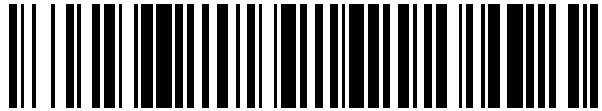


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 694 026**

51 Int. Cl.:

H01M 10/42 (2006.01)
H01M 10/48 (2006.01)
H01M 2/34 (2006.01)
H01M 10/44 (2006.01)
H02J 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.06.2015 PCT/EP2015/063315**
87 Fecha y número de publicación internacional: **21.01.2016 WO16008661**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2015 E 15729161 (8)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 3170224**

54 Título: **Operación segura de un acumulador de energía eléctrica**

30 Prioridad:

17.07.2014 AT 504942014

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

17.12.2018

73 Titular/es:

**SIEMENS AG ÖSTERREICH (100.0%)
Siemensstrasse 90
1210 Wien, AT**

72 Inventor/es:

ROTHWANGL, HEINZ

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 694 026 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

Operación segura de un acumulador de energía eléctrico

Ámbito técnico

5 La invención se relaciona con un procedimiento para la operación segura de un acumulador de energía eléctrico dentro de un rango de tensión predefinido con una tensión mínima y una tensión máxima del acumulador de energía.

Estado actual de la técnica

10 Los acumuladores de energía eléctricos sólo pueden utilizarse para una operación segura y la preservación de la vida útil sólo en determinados rangos de tensión, por lo que al alcanzar los límites de tensión han de tomarse diversas precauciones, para no quedar por debajo o por encima del intervalo de tensión admisible, donde el acumulador de energía se controla con la ayuda de un convertidor reductor.

15 Los actuales procedimientos se basan en que, por medio de un control, la corriente del acumulador de energía, al alcanzar los límites de tensión, por medio de una rampa temporal, pueden aproximarse a cero y/o poner la corriente del acumulador de energía inmediatamente a cero Amperios. Esto se asocia a veces con cambios bruscos de la corriente del acumulador de energía, por lo cual la tensión U_D del circuito intermedio puede aumentar brevemente a altos valores, de forma que las precauciones existentes para proteger el circuito intermedio, como por ejemplo una protección de circuito intermedio activa (AZS), tengan que intervenir activamente. Estas precauciones para proteger el circuito intermedio se requieren también para, por ejemplo, poder controlar correspondientemente los saltos de la tensión de red.

20 El documento US 2010/0259210A1 revela un procedimiento para cargar y descargar un acumulador de energía eléctrico, cuyo estado de carga debería estar entre dos valores específicos.

Representación de la Invención

25 Es, por tanto, un objeto de la presente invención producir un procedimiento, mediante el que dentro de un rango de tensión predeterminado se obtenga una operación segura de un acumulador de energía eléctrico con cambios menos bruscos de la corriente del acumulador de energía al acercarse a la tensión mínima o máxima predeterminadas del acumulador de energía.

30 Este objeto se resuelve con un procedimiento con las características de la reivindicación 1, en que, al acercarse a la tensión mínima o máxima predeterminadas del acumulador de energía $U_{ES,min}$, $U_{ES,max}$ del acumulador de energía eléctrico, una corriente nominal del acumulador de energía – asignada al acumulador de energía - se ve limitada, en función de la tensión real del acumulador de energía, por una corriente real mínima y una real máxima del acumulador de energía.

Por consiguiente, al acercarse a los límites de tensión del acumulador de energía eléctrico, la corriente nominal del acumulador de energía $I_{ES,soil}$, se limita, en función de la tensión del acumulador de energía, dinámicamente por medio de una regulación.

35 Es decir, que con la ayuda de esta regulación se limita la corriente nominal del acumulador de energía $I_{ES,soil}$ mediante la corriente real mínima $I_{ES,min,akt}$ y/o máxima del acumulador de energía $I_{ES,max,akt}$, de forma que según la ecuación Gl. 1 sea válido:

$$I_{ES,min,akt} \leq I_{ES,soil} \leq I_{ES,max,akt} \quad (1)$$

40 Puede preverse que para calcular la corriente real mínima del acumulador de energía $I_{ES,min,akt}$ se forme una diferencia entre la tensión mínima del acumulador de energía $U_{ES,min}$ y la tensión real del acumulador de energía U_{ES} , y/o para calcular la corriente real máxima del acumulador de energía $I_{ES,max,akt}$ se forme una diferencia entre la tensión máxima del acumulador de energía $U_{ES,max}$ y la tensión real del acumulador de energía U_{ES} .

45 Formando la diferencia, al acercarse la tensión real del acumulador de energía a la tensión máxima y/o mínima del acumulador de energía, se logra una regulación del asentamiento. Al alcanzar la tensión mínima $U_{ES,min}$ o la máxima del acumulador de energía $U_{ES,max}$ mediante la tensión real del acumulador de energía U_{ES} , entonces el valor diferencial $U_{ES,min} - U_{ES}$ y/o $U_{ES,max} - U_{ES}$ se aproxima a cero, por lo cual la corriente nominal $I_{ES,soil}$ se limita a cero.

La corriente real mínima del acumulador de energía $I_{ES,min,akt}$ puede formarse multiplicando el valor diferencial $(U_{ES,min} - U_{ES})$ por un factor constante k_2 y restando una corriente de compensación constante $I_{ES,offset}$ del producto; la corriente real máxima del acumulador de energía $I_{ES,max,akt}$ puede formarse multiplicando el valor diferencial $(U_{ES,max} - U_{ES})$ por un factor constante k_1 y sumando una corriente de compensación constante $I_{ES,offset}$ al producto.

- 5 Para garantizar que la corriente mínima real del acumulador de energía $I_{ES,min,akt}$ no sea menor que la corriente máxima negativa del acumulador de energía $I_{ES,max}$ y la corriente máxima real del acumulador de energía $I_{ES,max,akt}$ no sea mayor que la corriente positiva máxima del acumulador de energía $I_{ES,max}$, las corrientes reales mínima y/o máxima del acumulador de energía $I_{ES,min,akt}$ y/o $I_{ES,max,akt}$ se seleccionan según las siguientes ecuaciones Gl. 2 y 3:

$$I_{ES,max,akt} = \min\{I_{ES,max}; k_1 * (U_{ES,max} - U_{ES}) + I_{ES,offset}\}, \quad (2)$$

$$I_{ES,min,akt} = \max\{-I_{ES,max}; k_2 * (U_{ES,min} - U_{ES}) - I_{ES,offset}\}, \quad (3)$$

- 10 donde $I_{ES,max}$ representa la corriente máxima admisible del acumulador de energía y donde se utilizan los factores constantes k_1 y/o k_2 , mediante los que, cuando la tensión del acumulador de energía U_{ES} alcance el valor de tensión mínimo $U_{ES,min}$ o el valor de tensión máximo $U_{ES,max}$, se limita un término

$$k_1 * (U_{ES,max} - U_{ES}) \text{ bzw. } k_2 * (U_{ES,min} - U_{ES}) \quad (4)$$

y con este término la corriente nominal del acumulador de energía $I_{ES,soll}$ a cero.

- 15 Además, la corriente de compensación positiva $I_{ES,offset}$ aplicada generalmente relativamente pequeña con aproximadamente un 5% de $I_{ES,max}$ posibilita un asentamiento rápido en el valor de tensión mínimo y/o máximo admisible. En principio, la corriente de compensación positiva $I_{ES,offset}$ podría estar en el rango del 2-8% de $I_{ES,max}$.

- 20 A $I_{ES,offset} = 0A$ se limitaría la corriente nominal del acumulador de energía $I_{ES,soll}$ en cambio lentamente a cero y la tensión del acumulador de energía alcanzaría según una función exponencial el valor máximo o mínimo admisibles, lo que, sin embargo, duraría en la teoría "eternamente".

Haciendo que la corriente de compensación constante $I_{ES,offset}$ sea $> 0A$, se logra, que, a una tensión mínima y/o máxima admisible, todavía se cargue y/o descargue con la corriente de compensación $I_{ES,offset}$.

Por consiguiente, al alcanzar la tensión mínima o la tensión máxima del acumulador de energía $U_{ES,min}$, $U_{ES,max}$, el acumulador de energía se descarga o carga con la corriente de compensación positiva constante $I_{ES,offset}$.

- 25 Al aumentar y/o reducir adicionalmente al cargar y/o descargar el acumulador de energía puede emitirse desde la regulación un bloqueo de impulsos, reduciéndose la pequeña corriente de compensación $I_{ES,offset}$ a cero.

Este bloqueo de impulsos produce, por consiguiente, que, al descargar el acumulador de energía por debajo de la tensión mínima del acumulador de energía $U_{ES,min}$ o al sobrecargar el acumulador de energía por encima de la tensión máxima del acumulador de energía $U_{ES,max}$, la corriente de compensación $I_{ES,offset}$ se reduzca a cero.

- 30 Mediante los factores constantes k_1 y/o k_2 puede establecerse aquella tensión del acumulador de energía U_{ES} , a la que comienza la regulación del asentamiento correspondientemente a los valores diferenciales $(U_{ES,min} - U_{ES})$ y/o $(U_{ES,max} - U_{ES})$.

- 35 Los valores positivos del factor $k_1 > 0$ y/o $k_2 > 0$ determinan a partir de cuándo comienza a actuar la regulación del asentamiento. Al inicio de la regulación del asentamiento, la limitación mediante la corriente máxima del acumulador de energía $I_{ES,max}$ se sustituye por el término

$$k_1 * (U_{ES,max} - U_{ES}) + I_{ES,offset} \quad (5)$$

, siendo válido, según la Ec. 6:

$$k_1 * (U_{ES,max} - U_{ES}) + I_{ES,offset} = I_{ES,max} \quad (6)$$

Lo mismo es válido para la regulación del asentamiento durante la descarga:

$$k_2 * (U_{ES,min} - U_{ES}) - I_{ES,offset} = -I_{ES,max}$$

- 5 La regulación del asentamiento comienza, cuando la tensión del acumulador de energía U_{ES} sea igual a una tensión inicial del acumulador de energía $U_{ES,startBeg1}$ al inicio, calculándose el factor constante k_1 según Gl. 10:

$$k_1 * (U_{ES,max} - U_{ES,startBeg1}) + I_{ES,offset} = I_{ES,max} \quad (7)$$

y/o:

$$k_1 = \frac{I_{ES,max} - I_{ES,offset}}{U_{ES,max} - U_{ES,startBeg1}} \quad (8)$$

10

lo mismo es válido para el factor k_2 :

$$k_2 * (U_{ES,min} - U_{ES,startBeg2}) - I_{ES,offset} = -I_{ES,max} \quad (9)$$

y/o:

$$k_2 = \frac{I_{ES,offset} - I_{ES,max}}{U_{ES,min} - U_{ES,startBeg2}} \quad (10)$$

- 15 En general, además, $U_{ES,startBeg1}$ se establece igual al 98% de $U_{ES,max}$ y/o $U_{ES,startBeg2}$ se establece igual al 102% de $U_{ES,min}$. $U_{ES,startBeg1}$ podría, sin embargo, estar en un rango del 95-99% de $U_{ES,max}$ y/o $U_{ES,startBeg2}$ podría estar en un rango del 101-105% de $U_{ES,min}$.

Breve descripción de las Figuras

- 20 Para aclarar adicionalmente la invención, en la siguiente parte de la descripción se hace referencia a la Figura, de la que pueden extraerse otras configuraciones, detalles y perfeccionamientos favorables de la invención. Aquí muestra:

Fig. 1 una construcción de conmutación de un acumulador de energía eléctrico con un reductor para la operación segura del acumulador de energía eléctrico dentro de un rango de tensión predeterminado.

Ejecución de la invención

- 25 En el circuito, representado a la izquierda en la Fig. 1, de un convertidor reductor para un acumulador de energía eléctrico 1, hay por fuera una tensión de red U_N , donde están conectados en serie una bobina L_N con una resistencia interna R_N y un condensador del circuito intermedio C_D , donde la bobina L_N y la resistencia interna R_N forman una

inductancia de red. Paralelamente al condensador de circuito intermedio C_D está la protección de circuito intermedio activa AZS para proteger el circuito intermedio frente a posibles sobretensiones, que consiste en la conexión en serie de un conmutador con una resistencia AZS.

5 Con la ayuda de un conmutador sincronizado S se carga el acumulador de energía eléctrico, donde la bobina L_{ES} con la resistencia interna R_{LES} forman una inductancia del acumulador de energía, así como el condensador C_{ES} con la resistencia interna R_{ES} forman el acumulador de energía eléctrico 1.

En este contexto, en el acumulador de energía 1 hay una tensión del acumulador de energía U_{ES} , que no puede quedar por debajo de una tensión mínima $U_{ES,min}$ y/o superar una tensión máxima del acumulador de energía $U_{ES,max}$.

10 Mediante el tipo de limitación dinámica conforme a la invención se garantiza que se cumplan la tensión mínima $U_{ES,min}$ y/o máxima admisible del acumulador de energía $U_{ES,max}$ y así se asegura la protección del acumulador de energía 1. La regulación produce una limitación dinámica de la corriente nominal de carga mínima y/o máxima $I_{ES,soll}$ y evita, por consiguiente, una sobrecarga o una descarga excesiva del acumulador de energía 1.

15 Esta regulación origina, en comparación con el control, que el acumulador de energía se descargue y/o cargue en el rango de la tensión mínima $U_{ES,min}$ y/o de la máxima admisible del acumulador de energía $U_{ES,max}$ sólo más moderadamente, evitándose cambios abruptos de corriente nominal, cuando se alcance la tensión mínima $U_{ES,min}$ o la máxima admisible del acumulador de energía $U_{ES,max}$.

20 En concreto, en el procedimiento conforme a la invención, la tensión del acumulador de energía U_{ES} se mide continuamente con un dispositivo de medición, aquí no representado, y a partir de ella se calculan según las ecuaciones 2 y 3 los valores de $I_{ES,max,akt}$ e $I_{ES,min,akt}$. La corriente I_{ES} suministrada al (y/o extraída del) acumulador de energía se ajusta además de forma que se cumpla la ecuación 1, o sea, la corriente I_{ES} se mantiene mayor o igual que $I_{ES,min,akt}$ y menor o igual que $I_{ES,max,akt}$. Para poder conducir la corriente nominal del acumulador de energía $I_{ES,soll}$ correspondientemente, se ajustará correspondientemente el ciclo de trabajo del conmutador sincronizado S. El ciclo de trabajo es la relación entre la duración de encendido del conmutador (posición del conmutador $S = 1$) y la duración del ciclo del conmutador. Las frecuencias de ciclo típicas del conmutador S se hallan a 1kHz.

25 Lista de símbolos de referencia:

1	acumulador de energía
AZS	Protección de circuito intermedio activa
U_N	tensión de red
U_D	tensión del circuito intermedio
30 U_{ES}	tensión del acumulador de energía
L_N	bobina de la inductancia de red
R_N	resistencia interna de la inductancia de red
C_D	condensador del circuito intermedio
S	conmutador
35 L_{ES}	inductividad de la inductancia del acumulador de energía
R_{LES}	resistencia interna de la inductancia del acumulador de energía
C_{ES}	capacidad de un acumulador de energía eléctrico 1
R_{ES}	resistencia interna del acumulador de energía eléctrico 1
U_{ES}	tensión (real) del acumulador de energía

40

ES 2 694 026 T3

	$U_{ES,min}$	tensión mínima admisible del acumulador de energía
	$U_{ES,max}$	tensión máxima admisible del acumulador de energía
	$I_{ES,min}$	corriente mínima admisible del acumulador de energía
	$I_{ES,max}$	corriente máxima admisible del acumulador de energía
5	$I_{ES,soll}$	corriente nominal del acumulador de energía
	$I_{ES,offset}$	corriente de compensación constante

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la operación segura de un acumulador de energía eléctrico (1), formado por un condensador C_{ES} con una resistencia interna R_{ES} , dentro de un rango de tensión predefinido con una tensión mínima y una máxima del acumulador de energía $U_{ES,min}$, $U_{ES,max}$, **caracterizado porque**

5 - al aproximarse a la tensión mínima o máxima predefinida del acumulador de energía $U_{ES,min}$, $U_{ES,max}$ del acumulador de energía eléctrico (1), una corriente nominal del acumulador de energía $I_{ES,soll}$ es limitada, en función de una tensión real del acumulador de energía U_{ES} , por una corriente real mínima y una real máxima del acumulador de energía $I_{ES,min,akt}$, $I_{ES,max,akt}$, donde

10 - para calcular la corriente real mínima del acumulador de energía $I_{ES,min,akt}$ se forma una diferencia entre la tensión mínima del acumulador de energía $U_{ES,min}$ y la tensión real del acumulador de energía U_{ES} , y/o para calcular la corriente real máxima del acumulador de energía $I_{ES,max,akt}$ se forma una diferencia entre la tensión máxima del acumulador de energía $U_{ES,max}$ y la tensión real del acumulador de energía U_{ES} , y donde

15 - la corriente real mínima del acumulador de energía $I_{ES,min,akt}$ se forma multiplicando el valor diferencial ($U_{ES,min} - U_{ES}$) por un factor constante k_2 y restando una corriente de compensación constante $I_{ES,offset}$ del producto, y la corriente máxima real del acumulador de energía $I_{ES,max,akt}$ se forma multiplicando el valor diferencial ($U_{ES,max} - U_{ES}$) por un factor constante k_1 y sumando la corriente de compensación constante $I_{ES,offset}$ al producto.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la corriente máxima real del acumulador de energía $I_{ES,max,akt}$ y la corriente mínima real del acumulador de energía ($I_{ES,min,akt}$) se determinan como sigue:

$$I_{ES,max,cur} = \min(I_{ES,max}; k_1 * (U_{ES,max} - U_{ES}) + I_{ES,offset}),$$

$$I_{ES,min,cur} = \max(I_{ES,max}; k_2 * (U_{ES,min} - U_{ES}) - I_{ES,offset}),$$

20 donde $I_{ES,MAX}$ representa la máxima corriente admisible del acumulador de energía.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque la corriente de compensación constante $I_{ES,offset}$ asciende a un 2-8% de la máxima corriente admisible del acumulador de energía $I_{ES,max}$.

25 4. Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, caracterizado porque, al alcanzar la tensión mínima o máxima del acumulador de energía $U_{ES,min}$, $U_{ES,max}$, el acumulador de energía se descarga o carga con la corriente de compensación positiva constante $I_{ES,offset}$.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque al descargar el acumulador de energía (1) por debajo de la tensión mínima del acumulador de energía $U_{ES,min}$ o al sobrecargar el acumulador de energía (1) por encima de la tensión máxima del acumulador de energía $U_{ES,max}$, la corriente de compensación $I_{ES,offset}$ se reduce a cero.

30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque mediante los factores constantes k_1 , k_2 se establece aquella tensión del acumulador de energía U_{ES} para el comienzo de la regulación del asentamiento correspondientemente a los valores diferenciales ($U_{ES,min} - U_{ES}$) y/o ($U_{ES,max} - U_{ES}$).

35 7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque la regulación del asentamiento comienza, al aproximarse a la tensión máxima del acumulador de energía $U_{ES,max}$, cuando la tensión del acumulador de energía U_{ES} sea igual a una tensión inicial del acumulador de energía $U_{ES,StartBeg1}$, donde el factor constante k_1 se calcula como sigue:

$$k_1 = \frac{I_{ES,max} - I_{ES,offset}}{U_{ES,max} - U_{ES,StartBeg1}}.$$

8. Procedimiento según la reivindicación 6 o 7, caracterizado porque la regulación del asentamiento mínima del acumulador de energía $U_{ES,min}$, cuando la tensión del acumulador de energía UES sea igual a una tensión inicial del acumulador de energía $U_{ES,startBeg2}$, k_2 se calcula como sigue:

$$k_2 = \frac{I_{ES,offset} - I_{ES,max}}{U_{ES,min} - U_{ES,startBeg2}} \cdot$$

5 9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque la tensión inicial del acumulador de energía $U_{ES,startBeg1}$ se iguala al 95-99% de la tensión máxima del acumulador de energía $U_{ES,max}$.

10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque la tensión inicial del acumulador de energía $U_{ES,startBeg2}$ se iguala al 101-105% de la tensión mínima del acumulador de energía $U_{ES,min}$.

