está conectado a un lado de tensión eléctrica continua del inversor de pulsos y un componente de accionamiento del vehículo o un sistema eléctrico de a bordo del vehículo puede recibir energía eléctrica como carga eléctrica a través del inversor de impulsos.

15 Según otro perfeccionamiento del vehículo, este está diseñado como un vehículo ferroviario. Un vehículo ferroviario de este tipo está diseñado como una locomotora o como una unidad múltiple, en particular, para el transporte de pasajeros local, regional o de larga distancia.

20 Un tercer aspecto de la presente invención hace referencia a un procedimiento para el funcionamiento de una disposición para un vehículo, en donde la disposición comprende un inversor de pulsos multifásico que funciona con una frecuencia de reloj interna predeterminada y, durante el funcionamiento, genera una tensión alterna de salida con una frecuencia objetivo predeterminada a partir de una tensión continua aplicada en su lado de tensión continua, que está conectado a un circuito intermedio de tensión continua, en su lado de tensión alterna eléctrica para cada fase, y un dispositivo de filtrado conectado al lado de tensión alterna eléctrica del inversor de pulsos, en donde el dispositivo de filtrado presenta al menos un condensador por
25 fase y está diseñado para filtrar una frecuencia de reloj interna del inversor de pulsos. El procedimiento se caracteriza porque la disposición comprende además un dispositivo de control, en donde el dispositivo de control determina un valor de fase específico de la corriente o de la tensión para cada una de las fases y un funcionamiento correcto de los condensadores del dispositivo de filtro se determina sobre la base de al menos un valor de diferencia de fase específico que indica una diferencia de fase relacionada con la corriente o la tensión en el lado de la tensión alterna del inversor de pulsos; en donde el dispositivo de control
30 conforma el valor de diferencia de fase o al menos uno de los valores de diferencia de fase mediante una determinación cuantitativa de la diferencia de fase entre la corriente de fase en uno de los conductores de fase y la corriente de fase en otro de los conductores de fase; y/o una tensión de condensador aplicada entre uno de los conductores de fase y un punto de estrella interno del dispositivo de filtro, y otra tensión de condensador aplicada entre uno de los otros conductores de fase y el punto de estrella, en donde cada uno de los conductores de fase está conectado al punto de estrella; y/o una corriente de condensador que fluye entre uno de los conductores de fase y un punto de estrella interno libre de potencial del dispositivo de filtrado; y otra corriente de condensador que fluye entre otro de los conductores de fase y el punto de
35 estrella; en donde cada uno de los conductores de fase está conectado al punto de estrella, y en donde el dispositivo de control genera una señal de error cuando el valor de diferencia de fase, al menos uno de los valores de diferencia de fase o un número mínimo predeterminado de valores de diferencia de fase cumple una condición de activación predeterminada.

40 De acuerdo con otro perfeccionamiento del procedimiento, la disposición comprende además un dispositivo de conmutación, en donde el dispositivo de conmutación está dispuesto en una conexión eléctrica entre el dispositivo de filtrado y la carga eléctrica y en donde el dispositivo de conmutación está diseñado para separar la carga del inversor de pulsos y el o los valores de diferencia de fase se conforman por el dispositivo de control en un funcionamiento sin carga del inversor de pulsos y/o en un funcionamiento con carga del inversor de pulsos.

45 Preferentemente, la función del dispositivo de filtrado o de sus condensadores se prueba como se describió anteriormente con respecto al dispositivo de control según la invención.

A continuación, la presente invención se explica más en detalle de acuerdo con ejemplos de ejecución. A modo de ejemplo las figuras muestran:

55 Figura 1: un ejemplo de ejecución de un vehículo ferroviario equipado con un inversor de pulsos y un dispositivo de filtrado, en donde el funcionamiento del dispositivo de filtrado se comprueba mediante valores de diferencia de fase relacionados con la corriente del conductor de fase.

Figura 2: una variante de ejecución según la figura 1, en la que se miden las corrientes de fase en el inversor de pulsos.

Figura 3: un ejemplo de ejecución de un vehículo ferroviario equipado con un inversor de pulsos y un dispositivo de filtrado, en donde el funcionamiento del dispositivo de filtrado se comprueba mediante valores de diferencia de fase relacionados con la corriente del condensador.

Figura 4: un ejemplo de ejecución de un vehículo ferroviario equipado con un inversor de pulsos y un dispositivo de filtrado, en donde el dispositivo de filtrado presenta un punto de estrella interno y el funcionamiento del dispositivo de filtrado se comprueba mediante valores de diferencia de fase relacionados con la corriente del condensador.

Figura 5: un ejemplo de ejecución de un vehículo ferroviario equipado con un inversor de pulsos y un dispositivo de filtrado con punto de estrella interno, en donde el funcionamiento del dispositivo de filtrado se comprueba mediante valores de diferencia de fase relacionados con la corriente del condensador.

Por razones de claridad en la representación, en las figuras se utilizan los mismos símbolos de referencia para los componentes idénticos o comparables.

La figura 1 muestra un ejemplo de ejecución para un vehículo ferroviario 10 que está provisto de un inversor de pulsos 20. Un lado de tensión continua 21 del inversor de pulsos 20 está conectado a un circuito intermedio de tensión continua 30 del vehículo ferroviario 10 y se alimenta con una tensión continua Udc.

Un lado de tensión alterna 22 del inversor de pulsos está conectado a un sistema de tensión alterna trifásico que comprende tres conductores de fase 22a, 22b y 22c.

A los tres conductores 22a, 22b y 22c está conectada una carga eléctrica trifásica 40 que se puede tratar, por ejemplo, de una red interna de a bordo del vehículo ferroviario 10 o uno o más componentes de accionamiento del vehículo ferroviario 10. Los componentes de accionamiento alimentados por el inversor de pulsos 20 son, por ejemplo, uno o varios motores de accionamiento, en particular, un motor síncrono trifásico o uno o varios motores asíncronos trifásicos.

Un dispositivo de conmutación 50, un dispositivo de filtrado 60 y un dispositivo de medición de corriente 70 están conectados entre la carga eléctrica trifásica 40 y el inversor de pulsos 20.

En el ejemplo de ejecución según la figura 1, el dispositivo de filtrado 60 consta de tres condensadores C1, C2 y C3 y de tres inductancias L1, L2 y L3. Los condensadores están conectados en una conexión delta.

En el ejemplo de ejecución según la figura 1, el dispositivo de medición de corriente 70 presenta tres módulos de medición 71, 72 y 73, que están diseñados para poder medir las corrientes de fase I1, I2 y I3 en los conductores de fase 22a, 22b y 22c tanto en el funcionamiento con carga como en el funcionamiento en reposo del inversor de pulsos 20. La figura 1 muestra el funcionamiento en reposo, ya que los interruptores del dispositivo de conmutación 50 están abiertos.

Para el control del inversor de pulsos 20 se proporciona una unidad de control 120. La unidad de control 120 comprende un dispositivo informático 121 y una memoria 122. En la memoria 122 se almacena un módulo de programa de control SPM que al ser ejecutado por el dispositivo informático 121 especifica el modo de funcionamiento de la unidad de control 120.

La unidad de control 120 o su módulo de programa de control SPM están diseñados de tal manera que la unidad de control 120 controla el inversor de pulsos 20 con una señal de control ST, que establece la frecuencia objetivo f_s de las tensiones alternas de salida U12, U23 y U13, que están o deberían estar presentes entre los conductores de fase 22a, 22b y 22c. La frecuencia objetivo f_s se encuentra preferentemente entre los 1 y 100 Hz y alcanza, por ejemplo, 50 ó 60 Hz.

El dispositivo de filtrado 60 sirve para atenuar una frecuencia de reloj interna con la que funciona el inversor de pulsos 20, de modo que la frecuencia de reloj interna no se produzca o sólo se produzca lo menos posible en las tensiones alternas de salida U12, U23 y U13 presentes entre los conductores de fase 22a, 22b y 22c y, por lo tanto, tenga el menor efecto posible sobre la carga eléctrica trifásica 40. La frecuencia de reloj interna es preferentemente al menos 10 veces mayor que la frecuencia objetivo y se encuentra, por ejemplo, en un rango entre los 1 kHz y 100 kHz.

En la memoria 122 de la unidad de control 120, además del módulo de programa de control SPM, también se almacena un módulo de control KM, que al ser ejecutado por el dispositivo informático 121 conforma un dispositivo de control integrado en la unidad de control 120 como software.

5 El dispositivo de control o el módulo de control KM recibe preferentemente una señal de ajuste SS desde el dispositivo de conmutación 50, que indica si el dispositivo de conmutación 50 está cerrado o abierto.

El módulo de control KM evalúa los valores de medición de corriente Im1, Im2 e Im3, que son registrados por los módulos de medición 71, 72 y 73. En el ejemplo de ejecución según la figura 1, los módulos de medición 71, 72 y 73 miden las corrientes de fase I1, I2 e I3 en los conductores de fase 22a, 22b y 22c.

10 En el marco de esta evaluación, el módulo de control KM comprueba si el flujo de corriente del lado de la tensión alterna 22 del inversor de pulsos 20 indica un modo de funcionamiento correcto del dispositivo de filtrado 60. Preferentemente, el módulo de control KM comprueba si los valores de diferencia de fase, que en el ejemplo de ejecución según la figura 1 indican respectivamente una diferencia de fase relacionada con la corriente entre dos de las fases en el lado de la tensión alterna 22 del inversor de pulsos 20, se encuentran dentro de un rango objetivo predeterminado:

$$|\Delta\phi_{12}| - \phi_{\text{objetivo}} = |\phi(I_{m1}) - \phi(I_{m2})| - \phi_{\text{objetivo}} \leq \Delta\phi_{\text{imax}}$$

$$|\Delta\phi_{13}| - \phi_{\text{objetivo}} = |\phi(I_{m1}) - \phi(I_{m3})| - \phi_{\text{objetivo}} \leq \Delta\phi_{\text{imax}}$$

$$|\Delta\phi_{23}| - \phi_{\text{objetivo}} = |\phi(I_{m2}) - \phi(I_{m3})| - \phi_{\text{objetivo}} \leq \Delta\phi_{\text{imax}}$$

15

en donde $\phi(I_{m1})$ es un valor de fase relacionado con el conductor de fase que indica la fase de la primera corriente de fase I1, $\phi(I_{m2})$ es un valor de fase relacionado con el conductor de fase que indica la fase de la segunda corriente de fase I2, $\phi(I_{m3})$ es un valor de fase relacionado con el conductor de fase que indica la fase de la tercera corriente de fase I3, $\Delta\phi_{12}$ es un valor de diferencia de fase relacionado con el conductor de fase que indica la diferencia de fase entre la primera y la segunda corrientes de fase, $\Delta\phi_{13}$ es un valor de diferencia de fase relacionado con el conductor de fase que indica la diferencia de fase entre la primera y la tercera corrientes de fase, $\Delta\phi_{23}$ es un valor de diferencia de fase relacionado con el conductor de fase que indica la diferencia de fase entre la segunda y la tercera corrientes de fase, $\Delta\phi_{\text{imax}}$ es un valor máximo de diferencia relacionado con el conductor de fase y ϕ_{objetivo} es un valor de fase objetivo predeterminado.

20

25

El valor de fase objetivo se obtiene preferentemente dividiendo la diferencia de fase máxima posible por el número de fases en el lado de la tensión alterna 22.

En el caso de un cálculo en grados, el resultado es:

$$\phi_{\text{Objetivo}} = 360^\circ / AP$$

30

en donde AP es el número de fases en el lado de la tensión alterna 22.

En caso de un cálculo en radianes, el resultado es:

$$\phi_{\text{Objetivo}} = 2\pi / AP$$

En un sistema trifásico, el valor de fase objetivo alcanza 120° o $2\pi/3$.

35

Cuando las magnitudes de los valores de diferencia de fase relacionados con el conductor de fase $\Delta\phi_{12}$, $\Delta\phi_{13}$ y $\Delta\phi_{23}$ o al menos uno de ellos se desvían del valor de fase objetivo ϕ_{objetivo} más de la cantidad definida por el valor de diferencia máxima relacionada con el conductor de fase $\Delta\phi_{\text{imax}}$, se considera un indicio de falla y por lo tanto se genera una señal de error F que indica una posible falla del dispositivo de filtrado 60 y activa el mantenimiento del dispositivo de filtrado 60. Pueden producirse desviaciones excesivas de los valores de diferencia de fase con respecto al valor de fase objetivo, por ejemplo, cuando se produce un

cortocircuito en al menos uno de los condensadores o cuando uno de los condensadores se ha desconectado de sus conductores de fase asociados.

Alternativa o adicionalmente, el módulo de control KM puede generar una señal de error F cuando un valor de diferencia de fase relativo a un par de fases se desvía de otro valor de diferencia de fase relativo a otro par de fases en más de la cantidad predeterminada, es decir, cuando se cumplen todas o al menos una de las siguientes condiciones:

$$|\Delta\phi_{112}| - |\Delta\phi_{113}| \geq \Delta\phi_{\text{imax}2}$$

$$|\Delta\phi_{112}| - |\Delta\phi_{123}| \geq \Delta\phi_{\text{imax}2}$$

$$|\Delta\phi_{113}| - |\Delta\phi_{123}| \geq \Delta\phi_{\text{imax}2}$$

en donde $\Delta\phi_{\text{imax}2}$ denota un valor de diferencia máxima relacionado con un par de fases.

En el ejemplo de ejecución según la figura 1, el dispositivo de medición de corriente 70 es un componente separado que está conectado eléctricamente entre el inversor de pulsos 20 y el dispositivo de filtro 60 y sirve o es adecuado para medir las corrientes de fase I1-I3 en los conductores de fase 22a-22c tanto en funcionamiento con carga como en funcionamiento sin carga.

Alternativamente, es posible que el dispositivo de medición de corriente 70 esté integrado en el inversor de pulsos 20, es decir, que el propio inversor de pulsos 20 detecta las corrientes que fluyen en los conductores de fase 22a, 22b y 22c y transmite los correspondientes valores de medición de corriente a la unidad de control 120. Una realización de este tipo se muestra a modo de ejemplo en la figura 2.

Alternativamente, los módulos de medición 71, 72 y 73 del dispositivo de medición de corriente 70 también pueden estar integrados en el dispositivo de filtrado 60, como se muestra a modo de ejemplo en la figura 3. Los tres módulos de medición 71, 72 y 73 están conectados a la unidad de control 120 o al módulo de control KM a través de líneas de conexión no mostradas en detalle, de modo que el módulo de control KM puede realizar una prueba del dispositivo de filtrado 60, tal como se explicó anteriormente a modo de ejemplo en relación con las figuras 1 y 2.

En el caso de una integración del dispositivo de medición de corriente 70 o bien de sus módulos de medición 71 a 73 en el dispositivo de filtrado 60, se puede conseguir de forma ventajosa que las corrientes de condensadores que fluyen a través de los tres condensadores C1, C2 y C3 se puedan detectar y evaluar directamente. Esto permite una medición muy precisa de las corrientes del condensador y una óptima detección de errores, especialmente para estos componentes particularmente relevantes.

En las figuras 1 a 3, los conductores de fase en el dispositivo de filtrado 60 están conectados en una conexión delta. Alternativamente, también se pueden conectar en un circuito de punto de estrella con un punto de estrella SP de potencial variable, es decir, uno cuyo potencial no es fijo. Las figuras 4 y 5 muestran ejemplos de ejecución con dicha conexión de punto de estrella.

En el ejemplo de ejecución según la figura 4, el módulo de control KM con los módulos de medición 71, 72 y 73 mide las corrientes de condensador Ic1, Ic2 e Ic3 que fluyen a través de los condensadores C1, C2 y C3 y evalúa los valores de medición de corriente Imc1, Imc2 e Imc3. En el marco de esta evaluación, el módulo de control KM comprueba si las posiciones de fase de las corrientes indican un modo de funcionamiento correcto del dispositivo de filtrado 60.

Por ejemplo, el módulo de control KM comprueba si los valores de diferencia de fase, cada uno de los cuales indica una diferencia de fase relacionada con la corriente del condensador entre las corrientes del condensador, están dentro de un rango objetivo predeterminado:

$$|\Delta\phi_{ic12}| - \phi_{\text{objetivo}} = |\phi(Ic1) - \phi(Ic2)| - \phi_{\text{objetivo}} \leq \Delta\phi_{ic\text{max}}$$

$$|\Delta\phi_{ic13}| - \phi_{\text{objetivo}} = |\phi(Ic1) - \phi(Ic3)| - \phi_{\text{objetivo}} \leq \Delta\phi_{ic\text{max}}$$

$$|\Delta\phi_{ic23}| - \phi_{\text{objetivo}} = |\phi(Ic2) - \phi(Ic3)| - \phi_{\text{objetivo}} \leq \Delta\phi_{ic\text{max}}$$

en donde $\varphi(lc1)$ es un valor de fase relacionado con la corriente del condensador que indica la fase de la primera corriente del condensador $lc1$, $\varphi(lc2)$ denota un valor de fase relacionado con la corriente del condensador que indica la fase de la segunda corriente del condensador $lc2$, $\varphi(lc3)$ es un valor de fase relacionado con la corriente del condensador que indica la fase de la tercera corriente del condensador $lc3$, $\Delta\varphi_{lc12}$ es un valor de diferencia de fase relacionado con la corriente del condensador que indica la diferencia de fase entre la primera y la segunda corriente del condensador, $\Delta\varphi_{lc13}$ es un valor de diferencia de fase relacionado con la corriente del condensador que indica la diferencia de fase entre la primera y la tercera corriente del condensador, $\Delta\varphi_{lc23}$ es un valor de diferencia de fase relacionado con la corriente del condensador que indica la diferencia de fase entre la segunda y la tercera corriente del condensador, y $\Delta\varphi_{lcmax}$ es un valor máximo de diferencia relacionado con la corriente del condensador.

Cuando las magnitudes de los valores de diferencia de fase relacionados con la corriente del condensador $\Delta\varphi_{lc12}$, $\Delta\varphi_{lc13}$ y $\Delta\varphi_{lc23}$ o al menos uno de ellos se desvían del valor de fase objetivo $\varphi_{objetivo}$ más de la cantidad definida por el valor de diferencia máxima relacionada con la corriente del condensador $\Delta\varphi_{lcmax}$, se considera un indicio de falla y por lo tanto se genera una señal de error F que indica una posible falla del dispositivo de filtrado 60 y activa el mantenimiento del dispositivo de filtrado 60. Pueden producirse desviaciones excesivas de los valores de diferencia de fase relacionados con la corriente del condensador con respecto al valor de fase objetivo, por ejemplo, cuando se produce un cortocircuito en al menos uno de los condensadores o cuando uno de los condensadores se ha desconectado de sus conductores de fase asociados.

Alternativa o adicionalmente, el módulo de control KM puede generar una señal de error F cuando un valor de diferencia de fase relacionado con la corriente del condensador relativo a un par de fases se desvía de otro valor de diferencia de fase relacionado con la corriente del condensador relativo a otro par de fases en más de la cantidad predeterminada, es decir, cuando se cumplen todas o al menos una de las siguientes condiciones:

$$|\Delta\varphi_{lc12}| - |\Delta\varphi_{lc13}| \geq \Delta\varphi_{lcmax2}$$

$$|\Delta\varphi_{lc12}| - |\Delta\varphi_{lc23}| \geq \Delta\varphi_{lcmax2}$$

$$|\Delta\varphi_{lc13}| - |\Delta\varphi_{lc23}| \geq \Delta\varphi_{lcmax2}$$

en donde $\Delta\varphi_{lcmax2}$ denota un valor de diferencia máxima relacionado con la corriente del par de fases y del condensador.

En el ejemplo de ejecución según la figura 5, el módulo de control KM mide las tensiones de los condensadores $Uc1$, $Uc2$ y $Uc3$ aplicadas a los condensadores C1, C2 y C3 con módulos de medición no mostrados y evalúa los valores de medición de tensión U_{mc1} , U_{mc2} y U_{mc3} .

En el marco de esta evaluación, el módulo de control KM comprueba preferentemente si los valores de diferencia de fase relacionados con la tensión, que indican respectivamente una diferencia de fase relacionada con la tensión entre las tensiones del condensador, se encuentran en un rango objetivo predeterminado:

$$|\Delta\varphi_{uc12}| - \varphi_{objetivo} = |\varphi(Uc1) - \varphi(Uc2)| - \varphi_{objetivo} \leq \Delta\varphi_{ucmax}$$

$$|\Delta\varphi_{uc13}| - \varphi_{objetivo} = |\varphi(Uc1) - \varphi(Uc3)| - \varphi_{objetivo} \leq \Delta\varphi_{ucmax}$$

$$|\Delta\varphi_{uc23}| - \varphi_{objetivo} = |\varphi(Uc2) - \varphi(Uc3)| - \varphi_{objetivo} \leq \Delta\varphi_{ucmax}$$

en donde $\varphi(Uc1)$ es un valor de fase relacionado con la tensión que indica la fase de la primera tensión del condensador $Uc1$, $\varphi(Uc2)$ es un valor de fase relacionado con la tensión que indica la fase de la segunda tensión del condensador $Uc2$, $\varphi(Uc3)$ es un valor de fase relacionado con la tensión que indica la fase de la tercera tensión del condensador $Uc3$, $\Delta\varphi_{uc12}$ es un valor de diferencia de fase relacionado con la tensión que indica la diferencia de fase entre la primera y la segunda tensión del condensador, $\Delta\varphi_{uc13}$ es un valor de diferencia de fase relacionado con la tensión que indica la diferencia de fase entre la primera y la tercera tensión del condensador, $\Delta\varphi_{uc23}$ es un valor de diferencia de fase relacionado con la tensión que indica la

diferencia de fase entre la segunda y la tercera tensión del condensador, y $\Delta\phi_{ucmax}$ es un valor máximo de diferencia relacionado con la tensión.

Cuando las magnitudes de los valores de diferencia de fase relacionados con la tensión $\Delta\phi_{uc12}$, $\Delta\phi_{uc13}$ y $\Delta\phi_{uc23}$ o al menos uno de ellos se desvían del valor de fase objetivo $\phi_{objetivo}$ más de la cantidad definida por el valor de diferencia máxima relacionado con la tensión $\Delta\phi_{ucmax}$, se considera un indicio de falla y se genera una señal de error F que indica una posible falla del dispositivo de filtrado 60 y se activa el mantenimiento del dispositivo de filtrado 60. Pueden producirse desviaciones excesivas de los valores de diferencia de fase relacionados con la tensión con respecto al valor de fase objetivo, por ejemplo, cuando se produce un cortocircuito en al menos uno de los condensadores o cuando uno de los condensadores se ha desconectado de sus conductores de fase asociados.

Alternativa o adicionalmente, el módulo de control KM puede generar una señal de error F cuando un valor de diferencia de fase relacionado con la tensión relativo a un par de fases se desvía de otro valor de diferencia de fase relacionado con la tensión relativo a otro par de fases en más de la cantidad especificada, es decir, cuando se cumplen todas o al menos una de las siguientes condiciones:

$$|\Delta\phi_{uc12}| - |\Delta\phi_{uc13}| \geq \Delta\phi_{ucmax2}$$

$$|\Delta\phi_{uc12}| - |\Delta\phi_{uc23}| \geq \Delta\phi_{ucmax2}$$

$$|\Delta\phi_{uc13}| - |\Delta\phi_{uc23}| \geq \Delta\phi_{ucmax2}$$

en donde $\Delta\phi_{imax2}$ denota un valor de diferencia máxima relacionado con el par de fases y la tensión del condensador.

Las figuras 1 a 5 muestran y describen a modo de ejemplo sistemas 3AC con conductores trifásicos sin conductor neutro. Las ejecuciones se aplican correspondientemente a otros sistemas de corriente alterna monofásicos o multifásicos con o sin conductor neutro.

En relación con las figuras 1 a 5, la prueba de la posición de fase para la detección de errores se ha explicado a modo de ejemplo para un funcionamiento sin carga, en el que la carga 40 está separada del dispositivo de filtrado 60 y del inversor de pulsos 20. Alternativa o adicionalmente, la prueba de error también se puede realizar en un funcionamiento con carga, en el cual la carga 40 está conectada al dispositivo de filtrado 60 y al inversor de pulsos 20.

Durante el funcionamiento sin carga, el valor máximo de diferencia relacionado con el conductor de fase $\Delta\phi_{imax}$, el valor máximo de diferencia relacionado con la corriente del condensador $\Delta\phi_{icmax}$ y el valor máximo de diferencia relacionado con la tensión $\Delta\phi_{ucmax}$ se encuentran preferentemente cada uno en un rango entre los 1° y 10°.

Resulta ventajoso cuando el valor máximo de diferencia relacionado con el conductor de fase $\Delta\phi_{imax}$, el valor máximo de diferencia relacionado con la corriente del condensador $\Delta\phi_{icmax}$ y el valor máximo de diferencia relacionado con la tensión $\Delta\phi_{ucmax}$ están adaptados al correspondiente modo de funcionamiento, es decir, que se seleccionan valores máximos de diferencia diferentes para el funcionamiento con carga que para el funcionamiento sin carga.

Resulta ventajoso que los valores máximos de diferencia para el funcionamiento con carga se seleccionen mayores, preferentemente al menos un 10 % mayores, que los valores máximos de diferencia para el funcionamiento sin carga, para considerar una posible distorsión de los resultados de la medición debido a la influencia de la carga 40.

KM Módulo de control/ dispositivo de control

L1 Inductancia

L2 Inductancia

L3 Inductancia

SP Punto de estrella

SPM Módulo de programa de control

SS Señal de ajuste

ST Señal de control

U12 Tensión alterna de salida

5 U13 Tensión alterna de salida

U23 Tensión alterna de salida

Uc1 Tensión del condensador

Uc2 Tensión del condensador

Uc3 Tensión del condensador

10 Udc Tensión continua

Umc1 Valor de medida de tensión

Umc2 Valor de medida de tensión

Umc3 Valor de medida de tensión

REIVINDICACIONES

1. Disposición para un vehículo (10), en donde la disposición comprende:

- un inversor de pulsos polifásico (20) que está diseñado para funcionar en base a una frecuencia de reloj interna predeterminada y está diseñado para generar, durante el funcionamiento, una tensión alterna de salida (U12, U23, U13) con una frecuencia objetivo predeterminada (fs) para una carga eléctrica polifásica (40) que se puede conectar al inversor de pulsos (20) a partir de una tensión continua (Udc) aplicada a su lado de tensión continua, que se puede conectar a un circuito intermedio de tensión continua (30), en su lado de tensión alterna eléctrica (22) para cada fase; y

- un dispositivo de filtrado (60) conectado del lado de tensión eléctrica alterna (22) del inversor de pulsos (20), en donde el dispositivo de filtrado (60) presenta al menos un condensador (C1, C2, C3) por fase y está diseñado para filtrar la frecuencia de reloj interna del inversor de pulsos (20) de la respectiva tensión alterna de salida (U12, U23, U13);

caracterizada porque

- la disposición comprende además un dispositivo de control (KM), en donde el dispositivo de control (KM) está diseñado para determinar un valor de fase específico de la corriente o de la tensión para cada una de las fases y para determinar un funcionamiento correcto de los condensadores (C1, C2, C3) del dispositivo de filtrado (60) en base a por lo menos un valor de diferencia de fase que indica una diferencia de fase relacionada con la corriente o la tensión en el lado de la tensión alterna (22) del inversor de pulsos (20), en donde el dispositivo de control (KM) está diseñado para conformar el valor de diferencia de fase o al menos uno de los valores de diferencia de fase mediante la determinación cuantitativa de la diferencia de fase entre:

- la corriente de fase en uno de los conductores de fase y la corriente de fase en otro de los conductores de fase; y/o

- una tensión de condensador aplicada entre uno de los conductores de fase y un punto de estrella interno del dispositivo de filtro (60), y otra tensión de condensador aplicada entre uno de los otros conductores de fase y el punto de estrella, en donde cada uno de los conductores de fase está conectado al punto de estrella; y/o

- una corriente de condensador que fluye entre uno de los conductores de fase y un punto de estrella interno libre de potencial del dispositivo de filtrado (60), y otra corriente de condensador que fluye entre otro de los conductores de fase y el punto de estrella; en donde cada uno de los conductores de fase está conectado al punto de estrella, y en donde el dispositivo de control (KM) está diseñado para generar una señal de error (F) cuando el valor de diferencia de fase, al menos uno de los valores de diferencia de fase o un número mínimo predeterminado de valores de diferencia de fase cumple una condición de activación predeterminada.

2. Disposición según la reivindicación 1,

caracterizada porque

- el dispositivo de control (KM) está diseñado para conformar el o al menos uno de los valores de diferencia de fase mediante la determinación de la desviación entre un valor de fase relativo a una fase y otro valor de fase relativo a otra fase; y

- el dispositivo de control (KM) está diseñado para generar una señal de error (F) cuando el valor de diferencia de fase conformado de esta manera se desvía de un valor de fase objetivo en más de una cantidad predeterminada.

3. Disposición según una de las reivindicaciones precedentes,

caracterizada porque

- el lado de tensión alterna (22) del inversor de pulsos (20) es al menos trifásico; y

- el dispositivo de control (KM) está diseñado para generar una señal de error (F) cuando un valor de diferencia de fase relativo a un par de fases se desvía de otro valor de diferencia de fase relativo a otro par de fases en más de una cantidad predeterminada.

4. Disposición según una de las reivindicaciones precedentes,

5 caracterizada porque la disposición además comprende un dispositivo de conmutación (50) y una carga (40);

en donde el dispositivo de conmutación (50) está dispuesto en una conexión eléctrica entre el dispositivo de filtrado (60) y la carga eléctrica (40); y en donde el dispositivo de conmutación (50) está diseñado para separar la carga (40) del inversor de pulsos (20).

10 5. Disposición según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el dispositivo de control (KM) está diseñado para conformar el o los valores de diferencia de fase en un funcionamiento sin carga del inversor de pulsos (20) y/o en un funcionamiento con carga del inversor de pulsos (20).

6. Disposición según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el dispositivo de control (KM) está integrado en una unidad de control (120) del inversor de pulsos (20).

15 7. Vehículo (10)

caracterizado porque presenta una disposición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6.

8. Vehículo (10) según la reivindicación 7,

caracterizado porque comprende un circuito intermedio de tensión continua (30), en donde

20 - el circuito intermedio de tensión continua (30) está conectado con un lado de tensión eléctrica continua (21) del inversor de pulsos (20); y

- un componente de accionamiento del vehículo (10) o una red de a bordo del vehículo (10) puede ser alimentado con energía eléctrica desde el circuito intermedio de tensión continua (30) como carga eléctrica (40) a través del inversor de pulsos (20).

9. Vehículo (10) según la reivindicación 7 ó 8,

25 caracterizado porque está diseñado como un vehículo ferroviario.

10. Procedimiento para el funcionamiento de una disposición para un vehículo (10),

30 en donde la disposición comprende un inversor de pulsos multifásico (20) que funciona en base a una frecuencia de reloj interna predeterminada y, durante el funcionamiento, genera una tensión alterna de salida (U12, U23, U13) con una frecuencia objetivo predeterminada en su lado de tensión alterna eléctrica (22) por fase a partir de una tensión continua (Udc) aplicada a su lado de tensión continua, que está conectado a un circuito intermedio de tensión continua (30), y un dispositivo de filtrado (60) conectado al lado de tensión alterna eléctrica (22) del inversor de pulsos (20), en donde el dispositivo de filtrado (60) presenta al menos un condensador (C1, C2, C3) por cada fase y está diseñado para filtrar una frecuencia de reloj interna del inversor de pulsos (20);

35 caracterizado porque la disposición comprende además un dispositivo de control (KM), en donde el dispositivo de control (KM) determina un valor de fase específico de la corriente o de la tensión para cada una de las fases y un funcionamiento correcto de los condensadores (C1, C2, C3) del dispositivo de filtro (60) se determina sobre la base de al menos un valor de diferencia de fase específico que indica una diferencia de fase relacionada con la corriente o la tensión en el lado de la tensión alterna (22) del inversor de pulsos (20);

40

en donde el valor de diferencia de fase o al menos uno de los valores de diferencia de fase se conforma por el dispositivo de control (EM) mediante una determinación cuantitativa de la diferencia de fase entre:

45 - la corriente de fase en uno de los conductores de fase y la corriente de fase en otro de los conductores de fase; y/o

- una tensión de condensador aplicada entre uno de los conductores de fase y un punto de estrella interno del dispositivo de filtro (60), y otra tensión de condensador aplicada entre uno de los otros conductores de fase y el punto de estrella, en donde cada uno de los conductores de fase está conectado al punto de estrella; y/o

5 - una corriente de condensador que fluye entre uno de los conductores de fase y un punto de estrella interno libre de potencial del dispositivo de filtrado (60), y otra corriente de condensador que fluye entre otro de los conductores de fase y el punto de estrella; en donde cada uno de los conductores de fase está conectado al punto de estrella,

10 y en donde el dispositivo de control (ME) genera una señal de error (F) cuando el valor de diferencia de fase, al menos uno de los valores de diferencia de fase o un número mínimo predeterminado de valores de diferencia de fase cumple una condición de activación predeterminada.

11. Procedimiento según la reivindicación 10,

caracterizado porque

15 - la disposición comprende además un dispositivo de conmutación, en donde el dispositivo de conmutación (50) está dispuesto en una conexión eléctrica entre el dispositivo de filtrado (60) y la carga eléctrica (40); y en donde el dispositivo de conmutación (50) está diseñado para separar la carga (40) del inversor de pulsos (20); y

20 - el o los valores de diferencia de fase son conformados por el dispositivo de control (KM) en un funcionamiento sin carga del inversor de pulsos (20) y/o en un funcionamiento con carga del inversor de impulsos (20).

DIBUJOS









