



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 329 177**

51 Int. Cl.:  
**H03K 17/082** (2006.01)  
**H03K 17/16** (2006.01)  
**H03K 17/042** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06829412 .3**  
96 Fecha de presentación : **04.12.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1969722**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.09.2008**

54 Título: **Maniobra de conmutadores electrónicos que tienen puerta aislada.**

30 Prioridad: **13.12.2005 GB 0525316**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**23.11.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**23.11.2009**

73 Titular/es: **Bombardier Transportation GmbH**  
**Schoneberger Ufer 1**  
**10785 Berlin, DE**

72 Inventor/es: **Belwon, Waldemar y**  
**Wennerlund, Per**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 329 177 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

Maniobra de conmutadores electrónicos que tienen puerta aislada.

5 La invención se refiere a la maniobra de válvulas electrónicas que tienen puerta aislada, en particular, a la maniobra de un IGBT (transistor bipolar de puerta aislada). Más particularmente, la invención se refiere a convertidores de gran potencia que comprenden dichas válvulas, por ejemplo, para facilitar energía eléctrica a un motor de impulsión de un vehículo de tracción ferroviaria. Además, la invención se refiere al dispositivo correspondiente. El término “puerta” comprende cualquier electrodo de control aislado eléctricamente utilizado para controlar el estado de conmutación de la válvula.

10 Usualmente, los convertidores comprenden una serie de válvulas electrónicas que son conmutadas en conexión y desconexión repetidamente durante el funcionamiento del convertidor a efectos de llevar a cabo la conversión de corriente y/o voltaje. El proceso de conmutación de cada una de las válvulas electrónicas es controlado por una unidad de control de la válvula que está conectada directamente a la válvula electrónica. En particular, el convertidor puede ser un convertidor CC (corriente continua) a CA (corriente alterna) que lleva a cabo la conversión de una corriente continua en corriente alterna y/o viceversa. Más particularmente, la invención se refiere al campo de los convertidores para aplicaciones de gran potencia, por ejemplo, proporcionar energía eléctrica a motores de impulsión de vehículos de tracción ferroviaria.

15 Los convertidores del tipo antes indicado son bien conocidos en la práctica. Por ejemplo, el convertidor puede ser un convertidor CC a CA, en el que el lado CC del convertidor (primer convertidor) está conectado mediante un circuito intermedio de CC a un convertidor CA a CC (segundo convertidor) que está conectado a una red de suministro de potencia CA. El lado CA del primer convertidor puede ser conectado a una carga de corriente alterna trifásica, tal como un motor asíncrono. Se prevé un dispositivo de control del convertidor que controla la maniobra de las válvulas electrónicas del convertidor, controlando, por lo tanto, el funcionamiento del convertidor. Existe una unidad de control de la válvula para cada una de las válvulas y cada una de las unidades de control de la válvula está conectada al dispositivo de control del convertidor. Para una transferencia rápida de señales de control, que son pasadas desde el dispositivo de control del convertidor a las unidades de control de las válvulas, las señales de control pueden ser señales de impulsos de luz en una línea de señal óptica, por ejemplo, un cable de fibra óptica. Se prevén convertidores de señales correspondientes para la conversión de señales analógicas o digitales en señales ópticas o viceversa para el dispositivo de control del convertidor y para las unidades de control de las válvulas.

20 El control de dicho convertidor requiere habitualmente información con respecto a las corrientes de fase en el lado CA del convertidor. De manera típica, se utilizan transformadores de corriente para medir las corrientes de fase. Recientemente, se han introducido dispositivos de medición de efecto Hall. No obstante, los costes y los esfuerzos para producir y montar estos dispositivos de medición, así como los cableados correspondientes, son elevados. Además, un dispositivo de medición por efecto Hall requiere un suministro de potencia. Adicionalmente, pueden ser necesarios dispositivos de medición redundantes para garantizar el funcionamiento del convertidor.

25 Eckel H-G y otros: “Optimization of the turn-off performance of IGBT at overcurrent and short-circuit current” (Optimización del proceso de desconexión del IGBT en caso de exceso de corriente y corriente de cortocircuito), actas de la 5ª conferencia europea de electrónica de potencia y aplicaciones, 1993, páginas 317-322, da a conocer un control de puerta de dos etapas para el IGBT que permite una reducción del sobrevoltaje para desconexión con exceso de corriente sin incrementar las pérdidas de conmutación para la corriente nominal. De acuerdo con esta publicación, el comportamiento de desconexión del IGBT puede ser influenciado por la corriente de descarga de puerta. En primer lugar, la puerta es descargada hasta que el voltaje puerta-emisor alcanza la plataforma de miller. Durante este tiempo, el voltaje colector-emisor aumenta solamente de forma ligera (característica de saturación del IGBT). En el segundo periodo, aumenta el voltaje colector-emisor. El control de puerta con la conmutación dependiente de la corriente de la resistencia de puerta utiliza la dependencia de la corriente de la plataforma de miller para detectar exceso de corriente y corriente de cortocircuito. Para una corriente elevada del colector, la plataforma de miller del voltaje puerta-emisor es elevada. Después del transcurso de un tiempo de retardo, la resistencia de puerta es desconectada y se conecta una resistencia de puerta más grande.

30 Es un objetivo de la presente invención dar a conocer un método que permite la medición de la corriente transportada por la válvula (corriente de la válvula) con esfuerzo y costes reducidos. Otro objetivo consiste en dar a conocer una disposición correspondiente.

35 Además, es un objetivo de la presente invención mejorar la conmutación de la válvula.

40 El término “corriente de la válvula” se comprende que es la corriente que pasa por la válvula cuando ésta está abierta. Cuando la válvula está completamente abierta, puede pasar la máxima corriente de válvula posible. Cuando la válvula está cerrada, no puede pasar corriente alguna de válvula.

45 En la práctica, la válvula puede ser un IGBT (Transistor Bipolar de Puerta Aislada). No obstante, se puede utilizar cualquier otra válvula que tenga puerta aislada (tal como el Metal Oxide Field Effect Transistor, MOSFET) (transistor de efecto de campo de óxido metálico), que se puede utilizar para controlar la apertura o cierre de la válvula y que puede ser utilizada asimismo en relación con la invención.

## ES 2 329 177 T3

Una idea básica de la presente invención consiste en evaluar el siguiente efecto físico: cuando la válvula está completamente abierta, la carga transportada por la puerta está habitualmente saturada. Esto significa que una carga puede ser retirada de la puerta sin tener un efecto significativo en el estado operativo de la válvula, es decir, la corriente de la válvula no queda afectada y el voltaje colector-emisor es todavía aproximadamente 0. No obstante, la magnitud de la carga, que puede ser retirada hasta que queda afectado el estado operativo de la válvula (es decir, la carga de puerta se encuentra desaturada) depende de la magnitud de la corriente de la válvula. Esto es cierto, en particular, cuando la válvula es conmutada repetidamente en conexión y desconexión y, por lo tanto, la puerta se encuentra repetidamente cargada y descargada.

De acuerdo con una realización preferente de la invención, se utiliza una corriente constante para descargar la puerta y se determina el intervalo de tiempo durante el cual pasa la corriente de descarga constante. En particular, el intervalo de tiempo puede empezar cuando la unidad de control de la válvula recibe una señal de disparo que pone en marcha el inicio del proceso de cierre de la válvula desde un dispositivo externo, tal como desde un dispositivo de control de un convertidor. Además, el final del intervalo de tiempo puede ser definido por un estado operativo predeterminado de la válvula, por ejemplo, cuando el voltaje colector-emisor alcanza un valor umbral predeterminado. Por ejemplo, el intervalo de tiempo podría ser medido mediante un contador conectado a un reloj que periódicamente envía señales de reloj. No obstante, se pueden utilizar otros métodos para determinar el intervalo de tiempo de forma alternativa.

Una ventaja de la utilización de la corriente de descarga constante es la elevada precisión del resultado de la medición. Otra ventaja es que existen tipos de unidades de control de las válvulas (también llamadas Gate Drive Units, GDU) (“Unidades de activación de puertas”) que comprenden un amplificador de fuente de corriente de alta precisión que es capaz de producir una corriente de descarga muy constante. Además, estos tipos de unidades de control de válvula también comprenden otros elementos y unidades que pueden ser utilizadas para la medición de la magnitud de carga que es retirada de la puerta, por ejemplo, una unidad de proceso digital (tal como un dispositivo de puerta programable en campo, FPGA, un Application-Specific Integrated Circuit, ASIC (“Circuito integrado específico de la aplicación”) o un Complex Programmable Logic Device, CPLD (“Dispositivo lógico programable complejo”)), un contador, un comparador y un convertidor de señal, así como una salida y entrada de señal para comunicación de señales hacia y desde un dispositivo de control del convertidor.

Otra idea básica de la presente invención consiste en la utilización del resultado de medición para control adicional de la misma o, como mínimo, uno de los siguientes procesos de cierre de la válvula. En particular, la unidad de control de la válvula puede adoptar la magnitud de la corriente de descarga, el voltaje de descarga y/o adaptar la temporización del proceso de descarga dependiendo del resultado de la medición. Por ejemplo, una lógica muy simple es suficiente para seleccionar la corriente de descarga dependiendo del resultado de la medición. Se puede obtener un comportamiento altamente reproducible del voltaje colector-emisor durante la causa del proceso de cierre. Como resultado, la precisión de la temporización del proceso de conmutación se puede incrementar y, por lo tanto, se pueden mejorar la seguridad y las pérdidas por conmutación.

Se puede prescindir de otros dispositivos de medición adicionales, tales como un dispositivo de medición por efecto Hall. Se pueden ahorrar asimismo los cableados correspondientes y trabajos de instalación. El sistema de suministro de potencia del dispositivo de control del convertidor puede ser más simple y de menores dimensiones. También se puede reducir el peso.

En particular, el método de medición de la corriente de la válvula se puede llevar a cabo cuando la válvula está completamente abierta. De acuerdo con una realización preferente, la medición es iniciada en el mismo momento cuando se inicia el proceso de cierre de la válvula. Durante esta fase inicial del proceso de cierre, la corriente de la válvula puede pasar todavía libremente por la válvula (situación-ON). Cuando la válvula se encuentra completamente abierta, la puerta lleva una carga eléctrica de puerta positiva o negativa dependiendo del tipo de la válvula. Durante la fase inicial (que se puede indicar como “primera fase”), se retira una cierta magnitud de la carga de puerta de la puerta y se mide dicha magnitud o una cantidad que depende de la misma.

La corriente de la válvula es determinada dependiendo de la magnitud medida o dependiendo de la otra cantidad. El término “determinación” no está restringido al cálculo de un valor absoluto de la corriente de la válvula. En vez de ello, se puede determinar un nivel de la corriente de válvula en relación con un nivel anterior. De modo más general, se puede determinar una medición para la corriente de válvula y esta medición puede ser utilizada, por ejemplo, en un proceso de control de la válvula.

La medición puede iniciarse en una primera situación operativa predeterminada de la válvula y/o en un primer punto de tiempo que es el momento de inicio de la descarga de la puerta o que difiere del tiempo de inicio en una magnitud de tiempo fija.

Preferentemente, la medición es llevada a cabo en cada una de una serie de unidades de control de válvula de un convertidor y los resultados de las mediciones de las unidades de control de válvula son transferidos al dispositivo de control del convertidor. Por ejemplo, el convertidor comprende tres ramales, en el que cada uno de los ramales comprenden una conexión en serie de dos de las válvulas, de manera que cada uno de los ramales está conectado a un voltaje CC y de manera que un contacto de cada uno de los ramales, entre las dos válvulas, es conectado al lado CA del convertidor. En este caso, cada una de las unidades de control de válvula puede medir la respectiva corriente de

## ES 2 329 177 T3

válvula si la correspondiente válvula controlada se encuentra en situación “ON”, y si la otra válvula del mismo ramal se encuentra en el estado de desconexión (“OFF”). Por ejemplo, el dispositivo de control del convertidor puede procesar los valores de medición recibidos de las diferentes válvulas del mismo ramal y puede controlar la conmutación de esas válvulas basándose en los ramales de medición recibidos desde ambas válvulas.

5 En particular, para los objetivos de un funcionamiento continuo, el dispositivo de control del convertidor puede recibir, de manera repetida, valores medidos procedentes de, como mínimo, una unidad de control de válvula y puede utilizar, como mínimo, algunos de los valores recibidos para controlar el funcionamiento de la serie de unidades de control de válvula.

10 La, como mínimo, una unidad de control de válvula puede producir una señal de medición que representa el valor medido y la señal puede ser convertida en una señal digital y/o en una señal de impulsos (por ejemplo: una señal de impulsos luminosos) que es transferida al dispositivo de control del convertidor.

15 Además, la invención comprende una disposición de medición de corriente (corriente de válvula) que es realizada por una válvula electrónica que tiene un electrodo de control aislado eléctricamente (puerta) que puede ser utilizado para controlar la conmutación de la válvula, en particular de un Transistor bipolar de puerta aislado (IGBT). La disposición comprende:

20 - una unidad de descarga que comprende un contacto a conectar con la puerta y que está adaptado para activar una corriente de descarga procedente de la puerta;

- una unidad de medición que está adaptada para medir una magnitud de una carga (carga de puerta) que es retirada de la puerta o para medir otra cantidad que depende de la cantidad retirada;

25 - una unidad de puesta en marcha que está adaptada para iniciar la medición de la magnitud o de la otra cantidad, cuando la válvula está completamente abierta;

30 - una unidad de paro que está adaptada para interrumpir la medición de la magnitud o de la otra cantidad, cuando ocurre un evento predeterminado.

La disposición puede comprender una unidad de control de válvula que incluye la unidad de medición o que está conectada a la unidad de medición. La unidad de control de la válvula puede estar adaptada para controlar un proceso de cierre de la válvula al controlar la descarga adicional de la puerta dependiendo del resultado de la medición llevada a cabo por la unidad de medición.

35 La unidad de medición puede comprender una unidad de medición de tiempo que está adaptada para determinar, como mínimo, el final de un intervalo de tiempo durante el cual la magnitud de la carga de puerta es retirada de la puerta. El término “como mínimo” significa que el inicio del intervalo de tiempo puede también ser determinado. En particular, el inicio y final del intervalo de tiempo se puede provocar utilizando señales correspondientes. Por ejemplo, un contador recibe las señales y determina el inicio y final del intervalo de tiempo al empezar el proceso de contaje o al detener dicho proceso de contaje.

45 En particular, la unidad de medición de tiempo puede ser conectada a una entrada de señal para recibir una señal de activación que pone en marcha el inicio de un proceso de descarga de la puerta.

La unidad de interrupción puede comprender un comparador que está conectado a una fuente de una señal de referencia y que está adaptada para comparar la señal de referencia con una señal que representa el estado operativo de la válvula.

50 Además, la invención comprende un dispositivo para el accionamiento de un convertidor, que comprende la disposición anteriormente mencionada. El convertidor comprende una serie de válvulas electrónicas que son conmutadas, de manera repetida, en conexión y desconexión durante el funcionamiento del convertidor a efectos de llevar a cabo una conversión, en particular una conversión de una corriente continua en una corriente alterna y/o viceversa. La salida de la unidad de medición está conectada a un dispositivo de control del convertidor que está conectado a cada una de una serie de unidades de control de válvula que están adaptadas para controlar el funcionamiento de la serie de unidades de control de válvula accionando de esta manera el convertidor.

60 Cada una de las unidades de control de válvula puede comprender una realización de la unidad de medición.

65 En comparación con disposiciones convencionales, solamente son necesarias pequeñas modificaciones en el material o “hardware”. En particular, la señal de medición puede ser transferida desde la unidad de control de válvula al dispositivo de control del convertidor. No obstante, puesto que habitualmente hay líneas de señal para transferir señales desde las unidades de control de válvula al dispositivo de control del convertidor, el esfuerzo adicional es reducido. Las exigencias correspondientes de aislamiento con respecto del aislamiento eléctrico entre el dispositivo de medición en la unidad de control de válvula por una parte y la línea de señal por otra, se cumplen mediante las soluciones existentes. Por lo tanto, los costes adicionales son reducidos.

## ES 2 329 177 T3

Un tipo existente de dispositivo de medición en la unidad de control de válvula puede comprender un divisor de voltaje resistivo en el que este dispositivo divisor está adaptado para medir el voltaje colector-emisor. Por lo tanto, el voltaje colector-emisor puede ser utilizado para determinar el final del intervalo de tiempo (en particular, el final de la fase inicial de descarga de la puerta). El resultado de medición de voltaje puede ser transferido al dispositivo de control del convertidor.

Un ejemplo de la presente invención (que corresponde a la forma preferente de la invención) se describirá a continuación haciendo referencia al dibujo adjunto. Las figuras del dibujo muestran:

La figura 1 es una representación esquemática de un dispositivo (1) que comprende un convertidor de CC a CA y un dispositivo de control del convertidor;

La figura 2 muestra esquemáticamente una de las válvulas electrónicas mostradas en la figura 1 y detalles de la correspondiente unidad de control de válvula;

La figura 3 muestra detalles de la unidad de control de válvula y

En la figura 4 la corriente de válvula, la corriente de puerta y el voltaje colector-emisor como funciones del tiempo durante un proceso de cierre de la válvula.

El convertidor CC a CA mostrado en la figura 1 comprende seis válvulas electrónicas (4a) a (4f) que son válvulas IGBT en el ejemplo. Cada una de las válvulas (4a) a (4f) está combinada con una unidad de control de válvula (3a) a (3f) que está conectada a su vez a la puerta de la válvula correspondiente (4a) a (4f).

Las seis válvulas (4a) a (4f) están dispuestas en tres ramales, de manera que cada uno de los ramales comprende dos de las válvulas (4a, 4b; 4c, 4d; 4e, 4f) que están conectadas en serie entre sí, de manera que cada uno de los ramales conecta las líneas eléctricas (2a, 2b) de un circuito intermedio CC. Un contacto (indicado por un pequeño círculo) entre las dos válvulas de cada ramal está conectado a una de las tres líneas CA (6a, 6b, 6c).

Un dispositivo de control del convertidor para controlar el funcionamiento de las unidades del control de válvula (3a) a (3f) está conectado a las unidades de control de válvula (3a) a (3f) con intermedio de las líneas de señal (7a) a (7f). Durante el funcionamiento del convertidor, el dispositivo (5) de control del convertidor envía señales de impulso a las unidades de control de válvula (3a) a (3f), en particular señales de impulso de luz. Por ejemplo, la correspondiente unidad de control de válvula (3) es activada para conectar la válvula asignada (4) si se recibe el inicio de un impulso de luz por la unidad de control de válvula (3). Si termina el impulso de luz, la unidad de control de válvula (3) es activada para desconectar la válvula asignada (4).

De acuerdo con la presente invención, cada una de las líneas de señales (7a) a (7f) puede ser utilizada también para realimentar señales desde las unidades de control de válvula (3) al dispositivo de control (5) del convertidor, incluyendo señales que representan valores de medición de las corrientes de válvula y del voltaje medido sobre la válvula correspondiente. Cada una de las líneas de señal (7a) a (7f) comprende una serie de conexiones de señal, por ejemplo, una serie de cables de fibra óptica.

La figura 2 muestra una realización preferente de las unidades (3a) a (3f) de control de válvulas, por ejemplo, la unidad de control de válvula (3b). Para mayor claridad, la figura 2 muestra solamente componentes de la unidad de control de válvula (3b) que se utilizan para la medición de la corriente. Se omiten otros componentes.

La unidad (3b) de control de válvula comprende un divisor de voltaje resistivo que comprende a su vez una conexión en serie de dos resistencias (15, 16). La conexión en serie está conectada por un extremo a un potencial positivo de un suministro de energía de la unidad de control (3b). El otro extremo de la conexión en serie (punto de conexión (B), que puede ser conectado a un potencial cero o potencial de tierra) está conectado al lado del ramal que está conectado a la línea CC (2a). Un punto de conexión (A) dispuesto entre las dos resistencias (15, 16) está conectado al ramal de las IGBT (4a, 4b), es decir, a un punto de contacto entre las IGBT (4a, 4b). Esta conexión entre el punto de conexión (A) y el ramal se realiza por intermedio de, como mínimo, un diodo (27, 28), de manera que el punto (A) se encuentra conectado al ánodo del diodo o diodos.

En el ejemplo mostrado existe una conexión en serie de dos diodos (28, 29). En realizaciones alternativas podrían existir más diodos. De manera general, el diodo o diodos deben ser dimensionados, de manera que pueden resistir el voltaje máximo posible (inhibiendo una ruptura) entre el ramal y el punto (A) si el potencial en el ramal es superior al del punto (A). Mientras el potencial del ramal es inferior al potencial del punto (A) (cuya condición depende principalmente del nivel del potencial positivo), el potencial en el punto (A) es aproximadamente igual al potencial en el ramal entre las dos válvulas (4a, 4b). Por ejemplo, el potencial positivo puede ser del orden de +20 V, la resistencia (15) puede tener un valor de 1 kOhmio y la resistencia (16) puede tener 100 Ohmios.

En el ejemplo mostrado en la figura 2, el voltaje dividido en la resistencia (16), es decir, entre los contactos (A, B) es alimentado a un comparador (14). Este comparador compara la señal de voltaje de la línea (12) (que conecta el contacto (A) con una entrada del comparador (14)) con una señal de referencia en la línea (17) que está conectada a una segunda entrada del comparador (14). La señal de referencia puede ser, por ejemplo, una señal de voltaje comprendida

entre 5 y 15 voltios, en particular 10 V (el voltaje máximo del colector-emisor puede ser un valor de algunos miles de voltios cuando la válvula está cerrada). Una señal de comparación respectiva se puede disponer en la salida del comparador (14) y es transferida a un convertidor de señal (11), que puede formar parte de una unidad digital de proceso (13) (figura 3) de la unidad de control de válvula (3b). La salida del convertidor de señal (11) está conectada a la línea de señal (7b).

Además, la unidad (3b) de control de válvula comprende circuitos para controlar la corriente hacia y desde la puerta (G) de la válvula (4b). Estos circuitos pueden ser una unidad (13) de proceso principal que comprende el convertidor de señal (11). Los circuitos están conectados a un amplificador (18) de la fuente de corriente que está adaptado para activar la corriente hacia y desde una fuente de corriente. En particular, puede producir una elevada corriente constante.

La figura 3 muestra detalles de una realización preferente de la unidad (3b) de control de válvula. Los mismos numerales de referencia indican los mismos elementos o dispositivos que se han descrito en relación con la figura 2. El numeral de referencia (20) indica un elemento de la unidad de proceso digital (13), que se puede realizar por hardware y/o software adaptado para controlar el amplificador (18) de la fuente de corriente.

El comparador (14) está conectado a una primera entrada de un contador (19). Una segunda entrada del contador (19) está conectada a un reloj (24) que periódicamente envía señales de reloj a una frecuencia constante al contador (19) y a otros elementos de la unidad (3b) de control de válvula. Una tercera entrada del contador está dispuesta para recibir una señal de activación que pone en marcha el inicio del proceso para el cierre de la válvula (4b). La misma señal de activación puede ser recibida y utilizada por otros elementos de la unidad de proceso digital (13) para iniciar el proceso de cierre. En particular, la señal de activación provoca que el elemento (20) controle el amplificador (18) de la fuente de corriente, de manera que se inicia el proceso de descarga de la puerta (G). La señal de activación es producida por el dispositivo (5) de control del convertidor y es transferida por intermedio de la línea (7b) a la unidad (3b) de control de válvula (la conexión de la línea (23) a la línea (7b) no se ha mostrado en la figura 3).

Cuando la señal de activación es recibida por el contador (19), éste inicia un proceso de conteo de las señales del reloj. Tan pronto como el comparador (14) detecta que la señal de la línea (12) ha alcanzado las dimensiones de la señal de referencia en la línea (17), es decir, que el voltaje colector-emisor ha alcanzado el valor umbral predeterminado, el comparador (14) envía una señal al contador (19) que detiene el proceso de conteo. El número de impulsos contados corresponde al intervalo de tiempo durante el cual se ha descargado la puerta (G) utilizando una corriente constante. Por lo tanto, este número es una medida de la longitud y de la magnitud de la carga que ha sido retirada desde la puerta (G). De acuerdo con la invención, esta medición corresponde también a la corriente de válvula que ha sido llevada por la válvula (4b) inmediatamente antes del inicio del proceso de cierre. Dado que la duración del intervalo de tiempo se encuentra de manera típica en el orden de algunos microsegundos, una corriente del mismo valor continúa, como mínimo, durante la primera parte del intervalo de tiempo hasta que la válvula empieza a cerrarse.

El valor de la medición puede ser utilizado internamente por la unidad (13) de proceso digital para controlar la válvula (4b) y es enviada al convertidor de señal (11) que emite una señal convertida correspondiente al dispositivo de control del convertidor por intermedio de la línea (7b).

La figura 4 muestra el desarrollo de la corriente de fuerza (IG, IG') y de la corriente de válvula (IV, IV') en el curso de dos procesos diferentes de cierre de la válvula. Además, el voltaje en la válvula (4b) (voltaje colector-emisor (VCE V)) se muestra. El tiempo es indicado por (t). Las funciones del primer proceso se han indicado por (IG), por (IV) y por (VCE V). Las funciones de tiempo del segundo proceso se han indicado por (IG'), por (IV') y por (VCE V'). Tanto el primer proceso como el segundo proceso pueden ser un proceso de una serie de procesos consecutivos de cierre de la puerta (es decir, desconexión) durante el funcionamiento del convertidor que se ha mostrado en la figura 1. El primer proceso y el segundo proceso están relacionados con diferentes fases operativas de la válvula. Las líneas continuas se refieren al primer proceso. En el caso en que las líneas del segundo proceso difieren del segundo proceso, las líneas son de trazos.

Al inicio del primer proceso, la corriente de válvula (IV) es significativamente mayor que la corriente de válvula (IV') al inicio del segundo proceso. Esto significa que se tiene que retirar una magnitud de carga más reducida de la puerta antes de que la válvula empiece a cerrarse en comparación con el segundo proceso. Dado que esta información es conocida por procesos anteriores de cierre de la válvula (por ejemplo, proceso que fue llevado a cabo inmediatamente antes del primer proceso), la corriente de puerta (IG) podría ser conectada con anterioridad en comparación con el segundo proceso y con referencia a la señal de activación que pone en marcha el proceso de cierre de la válvula. No obstante, tal como se ha mostrado en la figura 4, este no es el caso del ejemplo. Ambos procesos son iniciados a la recepción de la señal de activación (en el tiempo (t1)). De manera alternativa, puede existir un retraso de tiempo entre la recepción de la señal de activación y el inicio del proceso de cierre. De acuerdo con otra alternativa, el dispositivo de control del convertidor puede tener en cuenta la diferente corriente de válvula y puede transferir la señal de activación que pone en marcha el inicio del proceso de descarga con anterioridad o más tarde dependiendo de la magnitud de la corriente de válvula. En este caso (que podría corresponder al caso mostrado en la figura 4), la señal de activación puede provocar que la unidad de control de la válvula ponga en marcha sin retraso el proceso de descarga. A continuación, la recepción de la señal de activación puede poner en marcha la medición del intervalo de tiempo, de acuerdo con la realización mostrada en la figura 3.

## ES 2 329 177 T3

En el caso mostrado en la figura 4, la medición de la duración del intervalo de tiempo necesario para retirar la carga de puerta hasta que la válvula empieza a cerrarse (fase inicial del proceso de cierre) se empieza en el tiempo ( $t_1$ ) en ambos procesos. En el primer proceso, el intervalo de tiempo termina en el tiempo ( $t_1'$ ). El segundo proceso de intervalo de tiempo termina en el tiempo ( $t_2$ ). En ambos casos el intervalo de tiempo termina cuando el voltaje colector-emisor alcanza un valor umbral predeterminado o en caso de que tenga lugar otro evento predeterminado. No obstante, el final del intervalo de tiempo puede ser distinto en otros procesos de cierre de la válvula si la corriente de la válvula es la misma, pero las condiciones operativas externas son las mismas (por ejemplo, temperatura y carga eléctrica conectada a la válvula). Esto significa que es posible tener en cuenta estas condiciones operativas externas asimismo para el control del proceso de cierre de la válvula.

A efectos de clarificar la terminología utilizada en esta descripción: el proceso de cierre es empezado al descargar la puerta cuando la válvula sea completamente abierta y la puerta (o, de manera más precisa, la carga de la puerta) está saturada. La retirada de una cierta magnitud de la carga de la puerta no influirá (o no lo hará de manera significativa) en la corriente transportada por la válvula. Esto significa que durante la fase inicial (o primera fase) del proceso de cierre la válvula se encuentra en realidad todavía completamente abierta. Entonces, durante la segunda fase que sigue a la primera fase, la descarga adicional de la puerta tiene como resultado una reducción significativa de la corriente transportada por la válvula.

En cualquier caso, la duración del intervalo de tiempo (primera fase) es medida y se tiene en cuenta durante la siguiente segunda fase del proceso de cierre durante la cual se cierra la válvula.

En la segunda fase, la corriente de puerta ( $I_G$ ,  $I_G'$ ) es adaptada dependiendo del resultado de la medición. En el ejemplo que se ha mostrado en la figura 4, el valor absoluto de la corriente de descarga es superior en el primer proceso durante la segunda fase (es decir, existen valores negativos más elevados y una magnitud superior de carga es retirada de la puerta por unidad de tiempo). Como consecuencia, la variación del voltaje colector-emisor (es decir, la derivada de tiempo del voltaje colector-emisor, ver ( $V_{CE V}$ ) y ( $V_{CE V}'$ )) puede ser controlada para que sea la misma en cualquier proceso durante la segunda fase.

La duración del intervalo [ $t_1$ ;  $t_2$ ] puede ser, por ejemplo, del orden de 1 a 5 microsegundos. Utilizando un reloj digital que opera a la frecuencia de reloj estándar, se pueden determinar las variaciones del intervalo de tiempo con gran precisión. En el sector de los convertidores utilizados para aplicaciones de alta potencia, tal como proporcionar energía para motores de vehículos de tracción ferroviaria, la resolución medida de la corriente de válvula puede encontrarse, por ejemplo, entre 10 y 50 A para valores de válvula del orden de 200 a 5000 A.

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento de maniobra de una válvula electrónica que tiene un electrodo de control (puerta G) aislado eléctricamente, que puede ser utilizado para controlar la conmutación de la válvula (4), en particular un procedimiento de funcionamiento de un Transistor Bipolar de Puerta Aislada (IGBT), en el que:

- cuando la válvula (4) está completamente abierta se pone en marcha un proceso de cierre de la válvula (proceso de cierre);

10 - la magnitud de una carga (carga de puerta), que es transportada por la puerta (G), es retirada de la puerta (G) hasta que queda afectado el estado operativo de la válvula (4);

- la magnitud retirada de la carga de la puerta es medida; y

15 - se controla el proceso de cierre y/o un proceso de cierre en un ciclo consecutivo de cierre y apertura repetido de la válvula, dependiendo de la magnitud medida.

20 2. Procedimiento de maniobra de una válvula electrónica que tiene un electrodo de control (puerta G) aislado eléctricamente, que puede ser utilizado para controlar la conmutación de la válvula 4, en particular un procedimiento de funcionamiento de un Transistor Bipolar de Puerta Aislada (IGBT), en el que:

- cuando la válvula (4) está completamente abierta se pone en marcha un proceso de cierre de la válvula (proceso de cierre);

25 - la magnitud de una carga (carga de puerta), que es transportada por la puerta (G), es retirada de la puerta (G) hasta que queda alcanzado el estado operativo de la válvula (4);

- un intervalo de tiempo durante el cual la magnitud de la carga de puerta retirada de la puerta es medida; y

30 - el proceso de cierre y/o el proceso de cierre de un ciclo consecutivo de cierre y apertura repetidas de la válvula es controlado dependiendo del intervalo de tiempo medido.

35 3. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la magnitud de la carga de puerta o el intervalo de tiempo es medido durante o para una fase inicial del proceso de cierre, de manera que una segunda fase (t2, t3) sigue a la fase inicial (t1; t2) del mismo proceso de cierre y en el que una corriente de descarga que descarga la puerta (G) en la segunda fase del proceso de cierre disminuye en comparación con otros procesos de cierre de la válvula (4) cuando se ha medido un valor más elevado de la carga de puerta y viceversa.

40 4. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el inicio del intervalo de tiempo (t2; t2) está definido por un punto de tiempo (t1) cuando una unidad de control de válvula (3) recibe una unidad de control que pone en marcha el inicio del proceso de cierre.

45 5. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el intervalo de tiempo termina cuando tiene lugar un evento predeterminado, y en el que la presencia de dicho evento es detectada por una unidad de control de válvula (3) que controla la descarga de la puerta (G).

50 6. Procedimiento, según la reivindicación anterior, en el que la carga transportada por la puerta (G) es saturada al inicio del intervalo de tiempo (t1; t2) y en el que el intervalo de tiempo (t1; t2) termina cuando la carga transportada por la puerta (G) es desaturada.

7. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el intervalo de tiempo (t1; t2) termina cuando el voltaje de colector-emisor de la válvula (4), que aumenta durante el proceso de cierre, alcanza un valor umbral predeterminado.

55 8. Procedimiento de medición de una corriente (corriente de válvula) que es transportada por una válvula electrónica (4) que tiene un electrodo de control aislado eléctricamente (puerta G) que puede ser utilizado para controlar la conmutación de la válvula (4), en particular de un Transistor Bipolar de Puerta Aislada (IGBT), en el que:

60 - cuando la válvula (4) está completamente abierta se pone en marcha un proceso de cierre de la válvula (proceso de cierre);

- la magnitud de una carga (carga de puerta), que es transportada por la puerta (G), es retirada de la puerta (G) hasta que queda afectado el estado operativo de la válvula (4);

65 - la magnitud retirada de la carga de la puerta es medida; y

- la corriente de válvula (IV) es determinada dependiendo de la magnitud medida.

## ES 2 329 177 T3

9. Procedimiento de medición de una corriente (corriente de válvula) que es transportada por una válvula electrónica (4) que tiene un electrodo de control aislado eléctricamente (puerta G) que puede ser utilizado para controlar la conmutación de la válvula (4), en particular de un Transistor Bipolar de Puerta Aislada (IGBT), en el que:

- 5 - cuando la válvula (4) está completamente abierta se pone en marcha un proceso de cierre de la válvula (proceso de cierre);
- la magnitud de una carga (carga de puerta), que es transportada por la puerta (G), es retirada de la puerta (G) hasta que queda alcanzado el estado operativo de la válvula (4);
- 10 - un intervalo de tiempo durante el cual la magnitud de la carga de puerta retirada de la puerta es medida; y
- la corriente de válvula (IV) es determinada dependiendo del intervalo de tiempo.

15 10. Disposición para la medición de una corriente (corriente de válvula) que es transportada por una válvula electrónica (4) que tiene un electrodo de control aislado eléctricamente (puerta G) que puede ser utilizado para controlar la conmutación de la válvula (4), en particular de un Transistor Bipolar de Puerta Aislada (IGBT), en el que el dispositivo comprende:

- 20 - una unidad de descarga (18) que comprende un contacto a conectar con la puerta (G) y que está adaptado para activar una corriente de descarga (IG) procedente de la puerta;
- una unidad de medición (19) que está adaptada para medir una magnitud de una carga (carga de puerta) que es retirada de la puerta (G) hasta que el estado operativo de la válvula (4) queda afectado;
- 25 - una unidad de puesta en marcha (19) que está adaptada para iniciar la medición de dicha magnitud cuando la válvula se encuentra completamente abierta;
- una unidad de paro (14, 19) que está adaptada para interrumpir la medición de dicha magnitud cuando tiene lugar un evento predeterminado.
- 30

35 11. Disposición para la medición de una corriente (corriente de válvula) que es transportada por una válvula electrónica (4) que tiene un electrodo de control aislado eléctricamente (puerta G) que puede ser utilizado para controlar la conmutación de la válvula (4), en particular de un Transistor Bipolar de Puerta Aislada (IGBT), en el que el dispositivo comprende:

- una unidad de descarga (18) que comprende un contacto a conectar con la puerta (G) y que está adaptado para activar una corriente de descarga (IG) procedente de la puerta;
- 40 - una unidad de medición (19) que está adaptada para medir un intervalo de tiempo durante el cual la magnitud de carga de la puerta es retirada de la puerta;
- una unidad de puesta en marcha (19) que está adaptada para iniciar la medición del intervalo de tiempo cuando la válvula se encuentra completamente abierta;
- 45 - una unidad de paro (14, 19) que está adaptada para interrumpir la medición del intervalo de tiempo se ha alcanzado un estado operativo predeterminado de la válvula (4).

50 12. Disposición, según la reivindicación anterior, que comprende una unidad (3) de control de válvulas que comprende la unidad de medición (19) o que está conectada a la unidad de medición, y en el que la unidad de control de válvulas (3) está adaptada para controlar un proceso de cierre de la válvula (4) al controlar la descarga adicional de la puerta (G) dependiendo del resultado de la medición llevada a cabo por la unidad de medición (19).

55 13. Disposición, según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la unidad de medición (19) comprende una unidad de medición de tiempo que está adaptada para determinar, como mínimo, el final del intervalo de tiempo durante el cual la magnitud de carga de puerta es retirada de la puerta (G).

60 14. Disposición (1) de funcionamiento de un convertidor que comprende la disposición de una de las anteriores reivindicaciones, en la que el convertidor (3, 4) comprende una serie de válvulas electrónicas (4) que son conectadas y desconectadas repetidamente durante el funcionamiento del convertidor (3, 4) a efectos de llevar a cabo una conversión, en particular una conversión de una corriente continua a una corriente alterna y/o viceversa y en el que una salida de la unidad de medición (19) está conectada a un dispositivo (5) del control del convertidor que está conectado a cada una de una serie de unidades (3) de control de válvula y que está adaptado para controlar el funcionamiento de la serie de unidades (3) de control de válvula, haciendo funcionar de esta manera el convertidor (3, 4).

65 15. Disposición, según la reivindicación anterior, en la que cada una de las unidades de control de válvula (3) comprende la unidad de medición (19).

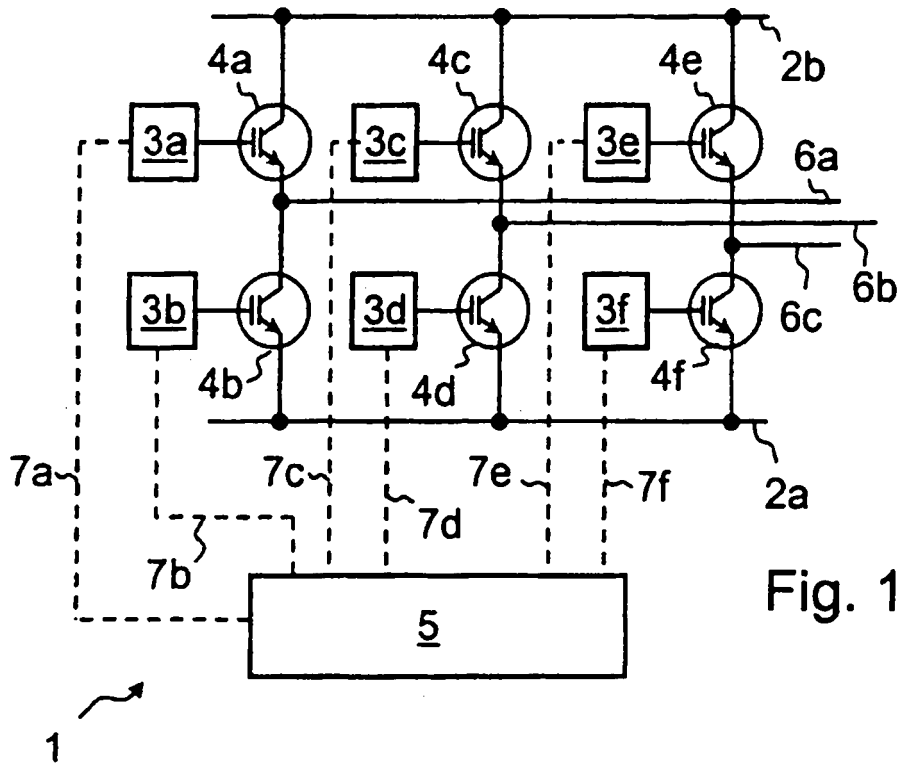


Fig. 1

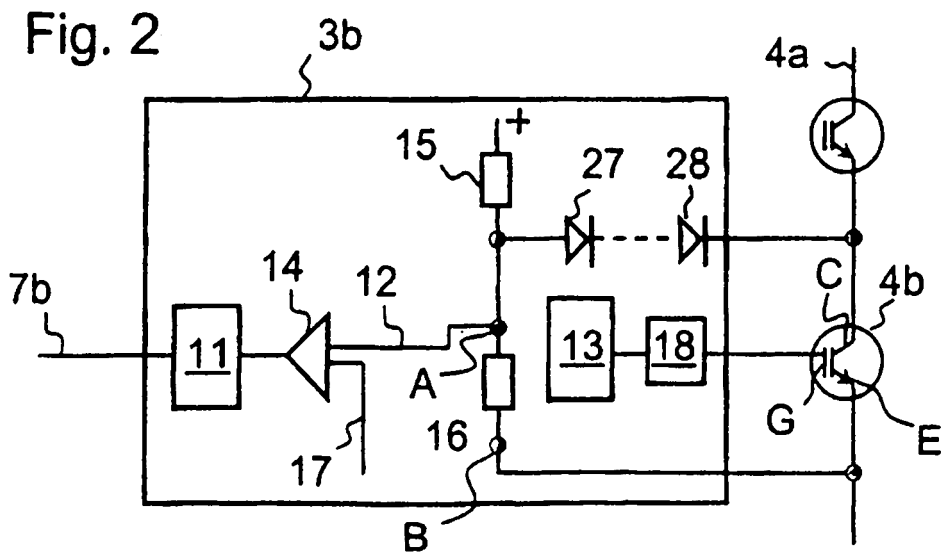


Fig. 2

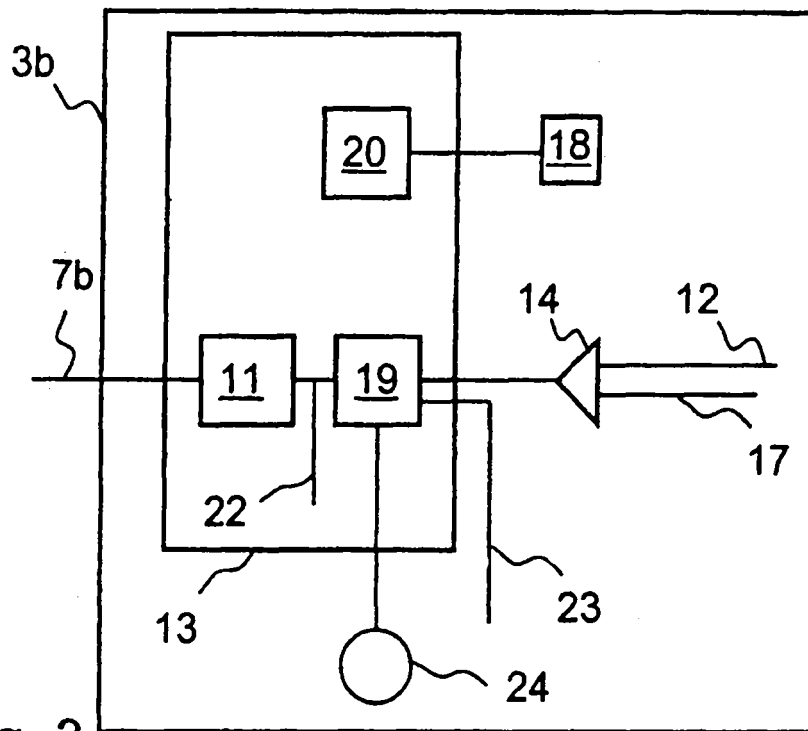


Fig. 3

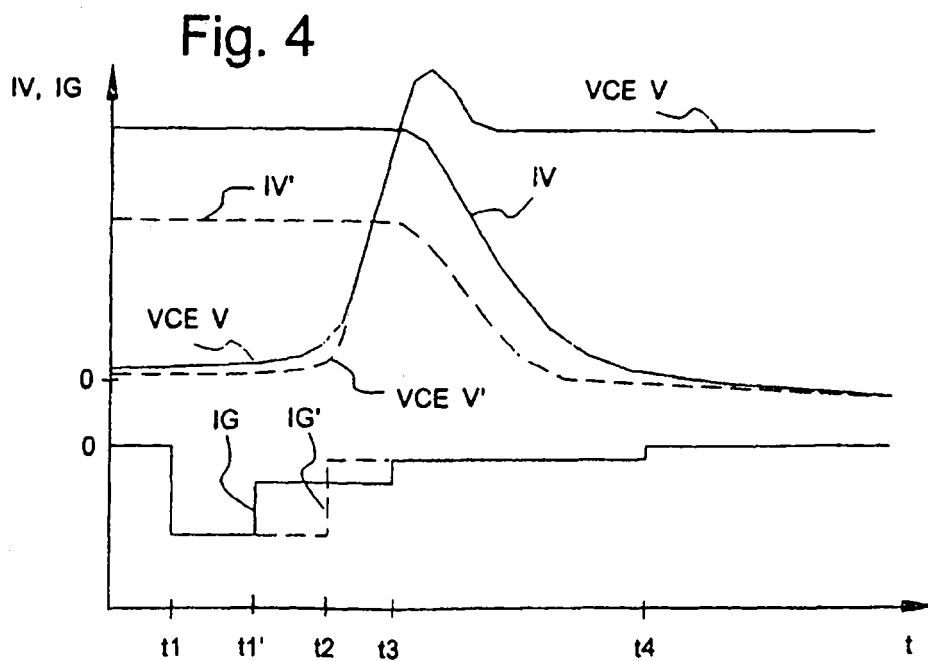


Fig. 4