

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 762 101**

51 Int. Cl.:

H01M 10/42 (2006.01)
H01M 10/48 (2006.01)
B60L 3/12 (2006.01)
H02J 7/00 (2006.01)
G01R 31/392 (2009.01)
B60L 58/16 (2009.01)
B60L 58/13 (2009.01)
B60L 58/24 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.01.2017 PCT/EP2017/051648**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **17.08.2017 WO17137263**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.01.2017 E 17702575 (6)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019 EP 3391455**

54 Título: **Control de la vida útil para almacenadores de energía**

30 Prioridad:

08.02.2016 EP 16154678

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.05.2020

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
 Werner-von-Siemens-Straße 1
 80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**RUPPERT, SWEN y
 HOLL, EUGEN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 762 101 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

Control de la vida útil para almacenadores de energía

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para controlar la vida útil de un módulo de almacenamiento de energía, donde, en diferentes momentos, es conocido un estado de envejecimiento del módulo de almacenamiento de energía. La invención también se refiere a un procedimiento para controlar la vida útil de una pluralidad de módulos de almacenamiento de energía. Asimismo, la presente invención se refiere a un control para un módulo de almacenamiento de energía, a un módulo de almacenamiento de energía y a un sistema de almacenamiento de energía con un control de tal tipo. Además, la invención se refiere a un vehículo con un módulo de almacenamiento de energía de tal tipo.

10 Un almacenador de energía puede estar estructurado a partir de uno o varios módulos de almacenamiento de energía. A este respecto, el módulo de almacenamiento de energía comprende a menudo sensores para la determinación de la temperatura del módulo de almacenamiento de energía. Además, al módulo de almacenamiento de energía está asociada a menudo una unidad reguladora o de control con la que se puede influenciar el comportamiento y el funcionamiento del módulo de almacenamiento de energía.

15 Como almacenador de energía o módulo de almacenamiento de energía se utilizan hoy en día, en particular en un sistema de transmisión para vehículos, preferentemente condensadores de doble capa (los llamados supercapacitores o ultracapacitores) o baterías.

20 Es conocido que las condiciones de funcionamiento y las influencias externas de un almacenador de energía o de un módulo de almacenamiento de energía determinan los límites del almacenador de energía y el enfriamiento. En este sentido, se reducen los límites de la corriente, por ejemplo, en el caso de una temperatura excesiva, en función del estado de carga (EdC, estado de carga) se restringe la recarga o, en un sistema híbrido con un EdC reducido, se conecta a este otra fuente de potencia o de energía. Además, se puede intensificar el enfriamiento.

Por el documento DE 10 2013 213 253 A1, es conocido que mediante la modificación de los parámetros de funcionamiento se pueden influenciar los grados de eficacia de sistemas de almacenamiento de energía.

25 La temperatura y la tensión tienen en parte una gran influencia sobre la vida útil de los almacenadores de energía eléctricos (condensadores de doble capa, ultracapacitores y baterías). Por otro lado, la corriente tiene influencia sobre la temperatura a través del calentamiento.

30 Si, debido a contratos de *leasing* o a coberturas de garantía, se quiere garantizar una vida útil definida del sistema de almacenamiento de energía, en la actualidad se pone en práctica una concepción conservadora que contiene seguridades en cuanto a la vida útil, y provista de tolerancia. Este amortiguador de la tolerancia va aunado a una complejidad adicional y, con ella, a costes o pérdidas como, por ejemplo, un sobredimensionamiento, una restricción de los parámetros de funcionamiento (por ejemplo, de la tensión máxima) o una potencia frigorífica instalada elevada.

35 El estado de envejecimiento, denominado también edad de un sistema de almacenamiento de energía, se deduce a menudo a partir de la capacidad u otros parámetros como, por ejemplo, la resistencia interna. Para tal fin, se conocen algoritmos para determinar el estado de envejecimiento del módulo de almacenamiento de energía. En este sentido, el estado de envejecimiento se expresa a menudo en EdS (estado de salud). A este respecto, el 100% se tiene por nuevo. En este sentido, cerca de aproximadamente el 80% se alcanza el estado de envejecimiento crítico, en el que el almacenador de energía debería dejarse fuera de servicio por motivos de seguridad o para el aseguramiento de un buen funcionamiento. Otras definiciones definen el estado de envejecimiento crítico en el 0%.

40 Con independencia de la definición del estado de envejecimiento (EdS), en el estado de envejecimiento crítico sigue existiendo la capacidad de almacenar o emitir energía.

A menudo, la vida útil garantizada de un sistema de almacenamiento de energía se concibe para la instalación (por ejemplo, un vehículo) en la que el almacenador de energía ha de almacenar energía. En este sentido, la vida útil de la instalación es a menudo igual o el doble que la vida útil calculada del sistema de almacenamiento de energía.

45 Por el documento EP 2 481 123 B1, se conoce un procedimiento para controlar o regular al menos un parámetro de funcionamiento de un almacenador de energía eléctrico, que inflencie el estado de envejecimiento del almacenador de energía eléctrico, con las etapas determinar el estado de envejecimiento real del almacenador de energía eléctrico, comparar el estado de envejecimiento real con un estado de envejecimiento teórico predeterminado para la edad actual del almacenador de energía, y restringir un intervalo del parámetro de funcionamiento admisible para el

50 al menos un parámetro de funcionamiento si el estado de envejecimiento real es peor que el estado de envejecimiento teórico.

El documento DE 10 2012 000 847 A1 divulga otro procedimiento para controlar la vida útil de un módulo de

almacenamiento de energía.

El objetivo de la presente invención consiste en mejorar el control o la regulación de la vida útil de un módulo de almacenamiento de energía.

5 Dicho objetivo se consigue mediante un procedimiento para controlar la vida útil de un módulo de almacenamiento de energía, donde, en diferentes momentos, es conocido un estado de envejecimiento del módulo de almacenamiento de energía, donde es conocido un primer estado de envejecimiento en el que se encuentra el módulo de almacenamiento de energía en un primer momento, y es conocido un segundo estado de envejecimiento en el que se encuentra el módulo de almacenamiento de energía en un segundo momento, donde se determina una velocidad de envejecimiento a partir del primer y el segundo estado de envejecimiento y del primer y el segundo momento, donde se calcula el momento del final de la vida útil determinado a partir de la velocidad de envejecimiento y de uno de los estados de envejecimiento, donde, en función del momento del final de la vida útil determinado, se aplica una medida para la modificación de la vida útil del módulo de almacenamiento de energía, donde el módulo de almacenamiento de energía comprende condensadores de doble capa, donde se incrementa la potencia frigorífica del módulo de almacenamiento de energía si una temperatura medida en el módulo de almacenamiento de energía es mayor que el valor promediado o suavizado de la temperatura medida en el módulo de almacenamiento de energía y/o si la temperatura ambiente medida es mayor que el valor promediado o suavizado de la temperatura ambiente medida. Dicho objetivo se consigue además mediante un procedimiento para controlar la vida útil de una pluralidad de módulos de almacenamiento de energía, donde al menos un primer módulo de almacenamiento de energía de la pluralidad de módulos de almacenamiento de energía con un primer momento del final de la vida útil determinado se regula mediante un procedimiento mencionado anteriormente, de tal modo que el primer momento del final de la vida útil determinado se aproxima a un momento predeterminable. Asimismo, el objetivo se consigue mediante un control para un módulo de almacenamiento de energía con medios para la ejecución de un procedimiento de tal tipo, mediante un programa para la ejecución de un procedimiento de tal tipo efectuándose en un control de tal tipo, así como mediante un producto de programa informático. Además, el objetivo se consigue mediante un módulo de almacenamiento de energía con un control de tal tipo, un sistema de almacenamiento de energía con una pluralidad de módulos de almacenamiento de energía, y mediante un vehículo con un módulo de almacenamiento de energía de tal tipo.

En las reivindicaciones dependientes se indican realizaciones ventajosas de la invención.

30 La invención se basa en el conocimiento consistente en que, a partir de los estados de envejecimiento (EdS) en diferentes momentos, se puede calcular el final de la vida útil previsible del módulo de almacenamiento de energía. Para el cálculo, el estado de envejecimiento (EdS) ha de ser conocido en al menos dos momentos diferentes. Si se establece la diferencia entre los dos estados de envejecimiento (el primer y el segundo estado de envejecimiento) y esta se divide entre la diferencia entre los dos momentos, se obtiene entonces una velocidad de envejecimiento a partir de estos dos estados de envejecimiento. A partir de un estado de envejecimiento y del momento correspondiente, se puede determinar el final de la vida útil mediante la velocidad de envejecimiento calculada. A este respecto, se puede recurrir tanto a uno de los estados de envejecimiento, es decir, al primer o al segundo estado de envejecimiento, que ya se haya utilizado para el cálculo de la velocidad de envejecimiento, o a cualquier estado de envejecimiento conocido con el momento correspondiente. Por medio del estado de envejecimiento en un momento determinado, se puede calcular cuándo se alcanza un estado de envejecimiento definido que defina el final del módulo de almacenamiento de energía. Esto se produce de manera sencilla a través de que en el cálculo se parta de que el envejecimiento siga prosiguiendo con la velocidad de envejecimiento calculada.

Por medio de este momento para alcanzar el final de la vida útil, se puede decidir si se emprenden medidas para la modificación de la vida útil mediante una regulación o control.

45 En el procedimiento descrito anteriormente se trata de una linealización a través de dos puntos. Como resulta evidente, durante la determinación de la velocidad de envejecimiento se coloca una recta a través de estos dos puntos y se calcula un punto de intersección cuando esta recta alcanza un estado de envejecimiento definido, es decir, secciona un valor paralelo al eje del tiempo en el que el módulo de almacenamiento de energía ha de sustituirse. Este punto de intersección representa el momento calculado del final de la vida útil.

50 Como alternativa, por las matemáticas se conocen una pluralidad de procedimientos, en particular, procedimientos estadísticos, para determinar, o bien, interpolar, una recta o recta de regresión a partir de una cantidad de puntos o puntos de medición en un espacio bidimensional. Todos estos procedimientos son adecuados para la determinación de la velocidad de envejecimiento de un módulo de almacenamiento de energía.

55 Una ventaja del procedimiento para el control de la vida útil viene dada por que se pueda evitar un envejecimiento imprevisto poco antes del recambio planificado del módulo de almacenamiento de energía, es decir, poco antes del final de su vida útil. El carácter previsor del procedimiento para el control de la vida útil permite el control, en particular, la prolongación de la vida útil del módulo de almacenamiento de energía, y hace además posible un funcionamiento del módulo de almacenamiento de energía que impida un fallo poco antes del final de la vida útil

planificado, o que al menos la haga improbable.

En muchos almacenadores de energía ha de observarse un efecto de recuperación del valor del EdS. Este se oculta mediante el procedimiento utilizado en este caso si el espacio temporal de observación y, con él, los estados de envejecimiento que se encuentren en el espacio temporal de observación, se escogen de manera adecuada para la determinación de la velocidad de envejecimiento. A este respecto, ha resultado ser conveniente no efectuar el cálculo de la velocidad de envejecimiento antes de que haya finalizado una fase de inicio inicial del funcionamiento del almacenador de energía en la que actúe el efecto de recuperación. Durante la fase de recuperación, el envejecimiento del módulo de almacenamiento de energía no se produce de manera lineal, por lo que diverge parcialmente, incluso de manera considerable, de la velocidad de envejecimiento constante calculada. Por lo tanto, un cálculo del momento del final de la vida útil que se base en él será erróneo y muy impreciso parcialmente. Por consiguiente, ha resultado ser ventajoso no recurrir a los primeros valores de medición para el estado de envejecimiento tras el comienzo del funcionamiento del módulo de almacenamiento de energía para el cálculo de la velocidad de envejecimiento. No antes de que el módulo de almacenamiento de energía lleve en funcionamiento algo de tiempo, por ejemplo, en función del caso de aplicación, un minuto, diez minutos, o una hora, se recurre a los estados de envejecimiento determinados para la determinación de la velocidad de envejecimiento. Como alternativa, los primeros estados de envejecimiento podrían ser provistos de un factor de ponderación, de modo que su influencia sobre el cálculo de la velocidad de envejecimiento, en particular durante el cálculo a través de procedimientos matemáticos estadísticos, sea menor. Con ello, el cálculo del momento para el final de la vida útil puede realizarse con mayor exactitud.

En una configuración ventajosa de la invención, en función de la magnitud del intervalo de tiempo entre un momento de un final de la vida útil planificado y el momento del final de la vida útil determinado, se aplica una medida para la modificación de la vida útil del módulo de almacenamiento de energía. Con ello, hay un criterio de selección disponible para la regulación o el control cuando es o puede ser razonable iniciar medidas de prolongación de la vida útil para el módulo de almacenamiento de energía. Para ello, por ejemplo con anterioridad durante la concepción del módulo de almacenamiento de energía, se calcula o simula la evolución temporal del estado de envejecimiento como función del tiempo dándose condiciones del diseño o condiciones ambientales, así como condiciones de uso o escenarios de uso, determinados. A través de esta evolución temporal, también se puede determinar el momento del final de la vida útil planificado. A este respecto, la simulación puede realizarse de manera computacional o basándose en ensayos, así como en combinación. En este sentido, la evolución del estado de envejecimiento no es necesariamente lineal a través del tiempo. Se ha demostrado que, precisamente en un tiempo inicial, la evolución no es lineal y que no pasa a una evolución lineal hasta a partir de un momento determinado. A partir del cálculo, o bien, simulación, se obtiene entre otros este momento a partir del cual el envejecimiento, es decir, la modificación de la velocidad de envejecimiento, discurre de manera prácticamente lineal. No antes que a partir de este momento, el procedimiento es particularmente ventajoso gracias a su exactitud existente entonces. Además, también se puede compensar el efecto de recuperación que a menudo provocaría el cálculo de un momento demasiado temprano del final de la vida útil. Por lo tanto, el cálculo del momento del final de la vida útil determinado a través de la velocidad de envejecimiento proporciona un resultado considerablemente más preciso que los procedimientos conocidos hasta el momento para el control de la vida útil de un módulo de almacenamiento de energía.

A este respecto, se ha demostrado que es ventajoso que se pueda aumentar de manera sencilla la eficacia de un módulo de almacenamiento de energía a través de que el momento para el final de la vida útil planificado se traslade a un momento previo. Esto permite una carga más intensa del módulo de almacenamiento de energía, por ejemplo, por mayores corrientes, mayores cantidades de ciclos, o una mayor temperatura ambiente. De este modo, también se puede poner en práctica con facilidad una necesidad adicional o nueva de los clientes de conformidad con la mayor eficacia tras la entrega de una instalación o de un vehículo en muchos casos, adaptándose únicamente un parámetro, por ejemplo, el valor del momento del final de la vida útil planificado. En esta adaptación, el valor del momento del final de la vida útil planificado se establece en un momento más temprano.

El conocimiento acerca del momento del final de la vida útil determinado puede utilizarse para poder planificar con mayor exactitud las medidas de mantenimiento para la instalación o el vehículo, ya que estas se conocen con suficiente precisión y de manera temprana. Esto simplifica la logística acerca de la planificación de la utilización del vehículo y la organización del mantenimiento desde la ejecución hasta el suministro de piezas de recambio.

En otra configuración ventajosa de la invención, en el caso de que el momento del final de la vida útil determinado se encuentre antes del momento del final de la vida útil planificado, se aplica una medida para la modificación de la vida útil, donde la medida para la modificación de la vida útil es una medida para la prolongación de la vida útil. Un módulo de almacenamiento de energía particularmente ventajoso es fabricable a través de que no se tengan en cuenta ningún sobredimensionamiento ni reservas en la concepción. Con el fin de, no obstante, impedir un fallo, o bien, que se alcance el final de la vida útil antes del final de la vida útil planificado, se provocan medidas para la prolongación de la vida útil mediante la regulación o el control del módulo de almacenamiento de energía con un consumo elevado de vida útil, es decir, con una velocidad de envejecimiento elevada, de manera reconocible en un momento temprano del final de la vida útil determinado. A este respecto, se puede conseguir una prolongación del funcionamiento del módulo de almacenamiento de energía con solo ligeras restricciones en el funcionamiento. Se ha

demostrado que, durante el funcionamiento del vehículo o de la instalación, el módulo de almacenamiento de energía se aprovecha o se carga en una medida considerablemente menor a lo requerido. Estos márgenes para el diseño pueden utilizarse para una prolongación de la vida útil. A este respecto, un control de la vida útil a menudo no lleva todavía a restricciones en el funcionamiento o a una reducción del grado de eficacia del sistema.

5 En otro diseño ventajoso de la invención, en función de al menos un parámetro de funcionamiento del módulo de almacenamiento de energía y/o de al menos una condición ambiental, con la ayuda de datos almacenados en una memoria se dirige o regula el funcionamiento del módulo de almacenamiento de energía de tal modo que, para la modificación de la vida útil del módulo de almacenamiento de energía, se modifica la potencia frigorífica del módulo de almacenamiento de energía y/o se modifica una estrategia de funcionamiento del módulo de almacenamiento de energía y/o se limita una variable funcional del módulo de almacenamiento de energía. Se ha demostrado que, para la modificación de la vida útil del almacenador de energía, es ventajoso poner en práctica las medidas mencionadas en función de uno o más parámetros de funcionamiento o de una o más condiciones ambientales. A este respecto, ha resultado ser ventajoso para la selección de las medidas apropiadas que en una memoria de datos (tabla de consulta) se almacenen criterios de decisión como, por ejemplo, una modificación del grado de eficacia, y que se recurra a ellos para la decisión acerca de la medida y no se calcule en línea la repercusión de la medida. Con el almacenamiento, se puede poner en práctica un buen comportamiento al iniciarse las medidas de prolongación de la vida útil sin mucha capacidad computacional.

Las medidas se pueden dividir en los grupos mencionados anteriormente. Con el aumento de la potencia frigorífica, se puede aumentar, por ejemplo, el rendimiento del medio de enfriamiento, o bien, del refrigerante. Esto se produce de manera sencilla, por ejemplo, con el enfriamiento del aire mediante el aumento del número de revoluciones del ventilador o con el enfriamiento del líquido mediante el aumento de la capacidad de bombeo. Asimismo, de manera alternativa o adicional existe además la posibilidad de reducir la temperatura del medio de enfriamiento. Esto puede ocurrir, por ejemplo, con el enfriamiento del aire mediante un aparato climatizador que pueda reducir la temperatura del aire de enfriamiento, o con el enfriamiento del líquido mediante el aumento de la eficacia de un intercambiador de calor que expulse al aire circundante el calor contenido en el líquido de enfriamiento.

La modificación de la estrategia de funcionamiento se refiere a puntos que provoquen una carga del módulo de almacenamiento de energía, pero que no se midan necesariamente de manera directa mediante un sensor de variables eléctricas. Entre ellas figura, por ejemplo, reducir la aceleración de un vehículo. Del mismo modo, es posible reducir el número de ciclos que resultan de la carga y descarga para el almacenador de energía. La reducción de este número de ciclos se consigue, por ejemplo, a través de que un módulo de almacenamiento de energía no se descargue hasta que haya alcanzado un estado de carga mínimo predeterminable determinado.

La limitación de las variables funcionales se refiere a las variables, en particular, variables eléctricas, medibles por un sensor. Entre estas figura en particular la corriente a través del módulo de almacenamiento de energía. Puesto que la corriente tiene una repercusión directa sobre la temperatura y, por consiguiente, también sobre la vida útil del almacenador de energía, esta medida es particularmente efectiva. No obstante, esta también trae consigo una restricción elevada para el funcionamiento del módulo de almacenamiento de energía.

En el diseño de acuerdo con la invención de la invención, se incrementa la potencia frigorífica del módulo de almacenamiento de energía si una temperatura medida en el módulo de almacenamiento de energía es mayor que el valor promediado o suavizado de la temperatura almacenada en el módulo de almacenamiento de energía y/o si la temperatura ambiente medida es mayor que el valor promediado o suavizado de la temperatura ambiente medida. Se ha demostrado que es positivo que se incremente la potencia frigorífica con una temperatura elevada del módulo de almacenamiento de energía y/o una temperatura ambiente elevada. Una temperatura elevada tanto en el módulo de almacenamiento de energía como en el entorno se reconoce por que se encuentra por encima de su valor promediado o suavizado. A este respecto, se puede incrementar la potencia frigorífica directamente al superarse este valor promediado o suavizado, o si el valor promediado o suavizado se supera en un valor predeterminable.

El valor promediado se calcula a través de que el valor medio de estos valores se forme a través de un intervalo de tiempo fijado. A menudo, de manera más sencilla que la determinación del promedio se puede efectuar una suavización dentro de la regulación. Durante esta suavización, la señal de la temperatura se suaviza, por ejemplo, fácilmente mediante un elemento PT1. En comparación con la determinación del valor medio, la memoria necesaria es considerablemente menor.

Una ventaja particular de esta forma de realización consiste en que el enfriamiento se incrementa especialmente en particular en los momentos en los que se dé una temperatura elevada y, con esta, una gran carga. Por consiguiente, se puede prolongar la vida útil del módulo de almacenamiento de energía mediante una medida sencilla que no perjudique o que prácticamente no perjudique el funcionamiento de la instalación, o bien, del vehículo.

55 En otro diseño ventajoso de la invención, se incrementa la potencia frigorífica en función de la diferencia entre la temperatura medida en el módulo de almacenamiento de energía y la temperatura ambiente medida. Con el aumento de la potencia frigorífica, precisamente con una gran desviación de la temperatura medida en el módulo de

almacenamiento de energía con respecto a la temperatura ambiente, se actúa contra la pérdida de vida útil existente entonces. Debido a la elevada diferencia de temperatura, el aumento de la potencia frigorífica es particularmente efectivo en el caso de aumentarse el caudal de refrigerante. En este sentido, se ha demostrado que es particularmente ventajoso que el aumento de la potencia frigorífica tenga lugar lineal o cuadráticamente con respecto a la diferencia de temperatura entre la temperatura medida en el módulo de almacenamiento de energía y la temperatura ambiente medida.

En otro diseño ventajoso de la invención, la estrategia de funcionamiento del almacenador de energía se modifica en el sentido de que se reduce el estado de carga máximo y/o se aumenta la profundidad de descarga mínima. La carga de un módulo de almacenamiento de energía es relativamente elevada precisamente en sus límites del estado de carga. Con carga máxima, en particular con la utilización de condensadores de doble capa, la tensión, en particular, la tensión de las celdas de condensador individuales, es bastante elevada y, con ello, constituye una carga, es decir, un mayor envejecimiento, para el módulo de almacenamiento de energía. Con carga mínima, la tensión disminuye y para el intercambio de una cantidad de energía determinada es necesaria una mayor corriente que provoque un mayor calentamiento y, con ello, una mayor carga del módulo de almacenamiento de energía. Mediante la reducción de la cantidad de energía almacenable en el módulo de almacenamiento de energía, mediante el aumento de la profundidad de descarga (PD) mínima y/o mediante la disminución del estado de carga (EdC) máximo, es posible reducir con facilidad la carga del módulo de almacenamiento de energía y aumentar la vida útil. Este tipo de medida es un ejemplo de modificación de la estrategia de funcionamiento.

En otro diseño ventajoso de la invención, la estrategia de funcionamiento del módulo de almacenamiento de energía se modifica en el sentido de que se reduce el número de ciclos. Con el fin de aumentar la vida útil de un módulo de almacenamiento de energía, ha resultado ser ventajoso reducir el número de ciclos, es decir, la sucesión de procesos de carga y descarga. Esto puede realizarse de manera sencilla a través de que, en el caso de una carga del módulo de almacenamiento de energía, este módulo no se descargue de nuevo hasta que el módulo de almacenamiento de energía haya almacenado una cantidad mínima determinada de energía eléctrica. Una vez que se haya alcanzado este valor, se descarga de nuevo el almacenador de energía. Con ello, se evitan los ciclos de carga que tengan solo un pequeño intercambio de energía, es decir, solo un pequeño recorrido de la energía, y que a pesar de ello repercutan en parte de manera considerablemente negativa en la vida útil del módulo de almacenamiento de energía. No obstante, el vehículo o la instalación pueden introducir en todo momento energía recuperada, por ejemplo, durante un proceso de frenado, en el módulo de almacenamiento de energía, y almacenar la energía de manera respetuosa con el medio ambiente. Con ello, se impide únicamente el suministro de energía a través del módulo de almacenamiento de energía en algunos momentos como, por ejemplo, en un proceso de aceleración. Por consiguiente, se puede almacenar la energía sobrante del accionamiento a través del almacenador de energía, de modo que permanecen sus propiedades positivas en cuanto al respeto al medio ambiente, ya que la energía sobrante no ha de transformarse en calor ni destruirse.

En otra forma de realización ventajosa, se limita la corriente que fluye a través del módulo de almacenamiento de energía. Esta corriente provoca un calentamiento dentro del almacenador de energía a través de sus pérdidas óhmicas en el almacenador de energía. Este calentamiento repercute negativamente en la vida útil del almacenador de energía. Esto se da con mayor intensidad cuanto más caliente esté el módulo de almacenamiento de energía. Por consiguiente, mediante la limitación de la corriente que fluye a través del módulo de almacenamiento de energía, se puede reducir de manera sencilla el calentamiento y, con ello, la carga del almacenador de energía que provoca la reducción de la vida útil.

En otro diseño ventajoso de la invención, se limita la corriente de descarga del módulo de almacenamiento de energía. Si solo se limita la corriente de descarga y la corriente de carga no es sometida a limitación alguna, el módulo de almacenamiento de energía puede seguir energía de manera no modificada. Con ello, se puede asegurar que no se transforme en calor ninguna energía eléctrica, por ejemplo, a través de una resistencia de frenado, sino que esté disponible en la transmisión para su posterior utilización. Por lo tanto, el grado de eficacia de la instalación o del vehículo, en particular, de la transmisión del vehículo, también sigue permaneciendo elevado en esta medida de aumento de la vida útil. A pesar de la acción de esta medida de prolongación de la vida útil, se sigue dando el respeto al medio ambiente del módulo de almacenamiento de energía, puesto que no se ha de transformar energía en calor. Con ello, queda excluido el aumento del consumo de energía o incluso el desperdicio de energía, a pesar de la acción de las medidas de prolongación de la vida útil. Por lo tanto, el grado de eficacia del sistema en conjunto es elevado de manera prácticamente invariable. Únicamente la eficiencia, por ejemplo, durante la aceleración de un vehículo, se ve restringida por esta medida, aunque sin que se empeore considerablemente el grado de eficacia global de la instalación.

A continuación, la invención se describe y explica más detalladamente por medio de los ejemplos de realización representados en las figuras. Muestran:

- FIG 1 un diagrama de bloques de una regulación,
- FIG 2 la evolución del estado de envejecimiento a través del tiempo,
- FIG 3 el cálculo del final de la vida útil planificado,

- FIG 4 una primera medida para el aumento de la vida útil,
- FIG 5 otra medida para el aumento de la vida útil, y
- FIG 6 una reducción del estado de carga máximo.

La FIG 1 muestra el diagrama de bloques de un control para influenciar la vida útil de un módulo de almacenamiento de energía 1 no representado aquí. Como variables de entrada de esta regulación sirven las señales a través del estado de envejecimiento EdS_i del módulo de almacenamiento de energía 1 en diferentes momentos t_i . Los estados de envejecimiento EdS_i individuales pueden determinarse, por ejemplo, a través de la resistencia interna o de la capacidad del módulo de almacenamiento de energía 1. A partir de al menos dos de los estados de envejecimiento EdS_i y de los momentos t_i correspondientes, se puede determinar la velocidad de envejecimiento v_{EdS} . Esta se obtiene, por ejemplo, a través de que la diferencia de dos estados de envejecimiento EdS_i se divida entre la diferencia de los momentos t_i correspondientes. Otros estados de envejecimiento EdS_i se pueden utilizar para mejorar la determinación de la velocidad de envejecimiento, por ejemplo, en lo relativo a su exactitud. Además del cálculo de la velocidad de envejecimiento v_{EdS} a través de la diferencia de dos estados de envejecimiento EdS_i , se ha demostrado que también es conveniente determinar la velocidad de envejecimiento v_{EdS} a través de procedimientos estadísticos como, por ejemplo, a través de medianas. En este sentido, la pluralidad de estados de envejecimiento EdS_i participantes en la determinación mejora la determinación de la velocidad de envejecimiento v_{EdS} . A partir de la velocidad de envejecimiento v_{EdS} , se puede determinar el momento t_{FIN_calc} del final de la vida útil determinado si al cálculo se le predetermina un estado de envejecimiento EdS_{FIN} en el que se deba recambiar el módulo de almacenamiento de energía, es decir, haya alcanzado el final de su vida útil (FVU, fin de vida útil). Por medio de una comparación entre el final de la vida útil determinado t_{FIN_calc} y un final de la vida útil planificado t_{FIN_plan} , se puede decidir si se aplican medidas para influenciar la vida útil. Esto ha demostrado ser ventajoso particularmente entonces si el final de la vida útil planificado t_{FIN_plan} se encuentra detrás en el tiempo, es decir, después del final de la vida útil determinado t_{FIN_calc} .

La diferencia entre el momento t_{FIN_calc} del final de la vida útil determinado y un momento t_{FIN_plan} de un final de la vida útil planificado se transmite como desviación de la regulación a una unidad de decisión 4. Para influenciar la vida útil del módulo de almacenamiento de energía 1 mediante esta unidad de decisión 4, se recurre a los datos almacenados anteriormente de una memoria de datos 3 para seleccionar una medida $M1$, $M2$, $M3$ apropiada para la modificación de la vida útil. En este sentido, se puede utilizar, por ejemplo, el estado de funcionamiento del módulo de almacenamiento de energía o de la instalación, o bien, del vehículo, para seleccionar una o más medidas de las medidas $M1$, $M2$, $M3$ disponibles que tenga la menor repercusión posible sobre el funcionamiento. Por lo tanto, las medidas $M1$, $M2$, $M3$ se seleccionan preferentemente a través de una base de datos determinada fuera de línea (cálculo de la pérdida de energía, tabla de consulta) en dependencia de la desviación de la regulación. La base de datos está almacenada en la memoria de datos 3 y asegura que se inflencie, esto es, que se reduzca poco el grado de eficacia global de la instalación. Asimismo, ha resultado ser ventajoso hacer que las medidas $M1$, $M2$, $M3$ actúen si modifican, en particular, prolongan, la vida útil de la manera más efectiva y a la vez van aunadas a una pérdida de energía mínima. Este criterio de decisión también puede almacenarse en la memoria de datos. A este respecto, las medidas M_i individuales, o también las medidas $M1$, $M2$, $M3$, se inician mediante el medio 5 para la aplicación de medidas.

La FIG 2 muestra un ejemplo para la determinación de la velocidad de envejecimiento v_{EdS} , es decir, la determinación de la pendiente en la evolución del estado de envejecimiento EdS a través del tiempo t . En este ejemplo de realización, se utilizan para ellos los estados de envejecimiento EdS_i en los puntos P_1 y P_2 . A partir de estos, se determina una recta cuya pendiente se corresponde con la velocidad de envejecimiento v_{EdS} . En este sentido, el estado de envejecimiento EdS no discurre linealmente a través del tiempo t , sino que el estado de envejecimiento EdS fluctúa, habiendo una y otra vez fases de recuperación del módulo de almacenamiento de energía 1 en las que el estado de envejecimiento adopta un valor más elevado. Estas fases se producen, por ejemplo, durante pausas del funcionamiento, en particular, pausas del funcionamiento más extensas. Estas fases se denominan también efecto de recuperación. Para el cálculo de la velocidad de envejecimiento v_{EdS} , es ventajoso utilizar puntos P_i en los que el efecto de la recuperación ya ha decrecido. Asimismo, es ventajoso no escoger la distancia para la determinación de la velocidad de envejecimiento v_{EdS} ni muy elevada ni muy reducida para configurar el resultado del cálculo con independencia de las tolerancias de medición.

A partir del punto de intersección de las rectas con el eje FVU del final de la vida útil, se determina el momento t_{FIN_calc} del final de la vida útil determinada. Este puede divergir del momento real t^* para el final de la vida útil, por ejemplo, como consecuencia de errores de medición.

La FIG 3 muestra una evolución típica para el estado de envejecimiento EdS de un módulo de almacenamiento de energía 1 a través del tiempo t . Esta puede determinarse para un módulo de almacenamiento de energía 1 tanto de manera computacional como a partir de ensayos. A este respecto, la vida útil 21 comprende el lapso de tiempo desde el inicio del funcionamiento del módulo de almacenamiento de energía 1, en el que presenta un estado de envejecimiento del 100%, hasta el momento t_{FIN} del final de la vida útil. Al inicio del funcionamiento, esta curva característica presenta un intervalo no lineal 20. Ha resultado ser ventajoso utilizar valores de medición del estado de envejecimiento EdS solo fuera del intervalo no lineal 20 para la determinación de la velocidad de envejecimiento

v_{EdS} , ya que los valores de medición dentro del intervalo no lineal 20 conducirían a un final de la vida útil demasiado temprano computacionalmente.

5 La FIG 4 muestra como ejemplo para una medida para la prolongación de la vida útil del módulo de almacenamiento de energía 1 la evolución temporal de la temperatura ambiente T_{amb} y la evolución temporal 30 del caudal de refrigerante Q . A este respecto, ha resultado ser ventajoso aumentar el caudal de refrigerante Q en intervalos 31 con temperatura T elevada. Se consideran intervalos 31 con temperatura elevada, por ejemplo, valores de la temperatura T que se encuentren por encima de una temperatura ambiente $\overline{T_{amb}}$ promediada o suavizada o que superen el valor promediado o suavizado de la temperatura ambiente $\overline{T_{amb}}$ en un valor determinado o un factor determinado. En este sentido, se ha demostrado que es ventajoso aumentar el caudal de refrigerante Q en función de la diferencia entre la temperatura ambiente y la temperatura ambiente $\overline{T_{amb}}$ promediada o suavizada.

De manera adicional, en intervalos 32 de temperatura ambiente baja como, por ejemplo, en invierno o de noche, se puede reducir la potencia frigorífica. Por motivos de claridad, en la FIG 4 no se ha representado una reducción de la potencia frigorífica.

15 El aumento del caudal de refrigerante Q puede conseguirse, por ejemplo, con un enfriamiento del aire mediante el aumento del número de revoluciones del ventilador. Con un enfriamiento del líquido o del agua, se puede conseguir el aumento del caudal de refrigerante Q , por ejemplo, mediante el aumento de la capacidad de bombeo.

De manera alternativa a la temperatura ambiente T_{amb} , también se puede utilizar la temperatura T_{ES} del almacenador de energía, o bien, la temperatura dentro del almacenador de energía, para el control o la regulación del caudal de refrigerante Q .

20 La FIG 5 muestra una reducción del valor máximo de la corriente \hat{I} en dependencia de la temperatura en el almacenador de energía TES. En relación con ello, se representa la evolución 40 del valor máximo de la corriente \hat{I} . En el intervalo 31 de temperaturas T elevadas, se reduce el valor máximo de la corriente \hat{I} de la corriente I a través del módulo de almacenamiento de energía 1. Se consideran intervalos 31 de temperaturas T elevadas en particular aquellos momentos en los que la temperatura en el almacenador de energía TES supere el valor promediado o suavizado de esta temperatura $\overline{T_{amb}}$ o lo supere en un valor o factor determinado. A este respecto, el grado de reducción puede hacerse dependiente de la diferencia entre la temperatura en el almacenador de energía TES y el valor promediado o suavizado de esta temperatura $\overline{T_{amb}}$.

30 Una medida alternativa para influenciar la vida útil del módulo de almacenamiento de energía 1 consiste en restringir el estado de carga EdC del almacenador de energía. Para ello, el estado de carga máximo EdC_{max} se puede reducir de un valor del 100% a un valor reducido de, por ejemplo, el 75%. A este respecto, la FIG 6 muestra la primera evolución temporal 41 de un estado de carga EdC , que no está sometido a ninguna restricción del estado de carga máximo EdC_{max} (es decir, $EdC_{max}=100\%$) y una segunda evolución 42 de un estado de carga EdC , que está sometido a una restricción del estado de carga máximo EdC_{max} (por ejemplo: $EdC_{max}=75\%$). En este sentido, ha resultado ser ventajoso que, también en el caso de restricción del estado de carga máximo EdC_{max} , se permita brevemente un estado de carga que supere el estado de carga máximo EdC_{max} , ya que una superación solo por poco tiempo repercute en la vida útil del módulo de almacenamiento de energía 1 solo de manera insignificante, pero simultáneamente mantiene elevado el grado de eficacia del sistema de almacenamiento de energía.

40 En resumen, la presente invención se refiere a un procedimiento para controlar la vida útil de un módulo de almacenamiento de energía, donde, en diferentes momentos, es conocido un estado de envejecimiento del módulo de almacenamiento de energía. Para la mejora del control de la vida útil de un módulo de almacenamiento de energía, se propone que, a partir de un primer estado de envejecimiento conocido, en el que se encuentra el módulo de almacenamiento de energía en un primer momento, y un segundo estado de envejecimiento, en el que se encuentra el módulo de almacenamiento de energía en un segundo momento, se determine una velocidad de envejecimiento, donde, a partir de la velocidad de envejecimiento y de uno de los estados de envejecimiento, se calcule un momento de un final de la vida útil determinado, donde, en función del momento del final de la vida útil determinado, se aplique una medida para la modificación de la vida útil del módulo de almacenamiento de energía.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para controlar la vida útil de un módulo de almacenamiento de energía (1), donde, en diferentes momentos (t), es conocido un estado de envejecimiento (EdS) del módulo de almacenamiento de energía (1), donde es conocido un primer estado de envejecimiento (EdS₁) en el que se encuentra el módulo de almacenamiento de energía (1) en un primer momento (t₁), y es conocido un segundo estado de envejecimiento (EdS₂) en el que se encuentra el módulo de almacenamiento de energía (1) en un segundo momento (t₂), donde se determina una velocidad de envejecimiento (v_{EdS}) a partir del primer y el segundo estado de envejecimiento (EdS₁, EdS₂) y del primer y el segundo momento (t₁, t₂), donde se calcula el momento (t_{FIN_calc}) del final de la vida útil determinado a partir de la velocidad de envejecimiento (v_{EdS}) y de uno de los estados de envejecimiento (EdS), donde, en función del momento (t_{FIN_calc}) del final de la vida útil determinado, se aplica una medida para la modificación de la vida útil del módulo de almacenamiento de energía (1), donde el módulo de almacenamiento de energía (1) comprende condensadores de doble capa, **caracterizado por que** se incrementa la potencia frigorífica del módulo de almacenamiento de energía (1) si una temperatura (T_{ES}) medida en el módulo de almacenamiento de energía (1) es mayor que el valor promediado o suavizado de la temperatura (T_{ES}) medida en el módulo de almacenamiento de energía y/o si la temperatura ambiente (T_{amb}) medida es mayor que el valor promediado o suavizado de la temperatura ambiente (T_{amb}) medida.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, donde, en función de la magnitud del intervalo de tiempo entre un momento (t_{FIN_plan}) de un final de la vida útil planificado y el momento (t_{FIN_calc}) del final de la vida útil determinado, se aplica una medida para la modificación de la vida útil del módulo de almacenamiento de energía (1).
3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, donde, en el caso de que el momento (t_{FIN_calc}) del final de la vida útil determinado se encuentre antes del momento (t_{FIN_plan}) del final de la vida útil planificado, se aplica una medida para la modificación de la vida útil, donde la medida para la modificación de la vida útil es una medida para la prolongación de la vida útil.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, donde, en función de al menos un parámetro de funcionamiento del módulo de almacenamiento de energía (1) y/o de al menos una condición ambiental, con la ayuda de datos almacenados en una memoria se dirige o regula el funcionamiento del módulo de almacenamiento de energía (1) de tal modo que, para la modificación de la vida útil del módulo de almacenamiento de energía,
- se modifica la potencia frigorífica del módulo de almacenamiento de energía (1) y/o
 - se modifica una estrategia de funcionamiento del módulo de almacenamiento de energía (1) y/o
 - se limita una variable funcional del módulo de almacenamiento de energía.
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, donde se incrementa la potencia frigorífica en función de la diferencia entre la temperatura (T_{ES}) medida en el módulo de almacenamiento de energía (1) y la temperatura ambiente (T_{amb}) medida.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, donde la estrategia de funcionamiento del módulo de almacenamiento de energía (1) se modifica en el sentido de que se reduce el estado de carga máximo (EdC_{max}) y/o se aumenta la profundidad de descarga mínima (PD_{min}).
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, donde la estrategia de funcionamiento del módulo de almacenamiento de energía (1) se modifica en el sentido de que se reduce el número de ciclos.
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, donde se limita la corriente (I) que fluye a través del módulo de almacenamiento de energía (1).
9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, donde se limita la corriente de descarga (I_{des}) del módulo de almacenamiento de energía (1).
10. Procedimiento para controlar la vida útil de una pluralidad de módulos de almacenamiento de energía (1), donde al menos un primer módulo de almacenamiento de energía (11) de la pluralidad de módulos de almacenamiento de energía (1) con un primer momento (t_{FIN_calc, 1}) del final de la vida útil determinado se regula mediante un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, de tal modo que el primer momento (t_{FIN_calc, 1}) del final de la vida útil determinado se aproxima a un momento predeterminable.
11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, donde el primer módulo de almacenamiento de energía (11) con el primer momento (t_{FIN_calc, 1}) del final de la vida útil determinado, que se encuentra antes en el tiempo que un segundo momento (t_{FIN_calc, 2}) del final de la vida útil determinado de un segundo módulo de almacenamiento de energía (12) de la pluralidad de módulos de almacenamiento de energía (1), se dirige o regula de tal modo que se prolonga la vida útil del primer módulo de almacenamiento de energía (11).

12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 u 11, donde los módulos de almacenamiento de energía (1) individuales se regulan en cada caso de tal modo que los momentos ($t_{FIN_calc,i}$) individuales del final de la vida útil determinado de los módulos de almacenamiento de energía (1) individuales se aproximan entre sí.
- 5 13. Control (2) para un módulo de almacenamiento de energía (1) con medios para la ejecución de un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, donde el módulo de almacenamiento de energía (1) comprende condensadores de doble capa.
14. Programa para la ejecución de un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12 efectuándose en un control de acuerdo con la reivindicación 13.
15. Producto de programa informático con un programa de acuerdo con la reivindicación 14.
- 10 16. Módulo de almacenamiento de energía con un control de acuerdo con la reivindicación 13.
17. Sistema de almacenamiento de energía con una pluralidad de módulos de almacenamiento de energía con al menos un control de acuerdo con la reivindicación 13.
- 15 18. Vehículo, en particular un vehículo sobre carriles o una aeronave, con un módulo de almacenamiento de energía de acuerdo con la reivindicación 16 o con un sistema de almacenamiento de energía de acuerdo con la reivindicación 17.

FIG 1

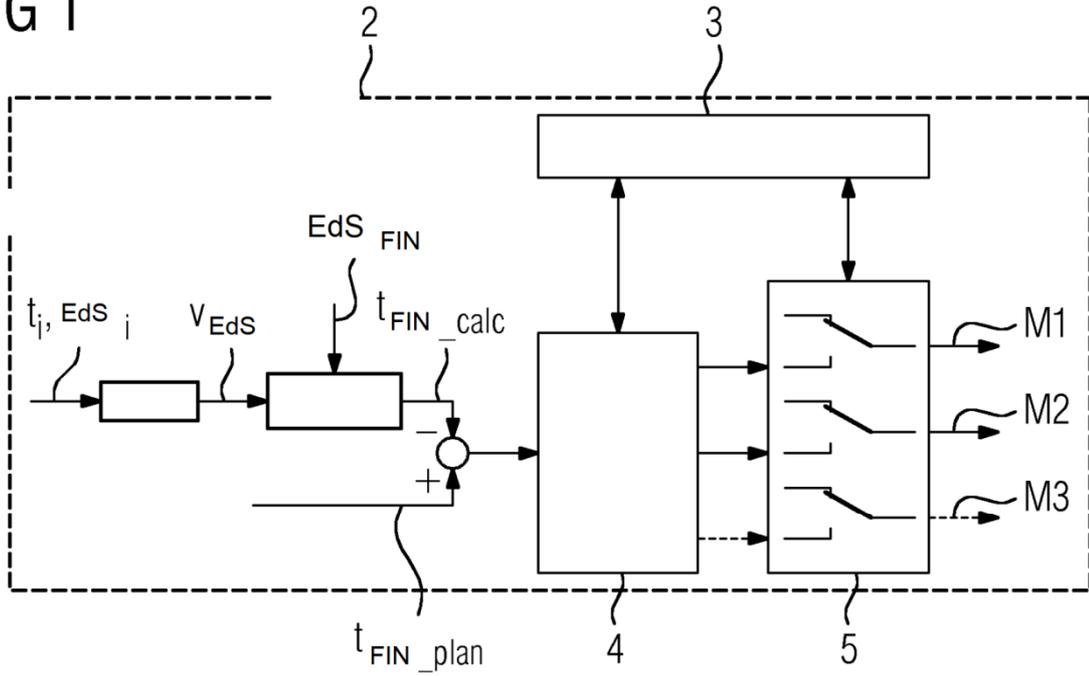


FIG 2

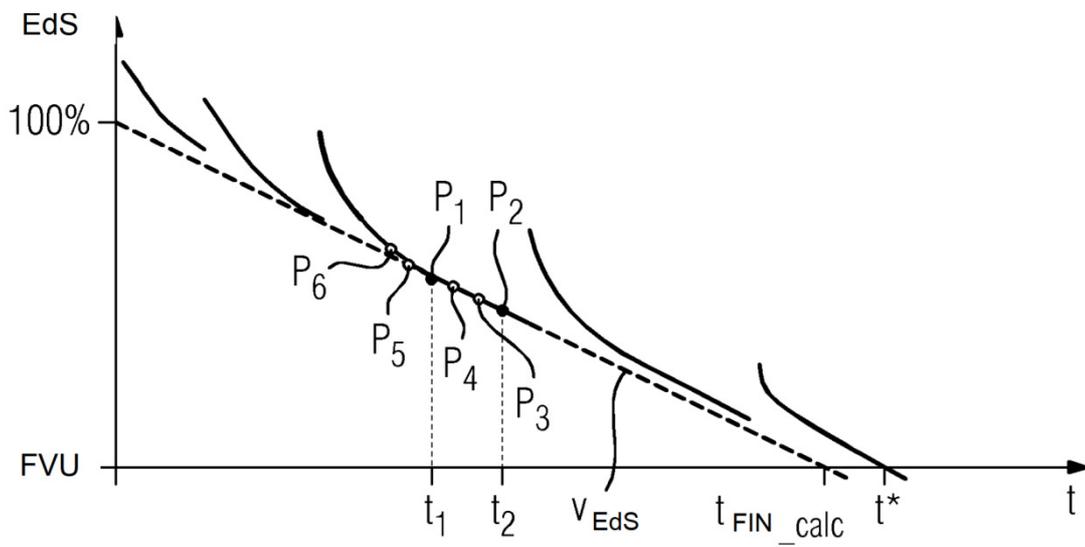


FIG 3

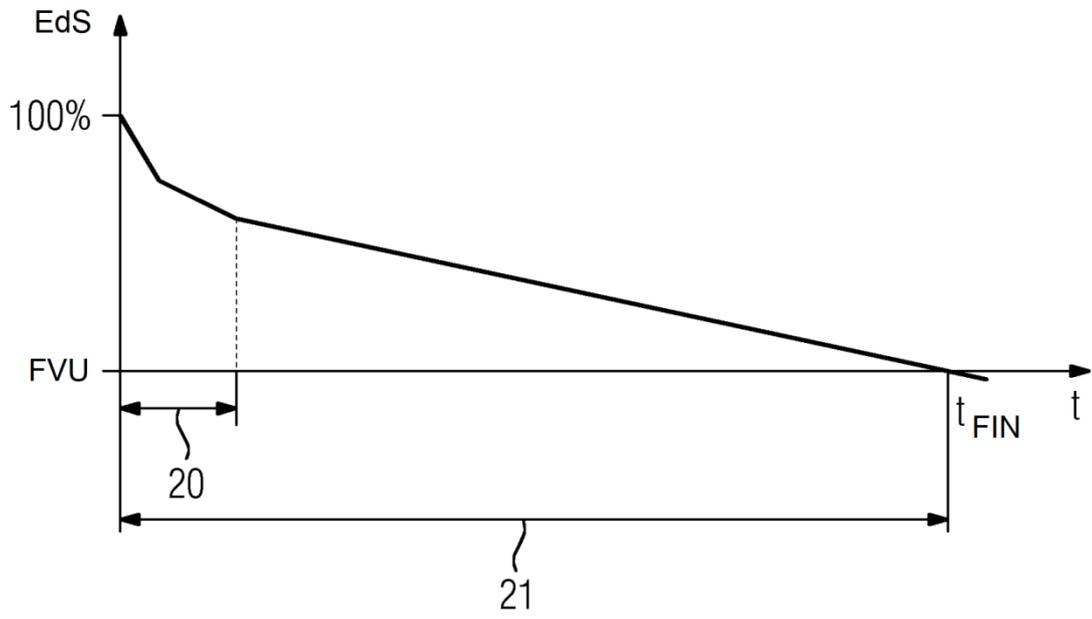


FIG 4

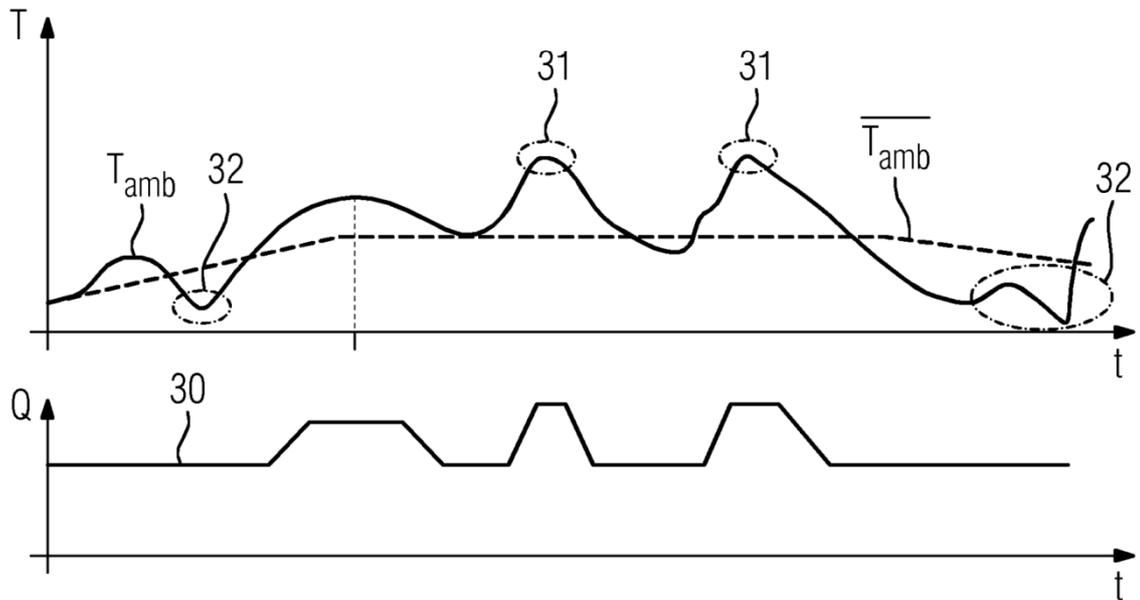


FIG 5

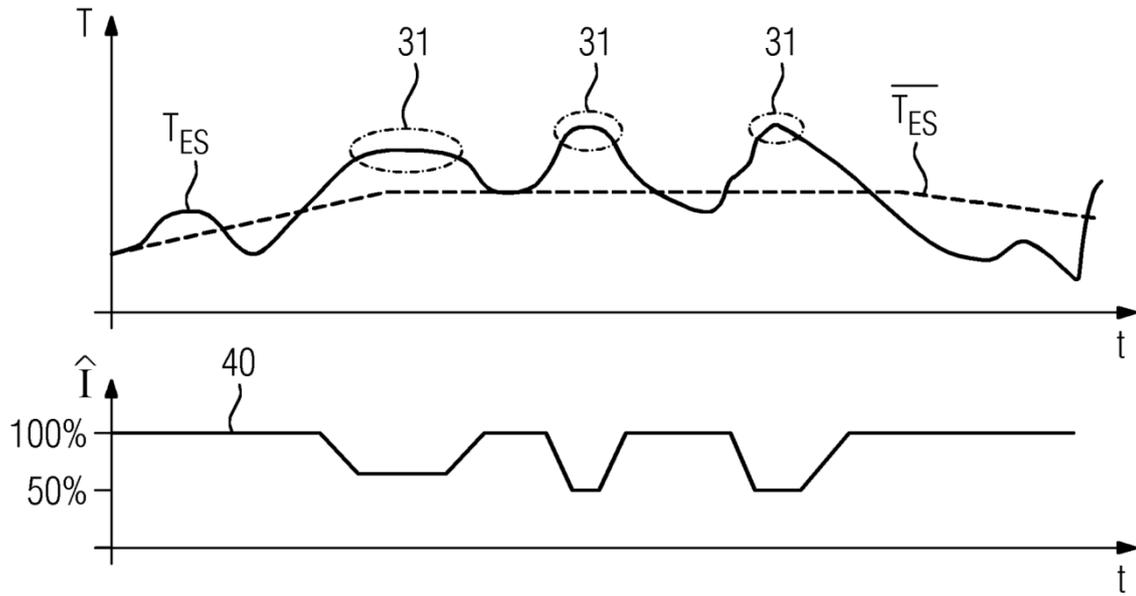


FIG 6

