

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 029 165**

51 Int. Cl.:

B60L 3/12	(2006.01) H01M 8/04858	(2006.01)
B60L 58/13	(2009.01) H02J 7/34	(2006.01)
G01R 31/367	(2009.01) H01M 10/44	(2006.01)
G01R 31/382	(2009.01)	
G01R 31/385	(2009.01)	
G01R 31/387	(2009.01)	
H02J 7/00	(2006.01)	
B60L 58/40	(2009.01)	
B60W 20/13	(2006.01)	
H01M 8/04537	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2023** **E 23170356 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2025** **EP 4279317**

54 Título: **Dispositivo de control de potencia para controlar la potencia de carga eléctrica de una fuente de energía**

30 Prioridad:
17.05.2022 DE 102022204879

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.06.2025

73 Titular/es:
SIEMENS MOBILITY GMBH (100.00%)
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE

72 Inventor/es:
HASSLER, STEFAN

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 3 029 165 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

Dispositivo de control de potencia para controlar la potencia de carga eléctrica de una fuente de energía

La invención se refiere a un dispositivo de control de potencia para controlar una potencia de carga eléctrica de una fuente de energía que sirve para cargar un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica.

5 Si los dispositivos de almacenamiento de energía, en particular las baterías, de vehículos como los vehículos ferroviarios se cargan durante el viaje, por ejemplo mediante una pila de combustible o a través de una red de suministro de energía externa, debe tenerse en cuenta que los dispositivos de almacenamiento de energía siempre tengan un nivel de carga que sea, por un lado, lo suficientemente pequeño como para que los dispositivos de almacenamiento de energía puedan absorber la potencia de frenado durante la conducción, si
10 es necesario, y, por otro lado, lo suficientemente grande como para que los dispositivos de almacenamiento de energía puedan proporcionar la energía necesaria para esto con suficiente reserva de potencia y amortiguación, por ejemplo durante viajes de subida más largos sin un suministro de energía externo. Si la carga se realiza, por ejemplo, mediante pilas de combustible, hay que tener en cuenta, con respecto a los últimos desplazamientos en subida, que la potencia de propulsión de los vehículos puede superar con frecuencia de forma significativa la potencia máxima de las pilas de combustible al circular en subida, de modo que los dispositivos de almacenamiento de energía deben proporcionar la diferencia entre la potencia de propulsión necesaria y la potencia máxima de las pilas de combustible en tal caso.

Además, hay que tener en cuenta la vida útil de los dispositivos de almacenamiento de energía. Por ejemplo, se debe evitar que se alcance con demasiada frecuencia el nivel de carga máximo posible o incluso el nivel de
20 carga vacío.

Del documento US 8 204 416 B2 se conoce un método y un dispositivo para controlar el punto de funcionamiento de una batería, en particular de una batería secundaria de un vehículo, en el que se detecta un estado de carga de la batería y se establece un punto de funcionamiento actual por medio de un valor de consigna ajustado de forma continua para el estado de carga que depende de una temperatura y/o un estado
25 de envejecimiento. Del documento US 2012/109443 A1 se conoce un sistema de control para un vehículo híbrido con batería. Del documento EP 1 087 877 B1 se conoce un sistema de control para un sistema híbrido que consta de al menos un dispositivo de almacenamiento de energía y una fuente de energía.

La invención se basa en el objeto de especificar un dispositivo de control de potencia particularmente adecuado con respecto a las condiciones límite descritas anteriormente.

30 Este objeto se consigue según la invención mediante un dispositivo de control de potencia, un vehículo y un método que tienen las características respectivas de las reivindicaciones de patente independientes. Las realizaciones respectivas se especifican en las reivindicaciones de patente dependientes.

Un primer aspecto de la invención se refiere a un dispositivo de control de potencia para controlar una potencia de carga eléctrica de una fuente de energía que sirve para cargar un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica. Característicamente, el dispositivo de control de potencia comprende un dispositivo de cambio de especificaciones que está diseñado para cambiar una especificación de potencia de carga objetivo como una
35 función del respectivo estado de carga del dispositivo de almacenamiento de energía, formando una especificación de potencia de carga corregida cuando un valor de estado de carga real que indica el estado de carga se aproxima a un límite de rango superior o inferior de un rango objetivo predeterminado.

40 Una ventaja significativa del dispositivo de control de potencia según la invención es la modificación o corrección posterior de una especificación de potencia de carga objetivo cuando el valor del estado de carga real se aproxima al límite superior o inferior del rango, con lo que se puede evitar la sobrecarga o descarga excesiva del dispositivo de almacenamiento de energía.

Según un desarrollo ulterior del dispositivo de control de potencia según la invención, el dispositivo de cambio de especificación realiza la corrección de la especificación de potencia de carga objetivo de tal manera que el grado de corrección aumenta desproporcionadamente a medida que se acerca el valor del estado de carga real a los límites del rango. La corrección desproporcionada permite obtener contramedidas especialmente
45 rápidas y decisivas cuando el valor del estado de carga real alcanza uno de los límites del rango.

De acuerdo con la invención, el dispositivo de cambio de especificación lleva a cabo el cambio reduciendo la especificación de potencia de carga objetivo de manera desproporcionada al exceder el valor de inicio de corrección superior para los valores del estado real de carga por encima de un valor de inicio de corrección superior predeterminado que es menor que el límite del rango superior, y aumentando la especificación de potencia de carga objetivo de manera desproporcionada a la caída por debajo del valor de inicio de corrección inferior para los valores del estado real de carga por debajo de un valor de inicio de corrección inferior predeterminado que es mayor que el límite del rango inferior.
50
55

Según la invención, el dispositivo de control de potencia comprende un dispositivo de reducción de potencia, un dispositivo de aumento de potencia y un dispositivo de salida.

En relación con la reducción de potencia, el dispositivo de reducción de potencia según la invención está diseñado para determinar un valor final de reducción de potencia en función del valor del estado de carga real y del valor inicial de corrección superior, donde para valores del estado de carga reales superiores al valor inicial de corrección superior aumenta los valores finales de reducción de potencia de forma desproporcionada a la diferencia entre el valor del estado de carga real y el valor inicial de corrección superior.

En relación con un aumento de potencia, el dispositivo de aumento de potencia según la invención está diseñado para determinar un valor final de aumento de potencia en función del valor del estado de carga real y del valor de inicio de corrección inferior, en donde para valores del estado de carga real por debajo del valor de inicio de corrección inferior aumenta los valores finales de aumento de potencia de manera desproporcionada a la diferencia entre el valor de inicio de corrección inferior y el valor del estado de carga real.

El dispositivo de salida está configurado además de acuerdo con la invención para formar la especificación de potencia de carga corregida restando el valor final de reducción de potencia respectivo de la especificación de potencia de carga objetivo y agregando el valor final de aumento de potencia respectivo a la especificación de potencia de carga objetivo.

Según un desarrollo posterior basado en el desarrollo anterior, el dispositivo de reducción de potencia tiene un módulo de reducción intermedia superior que determina un valor de diferencia superior restando el valor de inicio de corrección superior del valor del estado de carga real y genera un valor de reducción intermedia superior con el valor de diferencia superior utilizando una función de reducción superior que asigna un valor de reducción intermedia superior a cada valor de diferencia superior, en donde los valores de reducción intermedia superior aumentan proporcional o desproporcionadamente con el aumento de los valores de diferencia superior.

Según un desarrollo posterior basado en el desarrollo anterior, el dispositivo de reducción de potencia tiene un controlador PI superior al que se alimenta el valor de reducción intermedio superior respectivo en el lado de entrada y que genera el valor de reducción de potencia final en el lado de salida, en donde el valor de salida máximo del controlador PI superior está limitado a un valor máximo que corresponde a la potencia de salida máxima de la fuente de energía.

Según un desarrollo posterior, el dispositivo de aumento de potencia tiene un módulo intermedio de reducción inferior que determina un valor de diferencia inferior restando el valor del estado de carga real del valor de inicio de corrección inferior y genera un valor intermedio de reducción inferior con el valor de diferencia inferior utilizando una función de reducción inferior que asigna un valor intermedio de reducción inferior a cada valor de diferencia inferior, en donde los valores intermedios de reducción inferior aumentan proporcional o desproporcionadamente con el aumento de los valores de diferencia inferior.

De acuerdo con un desarrollo adicional basado en el desarrollo anterior, el dispositivo de aumento de potencia tiene un controlador PI inferior al cual se alimenta el valor de reducción intermedio inferior respectivo en el lado de entrada y que genera el valor de aumento de potencia final en el lado de salida, en donde el valor de salida máximo del controlador PI inferior está limitado a un valor máximo que corresponde a la diferencia entre la potencia de salida máxima de la fuente de energía y la especificación de potencia de carga objetivo.

Según un desarrollo ulterior, la función de reducción superior y/o la función de reducción inferior son continuas y diferenciables, al menos diferenciables por partes, y los valores de reducción intermedios son siempre mayores que cero.

Según un desarrollo posterior, para la función de reducción superior y/o para la función de reducción inferior en su conjunto o al menos para una de sus secciones se aplica lo siguiente:

$$df/dx > 0$$

y/o

$$d^2f/dx^2 > 0$$

donde f denota las funciones de reducción superior e inferior respectivamente.

El dispositivo de control de potencia se utiliza preferentemente en vehículos, especialmente en vehículos ferroviarios. En el caso de vehículos ferroviarios, la potencia o energía requerida para el funcionamiento del vehículo ferroviario, incluido el sistema de propulsión y otros sistemas auxiliares, se puede predecir relativamente bien, de modo que generalmente se puede predecir bien una especificación de potencia objetivo

adecuada y la corrección de la especificación de potencia objetivo por parte del dispositivo de control de potencia solo rara vez requiere intervención.

Según un desarrollo adicional ventajoso, la fuente de energía es una pila de combustible y dicho dispositivo de almacenamiento de energía es una batería de vehículo, en donde la potencia de la pila de combustible está controlada por el dispositivo de control de potencia.

El alcance objetivo, el límite superior del alcance y/o el límite inferior del alcance se definen, por ejemplo, en función del tiempo y/o del lugar o de la ruta, para poder adaptar el alcance operativo a los requisitos respectivos cuando el vehículo o vehículo ferroviario está en movimiento. Por ejemplo, los límites de rango superior e inferior se pueden aumentar cuando es inminente conducir cuesta arriba. Además, los límites superior e inferior del rango se pueden reducir, por ejemplo, si hay viajes en bajada inminente y la energía de frenado estará disponible en un futuro previsible.

El valor de inicio de corrección superior y el valor de inicio de corrección inferior se ajustan, por ejemplo, a los límites de rango superior e inferior, por ejemplo, se aumentan cuando se aumenta el límite de rango asignado respectivo y se reducen cuando se reduce el límite de rango asignado respectivo.

El dispositivo de control de potencia puede tener un dispositivo de especificación que calcula una especificación de potencia objetivo dependiente del tiempo y/o de la distancia como la especificación de potencia de carga objetivo.

El dispositivo de especificación puede calcular la especificación de rendimiento objetivo, por ejemplo, a partir de datos de ruta y/o de horario, de manera relacionada con el tiempo a lo largo del tiempo de viaje y/o de manera relacionada con la ruta a lo largo de la respectiva ubicación de ruta para el tramo de ruta que se está recorriendo actualmente o el tramo que el vehículo va a recorrer a continuación.

Al calcular la especificación de potencia de carga objetivo, el dispositivo de especificación tiene en cuenta preferentemente que la especificación de potencia de carga objetivo esté dimensionada de tal manera que el dispositivo de almacenamiento de energía tenga un estado de carga que, por una parte, sea tan pequeño en ciertas secciones de la ruta que el dispositivo de almacenamiento de energía pueda absorber potencia de frenado y, por otra parte, sea tan alto en otras secciones de la ruta que el dispositivo de almacenamiento de energía pueda proporcionar la alta potencia de salida requerida para esto, por ejemplo en viajes de subida más largos, con suficiente amortiguación y reserva de energía.

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un vehículo que está equipado con al menos un dispositivo de control de potencia según la invención.

El vehículo está diseñado preferentemente como vehículo ferroviario, en particular como locomotora o unidad múltiple para el transporte regional y de larga distancia.

Según un desarrollo ulterior del vehículo según la invención, el dispositivo de control de potencia presenta un dispositivo de especificación que calcula la especificación de potencia de carga objetivo en función de los datos de ruta de al menos un tramo de ruta delante del vehículo ferroviario y/o en función del tiempo.

Finalmente, un tercer aspecto de la invención se refiere a un método para controlar la potencia de carga eléctrica de una fuente de energía utilizada para cargar un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica. Característicamente, una especificación de potencia de carga objetivo cambia dependiendo de un estado de carga respectivo del dispositivo de almacenamiento de energía, formando una especificación de potencia de carga corregida cuando un valor de estado de carga real que indica el estado de carga se aproxima a un límite de rango superior o inferior de un rango objetivo especificado. El cambio se lleva a cabo mediante el dispositivo de cambio de especificación en el que, para valores de estado de carga reales por encima de un valor de inicio de corrección superior predeterminado que es menor que el límite de rango superior, la especificación de potencia de carga objetivo se reduce desproporcionadamente al exceder el valor de inicio de corrección superior y, para valores de estado de carga reales por debajo de un valor de inicio de corrección inferior predeterminado que es mayor que el límite de rango inferior, la especificación de potencia de carga objetivo se incrementa desproporcionadamente al caer por debajo del valor de inicio de corrección inferior, y el dispositivo de control de potencia tiene un dispositivo de reducción de potencia, un dispositivo de aumento de potencia y un dispositivo de salida, en donde el dispositivo de reducción de potencia determina un valor final de reducción de potencia como una función del valor de estado de carga real y el valor de inicio de corrección superior, en donde para valores de estado de carga reales por encima del valor de inicio de corrección superior, los valores finales de reducción de potencia se incrementan desproporcionadamente a la diferencia entre el valor de estado de carga real y el valor de inicio de corrección superior, el dispositivo de aumento de potencia determina un valor final de aumento de potencia como una función del valor de estado de carga real y el valor de inicio de corrección inferior, en donde si los valores del estado de carga real están por debajo del valor de inicio de corrección inferior, los valores finales de aumento de potencia se incrementan desproporcionadamente a la diferencia entre el valor de inicio de corrección inferior y el valor del estado de carga real, y el dispositivo de salida forma la especificación de potencia de carga corregida restando el valor final de reducción de potencia

respectivo de la especificación de potencia de carga objetivo y agregando el valor final de aumento de potencia respectivo a la especificación de potencia de carga objetivo.

El método se lleva a cabo preferiblemente con el dispositivo de control de potencia descrito anteriormente y preferiblemente en un vehículo, en particular un vehículo ferroviario.

- 5 La invención se explica a continuación con más detalle mediante ejemplos de realización. Se muestra:

La figura 1 muestra una realización de un vehículo ferroviario según la invención,

La figura 2 muestra un recorrido de una banda objetivo sobre el curso de un tramo de carretera a recorrer,

La figura 3 muestra una realización de un dispositivo de cambio de especificación para el vehículo ferroviario según la figura 1,

- 10 La figura 4 muestra una realización adicional de un dispositivo de cambio de especificación para el vehículo ferroviario según la figura 1, y

En la figura 5 se muestra un ejemplo del recorrido de las funciones de reducción y los cursos de los valores de reducción intermedios superiores e inferiores en función del estado real de los valores de carga.

- 15 Para mayor claridad, en las figuras se utilizan los mismos números de referencia para componentes idénticos o comparables.

La figura 1 muestra componentes de una realización de un vehículo 10 según la invención, que es preferiblemente un vehículo ferroviario, ya que el comportamiento de conducción de los vehículos ferroviarios se puede predecir comparativamente bien. El vehículo 10 está equipado con una realización de un dispositivo de control de potencia 20 según la invención.

- 20 El dispositivo de control de potencia 20 sirve para controlar la potencia de carga eléctrica P_b de una fuente de energía en forma de una pila de combustible 30, que a su vez sirve para cargar un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica en forma de una batería de vehículo 40.

- 25 La batería de vehículo 40 se puede conectar a través de un convertidor o controlador de tensión de corriente continua 50 a una red de alimentación de energía interna del vehículo, que puede comprender, por ejemplo, un circuito intermedio de tensión de corriente continua 60 o similar. La red de suministro de energía interna del vehículo y otros componentes del vehículo 10 conectados a ella, como motores de accionamiento, convertidores adicionales, etc., son generalmente conocidos y, por lo tanto, no se muestran con más detalle en la figura 1 por razones de claridad.

- 30 El dispositivo de control de potencia 20 comprende un dispositivo de especificación 21 que, a partir de rutas y/o datos de horarios, calcula una especificación de potencia de carga objetivo P_s de manera relacionada con el tiempo durante el tiempo de viaje y/o de manera relacionada con la ruta sobre la respectiva ubicación de ruta X para el tramo de ruta 70 que se está recorriendo actualmente o que se va a recorrer a continuación, o en el que la especificación de potencia de carga objetivo P_s de manera relacionada con el tiempo de viaje y/o de manera relacionada con la ruta, por ejemplo sobre la respectiva ubicación de ruta X, está al menos almacenada.

- 35 En la última variante, el cálculo de la potencia de carga objetivo P_s también se puede realizar o ya se realizó en otro lugar, por ejemplo, fuera del vehículo 10.

- 40 Al calcular la especificación de potencia de carga objetivo P_s , preferiblemente se tiene en cuenta que la potencia de la pila de combustible P_b se establece de tal manera que la batería de vehículo 40 tiene un estado de carga que, por una parte, es tan bajo en ciertas secciones de ruta que la batería de vehículo 40 puede absorber la potencia de frenado y, por otra parte, es tan alto en otras secciones de ruta que la batería de vehículo 40 puede proporcionar la alta potencia de salida requerida para esto, por ejemplo en viajes de subida más largos, con suficiente amortiguación y reserva de energía. Respecto a este último aspecto, hay que tener en cuenta que la potencia de propulsión del vehículo 10 al circular en subida puede a menudo superar significativamente la potencia máxima de la pila de combustible P_b de la pila de combustible 30, de modo que

- 45 la batería de vehículo 40 debe ser capaz de proporcionar la diferencia entre la potencia de propulsión necesaria y la potencia máxima de la pila de combustible P_b en tal caso.

- 50 Para alcanzar los objetivos establecidos, la potencia de carga objetivo P_s para la pila de combustible 30 se calcula inicialmente sin retroalimentación ni monitorización, preferentemente utilizando datos de horarios y datos de ruta con perfiles de elevación, ya que estos últimos datos permiten estimar con relativa precisión los requisitos de potencia esperados.

Además, al calcular la potencia de carga objetivo P_s , se tiene en cuenta preferentemente la vida útil de la batería y en consecuencia se selecciona el estado de carga de la batería. Es ventajoso para la vida útil de la batería que su nivel de carga se mantenga dentro de ciertos límites o dentro de un rango objetivo especificado SB y que el nivel de carga máximo posible o un nivel de carga vacío ocurran lo menos posible.

La figura 2 muestra, a modo de ejemplo, un rango objetivo SB adecuado para un tramo de ruta 70 a recorrer, dentro del cual los valores reales del estado de carga SoC deben ser durante el recorrido en función de la respectiva ubicación X para lograr la mayor duración posible de la batería. La banda objetivo SB está limitada o definida en la figura 2 por un límite de rango superior SoC_{máx} y un límite de rango inferior SoC_{mín}. Está claro que los límites de rango SoC_{máx} y SoC_{mín} no tienen por qué ser constantes y más bien, se adaptan preferentemente al perfil de ruta a recorrer y a los tiempos de viaje especificados, de modo que los límites de alcance SoC_{máx} y SoC_{mín} y la banda objetivo SB son, por lo tanto, preferentemente dependientes del tiempo y/o de la ruta.

En teoría, sería posible que el dispositivo de ajuste 21 del dispositivo de control de potencia 20 realizara por sí solo el control de potencia de la pila de combustible 30, es decir, que el control se realizara sin retroalimentación o sin monitorización. La curva K1 de la figura 2 muestra, a modo de ejemplo, la evolución de los valores del estado de carga real SoC dentro del rango objetivo SB en el caso de que el vehículo 10 se conduzca exactamente de la misma manera o sea realmente controlado por el conductor de tal manera que las suposiciones utilizadas en el cálculo de la especificación de potencia de carga objetivo Ps realmente ocurran.

En la realidad, sin embargo, a menudo se deja la curva K1 porque el vehículo 10 se opera o debe operar de manera diferente a la supuesta al calcular la potencia de carga objetivo Ps. Esto puede provocar que el estado de carga real esté fuera de los límites deseados o incluso que la batería se descargue completamente, como muestran las curvas K2 y K3.

Para garantizar una curva de estado de carga (curva SoC) que se encuentre dentro del rango objetivo deseado SB incluso en el caso de un perfil de conducción real que no coincida con la especificación de potencia de carga objetivo Ps, se prevé que el dispositivo de control de potencia 20 tenga adicionalmente un dispositivo de cambio de especificación 22 que está diseñado para corregir la especificación de potencia de carga objetivo Ps del dispositivo de especificación 21 como una función del respectivo estado de carga de la batería de vehículo 40, formando una especificación de potencia de carga corregida Psk cuando el valor de estado de carga real SoC se aproxima al límite de rango superior o inferior SoC_{máx} o SoC_{mín} del rango objetivo SB.

En la realización según la figura 1, el dispositivo de cambio de especificación 22 llevará a cabo la corrección de la especificación de potencia de carga objetivo Ps de tal manera que el grado de corrección aumenta desproporcionadamente a medida que se acerca el valor del estado de carga real SoC a los límites de rango SoC_{máx}, SoC_{mín}. Tal corrección desproporcionada se logra preferiblemente mediante el dispositivo de cambio de especificación 22 al reducir la especificación de potencia de carga objetivo Ps de manera desproporcionada al exceder el valor de inicio de corrección superior Kmáx para los valores del estado de carga real SoC por encima de un valor de inicio de corrección superior predeterminado Kmáx, que es menor que el límite de rango superior SoC_{máx}. Para valores de estado de carga reales SoC por debajo de un valor de inicio de corrección inferior especificado Kmín, que es mayor que el límite de rango inferior SoC_{mín}, aumenta la especificación de potencia de carga objetivo Ps de manera desproporcionada al no alcanzar el valor de inicio de corrección inferior Kmín. Los valores de inicio de corrección Kmáx y Kmín pueden ser constantes fijas. Alternativamente, pueden calcularse mediante el dispositivo de cambio de especificación 22 en función de los límites de rango SoC_{máx} y SoC_{mín}, por ejemplo, de acuerdo con:

$$K_{\text{máx}} = \text{SoC}_{\text{máx}} - Q$$

y

$$K_{\text{mín}} = \text{SoC}_{\text{mín}} + Q$$

y

donde Q puede ser una constante. Alternativamente, Q también puede depender de la diferencia entre SoC_{máx} y SoC_{mín}, por ejemplo, ser proporcional a esta diferencia.

La figura 3 muestra con más detalle una primera realización de un dispositivo de cambio de especificaciones 22, utilizable en el dispositivo de control de potencia 20 de la figura 1. El dispositivo de cambio de especificaciones 22 de la figura 3 está formado por un dispositivo informático 100 y una memoria 110. En la memoria 110 se almacena un programa SW que, al ser ejecutado por el dispositivo informático 100, determina el modo de funcionamiento del dispositivo de cambio de especificaciones 22.

En la realización ejemplar, el programa informático SW comprende un módulo de reducción de potencia SW200, que forma un dispositivo de reducción de potencia cuando lo ejecuta el dispositivo informático 100, un

módulo de aumento de potencia SW300, que forma un dispositivo de aumento de potencia cuando lo ejecuta el dispositivo informático 100, y un módulo de salida SW400, que forma un dispositivo de salida cuando lo ejecuta el dispositivo informático 100.

- 5 El módulo de reducción de potencia SW200 determina un valor final de reducción de potencia RW en función del respectivo valor de estado de carga real SoC y del respectivo valor de inicio de corrección superior Kmáx, por lo que para valores de estado de carga real SoC por encima del valor de inicio de corrección superior Kmáx, aumenta los valores finales de reducción de potencia RW desproporcionadamente a la diferencia entre el respectivo valor de estado de carga real SoC y el valor de inicio de corrección superior Kmáx, por ejemplo de
10 acuerdo con la siguiente ecuación:

$$RW = \begin{cases} (SoC - Kmáx)^3 & \text{para } Kmáx < SoC \leq 1 \\ 0 & \text{para } 0 \leq SoC \leq Kmáx \end{cases}$$

- El módulo de aumento de potencia SW300 determina un valor final de aumento de potencia EW en función del estado de carga real SoC y del valor de inicio de corrección inferior Kmín. Para valores de estado de carga real SoC inferiores al valor de inicio de corrección inferior Kmín, aumenta el valor final de aumento de potencia EW de manera desproporcionada a la diferencia entre el valor de inicio de corrección inferior Kmín y el valor de
15 estado de carga real SoC, por ejemplo, según la siguiente ecuación:

$$EW = \begin{cases} (Kmín - SoC)^3 & \text{para } 0 \leq SoC < Kmín \\ 0 & \text{para } 1 \geq SoC \geq Kmín \end{cases}$$

- El módulo de salida SW400 forma la especificación de potencia de carga corregida Psk restando el valor final de reducción de potencia respectivo RW de la especificación de potencia de carga objetivo Ps y agregando el valor final de aumento de potencia respectivo EW a la especificación de potencia de carga objetivo Ps, es decir, preferiblemente de acuerdo con
20

$$Psk = Ps + EW - RW$$

- El valor de aumento de potencia final EW especificado anteriormente y/o el valor de reducción de potencia final inferior RW especificado anteriormente también se pueden calcular de forma diferente, pero es ventajoso si las
25 funciones de cálculo utilizadas son continuas y diferenciables, al menos seccionalmente diferenciables, y si los valores de aumento de potencia final EW y los valores de reducción de potencia final RW no caen por debajo de cero.

- El dispositivo de cálculo 100 y la memoria 110 también pueden formar el dispositivo de especificación 21 y, por lo tanto, todo el dispositivo de control de potencia 20 si, por ejemplo, en la memoria 110 se almacena otro programa informático SW2 que, al ser ejecutado por el dispositivo de cálculo 100, asume la función del
30 dispositivo de especificación 21.

- La figura 4 muestra una segunda realización de un dispositivo de cambio de especificaciones 22 que se puede utilizar en el dispositivo de control de potencia 20 según la figura 1, con más detalle. El dispositivo de cambio de especificaciones 22 comprende un dispositivo de reducción de potencia 200, un dispositivo de aumento de potencia 300 y un dispositivo de salida 400, que - de forma análoga a la primera realización según la figura 3 -
35 pueden implementarse como módulos informáticos que son ejecutados por un dispositivo de computación 100, tal como se muestra en la figura 3.

- El dispositivo de reducción de potencia 200 tiene un módulo intermedio de reducción superior 210 que determina un valor de diferencia superior Do restando el valor de inicio de corrección superior Kmáx del valor de estado de carga real SoC por medio de un formador de diferencia 211 y genera un valor de reducción intermedio superior Zo con el valor de diferencia superior Do por medio de un bloque de reducción intermedio 212, específicamente utilizando una función de reducción superior que asigna un valor de reducción intermedio superior Zo a cada valor de diferencia superior Do, en donde los valores de reducción intermedios superiores Zo aumentan proporcional o desproporcionadamente con el aumento de los valores de diferencia superiores Zo. Los valores de reducción intermedios superiores Zo se calculan preferiblemente de la siguiente manera:
40
45

$$Zo = \begin{cases} (SoC - Kmáx)^2 & \text{para } Kmáx < SoC \leq 1 \\ 0 & \text{para } 0 \leq SoC \leq Kmáx \end{cases}$$

Además, el dispositivo de reducción de potencia 200 tiene un controlador PI superior 220, al que se alimenta el respectivo valor de reducción intermedio superior Zo en el lado de entrada y que genera el valor de reducción de potencia final RW en el lado de salida. El valor de salida máximo del controlador PI superior 220 está limitado

a un valor máximo máx, que corresponde a la potencia de salida máxima Pbmáx de la pila de combustible 30. El valor de salida mínimo del controlador PI inferior 220 está limitado a un valor mínimo min de cero.

En la realización ejemplar según la figura 4, el dispositivo de aumento de potencia 300 tiene un módulo intermedio de reducción inferior 310 que determina un valor de diferencia inferior Du restando el valor del estado de carga real SoC del valor de inicio de corrección inferior Kmin por medio de un formador de diferencia 311 y genera un valor de reducción intermedio inferior Zu con el valor de diferencia inferior Du por medio de un bloque de aumento intermedio 312, específicamente utilizando una función de reducción inferior que asigna un valor de reducción intermedio inferior Zu a cada valor de diferencia inferior Du, en donde los valores de reducción intermedios inferiores Zu aumentan proporcional o desproporcionadamente con el aumento de los valores de diferencia inferiores Du. Los valores de reducción intermedios inferiores Zu se calculan preferiblemente de la siguiente manera:

$$Z_u = \begin{cases} (K_{\min} - SoC)^2 & \text{para } 0 \leq SoC < K_{\min} \\ 0 & \text{para } 1 \geq SoC \geq K_{\min} \end{cases}$$

Además, el dispositivo de aumento de potencia 300 comprende un controlador PI inferior 320, al que se alimenta el respectivo valor de reducción intermedio inferior Zu en el lado de entrada y que genera el valor de aumento de potencia final EW en el lado de salida. El valor de salida máximo del controlador PI inferior 320 está limitado a un valor máximo máx que corresponde a la diferencia entre la potencia de salida máxima de la fuente de energía y la especificación de potencia de carga objetivo Ps. El valor de salida mínimo del controlador PI inferior 320 está limitado a un valor mínimo min de cero.

La figura 5 muestra un ejemplo del curso de las funciones de reducción y los cursos de los valores de reducción intermedios superior e inferior Zo y Zu en función de los respectivos valores del estado de carga real SoC.

La función de reducción superior y/o la función de reducción inferior indicadas anteriormente también pueden verse diferentes. Sin embargo, es ventajoso que las funciones de reducción sean continuas y diferenciables, al menos diferenciables por partes, y los valores de reducción intermedios Zo y Zu sean siempre mayores que cero.

Resulta especialmente ventajoso que para la función de reducción superior y/o para la función de reducción inferior en su conjunto o al menos para una de sus secciones se aplique lo siguiente:

$$df/dx > 0$$

y/o

$$d^2f/dx^2 > 0$$

donde f denota las funciones de reducción superior e inferior respectivamente.

Por último, cabe mencionar que las características de todas las realizaciones descritas anteriormente se pueden combinar entre sí de cualquier manera para formar otras realizaciones adicionales de la invención.

Todas las características de las reivindicaciones subordinadas también pueden combinarse individualmente con cada una de las reivindicaciones subordinadas, ya sea individualmente o en cualquier combinación con una u otras reivindicaciones subordinadas, para obtener otras realizaciones adicionales.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de control de potencia (20) para controlar la potencia de carga eléctrica (Pb) de una fuente de energía utilizada para cargar un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica. Dicho dispositivo de control de potencia (20) cuenta con un dispositivo de cambio de especificación (22) diseñado para modificar la potencia de carga objetivo (Ps) en función del estado de carga del dispositivo de almacenamiento de energía, generando una potencia de carga corregida (Psk) cuando el valor de estado de carga real (SoC) que indica el estado de carga se acerca a un límite superior o inferior (SoCmáx, SoCmín) de un rango objetivo predeterminado (SB)

caracterizado porque

10 el dispositivo de cambio predeterminado (22) realiza el cambio

- para valores de estado de carga reales (SoC) superiores a un valor de inicio de corrección superior especificado (Kmáx), que es menor que el límite de rango superior (SoCmáx), la especificación de potencia de carga objetivo (Ps) se reduce desproporcionadamente al exceder el valor de inicio de corrección superior (Kmáx) y

15 - para valores de estado de carga reales (SoC) inferiores a un valor de inicio de corrección inferior especificado (Kmín) que es mayor que el límite de rango inferior (SoCmín), la especificación de potencia de carga objetivo (Ps) aumenta desproporcionadamente al no alcanzar el valor de inicio de corrección inferior (Kmín),

el dispositivo de control de potencia (20) comprende un dispositivo de reducción de potencia (200), un dispositivo de aumento de potencia (300) y un dispositivo de salida (400), en donde

20 - el dispositivo de reducción de potencia (200) está diseñado para determinar un valor final de reducción de potencia (RW) en función del valor del estado de carga real (SoC) y el valor de inicio de corrección superior (Kmáx), en donde para valores del estado de carga real (SoC) por encima del valor de inicio de corrección superior Kmáx (Kmáx), aumenta los valores finales de reducción de potencia RW (RW) desproporcionadamente a la diferencia entre el valor del estado de carga real (SoC) y el valor de inicio de corrección superior (Kmáx),
25 en donde en particular lo siguiente:

$$RW = \begin{cases} (SoC - Kmáx)^3 & \text{para } Kmáx < SoC \leq 1 \\ 0 & \text{para } 0 \leq SoC \leq Kmáx \end{cases}$$

- el dispositivo de aumento de potencia (300) está diseñado para determinar un valor final de aumento de potencia EW en función del valor del estado de carga real (SoC) y del valor de inicio de corrección inferior (Kmín),

30 por lo que, para valores de estado de carga reales (SoC) inferiores al valor de inicio de corrección inferior (Kmín), aumenta los valores finales de aumento de potencia EW de manera desproporcionada a la diferencia entre el valor de inicio de corrección inferior (Kmín) y el valor de estado de carga real (SoC), por lo que, en particular lo siguiente:

$$EW = \begin{cases} (Kmín - SoC)^3 & \text{para } 0 \leq SoC < Kmín \\ 0 & \text{para } 1 \geq SoC \geq Kmín \end{cases}$$

35 - y el dispositivo de salida (400) está diseñado para formar la especificación de potencia de carga corregida (Psk) restando el respectivo valor final de reducción de potencia (RW) de la especificación de potencia de carga objetivo (Ps) y agregando el respectivo valor final de aumento de potencia EW a la especificación de potencia de carga objetivo (Ps).

2. Dispositivo de control de potencia (20) según la reivindicación 1,

40 caracterizado porque

el dispositivo de cambio de especificaciones (22) realiza la corrección de la especificación de potencia de carga objetivo (Ps) de tal manera que el grado de cambio aumenta desproporcionadamente a medida que el valor del estado de carga real (SoC) se acerca a los límites del rango (SoCmáx, SoCmín).

3. Dispositivo de control de potencia (20) según la reivindicación 1,

45 caracterizado porque

el dispositivo de reducción de potencia (200) tiene un módulo de reducción intermedia superior (210) que determina un valor de diferencia superior (Do) restando el valor de inicio de corrección superior (Kmáx) del

valor de estado de carga real (SoC) y genera un valor de reducción intermedia superior Zo (Zo) con el valor de diferencia superior (Do) utilizando una función de reducción superior que asigna un valor de reducción intermedia superior (Zo) a cada valor de diferencia superior (Do), donde los valores de reducción intermedia superior (Zo) aumentan proporcional o desproporcionadamente con el aumento de los valores de diferencia superior (Do), donde en particular lo siguiente:

$$Z_o = \begin{cases} (SoC - K_{m\acute{a}x})^2 & \text{para } K_{m\acute{a}x} < SoC \leq 1 \\ 0 & \text{para } 0 \leq SoC \leq K_{m\acute{a}x} \end{cases}$$

4. Dispositivo de control de potencia (20) según la reivindicación 3,

caracterizado porque

el dispositivo de reducción de potencia (200) tiene un controlador PI superior (220) en el que se alimenta el respectivo valor de reducción intermedio superior (Zo) en el lado de entrada y que genera el valor de reducción de potencia final (RW) en el lado de salida, en donde el valor de salida máximo del controlador PI superior (220) está limitado a un valor máximo que corresponde a la potencia de salida máxima de la fuente de energía.

5. Dispositivo de control de potencia (20) según una de las reivindicaciones anteriores,

caracterizado porque

el dispositivo de aumento de potencia (300) tiene un módulo intermedio de reducción inferior (310) que determina un valor de diferencia inferior (Du) restando el valor del estado de carga real (SoC) del valor de inicio de corrección inferior (K_{mín}) y genera un valor intermedio de reducción inferior (Zu) con el valor de diferencia inferior (Du) utilizando una función de reducción inferior que asigna un valor intermedio de reducción inferior (Zu) a cada valor de diferencia inferior (Du), donde los valores intermedios de reducción inferior (Zu) aumentan proporcional o desproporcionadamente con el aumento de los valores de diferencia inferior (Du), donde en particular vale

$$Z_u = \begin{cases} (K_{m\acute{i}n} - SoC)^2 & \text{para } 0 \leq SoC < K_{m\acute{i}n} \\ 0 & \text{para } 1 \geq SoC \geq K_{m\acute{i}n} \end{cases}$$

6. Dispositivo de control de potencia (20) según la reivindicación 5,

caracterizado porque

el dispositivo de aumento de potencia (300) tiene un controlador PI inferior (320) al que se alimenta el respectivo valor de reducción intermedio inferior (Zu) en el lado de entrada y que genera el valor de aumento de potencia final (EW) en el lado de salida, en donde el valor de salida máximo del controlador PI inferior (320) está limitado a un valor máximo que corresponde a la diferencia entre la potencia de salida máxima de la fuente de energía y la especificación de potencia de carga objetivo (Ps).

7. Dispositivo de control de potencia (20) según la reivindicación 3,

caracterizado porque

la función de reducción superior y/o la función de reducción inferior son continuas y diferenciables, al menos diferenciables por partes, y los valores de reducción intermedios (Zo, Zu) son siempre mayores que cero.

8. Dispositivo de control de potencia (20) según la reivindicación 3 o 7,

caracterizado porque

para la función de reducción superior y/o la función de reducción inferior en su conjunto o para al menos una de sus secciones:

$$df/dx > 0$$

y/o

$$d^2f/dx^2 > 0$$

donde f denota las funciones de reducción superior e inferior respectivamente.

9. Dispositivo de control de potencia (20) según una de las reivindicaciones anteriores,

caracterizado porque

dicha fuente de energía es una pila de combustible (30) y dicho almacenamiento de energía es una batería de vehículo (40), en donde la potencia de la pila de combustible (30) está controlada por el dispositivo de control de potencia (20).

10. Vehículo (10),

5 caracterizado porque

el vehículo (10) está equipado con al menos un dispositivo de control de potencia (20) según una de las reivindicaciones anteriores.

11. Vehículo (10) según la reivindicación 10,

caracterizado porque

10 el dispositivo de control de potencia (20) tiene un dispositivo de especificación (21) que calcula la especificación de potencia de carga objetivo (Ps) en función de los datos de ruta de al menos una sección de ruta (70) delante del vehículo (10) y/o en función del tiempo.

12. Método para controlar una potencia de carga eléctrica (Pb) de una fuente de energía utilizada para cargar un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica, en donde

15 una especificación de potencia de carga objetivo (Ps) se modifica en función de un estado de carga respectivo del dispositivo de almacenamiento de energía, formando una especificación de potencia de carga corregida (Psk), cuando un valor de estado de carga real SoC (SoC) que indica que el estado de carga se acerca a un límite de rango superior o inferior (SoCmáx, SoCmín) de un rango objetivo especificado (SB)

caracterizado porque

20 el cambio se lleva a cabo mediante el dispositivo de cambio de especificación (22)

- para valores de estado de carga reales (SoC) superiores a un valor de inicio de corrección superior especificado (Kmáx), que es menor que el límite de rango superior (SoCmáx), la especificación de potencia de carga objetivo (Ps) se reduce desproporcionadamente al exceder el valor de inicio de corrección superior (Kmáx) y

25 - para valores de estado de carga reales (SoC) inferiores a un valor de inicio de corrección inferior especificado (Kmín) que es mayor que el límite de rango inferior (SoCmín), la especificación de potencia de carga objetivo (Ps) aumenta desproporcionadamente al no alcanzar el valor de inicio de corrección inferior (Kmín),

el dispositivo de control de potencia (20) comprende un dispositivo de reducción de potencia (200), un dispositivo de aumento de potencia (300) y un dispositivo de salida (400), en donde

30 - el dispositivo de reducción de potencia (200) determina un valor final de reducción de potencia (RW) en función del valor del estado de carga real (SoC) y del valor de inicio de corrección superior (Kmáx), en donde para valores del estado de carga real (SoC) superiores al valor de inicio de corrección superior Kmáx (Kmáx), aumenta los valores finales de reducción de potencia RW (RW) de forma desproporcionada a la diferencia entre el valor del estado de carga real (SoC) y el valor de inicio de corrección superior (Kmáx), en donde en particular

35 lo siguiente:

$$RW = \begin{cases} (SoC - Kmáx)^3 & \text{para } Kmáx < SoC \leq 1 \\ 0 & \text{para } 0 \leq SoC \leq Kmáx \end{cases}$$

- el dispositivo de aumento de potencia (300) determina un valor final de aumento de potencia EW en función del valor del estado de carga real (SoC) y el valor de inicio de corrección inferior Kmín (Kmín), en donde para valores del estado de carga real (SoC) por debajo del valor de inicio de corrección inferior (Kmín), aumenta los valores finales de aumento de potencia EW de manera desproporcionada a la diferencia entre el valor de inicio de corrección inferior (Kmín) y el valor del estado de carga real (SoC), en donde en particular lo siguiente:

40

$$EW = \begin{cases} (Kmín - SoC)^3 & \text{para } 0 \leq SoC < Kmín \\ 0 & \text{para } 1 \geq SoC \geq Kmín \end{cases}$$

- y el dispositivo de salida (400) forma la especificación de potencia de carga corregida (Psk) restando el respectivo valor final de reducción de potencia (RW) de la especificación de potencia de carga objetivo (Ps) y

45

agregando el respectivo valor final de aumento de potencia EW a la especificación de potencia de carga objetivo (Ps).

DIBUJOS

FIG 1

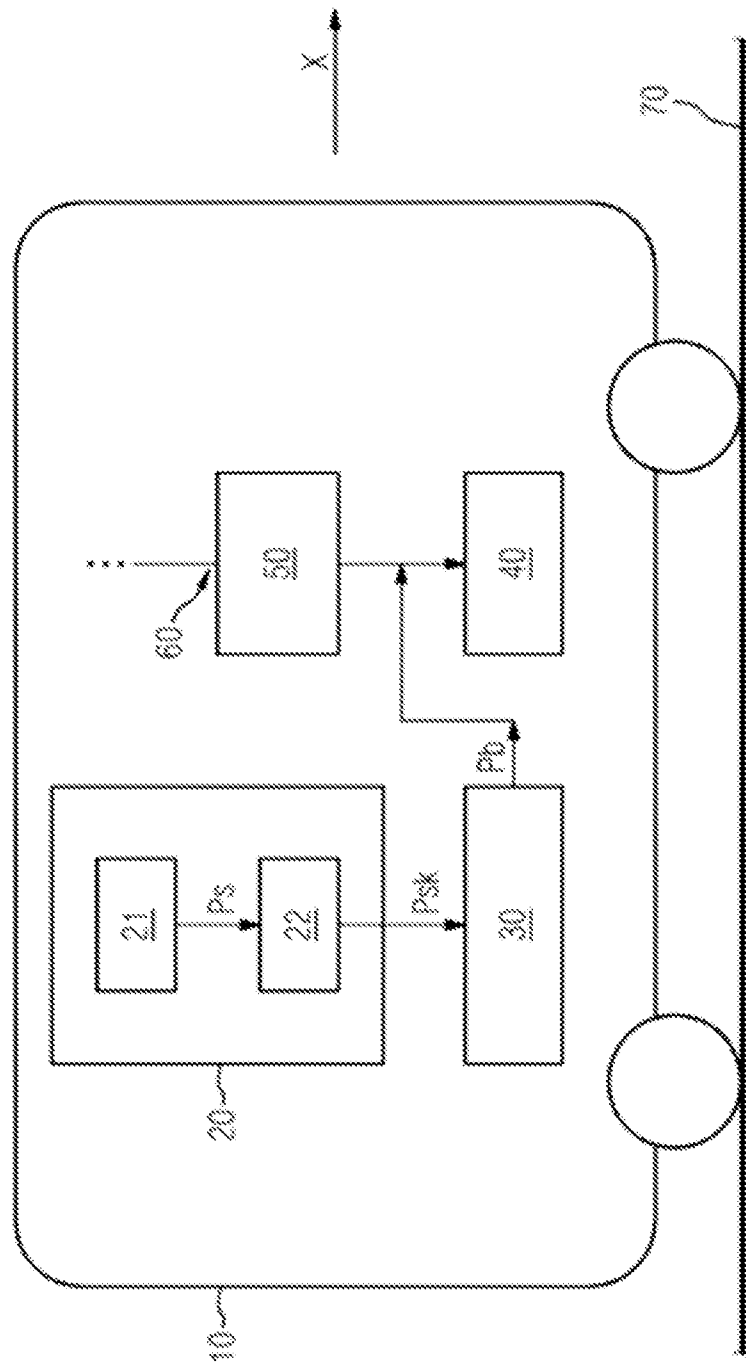
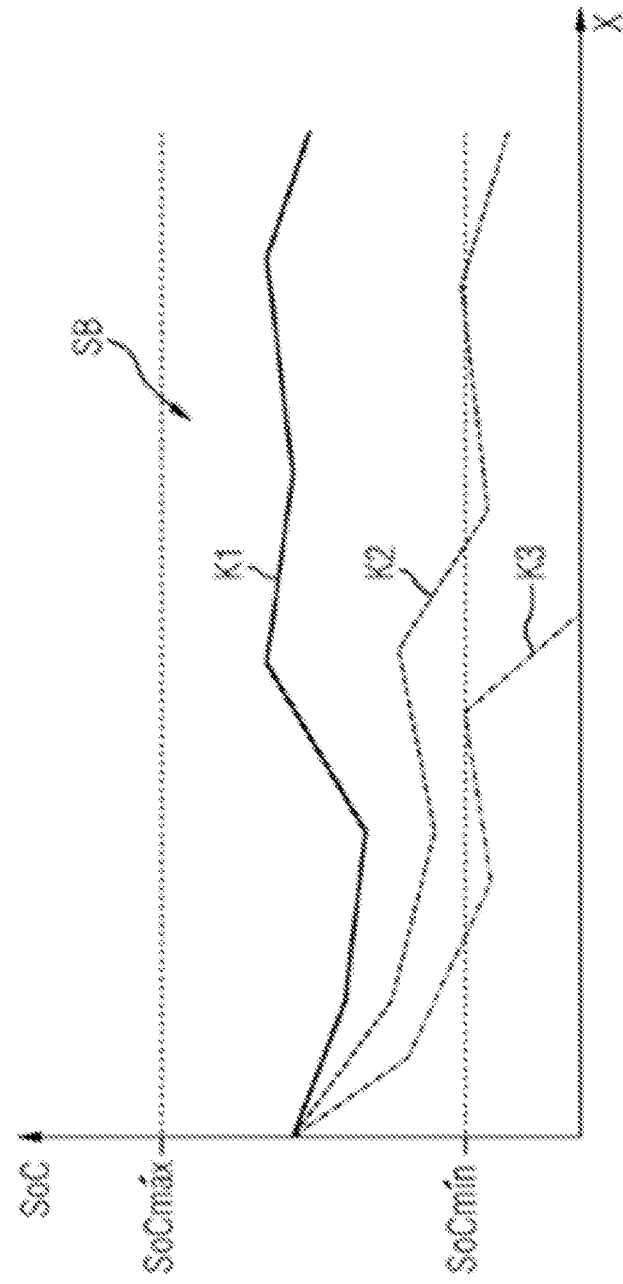


FIG 2



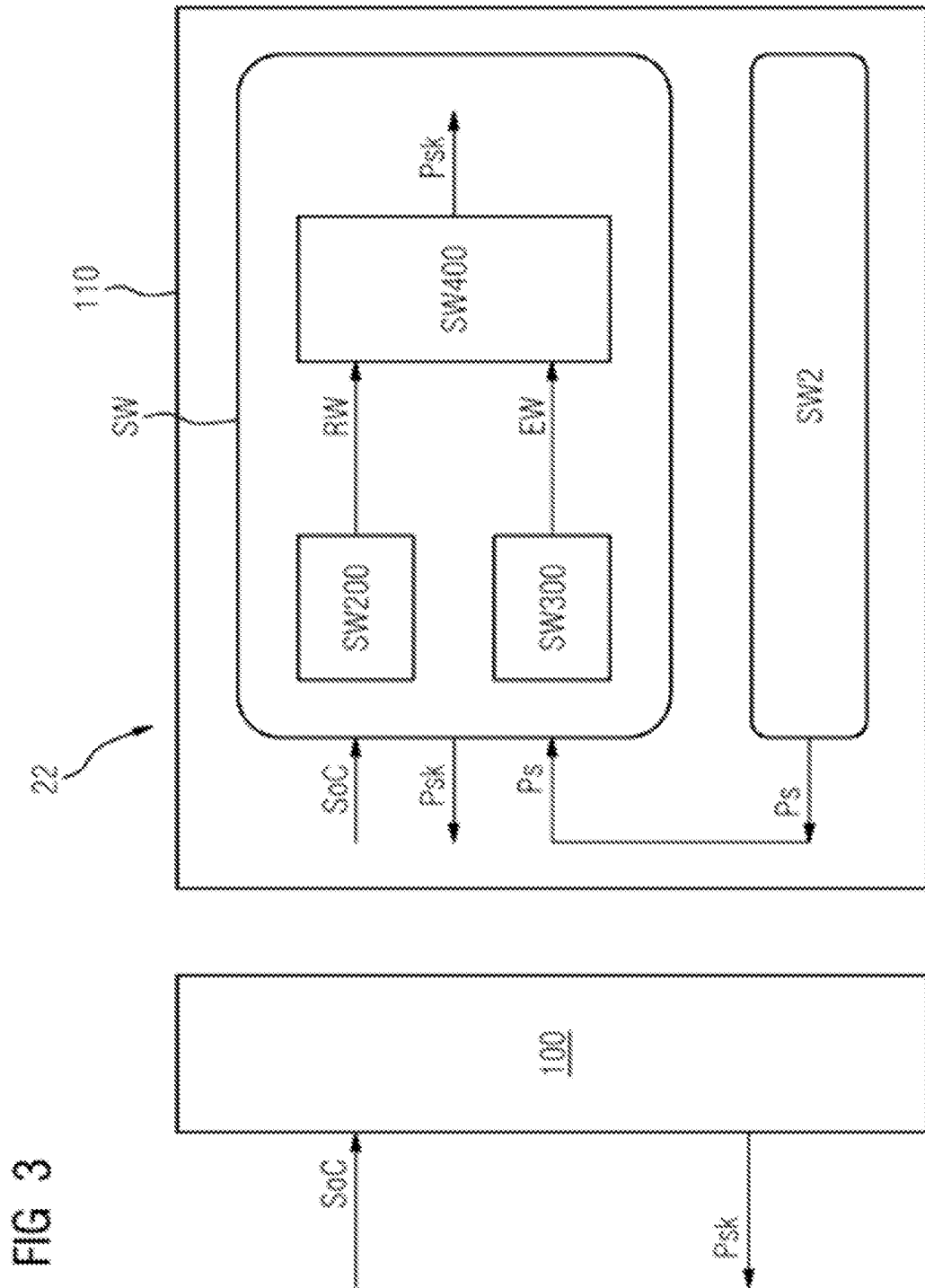
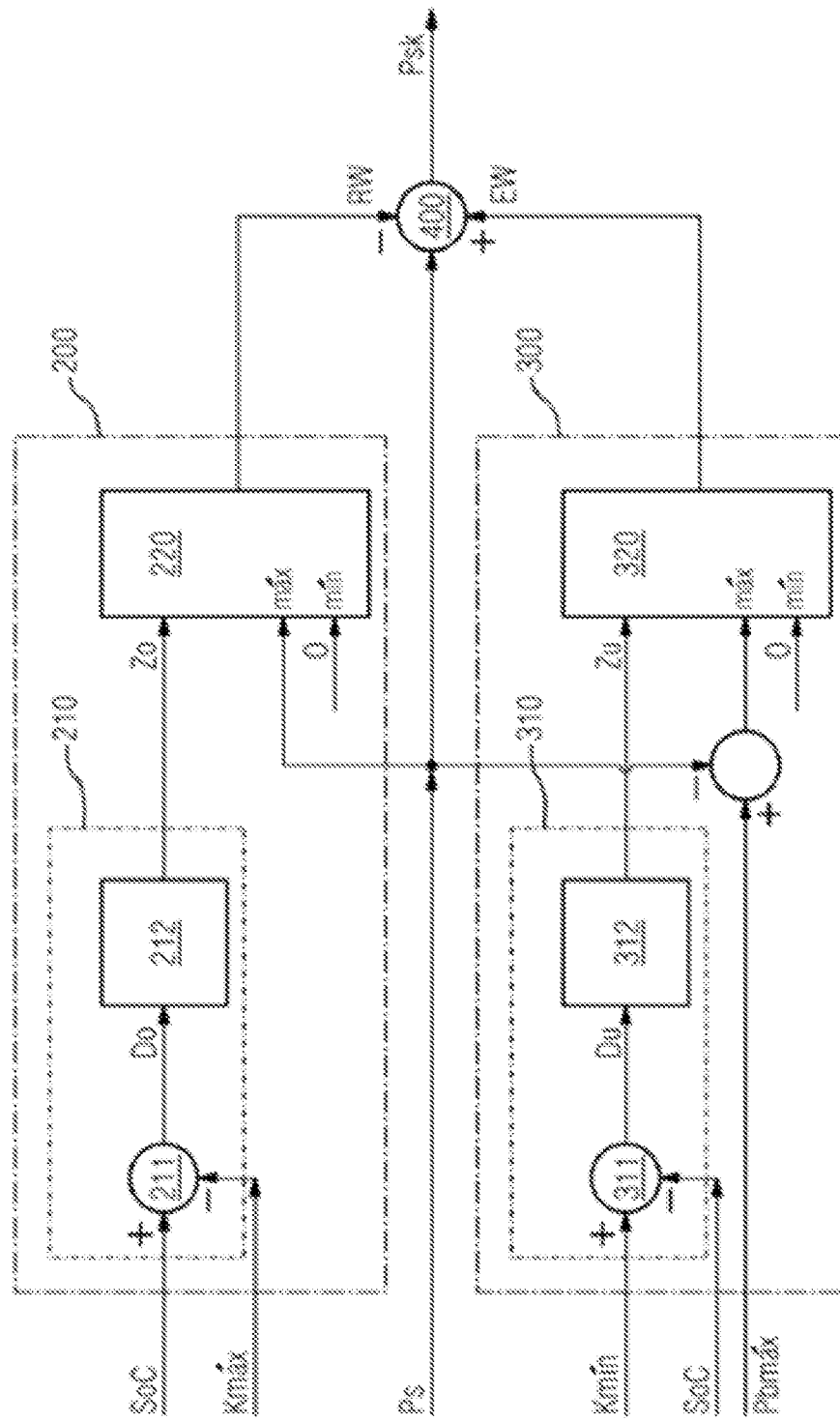


FIG 4



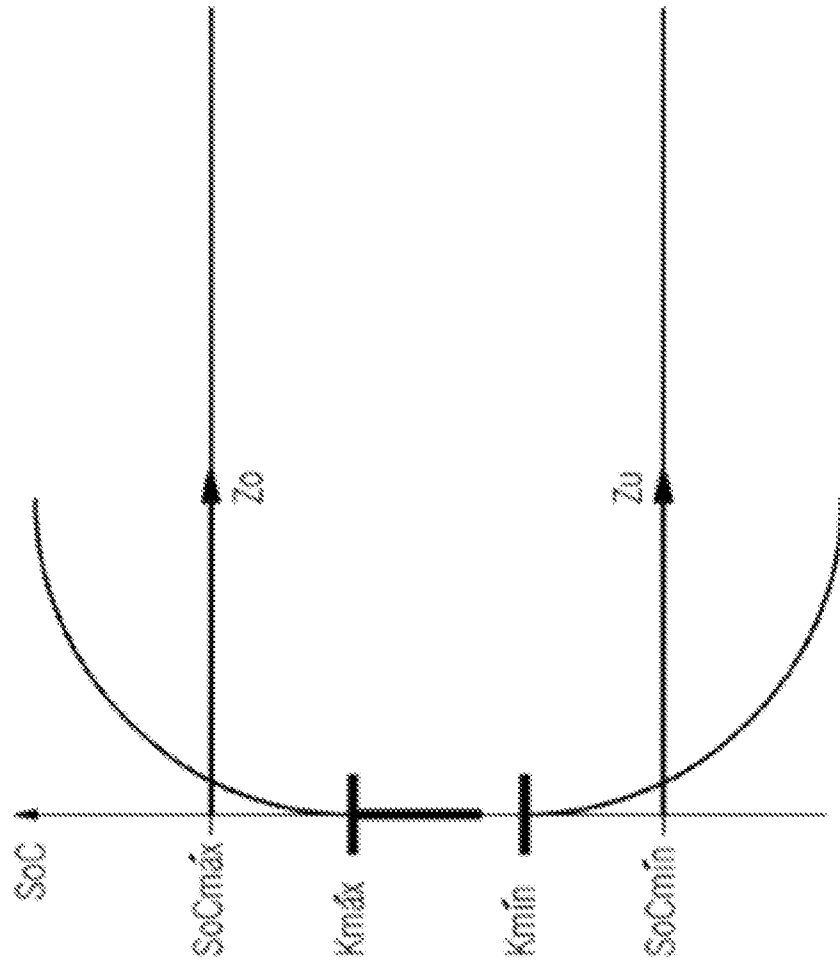


FIG 5