



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 307 480**

51 Int. Cl.:  
**B60L 3/00** (2006.01)  
**H03K 17/0814** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00127021 .4**  
96 Fecha de presentación : **09.12.2000**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1110797**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.06.2001**

54 Título: **Instalación y procedimiento para la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga.**

30 Prioridad: **23.12.1999 DE 199 62 615**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.12.2008**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.12.2008**

73 Titular/es: **Bombardier Transportation GmbH**  
**Saatwinkler Damm 43**  
**13627 Berlin, DE**

72 Inventor/es: **Enzensberger, Gernot;**  
**Mesic, Sead;**  
**Jörg, Markus;**  
**Ehrler, Urs y**  
**Lerjen, Markus**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 307 480 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**

Instalación y procedimiento para la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga.

**5 Campo técnico**

La invención se refiere al campo de semiconductores de potencia, en particular a una instalación y a un procedimiento para la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga.

**10 Estado de la técnica**

En convertidores de frecuencia de corriente alterna se inicia convencionalmente un llamado “bloqueo selectivo de válvulas del convertidor de potencia” después de haberse superado un determinado valor momentáneo máximo admisible de la corriente en el lado de la red o del motor o de la carga. Como consecuencia de este bloqueo selectivo de válvulas del convertidor de potencia se produce una interrupción temporalmente limitada de la corriente en el lado de la red o de la carga. La duración de esta interrupción está determinada tanto por las características de la red o de la carga como también por las características del dispositivo de control y regulación. El desarrollo de la intervención de este tipo de limitación de sobrecorriente se describe en el informe de la conferencia “Electrical Drives and Power Electronics”, Dubrovnik, Croacia, del 9 al 11 de octubre 1996, páginas 229 a 234. Las medidas de protección están dimensionadas de tal manera que se produzcan consecuencias mínimas en el servicio de tracción.

En lo anteriormente expuesto, las salidas de un convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR están provistas de interruptores automáticos de potencia que deben garantizar la protección tanto del cable como del convertidor de potencia de servicios auxiliares bajo condiciones normales. Cuando estos interruptores de protección de potencia no reaccionan, o sólo reaccionan de forma retardada en el caso de producirse un cortocircuito o una sobrecarga, debe estar garantizado que el convertidor de potencia de servicios auxiliares no sufra daños. Una protección contra sobrecorriente de este tipo se realiza convencionalmente mediante un interruptor principal no retardado en combinación con fusibles rápidos, tal como se describe por ejemplo en “Elektrische Bahnen”, capítulo 6.7 “Die Schutzeinrichtungen” de Zarko Filipovic, editorial Springer 1995. En los primeros años de desarrollo se emplearon adicionalmente dispositivos de cortocircuito ultrarrápidos que desconectaron la carga mediante puenteo del convertidor de potencia. Un método de cortocircuito perfeccionado consiste, debido a la elevada carga acumulada en el condensador del circuito intermedio, en el encendido simultáneo de todos los tiristores. No obstante, para convertidores de potencia de servicios auxiliares HSR convencionales no siempre está garantizada fiablemente una protección rápida contra sobrecorriente en el caso de sobrecarga o de cortocircuito, por lo que el convertidor de potencia de servicios auxiliares puede sufrir daños al producirse una sobrecarga o un cortocircuito.

En onduladores, en los cuales están conectadas a la salida de los mismos una o varias cargas a través de fusibles o fusibles automáticos existe el requisito de que el ondulator debe suministrar siempre su corriente momentánea máxima posible en el caso de una sobrecarga o de un cortocircuito en uno de los circuitos eléctricos protegidos mediante fusible. Este requisito existe para que los fusibles puedan cumplir con su función de desconectar en un tiempo mínimo el circuito eléctrico sobrecargado o cortocircuitado. En particular este requisito no puede cumplirse según el estado de la técnica. Por ejemplo, en el caso de un cortocircuito o de una sobrecarga en el cual un interruptor de protección no reacciona se producen daños en el convertidor de potencia de servicios auxiliares, ya que no están previstas otras medidas de protección para el convertidor de potencia de servicios auxiliares.

En el documento EP 0 945 950 A2 se da a conocer un dispositivo para el mando de un consumidor, estando conectados en serie un medio de conmutación y el consumidor entre una tensión de alimentación y una masa. El dispositivo comprende medios que detectan un cortocircuito del consumidor contra masa y/o la tensión de alimentación. Además, están previstos medios que originan una pausa de activación controlada de forma adaptiva cuando se ha detectado un cortocircuito.

En el documento EP 0 288 971 A2 se da a conocer un circuito de estado sólido con un interruptor de potencia que puentea una primera conexión de salida y una segunda conexión de salida a través del cual se suministra a una carga externa corriente eléctrica desde una fuente de tensión por separado. El circuito de estado sólido comprende además un circuito excitador que genera una primera señal de control para accionar el interruptor de potencia y una tercera conexión de salida eléctricamente unida con el circuito excitador para derivar energía eléctrica del circuito excitador en forma de una segunda señal de control que se suministra a un circuito por separado a través de la tercera conexión de salida. Este circuito de cuerpo de estado sólido conocido no sólo es capaz de controlar la alimentación de corriente para una carga externa, sino que puede activar también un circuito por separado que puede ser otro interruptor de potencia que actúa junto con el interruptor de potencia del presente circuito de estado sólido con el fin de una alimentación de corriente controlada de una carga externa o con otro tipo de circuito electrónico.

**Explicación de la invención**

El objetivo de la presente invención consiste en crear una instalación y un procedimiento para la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga mediante los cuales en el caso de una sobrecarga o de un cortocircuito en uno de los circuitos eléctricos protegidos sea posible desconectar fiablemente en un tiempo mínimo el circuito eléctrico sobrecargado o cortocircuitado, incluso cuando un interruptor de protección no reacciona.

Este objetivo se consigue conforme a la invención mediante una instalación con las características de la reivindicación 1 y mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 9. En las reivindicaciones dependientes se indican configuraciones ventajosas de la invención.

## 5 Descripción breve de los dibujos

La invención se explica a continuación más detalladamente con referencia a formas de realización representadas en los dibujos.

10 En las figuras se muestran:

Fig. 1 Representación de un esquema de bloques de una instalación conforme a la invención para la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga.

15 Fig. 2 Representación de un desarrollo de una corriente en un par de ramas de un convertidor de potencia en función del tiempo.

Fig. 3 Representación del estado del bloqueo de válvulas en función del valor momentáneo de la corriente en el conductor externo en la salida del convertidor de potencia de servicios auxiliares.

20 Fig. 4 Desarrollo de la presión de bomba y de la corriente efectiva en función del tiempo en el caso de un cortocircuito en el circuito eléctrico de la red de servicios auxiliares con la bomba de refrigerante conectada para los casos de cortocircuito “el interruptor de protección se abre” y “el interruptor de protección no se abre”.

25 Fig. 5 Desarrollo de la presión de bomba y de la corriente efectiva en función del tiempo en el caso de un cortocircuito en el circuito eléctrico de la red de servicios auxiliares sin la bomba de refrigerante conectada para los casos de cortocircuito “el interruptor de protección se abre” y “el interruptor de protección no se abre”.

## Modo(s) de realización de la invención

30 La presente invención puede aplicarse por ejemplo en el suministro de energía a servicios auxiliares de un vehículo tractor de corriente alterna o CA. Para servicios auxiliares de este tipo deben estar disponibles dos redes redundantes no conectadas a tierra con una tensión trifásica con amplitud y frecuencia fijas o variables. La alimentación de las redes de servicios auxiliares se garantiza mediante un convertidor de potencia de servicios auxiliares integrado en el convertidor de potencia de tracción.

35 En el presente ejemplo de realización conforme a la invención, las salidas de un convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR integrado están equipadas con interruptores de protección de potencia. Por lo tanto, los cables están protegidos contra sobrecarga y cortocircuito. En el caso de producirse una sobrecarga o un cortocircuito, el convertidor de potencia de servicios auxiliares debe suministrar siempre de forma temporalmente limitada su corriente momentánea máxima posible para que los interruptores automáticos puedan cumplir su función y desconectar en un plazo mínimo el circuito eléctrico sobrecargado o cortocircuitado. No obstante, cuando en un determinado tiempo no se produce una desconexión del circuito eléctrico defectuoso, se activa un bloqueo total de válvulas del convertidor de potencia de servicios auxiliares.

40 No obstante, en todas las intervenciones que activan un dispositivo de protección del convertidor de potencia de servicios auxiliares deben tenerse en cuenta las consecuencias para la red de servicios auxiliares y el servicio de tracción. Por lo tanto, la instalación conforme a la invención para la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga está configurada de tal manera que presente o garantice las siguientes características:

- 45
- 50 1) Muy alta disponibilidad de la red de servicios auxiliares y del servicio de tracción
  - 2) Muy alta selectividad de los interruptores de protección
  - 55 3) Convertidor de potencia de servicios auxiliares resistente al cortocircuito en el lado de baja tensión
  - 4) Un número lo más bajo posible de perturbaciones del servicio del convertidor de potencia de tracción y del convertidor de potencia de servicios auxiliares debidas a intervenciones de protección
  - 60 5) Los procesos dinámicos en el convertidor de potencia de servicios auxiliares en los modos de servicio regulares no originan interrupciones del servicio del convertidor de potencia de servicios auxiliares o caídas de la tensión en la red de servicios auxiliares.

65 Para realizar este concepto de protección anteriormente mencionado, la instalación conforme a la invención y el procedimiento conforme a la invención para la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga presentan tres dispositivos de protección distintos que ofrecen sobre todo en combinación una protección fiable contra destrucción eléctrica en el caso de producirse una sobrecarga o un cortocircuito. Los dispositivos correspondientes son un

## ES 2 307 480 T3

dispositivo 1 para la limitación de la corriente momentánea, un dispositivo 2 para la limitación de la corriente efectiva, así como un dispositivo para la limitación del tiempo.

5 En la figura 1 se muestra un esquema de bloques de la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga. Esta protección de convertidores de potencia contra sobrecarga comprende el dispositivo 1 para la limitación de la corriente momentánea, el dispositivo 2 para la limitación de la corriente efectiva, así como el dispositivo para la limitación del tiempo (no representado). Estos dispositivos están configurados una vez para cada par de ramas 4 de un juego SR de convertidores de potencia correspondiente, por ejemplo un puente monofásico o un puente trifásico.

10 En primer lugar se explican más detalladamente la estructura del dispositivo 1 conforme a la invención para la limitación de la corriente momentánea y el funcionamiento del mismo.

15 El dispositivo 1 para la limitación de la corriente momentánea comprende en principio un regulador de dos posiciones con una supervisión subordinada del número de intervenciones de este regulador de dos posiciones que actúa de forma selectiva sobre el estado de conmutación de cada par de ramas 4 del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR (véase la figura 3). Vista en función del tiempo, la limitación de la corriente momentánea no está sujeta a ninguna retícula de tiempo fija. Entre otros, el dispositivo 1 para la limitación de la corriente momentánea comprende un comparador 11 que bloquea ambos interruptores electrónicos de un par de ramas del convertidor de potencia mediante emisión de una señal de salida ZVS a un modulador y conjunto de control 5 cuando la corriente alterna de un par de ramas ha superado un valor umbral THZVS, por ejemplo 1.100 A. Este valor umbral THZVS se muestra entre otros en la figura 3. En esta figura 3, con THZVS se denomina un valor umbral de las corrientes iHSR en los conductores externos en la salida del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR detectadas mediante un sensor de corriente 41 y se activa el “bloqueo de válvulas de un par de ramas” ZVS cuando se supera este valor umbral, con THZVSRESET, que es por ejemplo de 200 A, se denomina un valor umbral de la corriente iHSR en un conductor externo en la salida del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR para desbloquear de nuevo la conmutación de este par de ramas 4 por el reloj después de un “bloqueo de válvulas de un par de ramas” ZVS cuando la corriente descende por debajo de este valor umbral, y con THSVSGES se denomina un valor umbral de las corrientes iHSR en los conductores externos del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR que activa una desconexión de protección con activación del interruptor principal cuando se excede este valor umbral.

30 Una supervisión del número de intervenciones del regulador de dos posiciones se realiza mediante dos dispositivos 12 y 13 con las respectivas ventanas de tiempo con los tamaños de ventana  $t_1$  y  $t_2$ , tal como se muestra en la figura 2. En el dispositivo 12 con la ventana de tiempo  $t_1$  se cuenta el número de intervenciones del umbral de disparo THZVS, es decir, las intervenciones del valor umbral de las corrientes iHSR de los conductores externos del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR en la secuencia de impulsos de un par de ramas 4 del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR, es decir, el número de veces que la corriente alterna iHSR de un par de ramas excede el valor umbral, y en el dispositivo 13 con la ventana de tiempo  $t_2$  se cuenta el número de repeticiones de la ventana de tiempo  $t_1$ . Cuando uno de los dos números de sucesos actualmente contados supera un valor límite asignado ANZTHZVS, por ejemplo 15, o ANZT $t_1$ , por ejemplo 3, se inicia un bloqueo SVS de válvulas del convertidor de potencia. Es decir, en vez de sólo un par de ramas 4 se bloquean todos los pares de ramas del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR.

45 Para realizar la supervisión del número de intervenciones del regulador de dos posiciones están previstos, tal como se muestra en la figura 3, como dispositivos 12 y 13 dos monoflops con las ventanas de tiempo  $t_1$  y  $t_2$ , que no se pueden reiniciar, con los tiempos  $t_1$ , por ejemplo 0,01 s, y  $t_2$ , por ejemplo 0,2 s. Estos monoflops se disparan según la figura 2 con cada primera activación del regulador de dos posiciones e inician de esta manera dos procesos de recuento distintos mediante los contadores 14 y 15. Con el proceso de recuento asignado al tiempo  $t_1$  se cuenta con el contador 14 el número de veces que se excede el valor umbral ANZTHZVS de la corriente alterna iHSR de un par de ramas, y con el contador 15 asignado al tiempo  $t_2$  se cuenta el número de procesos de disparo ANZT $t_1$  del monoflop 12 asignado al tiempo  $t_1$ . El resultado de ambos procesos de recuento se compara en un respectivo comparador 16 ó 17 con los valores límite, denominados Anz1 y Anz2. Las señales de salida de los comparadores 16 y 17 se suministran a una puerta O 18 de modo que cuando uno de los dos números de sucesos contados actualmente, es decir un valor de recuento, supera el valor límite asignado Anz1 ó Anz2, respectivamente, la puerta O 18 emite una señal en base a la cual el modulador y conjunto de control 5 inicia un bloqueo SVS de válvulas del convertidor de potencia. Es decir, en vez de sólo un par de ramas 4 se bloquean todos los pares de ramas del circuito del convertidor de potencia supervisado.

60 Asimismo, el dispositivo de protección de convertidores de potencia contra sobrecarga comprende el dispositivo 2 para la limitación de la corriente efectiva que se explica más detalladamente a continuación.

A diferencia de la limitación de la corriente momentánea, la limitación de la corriente efectiva requiere en general una retículo fijo en la que puede apoyarse el cálculo de la corriente efectiva. Por lo tanto, se requiere un reloj de ciclo. Como ciclo se denomina la base temporal para los procesos de la limitación de la corriente efectiva que se ejecutan. Un ciclo es un múltiplo íntegro  $n_z$  de un semiperiodo de la corriente alterna a limitar. Preferentemente, se elige  $n_z = 1$  ó 2.

65 En el dispositivo 2 para la limitación de la corriente efectiva existen básicamente dos procesos que se desarrollan por separado entre sí. Uno de los dos procesos se denomina proceso de medición y el otro proceso de procesamiento.

## ES 2 307 480 T3

Durante el proceso de medición, la corriente de fase se mide mediante un elemento de exploración y retención 21 y los valores explorados se guardan en una memoria de medición 22. Durante el procesamiento, de los valores de medición explorados y guardados en la memoria de medición 22 en el ciclo anterior, se calcula en el dispositivo 25 de cálculo del valor efectivo un valor efectivo y se compara en un comparador 28 con una curva característica de protección 26. A continuación se emite una señal conforme al número admisible de ciclos para este valor efectivo. Si de la comparación del número admisible de ciclos y del número actual de ciclos, procedente de un contador de ciclos en el comparador 28 resulta que se excede el número máximo admisible de ciclos, para un determinado valor efectivo, como reacción a la señal de salida del comparador 28, mediante el modulador y conjunto de control 5 se reduce el grado de modulación del convertidor de potencia según un procedimiento apropiado. El contador de ciclos 27 se reposiciona (reset) cuando el valor efectivo desciende por debajo del nivel actual de la curva característica de protección 26 o lo excede, es decir, el contador se reposiciona a cero cada vez que se produce uno de estos dos sucesos.

La limitación de la corriente efectiva anteriormente descrita es por lo tanto en principio una supervisión de un número de semioscilaciones  $n_{HS}$  para un determinado valor efectivo  $I_{HSRn}$  máximo admisible, por ejemplo 300 A, de la corriente  $I_{HSRn}$  en la salida del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR. Cuando se supera el número máximo admisible  $n_{HSR}$  de semioscilaciones, que es por ejemplo 1, para el determinado valor efectivo  $I_{HSRn}$ , el modulador y conjunto de control 5 reduce el grado de modulación del convertidor de potencia según un procedimiento apropiado. Con  $I_{HSRn}$  se denomina el valor umbral de la corriente efectiva en los conductores externos del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR y con  $n_{HS}$  el valor del número admisible de semioscilaciones de las corrientes en los conductores externos del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR que puede producirse.

Tal como se muestra en la figura 1 con el símbolo de referencia 3, en paralelo al desarrollo temporal de la corriente alterna  $i_{HSR}$  a limitar existe una señal de ciclo no necesariamente equifásica. Tal como se ha mencionado anteriormente, durante cada semiperiodo de la señal de ciclo se llevan a cabo simultáneamente en procesos por separado la medición y el procesamiento. Durante cada cambio de la señal de ciclo, los valores reales de la corriente explorados se desplazan de la memoria 22 de valores de medición a la memoria de procesamiento 24, se reposiciona la memoria de valores de medición y se reinicia el proceso de medición y procesamiento.

Asimismo, el dispositivo conforme a la invención para la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga comprende un dispositivo para la limitación del tiempo (no representado) que está realizado preferentemente por separado o también en el dispositivo 2 para la limitación del valor efectivo. Esto significa que el modo de sobrecarga del convertidor de potencia de servicios auxiliares se mantiene sólo durante un tiempo limitado. Si el circuito eléctrico sobrecargado o cortocircuitado no se desconecta durante un tiempo determinado, el convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR se bloquea como reacción a una señal de salida del dispositivo para la limitación del tiempo.

A continuación se representan en forma de lista los casos en los cuales el dispositivo de limitación del tiempo bloquea el convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR.

### Caso 1

La presión del refrigerante desciende por debajo de un valor predeterminado  $KDR2$ , por ejemplo 750 hPa, durante un tiempo  $TWAITDR2$ , por ejemplo 1 s.  $TWAITDR2$  es por lo tanto un tiempo de espera predeterminado después de un descenso de la presión en el circuito de refrigerante por debajo del valor inferior de la presión  $KDR2$  antes de la activación de una medida de protección correspondiente.

### Caso 2

El valor efectivo de la corriente en la salida del puente de corriente trifásica del convertidor de potencia de servicios auxiliares sobrepasa un valor  $I_{HSRMAX}$ , por ejemplo 250 A, continuamente durante un tiempo  $TWAITOLH$ , por ejemplo 2 s.  $I_{HSRMAX}$  es un valor umbral de las corrientes efectivas en los conductores externos del convertidor de potencia de servicios auxiliares que no debe sobrepasarse durante un tiempo más largo que  $TWAITOLH$ . El valor  $I_{HSRMAX}$  es siempre inferior a  $I_{HSRn}$ . El valor  $TWAITOLH$  denomina el tiempo de espera después de haberse superado la corriente efectiva  $I_{HSRMAX}$  en uno de los conductores externos del convertidor de potencia de servicios auxiliares hasta la activación de una medida de protección correspondiente. Con cada activación del umbral de disparo  $I_{HSRMAX}$  se inicia de nuevo el tiempo  $TWAITOLH$ . Este tiempo se reposiciona cada vez que la corriente desciende por debajo del umbral correspondiente.

### Caso 3

Se excede el número máximo de activaciones del umbral de disparo  $I_{HSRMAX}$  en una ventana de tiempo  $TWAITKSH$ , por ejemplo 4 s.  $TWAITKSH$  denomina una ventana de tiempo para determinar el número de activaciones del umbral de disparo  $I_{HSRMAX}$ . Esta ventana de tiempo se inicia después de haberse excedido el umbral de disparo  $I_{HSRMAX}$  y se reposiciona sólo después de haber transcurrido el tiempo  $TWAITKSH$ . Además, con  $AN-ZI_{HSRMAX}$  se denomina un número de activaciones del umbral de disparo  $I_{HSRMAX}$ , por ejemplo 25 veces, durante el tiempo de ventana  $TWAITKSH$ .

## ES 2 307 480 T3

La protección de convertidores de potencia contra sobrecarga conforme a la invención puede aplicarse por ejemplo en una locomotora con dos convertidores de potencia de tracción, cada uno con un convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR integrado. Un convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR genera una tensión trifásica variable y el otro una tensión trifásica fija para la alimentación de los servicios auxiliares de la locomotora y del tren.

En el caso de un cortocircuito, el convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR suministra de forma temporalmente limitada su corriente momentánea máxima posible para que los interruptores de protección puedan cumplir con su función de desconectar en un intervalo lo más breve posible el circuito eléctrico sobrecargado o cortocircuitado.

A continuación se describen más detalladamente sólo los procesos relevantes del dispositivo de protección de convertidores de potencia contra sobrecarga conforme a la invención como conexiones de cargas, sobrecarga y cortocircuito en la red de servicios auxiliares entre otros con referencia a las figuras 4 y 5.

No obstante, en primer lugar se explican en general estos procesos relevantes.

En el caso de cortocircuitos que se producen en la zona entre la salida del puente de corriente trifásica del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR y el lado secundario del transformador, es decir antes de los dispositivos de protección, se desconecta el convertidor de potencia SR completo. En estos casos se admite una interrupción del servicio del convertidor de potencia SR completo, ya que de otra manera podrían producirse daños de mayor alcance en el convertidor de potencia completo.

A continuación se explica más detalladamente el comportamiento dinámico del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR con uso de la instalación de protección de convertidores de potencia contra sobrecarga conforme a la invención.

En los modos de servicio regulares, es decir, durante la conexión de cargas en la red de servicios auxiliares, por ejemplo de ventiladores, compresores, bombas, etc. no se producen intervenciones de protección, ya que estas conexiones de carga se llevan a cabo en el vehículo de forma minimizada y temporalmente escalonada de tal manera que la corriente en la salida del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR no alcanza el umbral de disparo de protección IHSRn.

Pero el comportamiento es distinto en los modos de servicio especiales, es decir, en el caso de sobrecarga o cuando se produce un cortocircuito.

En el caso de una sobrecarga del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR, la corriente efectiva  $I_{\text{eff}}$  en la salida del puente de corriente trifásica del convertidor de potencia de servicios auxiliares excede el umbral de disparo IHSRMAX. A continuación pueden darse dos casos alternativos, dependiendo de si la corriente excede o no también el umbral de disparo IHSRn.

### Caso 1

#### *La corriente excede el umbral de disparo IHSRn*

Cuando en un primer caso la corriente efectiva  $I_{\text{eff}}$  en la salida del puente de corriente trifásica del convertidor de potencia de servicios auxiliares excede también el umbral de disparo IHSRn, pueden darse nuevamente dos casos alternativos a) y b).

#### Caso 1a

En este caso se desconecta la sobrecarga en el circuito eléctrico sobrecargado mediante un interruptor de protección durante un tiempo de espera TWAITKSH. La medida de protección correspondiente es por lo tanto una intervención en la limitación de la corriente efectiva mediante desconexión del cortocircuito por el interruptor de protección. A continuación, la tensión de salida del convertidor de potencia de servicios auxiliares se aumenta siguiendo una rampa hasta el valor nominal. De esta manera es posible un servicio ininterrumpido del convertidor de potencia de tracción TSR y del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR con una caída breve de la tensión en la red de servicios auxiliares con una duración máxima de 500 ms.

#### Caso 1b

En este caso no se lleva a cabo una desconexión de la sobrecarga en el circuito eléctrico sobrecargado mediante el interruptor de protección durante el tiempo de espera TWAITKSH. Como medida de protección se lleva a cabo a continuación una intervención en la limitación de la corriente efectiva, originándose un bloqueo de válvulas del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR completo debido a que se excede el número de activaciones IHSRMAX en la ventana de tiempo TWAITKSH. En este caso se produce como consecuencia una interrupción del servicio del convertidor de potencia de tracción TSR.

## ES 2 307 480 T3

### Caso 2

*No se excede el umbral de disparo IHSRn*

- 5 Cuando en el caso 2 la corriente efectiva  $I_{\text{eff}}$  en la salida del puente de corriente trifásica del convertidor de potencia de servicios auxiliares no alcanza el umbral de disparo IHSRn pueden darse también dos casos alternativos a) y b).

#### Caso 2a

- 10 La sobrecarga en el circuito eléctrico sobrecargado se desconecta mediante el interruptor de protección durante el tiempo de espera TWAITOLH, por lo que la medida de protección de desconexión del cortocircuito está realizada por el interruptor de protección y se permite un servicio ininterrumpido del convertidor de potencia de tracción TSR y del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR.

#### 15 Caso 2b

- La sobrecarga en el circuito eléctrico sobrecargado no se desconecta durante el tiempo de espera TWAITOLH mediante el interruptor de protección por lo que, una vez transcurrido el tiempo de espera TWAITOLH se origina como medida de protección un bloqueo de válvulas del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR completo, lo que conlleva una interrupción del servicio del convertidor de potencia de tracción TSR.

- Otro caso resulta de un cortocircuito en un circuito eléctrico de la red de servicios auxiliares que produce una caída de la tensión en la red de servicios auxiliares y un fallo de la bomba de refrigerante. Nuevamente se dan dos casos distintos en función de si el cortocircuito se desconecta o no mediante el interruptor de protección dentro del tiempo de espera TWAITDR2. En la figura 4 se muestra el desarrollo de la presión de bomba y de la corriente efectiva para los casos de cortocircuito “el interruptor de protección se abre” (alternativa 1) y “el interruptor de protección no se abre” (alternativa 2).

### Caso 1

- 30 *El interruptor de protección se abre*

- En este caso se desconecta el cortocircuito en el circuito eléctrico cortocircuitado mediante el interruptor de protección durante un tiempo de espera TWAITDR2. Esto significa al mismo tiempo como medida de protección una intervención en la limitación de la corriente momentánea y/o la limitación de la corriente efectiva mediante desconexión del cortocircuito por el interruptor de protección. Por lo tanto, la tensión de salida del convertidor de potencia de servicios auxiliares se aumenta de nuevo siguiendo una rampa hasta el valor nominal. De esta manera es posible un servicio ininterrumpido del convertidor de potencia de tracción TSR y del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR con una caída breve de la tensión en la red de servicios auxiliares con una duración máxima de 500 ms.

### Caso 2

*El interruptor de protección no se abre*

- 45 Conforme al caso 2, el cortocircuito en el circuito eléctrico sobrecargado o cortocircuitado no se desconecta mediante el interruptor de protección durante el tiempo de espera TWAITDR2. Por lo tanto, como medida de protección se lleva a cabo una intervención de la limitación de la corriente momentánea y/o una limitación de la corriente efectiva, de modo que al superar el número de intervenciones THZVS en la ventana de tiempo t1, o al superar el número de ventanas de tiempo ANZTt1 en la ventana de tiempo t2, o debido a la expiración del tiempo de espera TWAITDR2 se origina un bloqueo de válvulas del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR completo. Por lo tanto, como consecuencia se produce una interrupción del servicio del convertidor de potencia de tracción TSR.

- 55 Además puede darse un caso en el cual se produce un cortocircuito en el circuito eléctrico de la red de servicios auxiliares sin bomba de refrigerante conectada, como consecuencia del cual se produce una caída de la tensión en la red de servicios auxiliares. Pueden darse nuevamente dos casos alternativos, es decir, el caso de que el cortocircuito se desconecta y el caso de que este no se desconecta. En la figura 5 se muestra el desarrollo de la presión de bomba y de la corriente efectiva en función del tiempo para los dos casos de cortocircuito “el interruptor de protección se abre” y “el interruptor de protección no se abre”.

### 60 Caso 1

*El interruptor de protección se abre*

- 65 Cuando en este caso el interruptor de protección desconecta el cortocircuito en el circuito eléctrico cortocircuitado dentro del tiempo de espera TWAITKSH, el interruptor de protección realiza la medida de protección de la intervención de la limitación de la corriente momentánea y/o de la limitación de la corriente efectiva mediante desconexión del cortocircuito. La tensión de salida del convertidor de potencia de servicios auxiliares se aumenta nuevamente siguiendo

## ES 2 307 480 T3

una rampa hasta el valor nominal. Por lo tanto se realiza un servicio ininterrumpido con una breve caída de la tensión en la red de servicios auxiliares con una duración máxima de 500 ms.

### Caso 2

5

#### *El interruptor de protección no se abre*

10

En este caso, el cortocircuito en el circuito eléctrico cortocircuitado no se desconecta mediante el interruptor de protección durante el tiempo de espera T<sub>WAITKSH</sub>. La medida de protección resultante es una intervención de la limitación de la corriente momentánea y/o de la limitación de la corriente efectiva que origina un bloqueo de válvulas del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR completo cuando se supera el número de intervenciones THZVS en la ventana de tiempo t<sub>1</sub> o cuando se supera el número de ventanas de tiempo ANZT<sub>t1</sub> en la ventana de tiempo t<sub>2</sub> o cuando se supera el número de activaciones de I<sub>HSRMAX</sub> en la ventana de tiempo T<sub>WAITKSH</sub>. Por lo tanto, como consecuencia se produce una interrupción del servicio del convertidor de potencia de tracción TSR.

15

Con respecto al comportamiento el dispositivo conforme a la invención para la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga, por ejemplo en el caso de cortocircuitos en la red de servicios auxiliares, puede constatarse lo siguiente:

20

1) Cortocircuitos en la zona entre el lado de corriente alterna del puente de corriente trifásica del convertidor de potencia de servicios auxiliares y las entradas de los interruptores de protección en el lado secundario del transformador conllevan un bloqueo total SVS de válvulas del convertidor de potencia seguido de una interrupción del servicio del convertidor de potencia de tracción TSR y del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR.

25

2) Cortocircuitos en la zona de baja tensión de la red de servicios auxiliares a continuación de los interruptores de protección tienen como consecuencia sólo una caída transitoria de la tensión en la red de servicios auxiliares en el caso de una activación de los interruptores de protección. Cuando los interruptores de protección no se activan, se produce una interrupción del servicio del convertidor de potencia de tracción TSR y del convertidor de potencia de servicios auxiliares HSR.

30

De esta manera es posible evitar fiablemente daños en los convertidores de potencia incluso en el caso de un fallo en los interruptores de protección.

35

En resumidas cuentas, la presente invención da a conocer una instalación para la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga con la que pueden evitarse fiablemente daños en los convertidores de potencia incluso en el caso de mal funcionamiento de los interruptores de protección, desconectándose en un tiempo mínimo un circuito eléctrico sobrecargado o cortocircuitado. Para este fin, el dispositivo comprende un dispositivo 1 para la limitación de la corriente momentánea, un dispositivo 2 para la limitación de la corriente efectiva así como un dispositivo para la limitación del tiempo. El dispositivo 1 para la limitación de la corriente momentánea inicia un bloqueo de válvulas del convertidor de potencia cuando se supera un valor umbral de una multiplicidad de valores umbral y se bloquean todos los pares de ramas en vez de sólo un par de ramas. El dispositivo 2 para la limitación de la corriente efectiva determina cuando el valor efectivo calculado de la corriente de fase en la salida del convertidor de potencia de servicios auxiliares excede un valor umbral y activa a continuación una reducción del grado de modulación del convertidor de potencia. El dispositivo de limitación del tiempo garantiza que un modo de servicio de sobrecarga del convertidor de potencia sólo se mantiene durante un tiempo limitado. Cuando un circuito eléctrico sobrecargado o cortocircuitado no se desconecta en un tiempo determinado, el convertidor de potencia se bloquea como reacción a una señal de salida del dispositivo de limitación del tiempo.

50

55

60

65

# ES 2 307 480 T3

## REIVINDICACIONES

1. Instalación para la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga, para un convertidor de potencia con varios pares de ramas (4), que comprende:

un dispositivo (1) para la limitación de la corriente momentánea,

un dispositivo (2) para la limitación de la corriente efectiva y

un dispositivo para la limitación del tiempo,

en la que

el dispositivo (1) para la limitación de la corriente momentánea

(a) manda un dispositivo de control (5) a ejecutar como respuesta un bloqueo de una válvula de par de ramas cuando se excede un valor umbral de corriente (THZVS) para un bloqueo de una válvula de par de ramas, y manda el dispositivo de control (5) a desbloquear de nuevo el par de ramas (4) anteriormente bloqueado después de haber descendido la corriente por debajo del valor umbral de corriente (THZVS),

(b) manda el dispositivo de control a ejecutar un bloqueo de válvula de convertidor de potencia (SVS) cuando se excede un valor umbral (ANZTHZVS) de un número de superaciones del valor umbral de corriente en un intervalo de tiempo predeterminado (t1) y/o se excede un valor umbral (ANZTt1) de un número de repeticiones del intervalo de tiempo predeterminado (t1),

el dispositivo (2) de limitación de la corriente efectiva manda el dispositivo de control (5) a reducir un grado de modulación en respuesta a un resultado de la comparación de un número máximo admisible de ciclos de un valor efectivo predeterminado de la corriente de fase y de un número actual de ciclos al rebasar el número máximo admisible de ciclos, y

el dispositivo para la limitación del tiempo manda el dispositivo de control (5) a ejecutar como respuesta un bloqueo de válvula de convertidor (SVS) cuando se excede permanentemente un valor efectivo máximo de la corriente (IHSRMAX) durante un intervalo de tiempo predeterminado (TWAITOLH) y/o cuando la presión desciende permanentemente por debajo de un valor mínimo de presión (KDR2) en un circuito de refrigerante durante un intervalo de tiempo predeterminado (TWAITDR2) y/o cuando se excede un número máximo admisible de activaciones del valor efectivo máximo de la corriente (IHSRMAX) durante un intervalo de tiempo predeterminado (TWAITKSH) y/o cuando se excede permanentemente otro valor umbral durante un intervalo de tiempo predeterminado, lo que ocurre cuando un interruptor de protección no ha reaccionado.

2. Instalación para la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo el dispositivo (1) para la limitación de la corriente momentánea un comparador (11) que, después de que una corriente alterna de un par de ramas ha excedido el valor umbral de corriente (THZVS) para un bloqueo de la válvula de par de ramas (ZVS), manda el dispositivo de control (5) bloquear las válvulas de un par de ramas y, reaccionando a que a continuación la corriente desciende por debajo del valor umbral de corriente (THZVS), manda el dispositivo de control a desbloquear de nuevo la conmutación de este par de ramas (4) por el reloj.

3. Instalación para la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, comprendiendo el dispositivo (1) para la limitación de la corriente momentánea un regulador de dos posiciones con una supervisión subordinada del número de intervenciones de este regulador de dos posiciones que actúa de forma selectiva sobre el estado de conmutación de cada par de ramas (4).

4. Instalación para la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga de acuerdo con la reivindicación 3, estando configuradas para la supervisión del número de intervenciones del regulador de dos posiciones dos ventanas de tiempo (t1, t2) en las cuales en la primera ventana (t1) se cuenta el número de intervenciones del valor umbral de corriente (THZVS) y en la segunda ventana (t2) se cuenta el número de repeticiones de la primera ventana de tiempo (t1).

5. Instalación para la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga de acuerdo con la reivindicación 4, estando configurados como ventanas de tiempo dos monoflops (12, 13), que no se pueden reiniciar, con los tiempos t1 y t2 conforme a la magnitud de la primera y de la segunda ventana.

6. Instalación para la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, comprendiendo el dispositivo (2) para la limitación de la corriente efectiva un dispositivo de medición para la exploración de la corriente de fase y para guardar estos valores de exploración, así como un dispositivo de procesamiento para calcular un valor efectivo en base a los valores de exploración guardados y para comparar un

## ES 2 307 480 T3

número máximo admisible de ciclos de un determinado valor efectivo con el número actual de ciclos del valor efectivo determinado.

5 7. Instalación para la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga de acuerdo con la reivindicación 6, comprendiendo el dispositivo de medición un dispositivo de exploración (21) para la exploración de la corriente de fase y la emisión de valores de fase, así como un dispositivo (22) de memoria de medición para guardar los valores de fase emitidos por el dispositivo de exploración.

10 8. Instalación para la protección de convertidores de potencia contra sobrecarga de acuerdo con la reivindicación 6 ó 7, comprendiendo el dispositivo de procesamiento un dispositivo para calcular un valor efectivo, un comparador (28) para la comparación de un número máximo admisible de ciclos con el número actual de ciclos determinado mediante un contador de ciclos (27) que reacciona a un reloj de ciclo, determinándose en base al valor efectivo calculado el número máximo admisible de ciclos mediante una curva característica de protección (26), y emitiéndose una señal para la reducción del grado de modulación cuando está rebasado el número máximo admisible de ciclos.

15 9. Procedimiento para la protección contra sobrecarga de un convertidor de potencia con varios pares de ramas (4), comprendiendo una limitación de la corriente momentánea, una limitación de la corriente efectiva y una limitación del tiempo, según el cual

20 para la limitación de la corriente momentánea

(a) se manda un dispositivo de control (5) a ejecutar un bloqueo de válvulas de un par de ramas como respuesta cuando se excede un valor umbral de corriente (THZVS) para un bloqueo de válvulas de un par de ramas, y manda el dispositivo de control (5) a desbloquear de nuevo el par de ramas (4) anteriormente bloqueado después de haber descendido la corriente por debajo del valor umbral de corriente (THZVS),

25 (b) se manda el dispositivo de control a ejecutar como respuesta un bloqueo de válvula de convertidor de potencia (SVS) cuando se excede un valor umbral (ANZTHZVS) de un número de superaciones del valor umbral de corriente en un intervalo de tiempo predeterminado (t1) y/o se excede un valor umbral (ANZTt1) de un número de repeticiones del intervalo de tiempo predeterminado (t1),

30 para la limitación de la corriente efectiva

35 se manda el dispositivo de control (5) a reducir un grado de modulación en respuesta a un resultado de la comparación de un número máximo admisible de ciclos de un valor efectivo predeterminado de la corriente de fase y de un número actual de ciclos cuando se excede el número máximo admisible de ciclos, y

para la limitación del tiempo

40 se manda el dispositivo de control (5) a ejecutar como respuesta un bloqueo de válvula de convertidor (SVS) cuando se excede permanentemente un valor efectivo máximo de la corriente (IHSRMAX) durante un intervalo de tiempo predeterminado (TWAITOLH) y/o cuando la presión desciende permanentemente por debajo de un valor mínimo de presión (KDR2) en un circuito de refrigerante durante un intervalo de tiempo predeterminado (TWAITDR2) y/o cuando se excede un número máximo admisible de activaciones del valor efectivo máximo de la corriente (IHSRMAX) durante un intervalo de tiempo predeterminado (TWAITKSH) y/o cuando se excede permanentemente otro valor umbral durante un intervalo de tiempo predeterminado, lo que ocurre cuando un interruptor de protección no ha reaccionado.

50

55

60

65



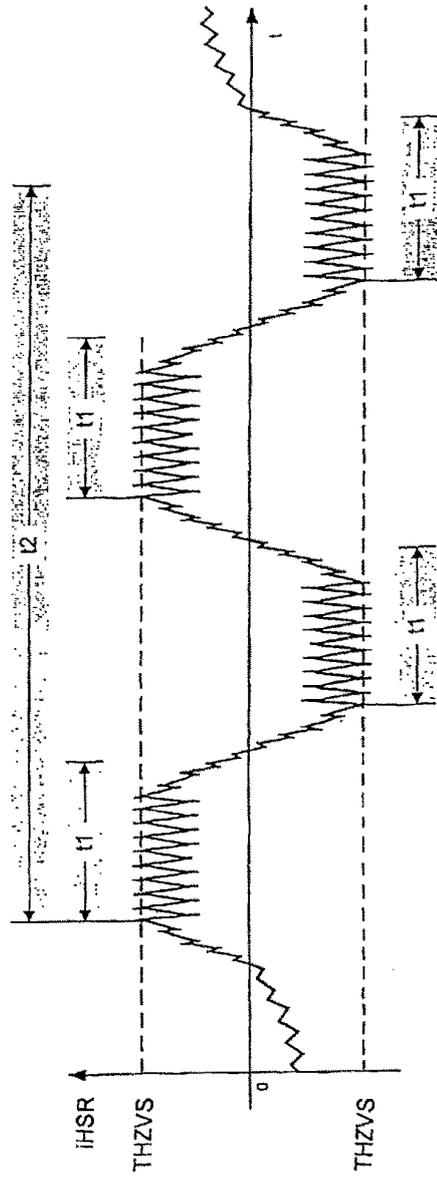


Figura 4-2

Fig. 2

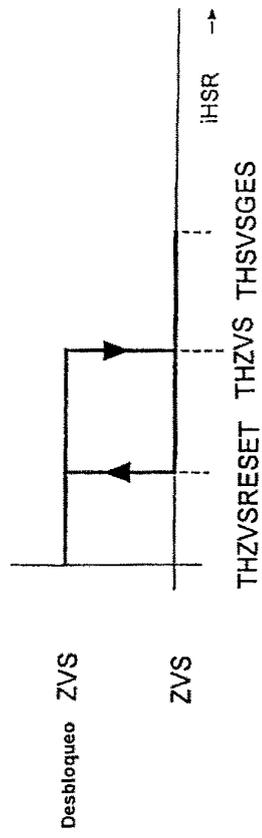


Fig. 3

Fig. 4

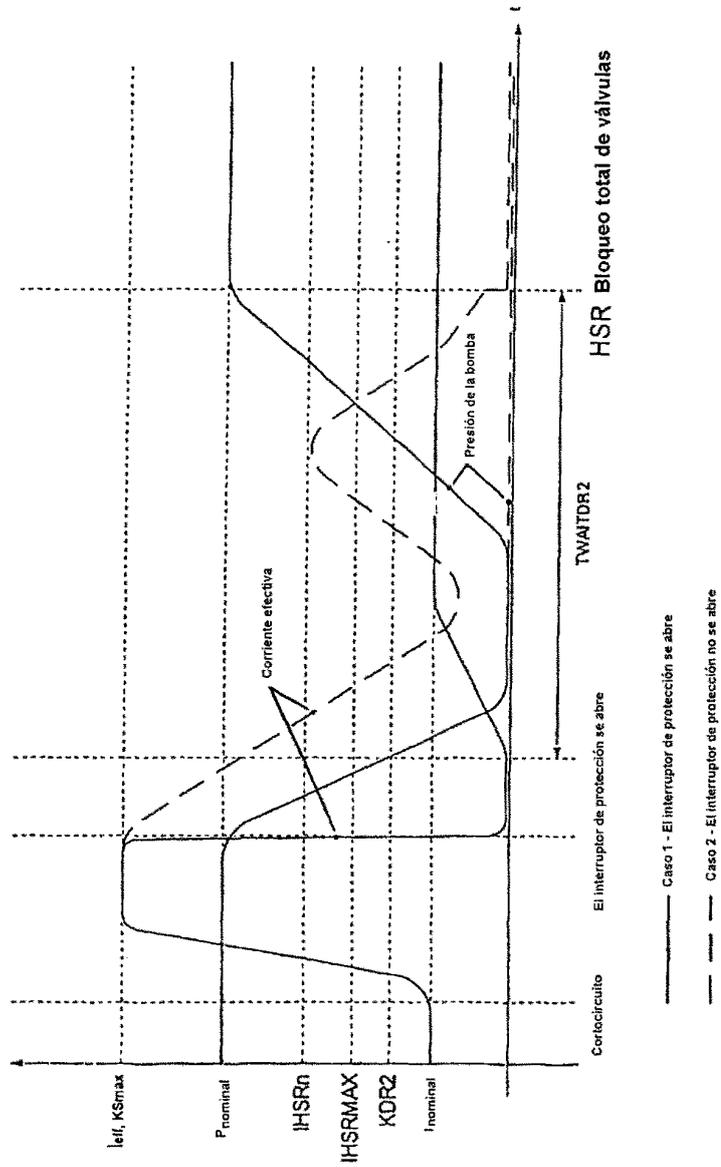


Fig. 5

