

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 504**

51 Int. Cl.:

H02P 3/18 (2006.01)

H02M 5/458 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2012 E 12008297 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.01.2018 EP 2618478**

54 Título: **Procedimiento para la optimización del funcionamiento de un motor eléctrico**

30 Prioridad:

15.12.2011 DE 102011121154

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

19.04.2018

73 Titular/es:

**MICHAEL KOCH GMBH (100.0%)
Zum Grenzgraben 28
76698 Ubstadt-Weiher, DE**

72 Inventor/es:

**TRÜMPLER, WALTER y
KOCH, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

MIR PLAJA, Mireia

ES 2 664 504 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 la optimización del funcionamiento de un motor eléctrico

5 La invención se refiere a un procedimiento para la optimización del funcionamiento de un condensador como acumulador de energía, en particular para la optimización del acumulador intermedio de energía eléctrica de un motor eléctrico accionado por un inversor en la fase de frenado en un acumulador de energía.

10 La invención parte de un estado de la técnica según era conocido anteriormente por el documento EP 2 372 892 A1, que describe en particular un aparato acumulador de energía para la conexión en un circuito intermedio de un inversor y para la acumulación intermedia de energía de frenado eléctrica de un motor accionado por el inversor, así como un procedimiento para la acumulación intermedia de energía de frenado eléctrica de un motor accionado por un inversor con circuito intermedio y cuyo contenido de publicación también se hace completo respecto al contenido de publicación de la presente solicitud. Mientras que en el
15 ejemplo de realización concreto en el circuito intermedio del convertidor está previsto un condensador de circuito intermedio, que no es indispensable, en particular no para el procedimiento según la invención, dado que una tensión de circuito intermedio del circuito intermedio también se puede obtener y detectar de forma compresible sin un condensador para la supervisión, control y regulación.

20 Un acumulador de energía, según está descrito en el documento mencionado, sirve para la absorción y acumulación intermedia de energía de frenado de un motor eléctrico, a fin de no perderla completamente (por conversión en calor) a través de una resistencia de frenado, sino ponerla a disposición de nuevo al menos en parte en la fase de trabajo motora del motor eléctrico, a fin de reducir el uso de energía global – respecto a la pérdida total de la energía de frenado por conversión en calor en una resistencia.

25 La absorción de energía de un acumulador de energía aumenta de forma cuadrática con la tensión del mismo. La capacidad de acumulación máxima se consigue en el caso de carga completa del acumulador y la tensión de cero hasta la tensión permitida máxima reglamentaria o tensión de acumulación máxima, que está determinada de modo que no se puede sobrepasar brevemente sin destrucción del acumulador, sin embargo, no debiéndose alcanzar en ningún caso una tensión máxima de acumulación absoluta, con la que se produce el peligro de un deterioro o destrucción.

30 Sin embargo, no se puede usar completamente una capacidad de acumulación máxima semejante, dado que se requiere una cierta tensión inicial y por consiguiente una carga inicial. La tensión inicial determina a saber en conexión con el valor máximo de la corriente la potencia inicial posible máxima del proceso de frenado, estando limitada constructivamente la corriente por los componentes eléctricos y electrónicos utilizados. Por este motivo el documento EP 2 372 892 A1 ya prevé que el acumulador de energía se precargue entre el 25 y el 50% de su tensión máxima reglamentaria y no se descargue por debajo de un valor predeterminado fijo semejante. Esto puede estar predeterminado según el documento para cada sistema de motor – inversor.

35 No se puede conseguir una optimización del funcionamiento del acumulador de energía y por consiguiente del motor conectado desde el punto de vista energético, dado que se influye en el comportamiento de trabajo y en particular el comportamiento de frenado, que también se puede modificar durante el funcionamiento en un sistema de motor – inversor.

40 Además, la absorción de la energía de frenado de un accionamiento con potencia dada por un acumulador de energía en el rango de tensión bajo está ligada con pérdidas más elevadas que en un rango de tensión más elevado. Esto está condicionado por la corriente de carga más elevada con tensión baja y en particular también en el caso de condensadores, que se usan al menos en general como acumuladores de energía intermedia, por su comportamiento específico. Desde este punto de vista del rendimiento también es ventajoso permitir que tenga lugar la acumulación de energía y la recuperación y por consiguiente también el uso de la absorción de energía durante la acumulación a un nivel de tensión lo más elevado posible. Esto es válido en particular en el caso de una sucesión rápida de ciclos de frenado. En este sentido también están
50 enfrentados la capacidad de acumulación y el rendimiento entre sí, por lo que la potencia de absorción y rendimiento discurren en el mismo sentido, sin embargo, no en paralelo; mientras que la máxima asciende linealmente con la tensión inicial, el rendimiento muestra un comportamiento decreciente no lineal.

55 El documento US 2010/0019718 A1 se refiere a un procedimiento y un dispositivo exclusivamente para el control de la tasa de transmisión de potencia durante la carga y descarga de acumuladores (batería) eléctricos colocados en un vehículo, aún cuando allí en general se habla de una unidad acumuladora de energía. Esta tasa de transmisión de potencia designa el suministro o evacuación temporal de potencias o de la batería. Este proceso (rate of charge) se debe seleccionar en función de una duración temporal estimada del proceso, de modo que se origina un proceso que cuida la batería durante la carga y descarga. Se debe evitar tanto un proceso de carga demasiado lento como también un proceso demasiado rápido. Si el proceso es demasiado lento no se usa la capacidad del acumulador de energía presente. Al mismo tiempo en un
60 proceso demasiado rápido se debe descargar la batería demasiado fuertemente durante el proceso de

descarga y se sobrecarga durante el proceso de carga.

El documento Petra de Boer, "D-Incert 7 januari 2011 Second life toepassingen van EV batterijen" se refiere al uso de baterías de "segunda vida". Esto son baterías – más exactamente acumuladores eléctricos (baterías), que tienen sólo el 80% de su capacidad de acumulación de energía. Entonces ya no se usan más como baterías normales, sino como baterías de "segunda vida", es decir, como acumuladores intermedios. La página 11 da a conocer que tales baterías, que se han descargado sólo siempre hasta el 20% (DoD, depth of discharge, (profundidad de descarga)), se pueden cargar y descargar con más frecuencia, hasta que su capacidad ha caído al 80% en su capacidad total.

Por ello, la invención se basa en prever, observando las condiciones marco constructivas, en particular del acumulador de energía usado, una adaptación óptima automática del rango de acumulación en el que se realiza la acumulación.

Según la invención el objetivo mencionado se consigue con un procedimiento del tipo mencionado al inicio con las características de la reivindicación 1.

En este sentido, salvo que se diga lo contrario, todos los datos de tensiones se refieren a tensiones dadas y medidas en el acumulador de energía. El acumulador de energía puede ser preferiblemente un condensador.

La tensión mínima, a la que se debe descargar el acumulador de energía durante el funcionamiento de motor o de recuperación, se predetermina o ajusta en primer lugar, en particular para optimizar el funcionamiento del acumulador de energía durante la fase de frenado.

Si la tensión de pico U_{cs} medida durante la fase de frenado en el acumulador de energía se sitúa por debajo de una tensión máxima reglamentaria predeterminada U_{cmax} del acumulador, entonces se eleva de la manera descrita la tensión de acumulador de energía mínima U_{cmin} del acumulador de energía o su tensión de carga inicial; la tensión mínima es la tensión – modificable dinámicamente – de la que no se queda por debajo durante una fase motor o de recuperación que sigue después de una fase generadora o de frenado del motor y que se ha elevado así bajo las condiciones mencionadas de la manera descrita respecto a su valor de partida. Esto condiciona que durante el proceso de frenado siguiente se pueda absorber tanto una potencia inicial más elevada por parte del acumulador de energía intermedio, como también se mejora el rendimiento de la acumulación. Esto se puede proseguir en tanto que el valor de tensión de pico medido durante una fase de frenado se sitúa por debajo del valor de tensión máxima permitida reglamentaria U_{cmax} del acumulador de energía. La tensión máxima permitida reglamentaria U_{cmax} es un valor de tensión fijado en relación a la tensión nominal del acumulador de energía de manera apropiada o deseada. La tensión nominal es un valor predeterminado, por ejemplo, para un condensador determinado como acumulador de energía, que sin embargo se puede sobrepasar brevemente – también considerablemente – hasta por debajo de una tensión máxima absoluta $U_{cma-xabs}$, con cuyo alcance amenaza una destrucción del condensador. La tensión máxima permitida U_{cmax} se pone en el marco de la invención preferentemente en un valor de la tensión nominal, pero se puede poner en un valor por debajo del mismo, por ejemplo, 10 voltios por debajo, pero no debería sobrepasar preferentemente la tensión nominal.

Si durante la sucesión de varios frenados se sobrepasa la tensión máxima permitida reglamentaria U_{cmax} debido al patrón de frenado diferente, que, según se dice, está determinado o diseñado de manera que se puede sobrepasar brevemente sin deterioro o destrucción, entonces se disminuye la tensión mínima del acumulador de energía U_{cmin} , cuando la tensión de pico en el acumulador de energía U_{cs} durante una fase de frenado es mayor que la tensión de condensador máxima reglamentaria U_{cmax} .

Tanto en el caso de una elevación dinámica de la tensión de acumulador de energía absoluta o tensión de carga inicial en un proceso de frenado, como también de la reducción sirve la medida del sobrepaso o quedar por debajo de la tensión máxima permitida reglamentaria del acumulador de energía como medida para la determinación del valor de corrección positivo o negativo para el límite de tensión de carga inferior.

La elevación del límite de tensión de carga inferior o de la tensión del acumulador de energía mínima modificable dinámicamente ocurre en pequeñas etapas o según una configuración preferida del procedimiento según la invención, de manera que la tensión mínima en el acumulador de energía U_{cmin} se eleva en un factor $a = 0,05$ a $0,2$ de la diferencia de la tensión de condensador máxima reglamentaria y de la tensión de pico medida durante la fase de frenado en el condensador:

$$U_{cmin} = U_{cmin} + (U_{cmax} - U_{cs}) \cdot a,$$

donde

$$0,01 \leq a \leq 0,2$$

ES 2 664 504 T3

en particular se eleva en un factor $a = 1/32$ de la diferencia mencionada:

$$U_{cmin} = U_{cmin} + (U_{cmax} - U_{cs}) / 32,$$

5 cuando la tensión de pico en el acumulador de energía U_{cs} es igual o menor que la tensión máxima permitida reglamentaria del acumulador de energía U_{cmax} . Este proceder también se satisface en una serie de frenados más fuertes irregulares, sin que sea necesaria con demasiada frecuencia una bajada del límite de tensión de carga inferior según el párrafo anterior.

10 Por el contrario, la bajada eventualmente necesaria de la tensión del acumulador de energía mínima o el límite de carga inferior se realiza preferentemente con mayor ponderación, es decir, en medidas mayores y en particular porque la tensión mínima del acumulador de energía U_{cmin} se reduce en un factor $b = 1$ a 3 de la diferencia de la tensión de pico medida durante la fase de frenado en el condensador U_{cs} y la tensión máxima reglamentaria del acumulador de energía U_{cmax} :

15

$$U_{cmin} = U_{cmin} - (U_{cs} - U_{cmax}) \cdot b,$$

donde

20

$$1 \leq b \leq 3$$

en particular se disminuye en un factor $b = 2$ de la diferencia mencionada:

25

$$U_{cmin} = U_{cmin} + (U_{cs} - U_{cmax}) \cdot 2,$$

cuando la tensión de pico en el acumulador de energía U_{cs} durante una fase de frenado es mayor que la tensión máxima reglamentaria U_{cmax} del acumulador de energía.

30

De este modo se consigue que al sobrepasarse la tensión máxima permitida reglamentaria se reconduzca de forma rápida de nuevo a un valor que permita esperar que la tensión máxima permitida reglamentaria ya no se sobrepase en frases de frenado siguientes.

35

A este respecto, en la configuración preferida puede estar previsto además que la relación de los factores de modificación a respecto a b en el caso del elevación o disminución de la tensión mínima modificable dinámicamente U_{cmin} en el acumulador de energía se sitúe entre 1:10 y 1:160, preferentemente 1:64, es decir, $1:10 \geq a:b \geq 1:100$, preferentemente $a:b = 1:64$.

40

Según una configuración preferida de la invención está previsto que, durante una fase de frenado, un valor de tensión de pico U_{cs} establecido y almacenado se establezca en el valor más elevado medido durante la fase de frenado de la tensión U_c en el acumulador.

45

Otras configuraciones preferidas del procedimiento según la invención contienen que se supone primeramente un proceso de frenado y por consiguiente se supone primeramente la adaptación anterior del rango de tensión, en la que se realiza la carga del acumulador de energía durante el proceso de frenado, cuando la tensión medida – durante una fase de frenado – en el acumulador de energía sobrepasa la tensión mínima o tensión de carga inicial establecida del acumulador de energía en un valor considerable, y que se asume un final del proceso de frenado, cuando la tensión medida actualmente también se sitúa por encima de la tensión de carga mínima o inicial establecida, pero por debajo de un valor como el indicado anteriormente.

50

Según una configuración preferida esto se puede realizar porque el inicio y/o final de una fase de frenado del motor en el inversor se realiza y mantiene, en particular el inicio de la fase de frenado o el final de la fase de frenado respectivamente mediante establecimiento de un marcador.

55

La fase de frenado se determina en particular de manera que el inicio de la fase de frenado se detecta por la tensión aplicada actualmente U_c al sobrepasarse la tensión mínima modificable dinámicamente en curso en el acumulador de energía U_{cmin} en un valor U_a entre 30 y 90 voltios, preferentemente 40 a 70 voltios, y/o el final de la fase se detecta al quedarse por debajo de la tensión establecida mínima modificable en el acumulador de energía U_{cmin} más un valor U_b de cómo máximo 10 a 30 voltios, preferentemente 20 voltios, siendo en particular el valor límite U_a del sobrepaso de la tensión mínima establecida modificable dinámicamente U_{cmin} del acumulador de energía para la determinación del inicio de la fase de frenado mayor, en particular esencialmente mayor que el valor límite U_b por encima de la tensión mínima establecida modificable dinámicamente en el acumulador de energía U_{cmin} según $U_a \gg U_b$, en particular $U_a > U_b + 30$ voltios. Según otra configuración preferida está previsto que el quedar por debajo de una tensión mínima absoluta predeterminada o tensión mínima absoluta del acumulador de energía U_{cminEE} se supervise por la tensión mínima modificable dinámicamente establecida durante la fase de frenado del acumulador de

65

energía U_{cmin} , con lo cual la tensión mínima modificable dinámicamente del acumulador de energía U_{cmin} se establece en el valor mínimo absoluto U_{cminEE} .

Además, configuraciones preferidas prevén que al final de una fase de frenado el valor de pico de tensión U_{cs} establecido para la siguiente fase de frenado se establezca en el valor de la tensión mínima modificable dinámicamente U_{cmin} del acumulador de energía U_{cmin} y en particular que para el final de una fase de frenado el valor de una tensión máxima modificable dinámicamente U_{cabs} se establezca en un valor situado por encima de la tensión máxima reglamentaria U_{cmax} , en particular en un valor situado en una elevación U_e por encima de la tensión máxima reglamentaria U_{cmax} .

A este respecto está previsto que el valor de elevación sea una fracción de la diferencia entre la tensión mínima establecida del acumulador de energía U_{cmin} y su tensión mínima absoluta U_{cminEE} , preferentemente una fracción c entre 1 y 3 de esta diferencia:

$$U_{cabs} = U_{cmax} + U_e = U_{cmax} + (U_{cmin} - U_{cminEE}) / c,$$

donde

$$1 \leq c \leq 3,$$

en particular c es la mitad de esta diferencia:

$$U_{cabs} = U_{cmax} + U_e = U_{cmax} + (U_{cmin} - U_{cminEE}) / 2.$$

Según se ha dicho al inicio, durante el arranque del equipo se arranca con una tensión de carga inferior, absoluta, eventualmente específica al sistema predeterminado o tensión mínima absoluta U_{cminEE} del acumulador de energía. Cuando luego en particular en la fase inicial, en la que la tensión de carga inicial correspondiente todavía no se ha adaptada de la manera descrita anteriormente, aparecen procesos de frenado con picos de potencia, que no se pueden absorber por el acumulador de energía, ya que su tensión inicial – todavía – es demasiado pequeña, así en la configuración preferida una resistencia de balasto asume la fracción excedente de la potencia, de modo que no se origina un ascenso de tensión inadmisibles de la tensión de partida o tensión del circuito intermedia del convertidor.

Lo mismo ocurre cuando en el desarrollo posterior debido al ascenso dinámico de la tensión mínima U_{cmin} del acumulador de energía o límite de tensión de carga inferior debido al frenado intenso ya no puede ser suficiente la absorción de energía del acumulador de energía, de modo que luego la resistencia de balasto excedente también asume la energía excedente. Esto no es una desventaja para el sistema ya que el caso sólo se produce a intervalos de tiempo mayores y en el período de tiempo intermedio pueden tener lugar todos los otros frenazos con rendimiento optimizado y absorción de potencia inicial elevada.

La conexión y desconexión del acumulador de energía hacia o del circuito intermedio o de corriente continua del convertidor se realiza preferentemente mediante un regulador DC-DC.

La invención ofrece en conjunto una adaptación óptima de las condiciones de funcionamiento del acumulador de energía a los requerimientos dados por la capacidad de acumulación efectiva, potencia inicial y rendimiento. A este respecto no es crítica técnicamente la adaptación lenta prevista preferentemente de la tensión de carga inicial o tensión mínima modificable dinámicamente U_{cmin} del acumulador de energía. El uso mediante la eficiencia mejorada en el rango de tensión se mantiene a saber ya que se puede desatender la fracción temporal del proceso de adaptación en relación al tiempo de funcionamiento total de la carga (motor). Pero con la adaptación más lenta del límite inferior hacia valores más elevados se consideran, según se dice, aplicaciones con procesos de frenado de diferente cantidad de energía. Por el contrario, según se ha expuesto ya igualmente, se pondera fuertemente la adaptación del límite de tensión inferior o tensión de carga inicial U_{cmin} hacia valores más bajos, a fin de mantener a disposición de nuevo suficiente capacidad de almacenamiento en una fracción más elevada de frenados con transferencia de energía mayor y por consiguiente necesitar con menos frecuencia el apoyo de la resistencia de balasto.

Otras ventajas y características de la invención se deducen de las reivindicaciones y de la descripción siguiente, en la que se explica en detalle un ejemplo de realización de la invención en referencia a los dibujos. A este respecto:

Fig. 1 la representación esquemática de un acumulador de energía dinámico y su asociación a un inversor de un motor eléctrico para la realización del procedimiento según la invención;

Fig. 2 una configuración concreta de un acumulador de energía para la realización del procedimiento según la invención;

Fig. 3 un diagrama con la representación de la capacidad de acumulación E_c y la potencia inicial P_{max} de un condensador en función de la tensión de condensador de salida o la tensión de condensador de un condensador al comienzo de la carga;

5 Fig. 4 un diagrama de la capacidad de almacenamiento E_c así como el rendimiento de un condensador en función de la tensión de salida o tensión mínima al principio de un proceso de carga;

Fig. 5 potencia inicial y rendimiento en función de la tensión inicial o tensión inicial o tensión mínima al comienzo de un proceso de frenado;

10

Fig. 6 una representación del desarrollo de la tensión en un condensador acumulador durante el proceso de frenado de un motor eléctrico con indicación de distintas tensiones características; y

15

Fig. 7 un diagrama de desarrollo para el procedimiento según la invención.

Según está representado en al fig. 1, un motor eléctrico 1.2 que mueve una carga 1.1 se acciona por una red de suministro a través de un convertidor 1, que presenta un rectificador 1.3 y un inversor 1.4, así como entre éstos una rama intermedia o de corriente continua. A este respecto el rectificador 1.3 rectifica la tensión alterna o trifásica de la red en una tensión continua y el inversor 1.4 en una tensión alterna apropiada para el motor. En la rama de corriente continua o circuito intermedio 1.3.1 entre el rectificador 1.3 y el inversor 1.4 está conectada una unidad acumuladora de energía dinámica 2 a través de dos líneas de potencia, que además puede estar conectada a través de un interruptor 2.1 con una salida de chopper de frenado 1.4.1 del inversor 1.4.

25

La unidad acumuladora de energía dinámica 2, que puede funcionar también como fuente de energía dinámica, presenta por un lado un regulador DC-DC 2.2 y por otro lado un acumulador de energía 2.3. Éste puede estar configurado de diferente manera, se puede tratar por ejemplo de una batería o también un acumulador mecánico. Preferiblemente el acumulador 2.3, según se describe a continuación, es un acumulador de condensador con uno o varios condensadores 13.

30

La unidad acumuladora de energía dinámica 2 está representada más exactamente en la fig. 2. Conforme a la fig. 1 está unida en el circuito de tensión intermedio entre la tensión de circuito intermedio positiva $+U_z$ y la tensión de circuito intermedio inferior $-U_z$, que está puesta a masa. El condensador acumulador 13 está conectado con la última a través de un shunt de corriente 12 y por otro lado a través de una bobina de acumulación con un convertidor de retroceso (flyback) 5 como una configuración concreta de un regulador DC-DC, siendo también determinantes básicamente otros circuitos. El condensador acumulador está conectado además a través del convertidor de retroceso con la tensión de circuito intermedio $+U_z$, estando configurado el convertidor de retroceso conforme al documento EP 2 372 892 A1, de modo que respecto a su configuración y funcionalidad exacta se remite a las realizaciones en este documento, en particular desde el párrafo [0037], que se hace absolutamente objeto de la presente solicitud.

40

Además, el circuito presenta de manera conocida en sí un microcontrolador 3 así como un divisor de tensión 1 y 2, por un lado, para la medición de la tensión de circuito intermedio U_z del convertidor, por otro lado, para la medición de la tensión U_c del acumulador de energía, llegando las mediciones al microcontrolador 3. A través de otro divisor de tensión 4 se detecta la salida de chopper de frenado 1.4.1 (fig. 1) del inversor 1.4 conforma a su estado de conmutación valor $-BW$ y se transmite como valor de frenado de disparo al microcontrolador 3. Entre el condensador acumulador 13 y shunt de corriente 12 se detecta la tensión de shunt por un amplificador diferencial 9, la cual por su lado sirve a través de un adaptador de nivel para la adaptación de nivel para la corriente valor real I_s . Por otro lado, se detecta para ello mediante una detección de sobrecorriente 8 el sobrepaso de un límite de corriente absoluto y conduce eventualmente a través de la salida Trip I max del microcontrolador 3 a la desconexión autárquica.

45

50

Con 17 se designa una resistencia de frenado conocida en sí, que puede estar configurada como resistencia autolimitante (PTC). Si el motor se frena y trabaja por lo tanto como generador, la tensión asciende en el circuito intermedio o de corriente continua 1.3.1, lo que provoca una desencadenamiento del chopper de frenado, por lo que la salida de chopper de frenado 1.4.1 se pone a la tensión de la línea del circuito intermedio 1.3.1. A través de una fuente conmutada 18 se establece el suministro de tensión $V1$ y $V2$ respecto al suministro de tensión del acumulador de energía dinámico, como por ejemplo de los dos controladores de puerta del convertidor de retroceso, de la adaptación de nivel 7, de la detección de sobrecorriente 8 y del amplificador diferencial 9 así como del microcontrolador, pudiéndose tomar en particular el último eventualmente a través de otros reguladores. Del diagrama de la fig. 3 es visible para un ejemplo de realización concreto que, mientras que la capacidad de acumulación del acumulador de energía de condensador cae progresivamente con tensión de partida o mínima ascendente U_{cmin} en el acumulador de energía. La potencia inicial P_{max} absorbible en el instante t_0 , es decir, al comienzo del proceso de acumulación asciende linealmente.

55

60

65

La misma tendencia en sentido opuesto es válida, según se deduce cuantitativamente de la fig. 4, para la capacidad de acumulación y rendimiento, el último se eleva con tensión de arranque U_{cmin} más elevada, sin embargo, de forma decreciente.

5 En la fig. 5 para la explicación están representadas las tensiones determinantes en el procedimiento según la invención en el acumulador de energía o en el condensador en el caso de un desarrollo de tensión representado esquemáticamente respecto al tiempo. Un condensador acumulador tiene una tensión máxima absoluta U_{maxabs} (tensión máxima absoluta) que no se debe alcanzar en ningún caso bajo pena de la destrucción del condensador. Por debajo de esta tensión máxima absoluta se sitúa una tensión máxima reglamentaria U_{cmax} determinante para el funcionamiento del acumulador de energía o condensador, que sin embargo se puede sobrepasar brevemente y en el marco del procedimiento según la invención se puede sobrepasar brevemente con una tensión de condensador absoluta variable dinámicamente a detectar o U_{cabs} también tensión absoluta dinámicamente. La tensión mínima inferior absoluta predeterminada de forma fija del condensador, de la que no se queda por debajo en el procedimiento, es decir, por debajo de la que no se dispensa energía por el condensador, está designada con U_{cminEE} . U_{cmin} designa la tensión de condensador mínima modificable dinámicamente o tensión mínima modificable dinámicamente, que se regula mediante el dispositivo según la invención debido al proceso de trabajo del consumidor de corriente, es decir, del motor eléctrico, y a saber a un valor más elevado que U_{cminEE} .

20 El procedimiento según la invención parte de que en primer lugar se establece una tensión mínima absoluta U_{cminEE} mayor de 0. Ésta puede estar fijada para el uso del procedimiento según la invención a un valor determinado, tal y como se describe por ejemplo en el documento EP 2 372 892 A1 bajo [0039] o partiendo de ello estar adaptada al sistema de motor – convertidor correspondiente. De este modo se garantiza que el acumulador de energía dinámico absorbe la potencia inicial, para que se evite un ascenso excesivo de la tensión de circuito intermedio con desconexión del inversor.

Partiendo de ello el desarrollo del procedimiento según la invención durante una fase de frenado, que está representada por un peak (pico) en el diagrama de la fig. 7, está representado en el diagrama de desarrollo de la fig. 6 en un ejemplo concreto.

30 En primer lugar, en la etapa A se realiza la verificación de si la tensión actual U_c en el condensador sobrepasa una tensión (de pico) establecida U_{cs} , en este caso la tensión establecida U_{cs} se pone al valor actual U_c (etapa B).

35 En la siguiente etapa C se verifica si la fase de frenado se ha reconocido ya y se pone un bit de frenado correspondiente en el valor binario "1". Si este no es el caso, entonces en la etapa D se verifica si la tensión de condensador actual sobrepasa la tensión mínima U_{cmin} modificable dinámicamente establecida, que se da en su modificabilidad dinámica en la fig. 7 mediante los valores de tensión inferiores locales (o su envolvente), en un valor predeterminado, aquí 70 voltios; si éste es el caso, entonces de este modo se reconoce el proceso de frenado y el bit de frenado se pone en el valor binario 1 (etapa E).

45 Si el bit de frenado estaba puesto, pero la tensión actual sólo se sitúa en un valor menor referido a la etapa D de por ejemplo 20 voltios por encima de la tensión mínima modificable dinámicamente establecida, con la etapa F se reconoce el final del proceso de frenado y el valor binario del bit de frenado se pone a "0", el valor binario de una identificación para el final de frenado al valor binario "1" (etapa G). Estas supervisiones se repiten durante una fase de frenado, en particular la adaptación de U_{cs} al valor máximo – obtenido durante la fase de frenado – de la tensión de condensador U_c .

50 A continuación (etapa H) se realiza ahora la evaluación de la medición y la adaptación dinámica de la tensión mínima modificable U_{cmin} , cuando se ha alcanzado el final de frenado, según se ha explicado anteriormente. Se verifica en primer lugar en la etapa I si la tensión de pico U_{cs} establecida alcanzada anteriormente es mayor que la tensión máxima U_{cmax} predeterminada para el funcionamiento de regulación, que se puede sobrepasar brevemente (fig. 5 y explicación de ello).

55 Si este no es el caso, entonces la tensión mínima modificable dinámicamente U_{cmin} se puede elevar de forma cuidadosa, es decir, en pequeñas etapas. Esto ocurre en el ejemplo de realización concreto porque en la etapa J se pone la tensión U_{cmin} mencionada en un valor, que es mayor en un décimo (factor $a = 0,1$) de la diferencia entre la tensión máxima reglamentaria y la tensión de pico U_{cs} establecida en el desarrollo del procedimiento de la fase de frenado debido a las mediciones es mayor que la tensión mínima modificable dinámicamente U_{cmin} establecida en la fase de frenado anterior, es decir

$$U_{cmin} = U_{cmin} + (U_{cmax} - U_{cs}) / 10,$$

65 Durante el funcionamiento motor de la carga dado después de la fase de frenado ya no se produce una descarga del acumulador de energía dinámico luego a la tensión de condensador mínima absoluta U_{cminEE} o la tensión de condensador mínima dada anteriormente, sino la tensión mínima U_{cmin} establecida en la última

fase de frenado, que se sitúa en general por encima de los dos valores mencionados anteriormente.

Sin embargo, si en la verificación de la etapa I resulta que la tensión U_{cs} establecida en el desarrollo de procedimiento anterior de la fase de frenado actual ya sobrepasa la tensión máxima reglamentaria U_{cmax} del condensador, ya no se debe elevar la tensión mínima modificable dinámicamente U_{cmin} , sino que se debe bajar por precaución para prevenir que se alcance la tensión máxima absoluta “destructiva” o tensión máxima absoluta U_{maxabs} (fig. 5 y explicación correspondiente) del condensador. Para ello en este caso según la etapa K se reduce la tensión mínima modificable dinámicamente U_{cmin} y a saber en una medida mayor que durante una elevación, cuando es posible una tal según se ha descrito anteriormente, y a saber en el ejemplo de realización concreto, de manera que la tensión mínima actual U_{cmin} se disminuye en el doble (factor $b = 2$) de la diferencia entre la tensión (de pico) U_{cs} más elevada medida durante la fase de frenado y establecida con ello y la tensión máxima reglamentaria, es decir

$$U_{cmin} = U_{cmin} - (U_{cs} - U_{cmax}) \times 2.$$

Por consiguiente, se consigue que, cuando en la fase de frenado siguiente el ascenso de tensión durante la fase de frenado no sea más elevado que en la descrita corriente, ya no se sobrepasa la tensión máxima reglamentaria en el condensador. A continuación, se verifica entonces si la tensión de condensador mínima U_{cmin} pretendida debido al sobrepaso de la tensión máxima reglamentaria, adaptada en sí se quedaría por debajo de la tensión de condensador mínima absoluta U_{cminEE} , que no se debe quedar por debajo en ningún caso. Si este es el caso, entonces se aumenta el valor intermedio U_{cmin} de la tensión mínima de nuevo a la tensión mínima absoluta del condensador o tensión mínima absoluta U_{cminEE} (etapa M). En ambos casos a continuación para la fase de frenado siguiente se pone el valor de tensión U_{cs} establecido predeterminado para la verificación de la tensión de condensador actual al valor U_{cmin} (estando puesta la tensión mínima modificable dinámicamente U_{cmin} para la siguiente fase de frenado ya – eventualmente según está previsto). Además, la indicación de estado para el final de frenado se pone al valor binario “0” (etapa N). Finalmente, la tensión absoluta modificable dinámicamente (por encima de U_{cmax}) se pone a un valor que se sitúa en la mitad (factor $c = 2$) de la diferencia entre U_{cmin} y U_{cminEE} por encima de la tensión máxima de condensador reglamentaria U_{cmax} :

$$U_{cabs} = U_{cmax} + (U_{cmin} - U_{cminEE}) / 2.$$

U_{cabs} es un valor de tensión y determina la tensión superior absoluta permitida en el marco del procedimiento según la invención del acumulador de energía y es el valor de tensión al que el acumulador de energía (condensador) se pone como máximo. Si se alcanza este valor establecido conforme a la etapa O en el desarrollo del procedimiento se separa la conexión del acumulador de energía con el convertidor 1 o circuito intermedio 1.3.1, de modo que se disminuye la energía de frenado adicional durante la fase de frenado a través de la resistencia de frenado, es decir, se convierte en calor (para ello también el documento mencionado, en particular desde el párrafo [0044]).

El desarrollo de las tensiones U_c en el acumulador de energía o condensador durante varias fases de frenado sucesivas en el procedimiento según la invención está representado en la imagen de osciloscopio de la fig. 7 y a saber en primer lugar para el caso de que no se sobrepasa la tensión máxima reglamentaria U_{cmax} en el condensador y por consiguiente la adaptación de la tensión mínima U_{cmin} se realiza conforme a las etapas A a I, J, O, en la parte izquierda de la fig. 7, mientras que con d en la fig. 7 se sobrepasa por primera vez la tensión máxima reglamentaria U_{cmax} representada a puntos y se realiza el desarrollo del procedimiento según la descripción anterior para las otras fases de frenado representados allí – a la derecha – hasta el quedar por debajo de la línea U_{cmax} partiendo de la etapa I a través de las etapas K, L, M. Es claro que el ascenso de la tensión mínima modificable dinámicamente U_{cmin} , en tanto que no se alcanza U_{cmax} durante la carga del condensador acumulador de energía, se realiza de forma relativamente lenta y más lenta que, al sobrepasarse la tensión máxima U_{cmax} mencionada debido a la modificación del patrón de frenado, la bajada de la tensión mínima modificable dinámicamente U_{cmin} en el extremo derecho de la imagen del osciloscopio. La bajada se realiza de forma rápida, de modo que la tensión de pico U_{cs} se aproxima igualmente lo más rápidamente posible de nuevo a U_{cmax} , lo que se ha alcanzado casi en la última fase de frenado representada.

Mediante el procedimiento de regulación según la invención de la tensión mínima modificable dinámicamente U_{cmin} del acumulador de energía (condensador) se consigue que en el caso de aseguramiento de una capacidad de acumulación todavía lo más grande posible del acumulador se maximice tanto la potencia inicial absorbible después del inicio del proceso de frenado, como también el rendimiento de la acumulación y por consiguiente se optimice todo el proceso de acumulación.

Lista de referencias

- 1 Convertidor
- 1' Divisor de tensión

	1.1	Carga
5	1.2	Motor eléctrico
	1.3	Rectificador
	1.3.1	Circuito intermedio o de corriente continua
10	1.4	Inversor
	1.4.1	Salida de chopper de freno
15	2	Unidad acumuladora de energía
	2'	Divisor de tensión
	1, 2, 4	Divisor de tensión
20	2.1	Interruptor
	2.2	Regulador DC-DC
	2.3	Acumulador de energía
25	3	Microcontrolador
	5	Convertidor de retroceso
30	7	Adaptación de nivel
	8	Detección de sobrecorriente
	9	Amplificador diferencial
35	12	Shunt de corriente
	13	Condensadores
40	17	Resistencia de frenado
	18	Fuente conmutada

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la optimización del funcionamiento de un condensador como acumulador de energía (2.3), en particular para la optimización del acumulador intermedio de energía eléctrica de un motor eléctrico (1.2) accionado por un inversor (1.4) en la fase de frenado en un acumulador de energía (2.3), **caracterizado porque**
- a. la tensión de pico (U_{cs}) alcanzada durante la fase de frenado se determina y mantiene en el acumulador de energía (2.3),
- b. la tensión de pico (U_{cs}) se compara con la tensión máxima permitida reglamentaria del acumulador de energía (2.3) (U_{cmax}), y
- c. la tensión mínima del acumulador de energía (2.3) (U_{cmin}), a la cual dicho acumulador de energía puede ser descargado en su fase de descarga siguiente, y desde la que se realiza la carga en una fase de frenado siguiente del motor eléctrico (1.2), se eleva cuando la tensión de pico del acumulador de energía (2.3) (U_{cs}) es igual o menor que la tensión máxima permitida reglamentaria del acumulador de energía (2.3) (U_{cmax}).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la tensión mínima del acumulador de energía (2.3) (U_{cmin}) se disminuye cuando la tensión de pico en el acumulador de energía (2.3) (U_{cs}) durante una fase de frenado es mayor que la tensión de condensador máxima reglamentaria (U_{cmax}).

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la tensión mínima en el acumulador de energía (2.3) (U_{cmin}) se eleva en un factor $a = 0,05$ a $0,2$ de la diferencia de la tensión de condensador máxima reglamentaria y de la tensión de pico del condensador (2.3) medida durante la fase de frenado:

$$U_{cmin} = U_{cmin} + (U_{cmax} - U_{cs}) \cdot a,$$

donde

$$0,01 \leq a \leq 0,2$$

en particular se eleva en un factor $a = 1/32$ de la diferencia mencionada:

$$U_{cmin} = U_{cmin} + (U_{cmax} - U_{cs}) / 32,$$

cuando la tensión de pico en el acumulador de energía (2.3) (U_{cs}) es igual o menor que la tensión máxima permitida reglamentaria del acumulador de energía (2.3) (U_{cmax}).

4. Procedimiento según la reivindicación 2 o según la reivindicación 3 en conexión con la reivindicación 2, **caracterizado porque** la tensión mínima en el acumulador de energía (2.3) (U_{cmin}) se reduce en un factor $b = 1$ a 3 de la diferencia ~~de~~ entre la tensión de pico medida durante la fase de frenado en el acumulador de energía (2.3) (U_{cs}) y la tensión máxima reglamentaria del acumulador de energía (2.3) (U_{cmax}):

$$U_{cmin} = U_{cmin} - (U_{cs} - U_{cmax}) \cdot b,$$

donde

$$1 \leq b \leq 3$$

en particular se disminuye en un factor $b = 2$ de la diferencia mencionada:

$$U_{cmin} = U_{cmin} - (U_{cs} - U_{cmax}) \cdot 2,$$

cuando la tensión de pico en el acumulador de energía (2.3) (U_{cs}) durante una fase de frenado es mayor que la tensión máxima reglamentaria (U_{cmax}) del acumulador de energía (2.3).

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado porque** la relación de los factores de modificación a a b durante el aumento y/o disminución de la tensión mínima (U_{cmin}) modificable dinámicamente en el acumulador de energía (2.3) se sitúa entre $1:10$ y $1:100$, preferentemente en $1:64$.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** durante una fase de frenado, un valor de tensión de pico (U_{cs}) establecido y almacenado se establece en el valor máximo de la tensión (U_c) medido durante la frase de frenado en el acumulador de energía (2.3).

- 5 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el inicio y/o final de una fase de frenado del motor (1.2) en el inversor (1.4) se determinan y mantienen, en particular el inicio de la fase de frenado y/o el final de la fase de frenado respectivamente mediante el establecimiento de un marcador.
- 10 8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** el inicio de la fase de frenado se detecta cuando la tensión aplicada actualmente U_c sobrepasa la tensión mínima modificable dinámicamente en curso en el acumulador de energía (2.3) (U_{cmin}) en un valor U_a entre 30 y 90 voltios, preferentemente 40 a 50 voltios, y/o el final de la fase de frenado se detecta cuando la tensión establecida mínima modificable dinámicamente en el acumulador de energía (2.3) (U_{cmin}) más un valor U_b de cómo máximo 10 a 30 voltios, preferentemente 20 voltios está por debajo de la tensión aplicada U_c .
- 15 9. Procedimiento según la reivindicación 7 u 8, **caracterizado porque** el valor límite U_a del sobrepaso de la tensión mínima (U_{cmin}) establecida modificable dinámicamente del acumulador de energía (2.3) para la determinación del inicio de la fase de frenado es mayor, en particular esencialmente mayor que el valor límite U_b por encima de la tensión mínima establecida modificable dinámicamente en el acumulador de energía (2.3) (U_{cmin}) según $U_a \gg U_b$, en particular $U_a > U_b + 10$ voltios.
- 20 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el quedar por debajo de una tensión mínima absoluta predeterminada o tensión mínima absoluta del acumulador de energía (2.3) (U_{cminEE}) se supervisa por la tensión mínima modificable dinámicamente establecida durante la fase de frenado del acumulador de energía (2.3) (U_{cmin}), con lo cual la tensión mínima modificable dinámicamente del acumulador de energía (2.3) (U_{cmin}) se establece en el valor mínimo absoluto (U_{cminEE}).
- 25 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al final de una fase de frenado, el valor de pico de tensión establecido (U_{cs}) se establece ~~en~~ como el valor de la tensión mínima (U_{cmin}) modificable dinámicamente del acumulador de energía (2.3) (U_{cmin}) para la siguiente fase de frenado.
- 30 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** en el final de una fase de frenado el valor de una tensión máxima modificable dinámicamente (U_{cabs}) se establece en un valor situado por encima de la tensión máxima reglamentaria (U_{cmax}), en particular en un valor por encima de U_{cmax} mediante un incremento del valor U_e .
- 35 13. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado porque** el incremento de valor es una fracción de la diferencia entre la tensión mínima establecida del acumulador de energía (2.3) (U_{cmin}) y la tensión mínima absoluta (U_{cminEE}) de la misma, preferentemente una fracción c entre 1 y 3 de dicha diferencia:

$$U_{cabs} = U_{cmax} + U_e = U_{cmax} + (U_{cmin} - U_{cminEE}) / c,$$

45 donde

$$1 \leq c \leq 3,$$

en particular c es la mitad de dicha diferencia:

50

$$U_{cabs} = U_{cmax} + U_e = U_{cmax} + (U_{cmin} - U_{cminEE}) / 2.$$

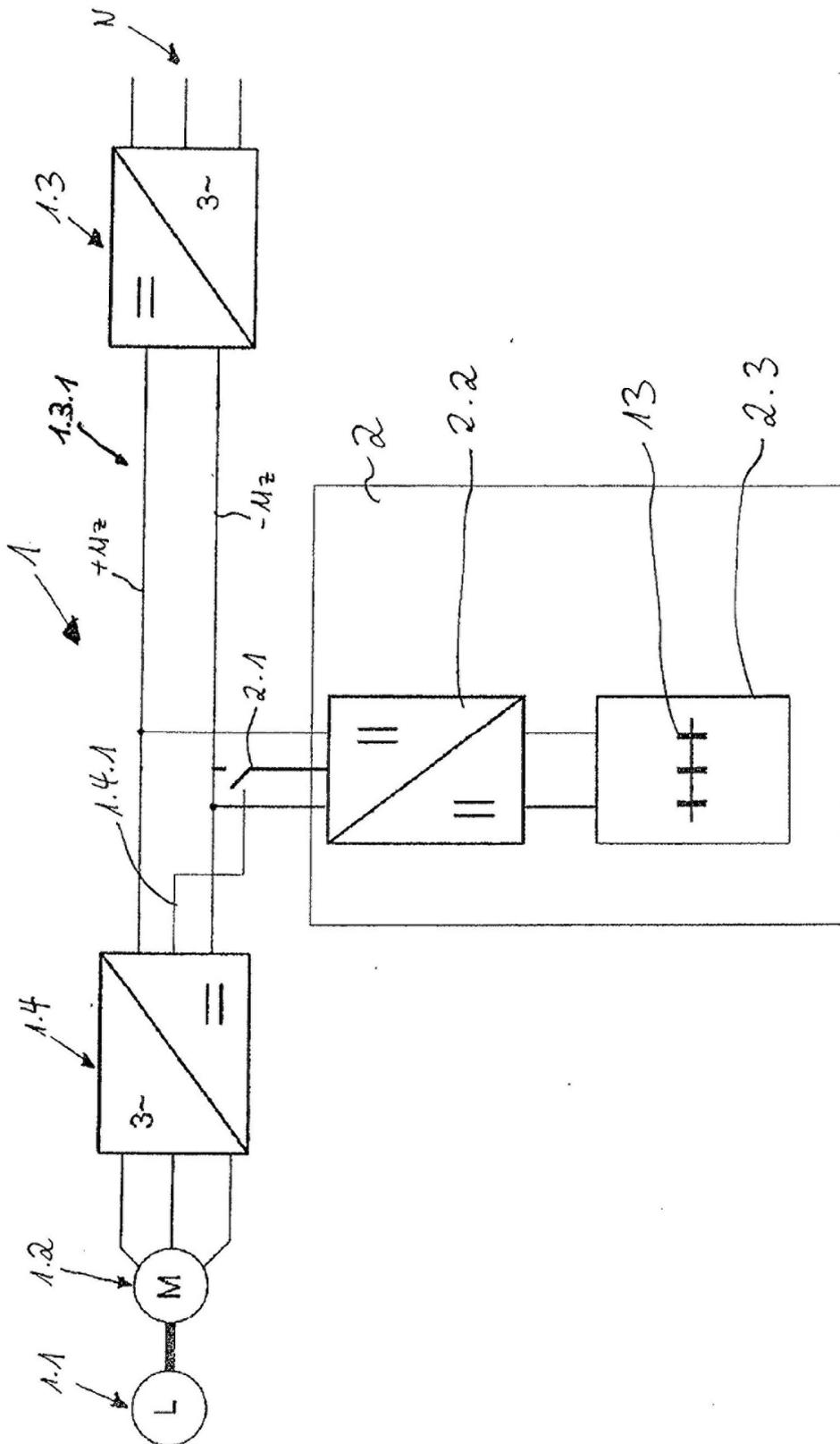


Fig. 1

DIAGRAMA DE BLOQUES

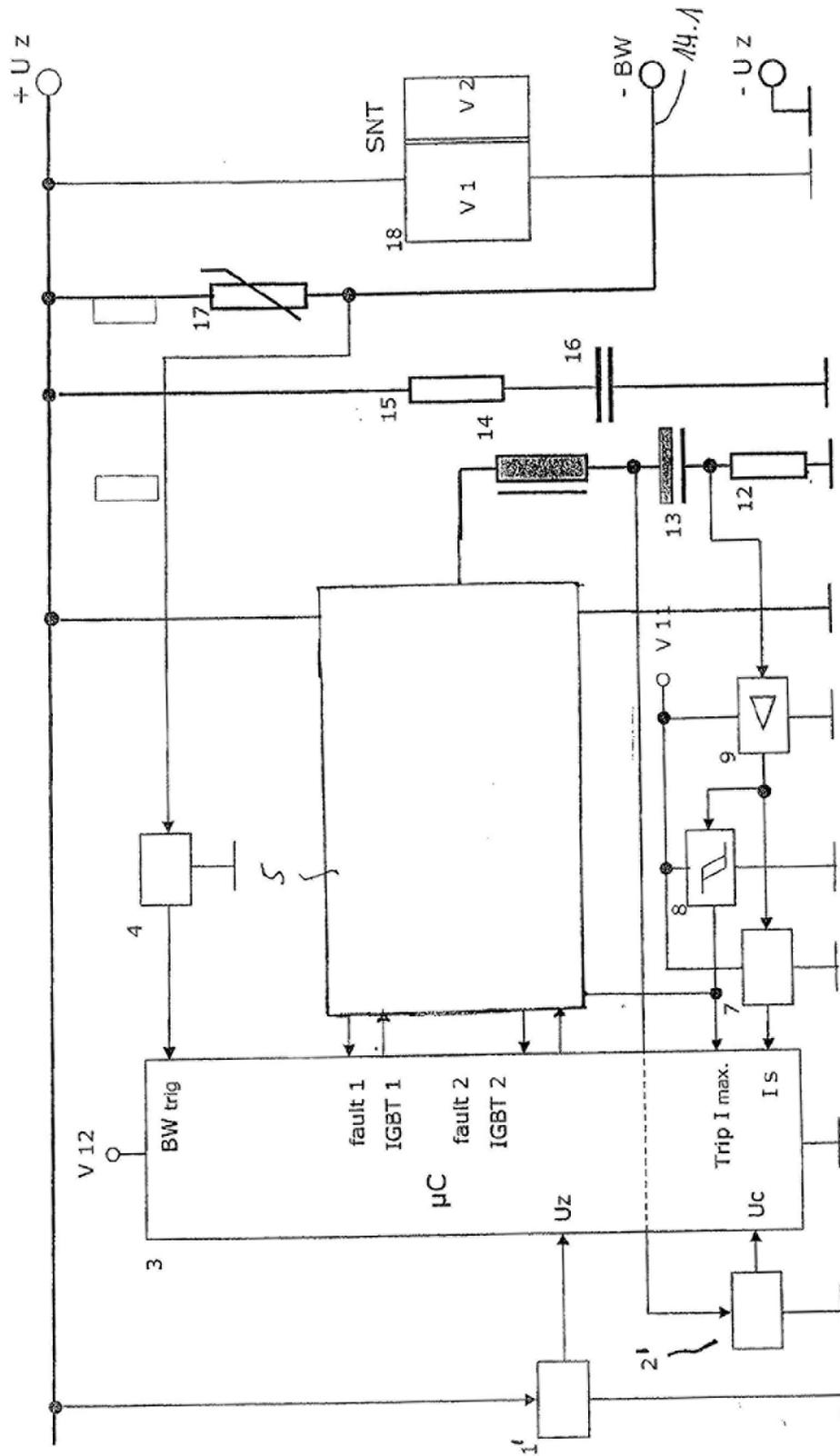


Fig. 2

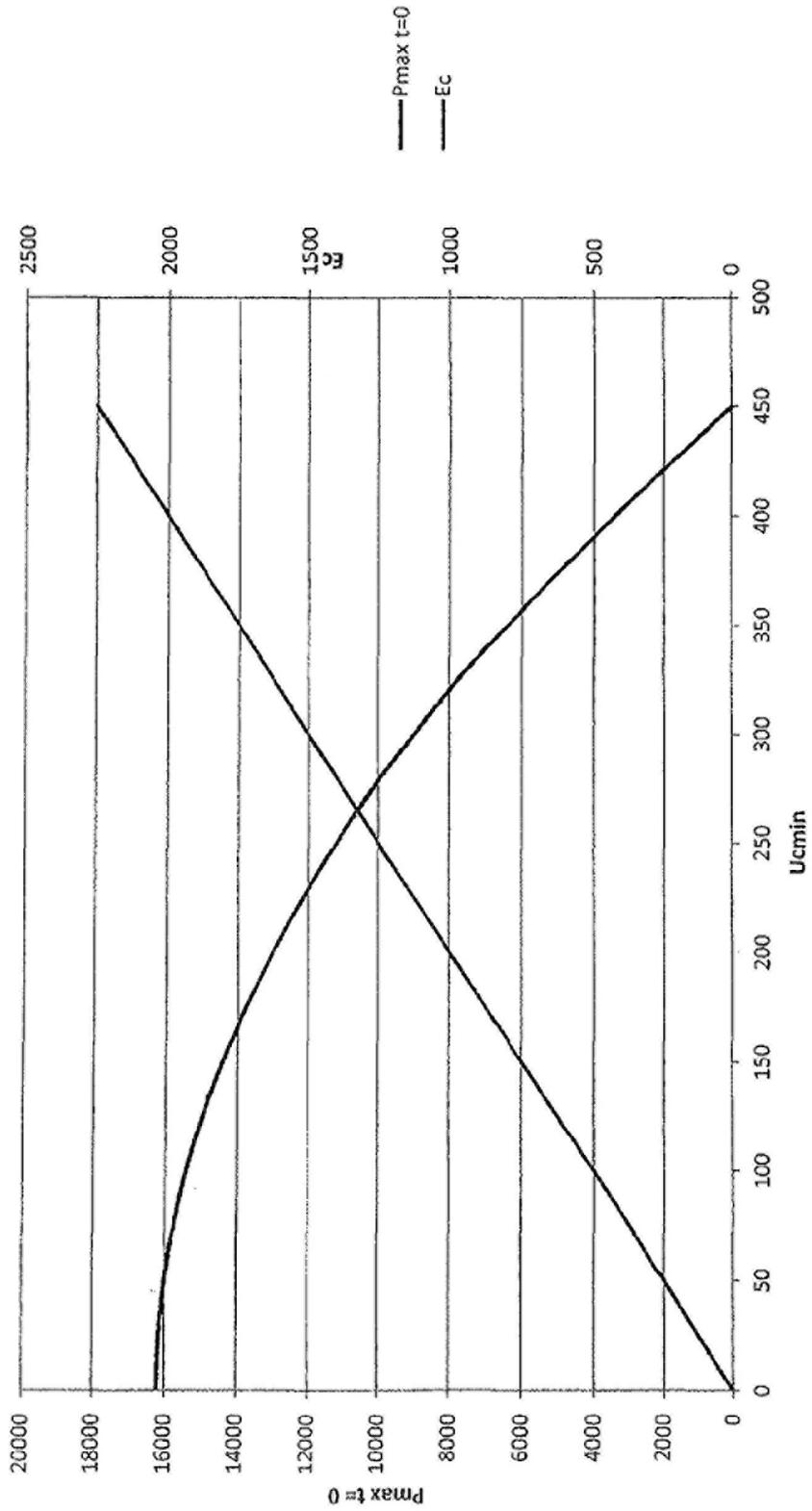


Fig.3

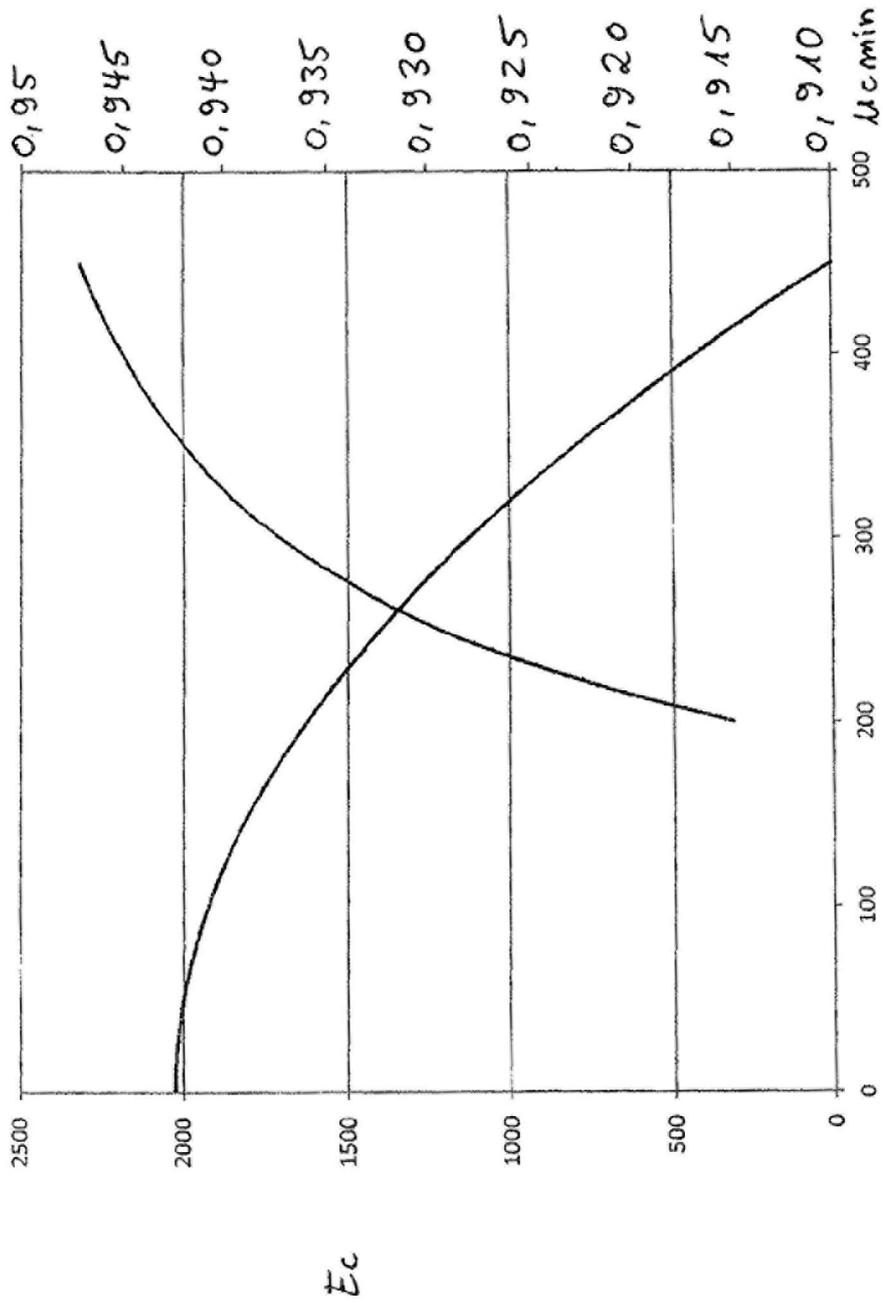


Fig. 4

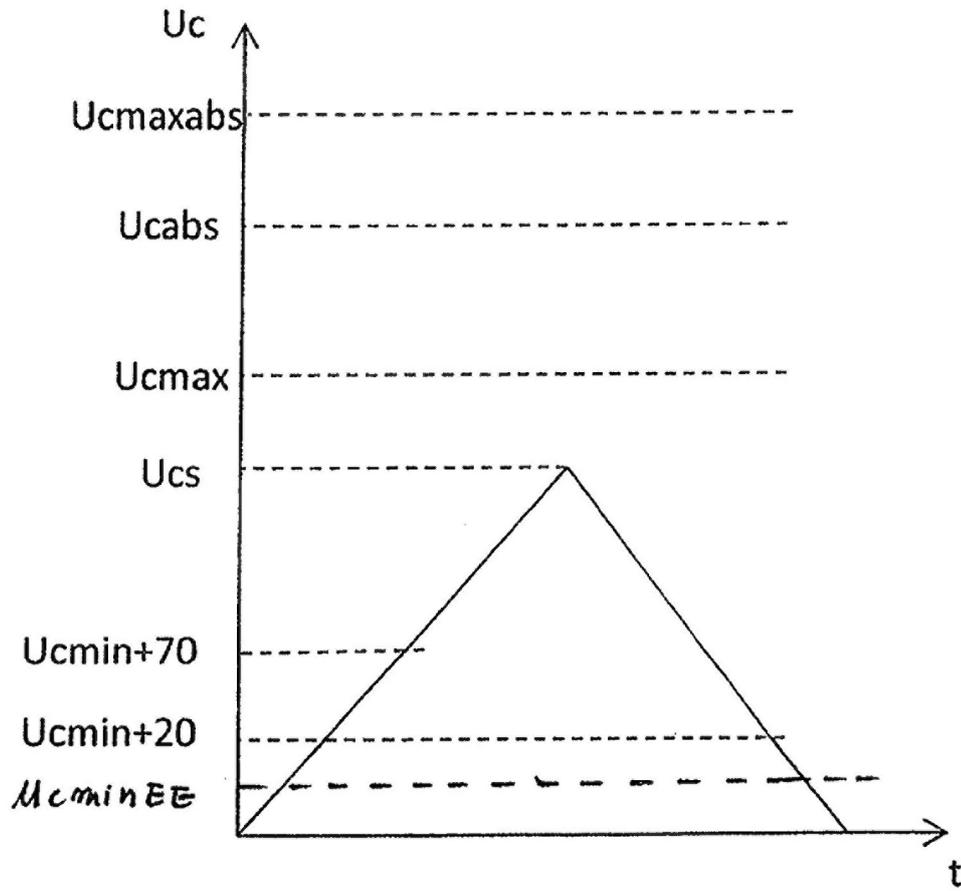


Fig. 5

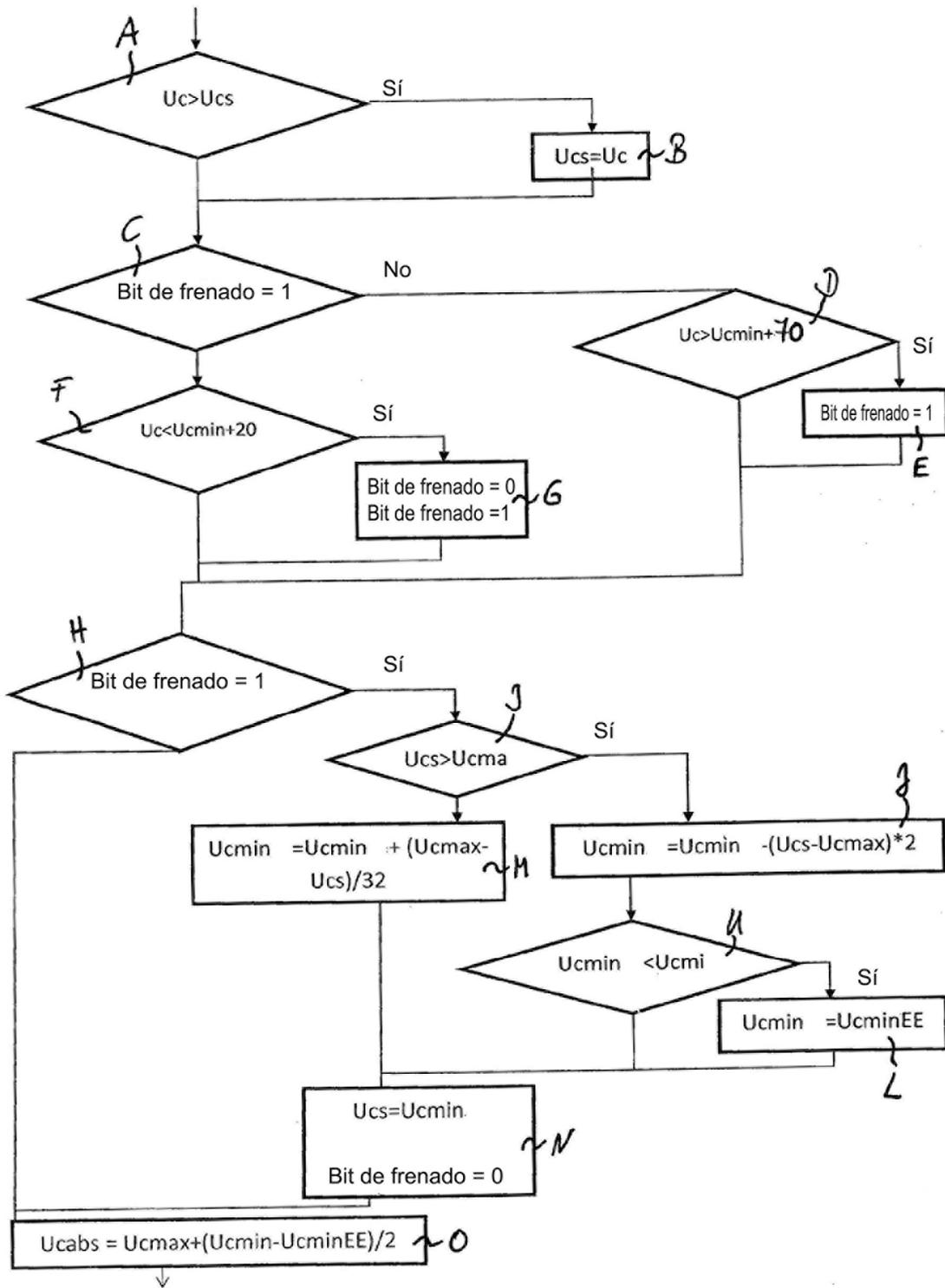


Fig. 6

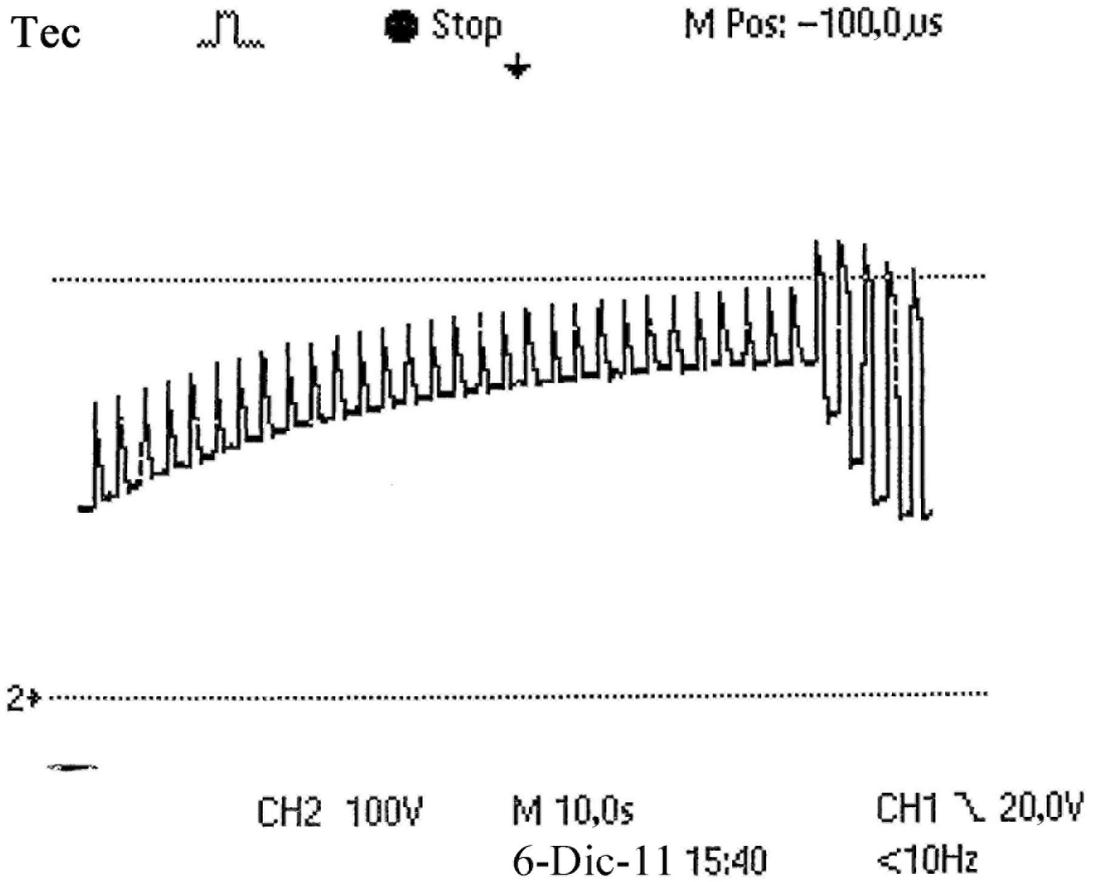


Fig. 7