

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 407 846**

51 Int. Cl.:

H03K 17/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.08.2005 E 05773156 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2013 EP 1779512**

54 Título: **Procedimiento para accionar una válvula electrónica**

30 Prioridad:

12.08.2004 GB 0417930

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

14.06.2013

73 Titular/es:

**BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH
(100.0%)
SCHÖNEBERGER UFER 1
10785 BERLIN, DE**

72 Inventor/es:

BELWON, WALDEMAR, A.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 407 846 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

Procedimiento para accionar una válvula electrónica

5 La invención se refiere a un procedimiento de accionamiento de una válvula electrónica, en particular una válvula adaptada para utilizarla en un convertidor de alta potencia tal como un transistor bipolar de puerta aislada (IGBT), en el que un proceso de cambio de un estado de carga de un electrodo de control de la válvula se realiza repetidamente de una manera similar. Más particularmente, la invención se refiere a convertidores que comprenden válvulas de este tipo, por ejemplo para la distribución de energía eléctrica a un motor de accionamiento de un vehículo de tracción ferroviario. Adicionalmente, la invención se refiere a una instalación correspondiente para el accionamiento de la válvula electrónica.

10 El control de válvulas mediante la utilización de señales de impulso generadas por un dispositivo de control es muy conocido en la técnica. En particular, un primer borde de una señal de impulso inicia un proceso de conexión de por lo menos una de las válvulas y un segundo borde de la señal impulso inicia un proceso de desconexión de la válvula o de las válvulas. El primer borde puede estar definido por un incremento a modo de escalón de una tensión desde un bajo potencial hasta un alto potencial en una entrada de la señal de control de un circuito excitador, o, en el caso de un impulso ligero, por una transición desde oscuridad a iluminado en una entrada de señal de control. El segundo borde puede estar definido por una disminución a modo de escalón de la tensión desde un alto potencial hasta un bajo potencial en la entrada de la señal de control o por una transición desde iluminado a oscuridad en la entrada de la señal de control. En particular, el inicio de un proceso de conmutación causa un flujo de corriente hacia o desde el electrodo de control (por ejemplo, la puerta) de la válvula, por lo que el electrodo de control es cargado o descargado y, como resultado, se capacita o se impide un flujo de corriente a través de la válvula. Sin embargo, la invención, la cual será descrita más adelante en este documento, también puede ser aplicada en conexión con otras formas de realización de la iniciación o del control del proceso de conmutación.

25 En los últimos tiempos, las tensiones colector-emisor de los transistores bipolares de puerta aislada han incrementado significativamente. Por ejemplo, se ha hecho posible conmutar tensiones de algunos miles de voltios, por ejemplo tensiones variando entre 3300 o 6500 V. Como resultado, la tarea de la reducción de las pérdidas de conmutación ha ganado significancia, particularmente, en cuanto concierne a los transistores bipolares de puerta aislada, los cuales se utilizan en convertidores. La velocidad de conmutación es un factor importante el cual se tiene que tener en cuenta para diversas cantidades, tales como las propiedades individuales del transistor bipolar de puerta aislada, la temperatura de funcionamiento, el nivel de la tensión que se va a conmutar, en nivel de la corriente que fluye a través de la válvula y cualquier falta de precisión de un dispositivo de excitación para excitar una corriente eléctrica hacia o desde el electrodo de control. Si una válvula, conectada en serie a otra válvula se conmuta demasiado rápido, puede ocurrir un cortocircuito. Si la velocidad de conmutación no puede ser controlada con precisión, será por lo tanto necesario reducir la velocidad del proceso de conmutación.

40 El documento CA 2456681 A1 revela un proceso de control para mandar la abertura o el cierre de un componente de potencia electrónico, en el que el proceso de mandato comprende una pluralidad de etapas para controlar la aplicación de una sucesión de diferentes tensiones de conmutación en un electrodo de control de dicho componente entre el instante en el que empieza el proceso del mandato y el instante en el que debe detenerse la abertura o el cierre del componente de potencia electrónico, el paso de una etapa a la etapa siguiente es el proceso de mandato que está siendo efectuado automáticamente tan pronto como se satisface la condición correspondiente de paso. El proceso de control comprende las siguientes etapas: (a) leer la válvula de por lo menos un parámetro funcional característico de la reacción del componente de potencia electrónico en respuesta a la aplicación sucesiva de dichas tensiones de conmutación, (b) verificar, gracias a la lectura de los valores, si esta reacción del componente de potencia electrónico se produce en un tiempo otorgado previamente, (c) si es así, permitir dicho que proceso de mandato continúe normalmente, y (d) si no es así, interrumpir dicho proceso de mandato e inmediatamente disparar un proceso para salvaguardar la integridad del componente de potencia electrónico.

50 El documento US 5,107,190 revela un medio y un procedimiento para amplificadores de potencia para reducir la energía transitoria disipada en ellos. Está provisto un aparato electrónico para excitar una carga, que comprende un amplificador de potencia provisto de una salida para el acoplamiento a la carga, medios de excitación acoplados a la entrada del amplificador para proporcionar corriente al mismo durante una primera parte de una señal repetitiva (por ejemplo, cuando el amplificador está conectado) medios de muestreo acoplados a la salida del amplificador para medir la salida del amplificador durante una segunda parte de la señal repetitiva que sigue a la primera parte de la misma (por ejemplo, cuando el amplificador está siendo desconectado) y medios de retroalimentación acoplados a los medios de muestreo para regular la corriente provista al amplificador durante la primera parte de una ocurrencia subsiguiente de la señal repetitiva en respuesta a la salida muestreada.

60 Según una forma de realización de una instalación de amplificador de potencia, la salida del amplificador es muestreada cerca o durante un intervalo de conmutación durante o al final de un intervalo de almacenaje de carga cuando el amplificador es desconectado. Una señal proporcional a la salida muestreada es retroalimentada para ajustar la cantidad de energía, corriente o carga que está siendo suministrada al amplificador cuando el amplificador está conduciendo o se convierte en conductor.

65

El artículo "Control predictivo que hace máximo el rendimiento de un rectificador síncrono", por Steve Mappus, publicado en Tecnología de la electrónica de potencia, mayo 2003, revela una técnica de control - excitación digital que optimiza los retrasos de la conexión y la desconexión de diferentes transistores de efecto de campo metal - oxido - semiconductor (MOSFET) en rectificadores síncronos. Utiliza un sistema de retroalimentación de bucle cerrado para detectar la conducción cuerpo - diodo y ajusta continuamente los retrasos de tiempo muerto para minimizar el intervalo del tiempo de conducción. El tiempo muerto entre la desconexión de un conmutador principal y la conexión del rectificador síncrono se adapta. El tiempo muerto es el tiempo entre la desconexión del transistor de efecto de campo metal - oxido - semiconductor del conmutador principal y la conexión del otro transistor de efecto de campo metal - oxido - semiconductor.

Existen diferentes enfoques para realizar el proceso de control para la conmutación de la conexión y desconexión de la válvula. Todos estos enfoques pueden ser realizados en conexión con la invención, la cual se describirá más adelante en este documento. Por ejemplo, una fuente de tensión con una tensión que se puede controlar puede ser utilizada en combinación con una resistencia, colocada en una conexión eléctrica entre la fuente de tensión y el electrodo de control de la válvula. Según otro enfoque, se puede utilizar un amplificador de tensión con pendientes de la tensión previamente programadas. Adicionalmente, puede estar provisto un amplificador de la fuente de corriente con niveles previamente programados de la corriente hacia o desde el electrodo de control. En cualquier caso, el proceso de conmutación de conexión de la válvula o de conmutación de la desconexión de la misma puede ser dividido en una pluralidad de zonas horarias, en el que la tensión de la fuente de tensión, la pendiente de la tensión y el amplificador de la tensión o el nivel de la corriente del amplificador de la fuente de corriente difieran de una zona horaria a otra zona horaria. La zona horaria respectiva se termina mediante un evento, tal como el evento en el que la tensión de la puerta-emisor de un transistor bipolar de puerta aislada alcance un nivel definido previamente.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento y una instalación de la clase indicada antes en este documento mediante el cual sea posible controlar la ejecución repetida del proceso de conmutación de la válvula con precisión a fin de permitir una rápida ejecución del proceso de conmutación con pérdidas pequeñas.

La presente invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

Se propone definir un estado de accionamiento específico de la válvula, estado de accionamiento el cual puede ser alcanzado por el cambio de un estado de carga de un electrodo de control de la válvula y supervisar si el estado de accionamiento específico se alcanza en un punto previamente determinado en el tiempo. Por ejemplo, el punto previamente determinado en el tiempo se puede determinar previamente mediante un intervalo de tiempo de una duración establecida. El punto de arranque de un intervalo de tiempo de este tipo puede estar definido por la recepción de una señal de control en un conjunto de control para controlar el proceso del cambio del estado de carga del electrodo de control, en el que proceso se inicia a la recepción de la señal de control o un periodo de tiempo de una duración previamente determinada después de la recepción.

Se propone definir un estado de accionamiento específico de la válvula, estado de accionamiento el cual puede ser alcanzado por el cambio de un estado de carga de un electrodo de control de la válvula y supervisar si el estado de accionamiento específico se alcanza en un punto previamente determinado en el tiempo. Por ejemplo, el punto previamente determinado en el tiempo se puede determinar previamente mediante un intervalo de tiempo de una duración establecida. El punto de arranque de un intervalo de tiempo de este tipo puede estar definido por la recepción de una señal de control en un conjunto de control para controlar el proceso del cambio del estado de carga del electrodo de control, en el que proceso se inicia a la recepción de la señal de control o un periodo de tiempo de una duración previamente determinada después de la recepción.

Alternativamente, el intervalo de tiempo puede empezar en el momento en el que la válvula alcanza un segundo estado de accionamiento específico. Por ejemplo, el segundo estado de accionamiento específico puede estar definido por una primera tensión específica (baja) del colector - emisor y el primer estado de accionamiento específico (el cual se alcanza después del segundo estado de accionamiento específico) puede estar definido por una segunda tensión específica del colector - emisor la cual es más alta que la primera tensión específica del colector - emisor. Son posibles otras definiciones del estado de accionamiento específico primero o segundo. Por ejemplo, el segundo estado de accionamiento específico (o un evento correspondiente) puede estar definido mediante el alcance de un umbral negativo de la tensión del emisor (principal) - emisor (kelvin), que indica el principio de la reducción de la corriente.

Preferiblemente, la duración del intervalo de tiempo puede estar fijada por todos los procesos similares de cambio del estado de carga de la válvula, en el que cada uno de los procesos similares se realiza en una de una pluralidad de procedimientos consecutivos de conexión o de desconexión de la válvula.

Adicionalmente, se propone lo siguiente: un procedimiento de accionamiento de una válvula electrónica, en particular una válvula adaptada para utilizarla en un convertidor de alta potencia, en el que

- se realiza repetidamente un proceso de cambio del estado de carga de un electrodo de control, en particular de una puerta aislada de la válvula,

5 - para la ejecución del proceso, se determina si se alcanza un estado de accionamiento específico en un punto previamente determinado en el tiempo y se obtiene un resultado de la determinación correspondiente y

- el proceso del cambio del estado de carga se adapta para una futura ejecución del proceso utilizando el resultado de la determinación.

10 Una instalación para el accionamiento de una válvula electrónica puede comprender:

- un dispositivo excitador adaptado para excitar una corriente eléctrica hacia o desde un electrodo de control de la válvula,

15 - un dispositivo de determinación adaptado para determinar si un estado de accionamiento específico de la válvula se ha alcanzado en un punto previamente determinado en el tiempo y adaptado para obtener un resultado de la determinación correspondiente, y

20 - un conjunto de control para controlar repetidamente un proceso de cambio de un estado de carga del electrodo de control de la válvula a fin de conectar o desconectar la válvula, en el que el conjunto de control está conectado al dispositivo de determinación o en el que comprende el dispositivo de determinación y en el que el conjunto de control está adaptado para realizar una futura ejecución del proceso de cambio del estado de carga del electrodo de control mediante el control del dispositivo excitador de una manera correspondiente, teniendo en cuenta el resultado de la determinación.

25 La válvula electrónica puede ser cualquier válvula cuyo proceso de conmutación pueda ser controlado ajustando directamente o indirectamente la corriente hacia o desde el electrodo de control. Son ejemplos: los transistores bipolares de puerta aislada (IGBT) y los transistores de efecto de campo metal - oxido – semiconductor (MOSFET), o más generalmente hablando, válvulas que tengan un electrodo de control aislado (puerta). Sin embargo, se prefieren los transistores bipolares de puerta aislada para aplicaciones de alta potencia, tales como convertidores utilizados para proporcionar energía eléctrica a consumidores de potencia como motores de accionamiento o máquinas industriales.

30 El estado de accionamiento específico se tiene que entender como un estado en el cual por lo menos una cantidad, en particular una cantidad eléctrica (tal como la tensión del colector - emisor, la tensión de la puerta - emisor, la corriente del colector o una derivada) cumple una condición definida, por ejemplo un estado en el cual la cantidad es igual a un valor definido.

35 Estrategias para la optimización del proceso de conmutación han sido reveladas en detalle en muchas publicaciones antes de la invención. Con la invención, es posible ahora optimizar el procedimiento de conmutación de un modo simple, pero altamente eficaz. La velocidad de conmutación de la válvula se puede controlar con precisión mediante la supervisión de si el estado de accionamiento específico se alcanza o no en un punto previamente determinado en el tiempo.

40 Con la invención, los procesos repetidos de carga o descarga se pueden controlar de una manera particularmente estable, ya que la determinación de si se ha alcanzado el estado de accionamiento específico en el punto previamente determinado en el tiempo, o la adaptación del proceso de cambio del estado de carga, puede ser realizado mediante procesamiento de datos digitales (el cual se realiza en la forma de realización más preferida de la invención). Comparado con un procesamiento de datos analógicos, existe mucha menos sensibilidad al ruido o las interferencias.

45 Adicionalmente, el proceso del cambio del estado de carga se corrige teniendo en cuenta el resultado de la determinación. Por ejemplo, la corriente hacia o desde el electrodo de control (por ejemplo, la corriente de la puerta) se incrementa si el estado de accionamiento específico (el cual depende del nivel con la altura de la corriente) se alcanza demasiado tarde.

50 Con la invención, se puede realizar una autocorrección del proceso particularmente resistente: este proceso no depende directamente del resultado de la determinación, lo que sería el caso cuando una desviación entre el estado de accionamiento real y el estado de accionamiento específico (deseado) (por ejemplo, una desviación de la tensión) es retroalimentada en un bucle de control convencional a fin de regular el proceso dependiendo de la extensión de la desviación. En particular si se utiliza una señal analógica correspondiente (la cual es típica para el propósito de control convencional), el proceso se hace dependiente del estado de accionamiento y de las propiedades físicas de cualquier dispositivo el cual se utilice para determinar o retroalimentar la señal analógica. Como resultado, el propio proceso se hace dependiente de las propiedades del dispositivo y de las condiciones que varían. Adicionalmente, el proceso de control es sensible al ruido y a la interferencia. En contraste con esto, es posible ajustar el proceso de una manera la cual se describirá con más detalle y la cual utiliza el resultado de la determinación meramente como

un resultado "si o no": si el estado de accionamiento específico se ha alcanzado o no. Sin embargo, modificaciones de este enfoque están dentro del ámbito de la invención así mismo. Por consiguiente, el proceso se puede controlar con más precisión respecto a los límites que se pueden permitir y, como un beneficio, se pueden reducir las pérdidas de conmutación. En otras palabras: la válvula puede ser accionada con seguridad dentro de la gama de los límites permisibles (por ejemplo, la tensión pico, la derivada del tiempo de la tensión, la derivada del tiempo de la corriente transportada por la válvula) aunque las pérdidas de conmutación sean bajas. Adicionalmente, un accionamiento seguro evita que la válvula (y, por ejemplo, un convertidor que pueda incluir la válvula) se destruyan.

Según una forma de realización preferida, el proceso (y por lo tanto la zona horaria, si es aplicable) se termina en o antes del punto previamente determinado en el tiempo. Como resultado, es posible evaluar el resultado de la determinación y adaptar el proceso para una ejecución futura, por ejemplo para la ejecución subsiguiente. En todos los casos, la temporización del proceso y el punto previamente determinado en el tiempo preferiblemente están en una relación fija, de modo que el resultado de la determinación comprende información fiable de cómo adaptar el proceso. En la forma de realización más preferida, el proceso tiene una duración fija y existe una diferencia en el tiempo fija (la cual puede ser cero) entre el momento del final del proceso y el punto previamente determinado en el tiempo.

Puesto que la adaptación del proceso se basa en el punto previamente determinado en el tiempo, el proceso puede ser realizado casi independientemente de las condiciones de accionamiento. Esto se aplica particularmente a las condiciones de accionamiento las cuales influyen en la velocidad de conmutación (como se ha mencionado antes en este documento), en tanto en cuanto el punto previamente determinado en el tiempo pueda ser determinado con precisión. En particular, se puede utilizar el reloj así como un generador de señal de reloj para un dispositivo de lógica, el cual se adapta para controlar un accionamiento de la válvula y, opcionalmente, controlar tareas funcionales adicionales, tales como el accionamiento de válvulas adicionales de un convertidor o el accionamiento del convertidor completo, o por lo menos subsistemas del convertidor. Por ejemplo, los dispositivos de lógica de módem tales como los dispositivos de lógica programables complejos (CPLD) o las matrices de puerta programables por campo (FPGA) pueden ser utilizados como el dispositivo de lógica. Estos dispositivos de lógica requieren un generador de señal de reloj, el cual es accionado a una alta precisión, por ejemplo a una precisión de por lo menos 100 ppm (= 0,01%). Una precisión tan alta de este tipo generalmente es suficiente para la determinación del punto previamente determinado en el tiempo.

Adicionalmente, no es necesario utilizar un reloj de tiempo real para la determinación del punto previamente determinado en el tiempo. En cambio, es posible, por ejemplo, contar señales de reloj del generador de señal de reloj disparadas por una señal de disparo. Por ejemplo, la señal de disparo puede ser una señal la cual inicia la conexión o la desconexión de la válvula.

Preferiblemente, el proceso es uno de una pluralidad de procesos consecutivos para ser realizados a fin de cambiar el estado de carga del electrodo de control, en particular a fin de conectar o desconectar la válvula. Por ejemplo, es posible definir un estado de accionamiento específico para más de uno de los procesos y a continuación realizar el procedimiento de la invención para estos procesos. Por lo tanto, estos procesos se pueden adaptar separadamente. Por ejemplo, la corriente hacia o desde el electrodo de control se puede ajustar separadamente para estos procesos diferentes (zonas horarias). Adicionalmente, el resultado de la determinación se puede obtener para cada uno de una multiplicidad de procedimientos consecutivos de conexión o de desconexión de la válvula.

En particular cuando el resultado de la determinación se obtiene mediante procesamiento de datos digitales, se prefiere definir un intervalo de tiempo de tolerancia, en el que el punto previamente determinado en el tiempo está dentro del intervalo de tiempo de tolerancia. En este caso, se determina que el estado de accionamiento específico se alcanza en el punto previamente determinado en el tiempo si el estado de accionamiento específico se alcanza dentro del intervalo de tiempo de tolerancia. En otras palabras: se decide que no existe la necesidad de adaptar el proceso del cambio del estado de carga si el estado de accionamiento específico se alcanza dentro de los límites del intervalo de tiempo de tolerancia.

A título de ejemplo, la adaptación del proceso de cambio del estado de carga se describe con más detalle en lo que sigue a continuación. Preferiblemente, por lo menos una cantidad (en particular una corriente eléctrica hacia o desde el electrodo de control o una pendiente de la tensión de una fuente de tensión se utiliza para excitar la corriente eléctrica) se puede ajustar a fin de adaptar el proceso, en el que la por lo menos una cantidad se ajusta de forma correspondiente al resultado de la determinación.

A fin de iniciar el accionamiento de la válvula (en particular cuando se conecta por primera vez después un periodo sin trabajar) con un valor definido de la por lo menos una cantidad y a fin de evitar interferencias, se escoge un valor inicial de la por lo menos una cantidad de modo que:

- una velocidad de cambio de una tensión eléctrica en la válvula, o en un circuito excitador para controlar un accionamiento de la válvula, en particular una tensión puerta-emisor,
- esta tensión eléctrica o,

- una velocidad de cambio de una corriente eléctrica que fluye a través de la válvula

5 esté o estén dentro de límites específicos, en particular no superiores a un límite. Preferiblemente, el valor inicial se puede escoger de modo que los límites no se excedan para las condiciones de trabajo las menos favorables de la válvula (por ejemplo, la temperatura de funcionamiento más baja posible, el nivel más alto posible de la tensión que se va a conmutar, el nivel más bajo posible de la corriente que fluye a través de la válvula).

10 En particular, un ajuste de la cantidad se realiza si el estado de accionamiento específico no se alcanza dentro del intervalo de tiempo de tolerancia durante por lo menos una ejecución del proceso.

15 Se prefiere ajustar la por lo menos una cantidad mediante una cantidad pequeña, en particular mediante una cantidad tan pequeña que un ajuste individual no tenga un efecto negativo en el accionamiento de la válvula durante el siguiente proceso de conmutación, incluso aunque el ajuste se realice por error (por ejemplo, debido a interferencias o ruido). En particular, la cantidad es tan pequeña que la válvula puede ser accionada con seguridad dentro de una gama de límites que se pueden permitir (por ejemplo, tensión pico, derivada del tiempo de la tensión, derivada del tiempo de la corriente transportada por la válvula) durante la siguiente operación de conmutación de la válvula. La idea tras esta forma de realización es hacer particularmente estable la adaptación del proceso. Un pequeño ajuste puede no resultar en un estado de accionamiento el cual sea significativamente diferente del estado de accionamiento antes del ajuste.

20 Pequeños ajustes pueden conducir a una adaptación ralentizada del proceso. Puede ser necesario realizar una pluralidad de ajustes (por ejemplo, entre procesos de conmutación consecutivos) por una pequeña cantidad a fin de alcanzar el estado de accionamiento específico a tiempo. Sin embargo, puesto que la válvula típicamente se conecta y se desconecta a frecuencias de algunos 100 de hercios o algunos kilohercios, para muchas aplicaciones, y puesto que las condiciones de accionamiento, tales como la temperatura y la tensión que se van a conmutar (por ejemplo, la tensión colector - emisor) no cambian rápidamente, una adaptación lenta es suficiente y no conduce a unas elevadas pérdidas de conmutación globales. En cambio, debido a la adaptación estable y precisa, es posible accionar la válvula cerca de la situación de accionamiento óptima, esto es la situación con las pérdidas de conmutación más pequeñas.

25 En particular, la por lo menos una cantidad puede ser ajustada mediante una cantidad previamente determinada o mediante una fracción previamente determinada del valor instantáneo de la cantidad (por ejemplo, una fracción la cual está en la gama de 0,1 hasta un 1% del valor instantáneo o una fracción de la cual está en la gama de 0,1 hasta el 1% del valor máximo de la por lo menos una cantidad), si el estado de accionamiento específico no se alcanza en el punto previamente determinado en el tiempo. Por ejemplo, la cantidad puede ser una corriente de carga o descarga la cual se mantiene constante durante una parte del proceso de carga o descarga. Si (a título de ejemplo) la corriente de carga máxima es 12 A, preferiblemente se pueden utilizar escalones de ajuste de 50 mA a fin de ajustar la corriente y a fin de alcanzar el estado de accionamiento específico en el punto previamente determinado en el tiempo.

35 Además o alternativamente, la por lo menos una cantidad puede ser cambiada a un valor seleccionado a partir de un conjunto previamente determinado de valores, en donde el valor se selecciona según el resultado de la determinación.

40 En todos los casos los cuales están descritos en los dos párrafos anteriores, la adaptación del proceso muestra un comportamiento "digital", puesto que el conjunto de posibles valores nuevos se limita a un número limitado de valores.

45 Adicionalmente, según la forma de realización más preferida de la invención, el nuevo valor de la por lo menos una cantidad, el cual se utiliza para realizar el siguiente proceso de cambio del estado de carga del electrodo de control, es directamente dependiente de dos factores únicamente: el valor anterior de la cantidad y el resultado de la determinación. Por lo tanto, el nuevo valor no está influido por ninguna retroalimentación analógica del estado de accionamiento de la válvula. En particular, para cada proceso de cambio del estado de carga la señal de control aplicada al electrodo de control está "determinada previamente", excepto para influencias del entorno de la válvula las cuales se pueden considerar como una constante.

50 Generalmente, no es absolutamente necesario utilizar un intervalo de tiempo de tolerancia cuando se realizan escalones de ajuste pequeños. Sin embargo, según una forma de realización de la invención, la por lo menos una cantidad se puede ajustar mediante una cantidad tan pequeña que, después del ajuste, el estado de accionamiento específico no se alcance más allá del intervalo de tiempo de tolerancia en la próxima ejecución siguiente del proceso. En otras palabras: el estado de accionamiento específico no será alcanzado después del intervalo de tiempo de tolerancia en la ejecución siguiente si fue alcanzado antes del intervalo de tiempo de tolerancia en la presente ejecución y viceversa.

65

Adicionalmente, se prefiere que la decisión de adaptar el proceso del cambio del estado de carga no dependa de un resultado de la determinación individual únicamente. En cambio, el resultado de la determinación se puede obtener para una pluralidad de ejecuciones (por ejemplo, cinco) del proceso y todos estos resultados de la determinación se tienen en cuenta. Por ejemplo, un grupo con un número fijo de ejecuciones consecutivas del proceso se evalúa para la decisión después de cada ejecución. Más particularmente, la decisión de ajustar el proceso se puede derivar únicamente si cada uno de los resultados de la determinación, los cuales han sido tenidos en cuenta, sugiere el ajuste (por ejemplo, el estado de accionamiento específico ha sido alcanzado demasiado tarde para todas las ejecuciones correspondientes del proceso).

En particular, el proceso se termina en un punto previamente determinado en el tiempo cambiando un valor de la por lo menos una cantidad como por ejemplo cambiando la corriente hacia o desde el electrodo de control.

Existen diferentes opciones para determinar si el estado de accionamiento específico se alcanza en un punto previamente determinado en el tiempo. Por ejemplo, una cantidad la cual es característica para un estado de accionamiento de la válvula puede ser evaluada en el punto previamente determinado en el tiempo y puede ser comparada con un valor de comparación a fin de determinar si el estado de accionamiento específico se alcanza en el punto previamente determinado en el tiempo.

Sin embargo, se prefiere definir un evento el cual puede ocurrir durante o después del proceso del cambio del estado de carga. En el mismo momento en el que ocurre el evento, se alcanza el estado de accionamiento específico. Por lo tanto, se propone determinar un segundo punto en el tiempo en el que ocurre el evento y evaluar si el segundo punto en el tiempo es anterior o posterior al punto previamente determinado en el tiempo. La adaptación del proceso no requiere una determinación del valor de la diferencia en el tiempo entre el segundo punto en el tiempo y el punto previamente determinado en el tiempo (es posible, sin embargo, utilizar esta información para la adaptación). En particular, si la adaptación se realiza mediante el ajuste de una cantidad mediante una cantidad previamente determinada o una fracción (como ha sido descrito antes en este documento, el único requisito será conocer si el segundo punto en el tiempo viene antes o después del punto previamente determinado en el tiempo. Como resultado, el proceso se puede adaptar de modo que el evento definido ocurrirá en el punto deseado (previamente determinado) en el tiempo, cuando el proceso sea ejecutado otra vez.

Una forma de realización correspondiente de la instalación propuesta antes en este documento comprende un dispositivo de determinación de un evento el cual está conectado al conjunto de control, en el que el dispositivo de determinación del evento está adaptado para determinar la ocurrencia de un evento previamente definido durante la carga o descarga del electrodo de control.

Adicionalmente, la presente invención incluye un convertidor para convertir una corriente, en particular para una aplicación de alta potencia tal como la provisión de energía eléctrica a un motor de accionamiento de un vehículo de tracción ferroviario. El convertidor comprende la instalación propuesta antes en este documento, en el que el convertidor puede ser accionado mediante la conexión y la desconexión repetidamente de la válvula y en el que la instalación y el electrodo de control están conectados uno al otro a través de una conexión para la descarga o la carga del electrodo de control.

Además, la presente invención incluye el dispositivo de lógica programable, que comprende el conjunto de control de la instalación propuesta antes en este documento en el que el dispositivo de lógica programable está adaptado para controlar el proceso del cambio del estado de carga del electrodo de control, según una de las formas de realización del procedimiento propuesto antes en este documento.

Formas de realización preferidas de la invención se describirán con mayor detalle con referencia al dibujo esquemático adjunto a título de ejemplo. Sin embargo la siguiente descripción no está pensada para limitar el ámbito de protección de la invención. En el dibujo, los mismos números de referencia se utilizan para piezas o conjuntos idénticos y para piezas o conjuntos con una función similar. Las figuras del dibujo muestran:

la figura 1 es una instalación según la forma de realización más preferida de la invención;

la figura 2 una instalación con un convertidor y una carga;

la figura 3 una corriente de la puerta con una función del tiempo durante un proceso de conexión de un transistor bipolar de puerta aislada; y

la figura 4 una corriente de la puerta como una función del tiempo durante un proceso de desconexión de un transistor bipolar de puerta aislada.

La figura 1 muestra un transistor bipolar de puerta aislada 18. La puerta aislada del transistor bipolar de puerta aislada 18 está indicada con el número de referencia 17, el colector con el número de referencia 20 y el emisor con el número de referencia 19. Un dispositivo de detección de eventos 16 para detectar la ocurrencia de eventos previamente determinados está conectado al emisor 19, al colector 20 y a la puerta 17. Considerando el transistor

bipolar de puerta aislada con más detalle, el transistor bipolar de puerta aislada comprende un emisor (principal) y un emisor (kelvin). Por lo tanto, también es posible determinar el estado de accionamiento específico mediante la observación de la tensión entre el emisor (principal) y el emisor (kelvin).

5 Está provisto un conjunto de control 10 para controlar procesos de conexión y desconexión del transistor bipolar de puerta aislada 18 (y opcionalmente por lo menos un transistor bipolar de puerta aislada adicional). El dispositivo de
 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65

El conjunto de control 10 puede ser un dispositivo de lógica programable. El transistor bipolar de puerta aislada 18 y válvulas electrónicas adicionales, pueden ser parte de un convertidor tal como el convertidor 21 representado en la figura 2, en donde el convertidor 21 está conectado a un circuito de suministro de energía (por ejemplo, un circuito intermedio de corriente continua) o a una red de suministro de energía 27 (por ejemplo, una red de corriente alterna de una fase de un sistema de ferrocarriles). Adicionalmente, el convertidor 21 está conectado a una carga 25 (por ejemplo, un motor de accionamiento de un vehículo de tracción ferroviario) y su funcionamiento está controlado por un dispositivo de control 23, el cual controla el accionamiento utilizando señales de modulación por ancho de impulsos (PWM), por ejemplo. En particular, señales de conmutación ópticas, que corresponden a las señales de modulación por ancho de impulsos, pueden ser transferidas a partir del dispositivo de control 23 hacia el convertidor de señal 14 a fin de disparar un proceso de conmutación para ser realizado por el conjunto de control 10.

El accionamiento de la instalación representada en la figura 1 será descrito en lo que sigue a continuación con referencia a las figuras 3 y 4. Cuando una señal de control óptica correspondiente es recibida en una entrada de señal 13 de convertidor de señal 14, la señal óptica se convierte a una señal eléctrica, por ejemplo elevando la tensión desde un nivel bajo a un nivel alto. La señal eléctrica es transferida a una entrada de señal 15 del conjunto de control 10. A la recepción de la señal de control (por ejemplo, cuando la tensión se eleva hasta el nivel alto) el conjunto de control 10 inicia un procedimiento de conexión del transistor bipolar de puerta aislada 18.

El procedimiento se divide en una pluralidad de zonas horarias (primera zona: desde el momento t_1 hasta el momento t_2 , segunda zona: desde el momento t_2 hasta el momento t_3 , tercera zona: desde el momento t_3 hasta el momento t_4 , cuarta zona: desde el momento t_4 hasta el momento t_5), en donde el conjunto de control 10 causa que el amplificador de corriente de la puerta 12 excite una corriente de la puerta I_G de una altura determinada constante en cada una de las zonas horarias. La altura o el nivel de la corriente de la puerta I_G en por lo menos algunas zonas del tiempo dependen de un procedimiento de corrección descrito en lo que sigue a continuación, en el que el procedimiento de corrección corresponde a una forma de realización preferida de la invención.

Por otra parte, las duraciones de las zonas horarias no dependen del procedimiento de corrección. En cambio, las duraciones se fijan para un estado de accionamiento determinado de la instalación representada en la figura 2. Por ejemplo, las duraciones se pueden adaptar, si la carga 25 es accionada de una manera diferente. En el ejemplo particular de la figura 3, la duración de la primera zona horaria es $1 \mu\text{s}$ más/menos 20 ns, la duración de la segunda zona horaria es $0,5 \mu\text{s}$ más/menos 20 ns, la duración de la tercera zona horaria es $0,3 \mu\text{s}$ más/menos 20 ns y la duración de la cuarta zona horaria es $1 \mu\text{s}$ más/menos 20 ns.

En una forma de realización alternativa, la duración de por lo menos una de las zonas horarias se puede ajustar como por ejemplo a fin de adaptar el accionamiento a condiciones de accionamiento modificadas o a fin de incrementar la seguridad o la precisión del proceso de conmutación reduciendo de ese modo las pérdidas de conmutación.

A fin de realizar el procedimiento de corrección y a fin de decidir si el nivel de la corriente de la puerta I_G se va a ajustar, el momento en el que ocurre un evento previamente definido se supervisa o registra. Por ejemplo, una señal correspondiente es transferida desde el dispositivo de detección de eventos 16 al conjunto de control 10 cuando ocurre el evento. El conjunto de control 10 determina si el evento ha ocurrido antes, en o después de un punto previamente determinado o definido en el tiempo. Si el evento no ocurre en el punto en el tiempo (o bien, opcionalmente, dentro de un periodo de tolerancia de la duración definida, que incluyen el punto en el tiempo), el conjunto de control 10 tanto ajusta el nivel de la corriente de la puerta I_G para una utilización futura en la misma zona horaria del siguiente proceso que sigue de conmutación de la válvula, como utiliza la información obtenida para decidir más tarde si se va a realizar una corrección de este tipo.

Por ejemplo, la corrección se puede realizar si el evento ocurre repetidamente demasiado pronto para las zonas horarias correspondientes de procesos de conmutación consecutivos. Por ejemplo, la corrección puede ser realizada únicamente si el evento ocurre demasiado tarde en un número previamente definido (por ejemplo, cinco) de procesos de conmutación consecutivos. Esto puede eliminar la influencia del ruido o de cualquier interferencia.

Las señales de reloj, las cuales son repetidamente transferidas desde el reloj de alta precisión 11 al conjunto de control 10, son utilizadas por el conjunto de control 10 a fin de determinar con precisión el punto definido en el tiempo. Por ejemplo, la señal de control la cual inicia el proceso de conmutación de la válvula 18, dispara al arranque de un procedimiento de cálculo para contar señales de reloj, en el que el punto previamente determinado en el tiempo corresponde a un número específico de señales contadas. Cuando el número de señales de reloj contadas es igual al número específico, ha llegado el punto definido en el tiempo y el conjunto de control 10 evalúa si el evento definido ha ocurrido antes o después del final de la zona horaria (opcionalmente más o menos el tiempo de tolerancia). Si el evento no ha ocurrido todavía (opcionalmente incluyendo el periodo de tiempo de tolerancia), se decide que el evento es demasiado tarde (no a tiempo).

Si el conjunto de control 10 decide que el proceso de carga o descarga de la puerta 17 se va a adaptar en por lo menos una de las zonas horarias, emite de salida una señal de control correspondiente al amplificador de corriente de la puerta 12, en el que la señal de control causa que el amplificador de corriente de la puerta 12 excite una corriente de la puerta en el nivel correspondiente corregido durante la respectiva zona horaria.

Adicionalmente, se prefiere corregir la altura de la corriente de la puerta I_G mediante escalones pequeños únicamente, por ejemplo por escalones menores o iguales al 1% de un valor por defecto de la corriente. El valor por defecto puede ser utilizado como un valor inicial al inicio de un accionamiento de la válvula, cuando todavía no ha sido realizado el proceso de corrección. Después de cada etapa de corrección, se verifica si la corriente es todavía demasiado alta (o demasiado bajas) antes de que se realice una etapa de corrección adicional.

La descripción del procedimiento de corrección se aplica a todas las zonas horarias del proceso de conmutación para las cuales se define un evento. En la primera zona horaria de un proceso de conmutación en el transistor bipolar de puerta aislada 18, la puerta 17 se carga previamente. El evento definido correspondiente es el evento en el que la tensión V_{GE} entre la puerta 17 y el emisor 19 alcanza un nivel de tensión definido, por ejemplo un nivel de tensión de 3 V. En la segunda zona se prepara el arranque real de un flujo de corriente (corriente de colector - emisor) a través del transistor bipolar de puerta aislada 18. El evento definido es el evento en el que ocurre un incremento de la corriente del colector - emisor por primera vez después de la primera zona horaria (o se detecta un incremento). Para la tercera zona horaria no está definido un evento. En la tercera zona horaria puede ser realizada una recuperación inversa de un diodo de rueda libre (no representado en la figura 1). El diodo se conecta en paralelo a un segundo transistor bipolar de puerta cerrada, en el que el segundo transistor bipolar de puerta aislada y el transistor bipolar de puerta aislada 18 pueden estar conectados en serie uno al otro. Por ejemplo, el segundo transistor bipolar de puerta aislada y el transistor bipolar de puerta aislada 18 pueden ser parte de un convertidor 21 y pueden ser utilizados para controlar una fase de una corriente alterna de tres fases. En la cuarta zona horaria la tensión V_{CE} entre el colector 20 y el emisor 19 se reduce. El evento definido es el evento en el que la tensión V_{CE} alcanza un nivel de tensión definido.

La figura 3 muestra tres señales que dependen del tiempo de S1, S2, S3, las cuales son transferidas desde el dispositivo de detección de eventos 16 al conjunto de control 10 y las cuales indican la ocurrencia de un evento correspondiente.

El incremento a modo de escalón de la señal S1 indica la ocurrencia del evento definido por la primera zona horaria. Como se representa la figura 3, el evento ocurre después del momento t_2 lo cual sugiere un incremento del nivel (la meseta) de la corriente de la puerta. La decisión de si el nivel está realmente incrementado o no puede depender de la señal S1 obtenida para ejecuciones adicionales del proceso de carga de la primera zona horaria. Una rutina correspondiente la cual es capaz de realizar la decisión se implanta en el conjunto de control 10.

El incremento a modo de escalón de la señal S2 indica la ocurrencia del evento, definido por la segunda zona horaria. Como se representa en la figura 3, el evento ocurre antes que el momento t_3 . Esto no necesariamente sugiere el ajuste (en este caso: la reducción) del nivel de la corriente de la puerta durante la segunda zona horaria, puesto que el evento definido por la primera zona horaria no ha ocurrido a tiempo. Existen diferentes modos de manejar esta situación. Según un primer enfoque, el momento de la ocurrencia del evento se compara con el momento t_3 , el momento final de la segunda zona horaria. Según un segundo enfoque, el momento de la ocurrencia del evento se compara con el momento de ocurrencia del evento definido por la primera zona horaria (cuando la señal S1 se eleva a un nivel de señal más alto), más la duración de la segunda zona horaria.

Se prefiere escoger los valores de arranque para las corrientes de la puerta en todas las zonas horarias de tal manera que todos los eventos ocurran demasiado tarde al principio del accionamiento de la válvula.

La reducción a modo de escalón de la señal S3 indica la ocurrencia del evento definida por la tercera zona horaria. Como se representa en la figura 3, el evento ocurre ligeramente después del momento t_5 .

La figura 4 muestra un procedimiento correspondiente de desconexión del transistor bipolar de puerta aislada 18. Como en el caso de la figura 3, existen cuatro zonas horarias con un nivel de corriente de la puerta constante, en el que está definido un evento y el nivel de la corriente de la puerta I_G se puede ajustar (como se indica mediante las líneas verticales cortas que apuntan hacia arriba y hacia abajo) en un procedimiento de corrección correspondiente

para tres de las zonas horarias. Tres señales que dependen del tiempo S4, S5 y S6 las cuales son transferidas desde el dispositivo de detección de eventos 16 al conjunto de control 10, indican la ocurrencia de los eventos correspondientes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento de accionamiento de una válvula electrónica (18), en particular una válvula adaptada para utilizarla en un convertidor de potencia, en el que:
- un proceso de cambio de un estado de carga de un electrodo de control (17) de la válvula (18), en particular de una puerta aislada, se realiza repetidamente, en el que el proceso es un proceso para ser realizado tanto para la conexión como la desconexión de la válvula,
 - para una ejecución del proceso, se determina si se ha alcanzado un estado de accionamiento específico en un punto previamente determinado en el tiempo y se obtiene un resultado de la determinación correspondiente, en el que el estado de accionamiento específico es un estado en el cual por lo menos una cantidad eléctrica cumple una condición previamente definida y caracterizado porque el proceso del cambio del estado de carga se adapta para una ejecución futura del proceso utilizando el resultado de la determinación.
- 10 2. El procedimiento de la reivindicación anterior en el que:
- dependiendo del resultado de la determinación, por lo menos una cantidad se ajusta a fin de adaptar el proceso del cambio del estado de carga, y
 - si el estado de accionamiento no se alcanza en el punto previamente determinado en el tiempo, la por lo menos una cantidad se ajusta mediante una cantidad previamente determinada o mediante una fracción previamente determinada del valor instantáneo de la cantidad y/o mediante una fracción previamente determinada de un valor máximo de la cantidad.
- 15 3. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que
- dependiendo del resultado de la determinación, por lo menos una cantidad se ajusta a fin de adaptar el proceso del cambio del estado de carga y
 - si el estado de accionamiento no se alcanza en el punto previamente determinado en el tiempo, la por lo menos una cantidad se cambia a un valor seleccionado a partir de un conjunto de valores previamente determinados, y
 - el valor se selecciona según el resultado de la determinación.
- 20 4. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que se calcula un nuevo valor de la por lo menos una cantidad, nuevo valor el cual es válido para la próxima ejecución siguiente del proceso de cambio del estado de carga del electrodo de control y en el que el nuevo valor se determina sin ambigüedad mediante un valor previo de la cantidad y mediante el resultado de la determinación.
- 25 5. El procedimiento de cualquiera de las tres reivindicaciones anteriores en el que la por lo menos una cantidad es una corriente eléctrica hacia o desde el electrodo de control (17).
- 30 6. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el proceso del cambio del estado de carga se va a realizar dentro de una pluralidad de zonas horarias de duraciones establecidas.
- 35 7. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que la válvula (18) comprende un colector, un emisor (principal) y un emisor (kelvin) y en el que el estado de accionamiento específico se determina mediante la observación de una tensión entre el colector y uno de los emisores así como la observación de una tensión entre el emisor (principal) y el emisor (kelvin).
- 40 8. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el proceso de cambio del estado de carga se adapta utilizando el resultado de la determinación de modo que la duración del cambio del estado de carga se mantiene dentro de una ventana de tiempos de una duración previamente determinada.
- 45 9. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el punto previamente determinado en el tiempo se determina previamente mediante un intervalo de tiempo de una duración establecida.
- 50 10. El procedimiento de la reivindicación 9 en el que proceso se inicia a la recepción de una señal de control en un conjunto de control (10) para controlar el proceso del cambio del estado de carga del electrodo de control (17) y en el que el intervalo de tiempo arranca en el momento de la recepción de la señal de control en el conjunto de control (10).
- 55 60

11. El procedimiento de la reivindicación 9 en el que el estado de accionamiento específico es un primer estado de accionamiento específico y en el que el intervalo de tiempo arranca en el momento en el que la válvula alcanza un segundo estado de accionamiento específico.
- 5 12. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el punto previamente determinado en el tiempo se define utilizando un reloj (11) y en el que el reloj (11) se utiliza también como un generador de señales de reloj para un dispositivo de lógica, el cual está adaptado para controlar un accionamiento de la válvula.
- 10 13. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el proceso es uno de una pluralidad de procesos consecutivos para ser realizados a fin de cambiar el estado de carga del electrodo de control (17), en particular a fin de conectar o a fin de desconectar la válvula (18).
- 15 14. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que se define un intervalo del tiempo de tolerancia, en el que el punto previamente determinado en el tiempo está dentro del intervalo del tiempo de tolerancia y en el que se determina que el estado de accionamiento específico es alcanzado en el punto previamente determinado en el tiempo si el estado de accionamiento específico se alcanza dentro del intervalo de tiempo de tolerancia.
- 20 15. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que la por lo menos una cantidad, en particular una corriente eléctrica hacia o desde el electrodo de control (17) se puede ajustar a fin de adaptar el proceso y en el que la por lo menos una cantidad se ajusta de forma correspondiente al resultado de la determinación.
- 25 16. El procedimiento de la reivindicación 15 en el que se escoge un valor inicial de la por lo menos una cantidad, la cual cumple una de, o todas, las siguientes condiciones:
- una velocidad de cambio de una tensión eléctrica en la válvula (18), o en un circuito excitador (12) para controlar un accionamiento de la válvula (18), en particular una tensión de puerta - emisor,
 - 30 - la tensión eléctrica,
 - una velocidad de cambio de una corriente eléctrica que fluye a través de la válvula (18) está o están dentro de los límites específicos, en particular no superiores a un límite.
- 35 17. El procedimiento de la reivindicación 15 o 16 en el que, si el estado de accionamiento específico no se alcanza en el punto previamente determinado en el tiempo, la por lo menos una cantidad se ajusta mediante una cantidad previamente determinada o mediante una fracción previamente determinada del valor instantáneo de la cantidad.
- 40 18. El procedimiento de la reivindicación 17 en el que la por lo menos una cantidad se ajusta mediante una fracción la cual está en la gama de 0,1 hasta el 1% de un valor máximo de la por lo menos una cantidad, si el estado de accionamiento específico no se alcanza en un punto previamente determinado en el tiempo.
- 45 19. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 15 a 18 en el que el proceso se termina en el punto previamente determinado en el tiempo cambiando un valor de la por lo menos una cantidad, en particular cambiando la corriente hacia o desde el electrodo de control (17).
- 50 20. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que se define un evento, en el que se determina un segundo punto en el tiempo, cuando el evento ocurre y de ese modo se alcanza el estado de accionamiento específico, y en el que se evalúa si el segundo punto en el tiempo es anterior o posterior al punto previamente determinado en el tiempo.
- 55 21. El procedimiento de la reivindicación 20 en el que la evaluación de si el segundo punto en el tiempo es anterior o posterior al punto previamente determinado en el tiempo se utiliza para la adaptación del proceso, si es necesario, para la futura ejecución del proceso.
- 60 22. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que una cantidad, la cual es característica para un estado de accionamiento de la válvula (18), se evalúa en el punto previamente determinado en el tiempo y se compara con un valor de comparación a fin de determinar si se ha alcanzado el estado de accionamiento específico en el punto previamente determinado en el tiempo.
- 65 23. Una instalación para el accionamiento de una válvula electrónica (18), en particular una válvula adaptada para utilizarla en un convertidor de potencia, en el que la instalación comprende:

- un dispositivo excitador (12) adaptado para excitar una corriente eléctrica hacia y/o desde un electrodo de control (17), en particular de una puerta aislada, de la válvula (18),

caracterizado por

5 - un dispositivo de determinación (16) adaptado para determinar para una ejecución de un proceso de cambio de un estado de carga del electrodo de control (17) si se ha alcanzado un estado de accionamiento específico de la válvula (18) en un punto previamente determinado en el tiempo y adaptado para obtener un resultado de la determinación correspondiente, en el que el proceso es un proceso para ser realizado tanto para una
10 conexión como para una desconexión de la válvula y en el que el estado de accionamiento específico es un estado en el cual por lo menos una cantidad eléctrica cumple una condición previamente definida, y

15 - un conjunto de control (10) para controlar repetidamente el proceso de cambio del estado de carga, en el que el conjunto de control (10) está conectado a un dispositivo de determinación o comprende el dispositivo de determinación (16) y en el que el conjunto de control (10) está adaptado para realizar una ejecución futura del proceso de cambio del estado de carga del electrodo de control (17) mediante el control del dispositivo excitador (12) de una manera correspondiente teniendo en cuenta el resultado de la determinación.

20 24. La instalación de la reivindicación 23 en la que el conjunto de control (10) está conectado a un reloj de alta precisión (11) el cual es capaz de transferir señales de reloj al conjunto de control (10) a una precisión de por lo menos 100 ppm, preferiblemente de por lo menos 70 ppm.

25 25. La instalación de la reivindicación 23 o 24 en la que un dispositivo de determinación de eventos (16) está conectado al conjunto de control (10) y en el que el dispositivo de determinación de eventos (16) está adaptado para determinar una ocurrencia de un evento previamente definido durante la carga o la descarga del electrodo de control (17).

30 26. Un convertidor (21) para convertir una corriente, en particular para una aplicación de alta potencia tal como la provisión de energía eléctrica a un motor de accionamiento (25) para un vehículo de tracción ferroviario, en el que el convertidor (21) comprende la instalación de una de las reivindicaciones 23 a 25, en el que el convertidor (21) puede ser accionado mediante la conexión y la desconexión repetidamente de la válvula (18) y en el que la instalación y el dispositivo de control (17) están conectados una al otro a través de una conexión para descargar o cargar el electrodo de control.

35 27. Un dispositivo de lógica programable que comprende el conjunto de control (10) de una de las reivindicaciones 23 a 25, en el que el dispositivo de lógica programable está adaptado para controlar el proceso del cambio del estado de carga del electrodo de control (17) según el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22.

FIG. 1

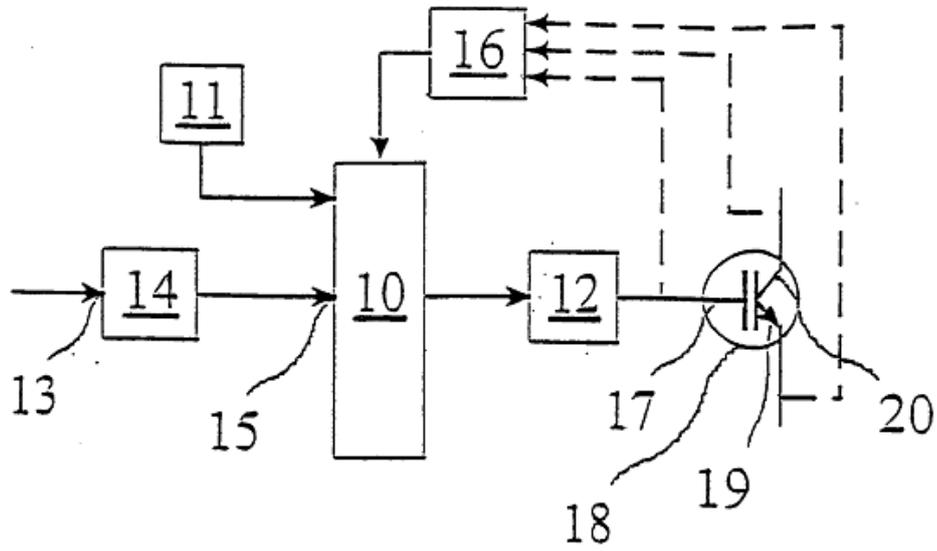


FIG. 2

