

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 476**

51 Int. Cl.:

B60L 3/00	(2009.01)
B60R 16/04	(2006.01)
H02J 7/00	(2006.01)
G01R 31/36	(2009.01)
H01M 10/44	(2006.01)
H01M 10/48	(2006.01)
B60L 53/00	(2009.01)
B60L 58/20	(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.02.2008 PCT/JP2008/054111**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2008 WO08108455**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.02.2008 E 08721529 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019 EP 2120309**

54 Título: **Vehículo eléctrico, método para estimar el estado de carga y programa de grabación de medio de grabación legible por ordenador para ejecutar el método de estimación del estado de carga en un ordenador**

30 Prioridad:

06.03.2007 JP 2007055795

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.03.2020

73 Titular/es:

TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA (100.0%)
1, Toyota-cho
Toyota-shi, Aichi-ken, 471-8571, JP

72 Inventor/es:

OKI, RYOJI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 746 476 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

Vehículo eléctrico, método para estimar el estado de carga y programa de grabación de medio de grabación legible por ordenador para ejecutar el método de estimación del estado de carga en un ordenador

Campo técnico

5 La presente invención se refiere en general a vehículos eléctricos, métodos para estimar un estado de carga, y medios de almacenamiento legibles por ordenador que tienen un programa almacenado en el mismo para hacer que un ordenador ejecute los métodos para estimar un estado de carga, y en particular, las técnicas empleadas para estimar el estado de carga de un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica montado en un vehículo eléctrico.

10 Antecedentes de la técnica

Los vehículos híbridos, los vehículos eléctricos y otros vehículos eléctricos similares que pueden emplear un motor eléctrico para viajar emplean dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica en forma de una batería de iones de litio, una batería de níquel hidrógeno o una batería secundaria similar, o un condensador eléctrico de doble capa de gran capacidad o similar para suministrar energía eléctrica al motor eléctrico. La forma en que se carga un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica se indica mediante una cantidad de estado, que generalmente se indica mediante un estado de carga (SOC). Un estado totalmente cargado está representado por un SOC = 100 % y una cantidad de carga de 0 está representada por un SOC = 0 % para representar el estado de carga del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica. En adelante, un estado de carga también se denominará simplemente "SOC".

20 El documento US 2007/0029986 A1 divulga un vehículo de propulsión eléctrica como se establece en el preámbulo de la reivindicación 1 y un método como se establece en el preámbulo de la reivindicación 6.

El documento US 2005/0269991 A1 divulga un aparato para estimar un estado de carga (SOC) de una batería, en el que una ECU de la batería estima el SOC integrando la corriente de la batería medida por un sensor de corriente, y se mide la tensión de la batería V_n mediante un sensor de tensión y la temperatura de la batería T_n se mide con un termómetro si la fluctuación de la corriente de carga/descarga es grande. Si el número m de estimaciones de SOC $_n$ es $m < 10$, m se incrementa. La resistencia interna de la batería R_n se estima a partir de la temperatura de la batería medida T_n mediante el uso de un mapa de correlación que muestra la correlación entre la temperatura de la batería previamente almacenada T y la resistencia interna de la batería R . Una corriente de carga/descarga I_n estimada se determina usando la tensión de la batería medida V_n , la tensión abierta de la batería V_{ocvn-1} determinada sobre la base del estado cargado previamente estimado, y la resistencia interna estimada de la batería R_n .; El SOC $_n$ se estima integrando la corriente estimada de carga/descarga I_n . Si el número m de estimaciones del SOC $_n$ es $m = 10$, el número m de estimaciones se cambia a 0. La corriente de carga/descarga se mide mediante un sensor de corriente. La resistencia interna de la batería R_n se calcula a partir de la tensión de la batería V_n y la corriente de carga/descarga. La temperatura de la batería T_n también se mide y el mapa de correlación TR se corrige.

35 El documento JP 2000-258513 A divulga un método de cálculo de SOC que puede calcular con precisión el SOC de una batería secundaria. El método de cálculo de SOC corrige un valor de resistencia predeterminado que se proporciona previamente para una batería de acuerdo con la temperatura de la batería para calcular la resistencia interna de la batería, que determina la característica de tensión-corriente de la batería, y de acuerdo con ello una tensión de circuito abierto (en adelante también referido a como "OCV") y se calcula una correlación OCV vs. SOC que representa una correlación entre OCV y SOC para calcular un SOC basado en el OCV calculado.

40 Sin embargo, el método de cálculo SOC del documento JP 2000-258513 A calcula un SOC repetidamente durante un periodo que comienza una vez que la fuente de alimentación del vehículo está encendida y que continúa hasta que se apaga, incluyendo un período durante el cual el vehículo está viajando. Por lo tanto, se ve significativamente afectado por la alteración.

45 Por ejemplo, la tensión V de una batería se ve afectada por la resistencia interna y, además, de la denominada tensión de polarización, que se varió por una historia de carga/descarga con frecuencia varias veces, y por lo tanto afecta a la precisión de cálculo del OCV. Debe tenerse en cuenta que es bien sabido que la polarización se puede resolver mediante la carga/descarga para estar significativamente lejos de un rango en el que se controla el SOC.

50 Por otra parte, mientras que un vehículo está viajando, su entorno circundante varía también de manera significativa, y el método de cálculo del SOC de la publicación anterior en este sentido también se ve significativamente afectado por la perturbación y el SOC se puede estimar con una precisión pobre.

Divulgación de la invención

55 Un objeto de la presente invención es proporcionar un vehículo con motor eléctrico capaz de estimar con alta precisión un SOC de un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica que se utiliza para hacer que el vehículo se desplace.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un método que puede estimar con mayor precisión un estado de carga o SOC de un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica montado en un vehículo de tracción eléctrica y se utiliza para hacer que el vehículo se desplace.

5 Aún otro objeto de la presente invención es proporcionar un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene un programa almacenado en el mismo para hacer que un ordenador ejecute el método que puede estimar con mayor precisión un estado de carga o SOC de un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica montado en un vehículo eléctrico y usado para hacer que el vehículo se desplace.

Este objetivo se resuelve mediante un vehículo de tracción eléctrica tal como se establece en la reivindicación 1, y mediante un método para estimar un estado de carga tal como se establece en la reivindicación 6.

10 Además, de acuerdo con la presente invención, un medio de almacenamiento es un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene un programa almacenado en el mismo para hacer que un ordenador ejecute el método descrito anteriormente para estimar un estado de carga.

15 En la presente invención, cuando se solicita una carga de un primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica mediante un dispositivo de carga, un dispositivo de energía eléctrica se controla para permitir que el primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica y el dispositivo de energía eléctrica comuniquen energía eléctrica entre los mismos, y una característica de tensión-corriente se calcula según la tensión y la corriente del primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica. Como la carga/descarga que puede resolver la polarización se puede hacer sin una restricción impuesta por la forma en que el vehículo se desplaza actualmente, y el vehículo también está rodeado por un entorno más estable que cuando se desplaza, se puede calcular con precisión una característica de tensión-corriente. De acuerdo con esta característica de tensión-corriente calculada con precisión, se calcula el OCV del primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica y, a partir del OCV calculado, se estima un SOC.

La presente invención, por lo tanto, permite que el SOC del primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica sea estimado con alta precisión.

25 **Breve Descripción de los Dibujos**

La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra generalmente un vehículo eléctrico en una primera realización según la presente invención.

La figura 2 es un diagrama de bloques funcional de una ECU de batería mostrado en la figura 1.

30 La figura 3 representa una característica de tensión-corriente de un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica.

La figura 4 es un diagrama de flujo de un método para estimar un SOC de un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica por la ECU de la batería de la figura 2.

La figura 5 es un diagrama de bloques funcional de una porción implicada en el control mediante una MG-ECU mostrada en la figura 1 para cargar.

35 La figura 6 es un diagrama de bloques funcional de una ECU de batería en una segunda realización.

La figura 7 representa una característica de tensión-corriente de un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica.

La figura 8 es un diagrama de flujo de un método para estimar un SOC de un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica por la ECU de la batería en la segunda realización.

40 La figura 9 es un diagrama de bloques que generalmente muestra un vehículo eléctrico capaz de recibir energía eléctrica de una fuente de alimentación externa a través de un inversor.

La figura 10 muestra un circuito equivalente de fase cero de inversores y generadores de motor que se muestran en la figura 9.

Mejores modos para realizar la invención

45 De aquí en adelante se hará referencia a los dibujos para describir la presente invención en realizaciones. En las figuras, los componentes idénticos o correspondientes se indican con caracteres de referencia idénticos, y no se describirán repetidamente en detalle.

Primera realización

50 La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra generalmente un vehículo eléctrico en una primera realización según la presente invención. Con referencia a la figura 1, un vehículo eléctrico 100 incluye dispositivos de

almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2, convertidores 8-1, 8-2, un condensador C, inversores 20-1, 20-2, generadores de motor MG1, MG2, un mecanismo de transmisión de potencia motriz 22 y un árbol de accionamiento 24. Además, el vehículo eléctrico 100 también incluye un convertidor 26 para cargar, y una unidad receptora de energía eléctrica 28. Además, el vehículo eléctrico 100 también incluye una ECU (Unidad de control electrónico) de batería 30, una MG-ECU 32, sensores de corriente 10-1, 10-2 y sensores de tensión 12-1, 12-2, 18.

El dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 es una fuente de alimentación de CC cargable/descargable y está formada, por ejemplo, de una batería de iones de litio, una batería de hidruro de níquel-metal o una batería secundaria similar. El dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 está conectado al convertidor 8-1 a través de una línea polar positiva PL1 y una línea polar negativa NL1. El dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 está conectado al convertidor 8-2 a través de una línea polar positiva PL2 y una línea polar negativa NL2. Debe tenerse en cuenta que al menos uno de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 puede estar configurado de un condensador eléctrico de doble capa.

El convertidor 8-1 se proporciona entre el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y los buses principales positivo y negativo MPL y MNL y opera en respuesta a una señal de activación PWC1 recibida de la MG-ECU 32 para convertir la tensión entre el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y buses principales positivo y negativo MPL y MNL. El convertidor 8-2 se proporciona entre el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 y los buses principales positivos y negativos MPL y MNL y opera en respuesta a una señal de activación PWC2 recibida de la MG-ECU 32 para convertir la tensión entre el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 y los buses principales positivo y negativo MPL y MNL. En otras palabras, los convertidores 8-1, 8-2 están conectados a los buses principales positivo y negativo MPL y MNL en paralelo entre sí.

El sensor de corriente 10-1 detecta una entrada de corriente Ib1 a/salida desde el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y emite el valor detectado a la ECU de la batería 30 y la MG-ECU 32. El sensor de corriente 10-2 detecta una entrada/salida de corriente Ib2 desde el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 y emite el valor detectado a la ECU 30 de la batería y la MG-ECU 32. Debe tenerse en cuenta que los sensores de corriente 10-1, 10-2 detectan cada uno una corriente que se emite (o se descarga) desde su dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica asociado como un valor positivo, y una corriente que se ingresa (o carga) al dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica como un valor negativo. Debe tenerse en cuenta que mientras la figura 1 muestra los sensores de corriente 10-1, 10-2 que detectan las corrientes en las líneas polares positivas PL1, PL2, respectivamente, los sensores de corriente 10-1, 10-2 pueden detectar las corrientes en las líneas polares negativas NL1, NL2, respectivamente.

El sensor de tensión 12-1 detecta una tensión entre la línea polar positiva PL1 y la línea polar negativa NL1, es decir, una tensión Vb1 del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, y envía el valor detectado a la ECU 30 de la batería y a la MG-ECU 32. El sensor de tensión 12-2 detecta una tensión entre la línea polar positiva PL2 y la línea polar negativa NL2, es decir, una tensión Vb2 del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2, y envía el valor detectado a la ECU 30 de la batería y la MG-ECU 32.

El condensador de suavizado C está conectado entre el bus positivo principal MPL y el bus negativo principal MNL para reducir un componente de variación de potencia incluido en el bus positivo principal MPL y el bus negativo principal MNL. El sensor de tensión 18 detecta una tensión Vh entre el bus positivo principal MPL y el bus negativo principal MNL y envía el valor detectado a la MG-ECU 32.

Los inversores 20-1 y 20-2 están conectados en paralelo entre sí a los buses principales positivos y negativos MPL y MNL, y los inversores 20-1 y 20-2 reciben energía eléctrica de accionamiento (energía de CC) del bus positivo principal MPL y el bus negativo principal MNL, convierten la energía de CC recibida en energía de CA y emiten la energía de CA a los generadores de motor MG1 y MG2, respectivamente. Además, los inversores 20-1 y 20-2 reciben energía de CA generada por los generadores de motor MG1 y MG2, respectivamente, convierten la energía de CA en energía de CC y emiten la energía de CC como energía eléctrica regenerativa al bus positivo principal MPL y al bus negativo principal MNL.

Los generadores de motor MG1 y MG2 reciben alimentación de CA desde inversores 20-1 y 20-2, respectivamente, para generar energía de accionamiento giratorio. Además, los generadores de motor MG1, MG2 reciben fuerza giratoria externa para generar energía de CA. El generador de motor MG1, MG2 está formado, por ejemplo, por una máquina eléctrica giratoria de CA trifásica que incluye un rotor que tiene un imán permanente incorporado y un estator que tiene una bobina trifásica conectada en Y, y los generadores de motor MG1, MG2 están acoplados con un mecanismo de transmisión de energía motriz 22, que está acoplado con el árbol de accionamiento 24 para permitir que la potencia de accionamiento giratoria se transmita a una rueda (no mostrada).

Obsérvese que si el vehículo de tracción eléctrica 100 es un vehículo híbrido, generadores de motor MG1, MG2 están también acoplados con un motor (no mostrado) a través del mecanismo de transmisión de energía motriz 22 o árbol de accionamiento 24, y la MG-ECU 32 ejerce control para permitir que el motor y los generadores de motor MG1, MG2 generen sus respectivas fuerzas de accionamiento en una relación óptima. Debe tenerse en cuenta que uno de los generadores de motor MG1, MG2 puede funcionar exclusivamente como un motor eléctrico y el otro puede funcionar exclusivamente como un generador de energía eléctrica.

El convertidor 26 para carga se proporciona entre los principales buses positivo y negativo MPL y MNL y la unidad receptora de energía eléctrica 28. Cuando los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 se cargan desde una fuente de alimentación externa 34 (por ejemplo, una fuente de alimentación del sistema) que es externa al vehículo, el convertidor 26 para cargar recibe energía de CA desde la fuente de alimentación externa 34 a través de la unidad receptora de energía eléctrica 28, lo convierte en alimentación de CC y lo emite en el bus positivo principal MPL y el bus negativo principal MNL. La unidad receptora de energía eléctrica 28 es un terminal de entrada para la entrada de energía de CA suministrada por la fuente de alimentación externa 34, y se implementa, por ejemplo, como un enchufe de carga, un conector o similar.

La ECU de batería 30 recibe el valor de la corriente I_{b1} detectada por el sensor de corriente 10-1 y el de la tensión V_{b1} detectada por el sensor de tensión 12-1, y a partir de ello estima el SOC del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1. Además, la ECU de la batería 30 recibe el valor de la corriente I_{b2} detectada por el sensor de corriente 10-2 y el de la tensión V_{b2} detectado por el sensor de tensión 12-2, y a partir de ahí estima el SOC del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2. Un método para estimar los SOC se describirá más adelante más específicamente.

En este documento, la ECU de la batería 30 estima los SOC de dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 no solo cuando la fuente de alimentación del vehículo para desplazarse está encendida, sino también cuando los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2 se cargan desde una fuente de alimentación externa 34. Más específicamente, cuando se solicitan dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 desde una fuente de alimentación externa 34, la ECU de la batería 30 emite un valor de control de energía eléctrica ΔP a la MG-ECU 32 para cargar/descargar entre dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2 a través de los convertidores 8-1, 8-2 y el bus positivo principal MPL y el bus negativo principal MNL, y la ECU de la batería 30 estima los SOC de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2, respectivamente, a partir de la tensión V_{b1} y la corriente I_{b1} del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y la tensión V_{b2} y la corriente I_{b2} del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 que se recogen cuando los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 cargan/descargan entre los mismos.

Obsérvese que después de que la ECU de la batería 30 ha estimado los SOC, la ECU de la batería 30 inicia la carga de dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 de fuente de alimentación externa 34, y mientras que los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 se cargan, la ECU de la batería 30, por ejemplo, integra una corriente cargada, con un SOC previamente estimado que sirve como valor inicial, para calcular los SOC de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2. Cuando se cargan los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 desde la fuente de alimentación externa 34, la ECU de la batería 30 vuelve a emitir el valor de control de energía eléctrica ΔP a la MG-ECU 32 y estima los SOC de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 a partir de las tensiones y corrientes de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 que se recogen mientras los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 cargan/descargan entre los mismos, y la ECU de la batería 30 utiliza los SOC estimados para corregir los SOC calculados mientras los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 se cargan desde la fuente de alimentación externa 34, y la ECU de la batería 30 determina así un SOC final. Cabe señalar que en la descripción anterior, el valor de control de energía eléctrica ΔP para cargar/descargar entre los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2 se invierte en el signo, según corresponda, para evitar cargar/descargar excesivamente los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2.

Además, cuando la fuente de alimentación externa 34 carga dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2, la ECU de la batería 30 calcula los valores de control de energía de carga eléctrica P_{B1} y P_{B2} para indicar la energía eléctrica que se cargará desde la fuente de alimentación externa 34 a los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2, respectivamente, y emite los valores de control de carga eléctrica de carga calculados P_{B1} , P_{B2} a la MG-ECU 32.

La MG-ECU 32 calcula para los generadores de motor MG1, MG2 valores de par objetivo $TR1$, $TR2$ y valores de velocidad objetivo $MRN1$, $MRN2$ basándose en cómo se desplaza el vehículo actualmente, la posición del pedal del acelerador del vehículo y similares, y la MG-ECU 32 genera una señal de accionamiento $PWI1$ para permitir que el generador de motor MG1 genere un par que tenga un valor de par objetivo $TR1$ y tenga una velocidad que tenga un valor de velocidad objetivo $MRN1$, y envíe la señal de accionamiento generada $PWI1$ al inversor 20-1 para controlar el inversor 20-1. Además, la MG-ECU 32 genera una señal de activación $PWI2$ para permitir que el generador de motor MG2 genere un par con un valor de par objetivo $TR2$ y una velocidad que tenga un valor de velocidad objetivo $MRN2$, y emite la señal de unidad generada $PWI2$ al inversor 20-2 para controlar el inversor 20-2.

Además, la MG-ECU 32 genera señales de accionamiento $PWC1$ y $PWC2$ basado en valores de par objetivo $TR1$, $TR2$ y valores de la velocidad objetivo $MRN1$, $MRN2$, y los valores detectados por los sensores de corriente 10-1, 10-2 y sensores de tensión 12-1, 12-2, 18, para accionar los convertidores 8-1 y 8-2, respectivamente, y la MG-ECU 32 emite las señales de accionamiento generadas $PWC1$, $PWC2$ a los convertidores 8-1, 8-2 para controlar los convertidores 8-1, 8-2, respectivamente.

Por otra parte, cuando se solicita la carga de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 desde la fuente de alimentación externa 34, la MG-ECU 32 genera señales de accionamiento PWC1, PWC2 basadas en el valor de control de energía eléctrica ΔP recibidas desde la ECU de la batería 30 y los valores detectados por los sensores de corriente 10-1, 10-2 y los sensores de tensión 12-1, 12-2, 18, y emite las señales de accionamiento generadas PWC1, PWC2 a los convertidores 8-1, 8-2.

Además, cuando los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 se cargan desde la fuente de alimentación externa 34, la MG-ECU 32 genera señales de accionamiento PWC1, PWC2 basadas en los valores de control de carga de energía eléctrica PB1, PB2 recibidos desde la ECU de la batería 30 y los valores detectados por los sensores de corriente 10-1, 10-2 y los sensores de tensión 12-1, 12-2, 18 y la MG-ECU 32 emiten una señal al convertidor 26 para cargar para indicarle que opere, y también emite las señales de accionamiento generadas PWC1, PWC2 a los convertidores 8-1, 8-2.

La figura 2 es un diagrama de bloques funcional de la ECU de la batería 30 que se muestra en la figura 1. Con referencia a la figura 2, la ECU de la batería 30 incluye una unidad de cálculo de características VI 50, una unidad de cálculo de OCV 52, una unidad de estimación inicial de SOC 54, una unidad de control de carga/descarga 56, una unidad de cálculo de SOC 58 y una unidad de control de carga 60.

Mientras la unidad de cálculo de características V-I 50 recibe desde la unidad de control de carga/descarga 56 una señal que indica que los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 se cargan/descargan actualmente entre sí, la unidad de cálculo de características V-I 50 recoge la tensión Vb1 y la corriente Ib1 del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y la tensión Vb2 y la corriente Ib2 del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2, y la unidad de cálculo de características V-I 50 calcula una característica de tensión-corriente del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 a partir de la tensión Vb1 y la corriente Ib1 recogidas, y una característica de voltaje-corriente del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 de la tensión Vb2 y la corriente Ib2 recogidas. Por ejemplo, la unidad de cálculo de características V-I 50 puede emplear los valores detectados de la tensión Vb1 (Vb2) y la corriente Ib1 (Ib2) recogidas para calcular una curva de regresión para calcular una característica de tensión-corriente del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 (6-2).

La unidad de cálculo de OCV 52 calcula los OCV de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2, según las características de tensión-corriente de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 respectivamente, calculados por la unidad de cálculo de características V-I 50. Más específicamente, la unidad de cálculo de OCV 52 calcula como un OCV del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 (6-2) una tensión asumida para una corriente de cero en la característica de tensión-corriente del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 (6-2) calculado por la unidad de cálculo de características V-I 50.

La figura 3 muestra una característica de tensión-corriente de un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica. Con referencia a la figura 3, el eje horizontal representa la entrada/salida de corriente Ib para un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica, y el eje vertical representa la tensión Vb del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica. La tensión Vb y la corriente Ib recogidas en una pluralidad de puntos, mientras que los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 se cargan/descargan entre sí son utilizadas por la unidad de cálculo de características V-I 50 para calcular la característica de tensión-corriente de cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (una línea k), y la unidad de cálculo de OCV 52 establece como OCV una tensión Vb asumida para la corriente Ib de cero en la característica de tensión-corriente calculada. Debe tenerse en cuenta que la línea k que indica una característica de tensión-corriente tiene una pendiente, lo que indica que la variación de tensión depende de la variación de corriente, es decir, la resistencia interna de un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica.

Con referencia de nuevo a la figura 2, la unidad de estimación de SOC inicial 54 utiliza una expresión de mapa de correlación o modelo de correlación de OCV-SOC predeterminado que indica una correlación que el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 tiene entre OCV y SOC para estimar un SOC del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 a partir del OCV del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 calculado por la unidad de cálculo de OCV 52. Además, de manera similar, la unidad de estimación de SOC inicial 54 utiliza un mapa de correlación de OCV-SOC o una expresión de modelo de correlación preestablecida para el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 para estimar un SOC del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 a partir del OCV del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 calculado por la unidad de cálculo de OCV 52. Una vez que la unidad de estimación de SOC inicial 54 ha completado la estimación de los SOC de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2, la unidad de estimación de SOC inicial 54 se emite a la unidad de control de carga/descarga 56 y a la unidad de control de carga 60 una señal que indica que ha completado la estimación de los SOC.

Cuando la unidad de control de carga/descarga 56 recibe un comando CHRГ para cargar los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 desde la fuente de alimentación externa 34, la unidad de control de carga/descarga 56 genera el valor de control de potencia eléctrica ΔP para la carga/descarga entre los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2 antes de que la fuente de alimentación externa 34 cargue los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2, y la unidad de control de carga/descarga 56 emite el

- valor de control de energía eléctrica generado ΔP a la MG-ECU 32. Aquí, el valor de control de energía eléctrica ΔP es un valor objetivo para la energía eléctrica cargada/descargada entre los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2, y su signo indica la dirección de la energía eléctrica. Debe tenerse en cuenta que el comando CHRГ para cargar se activa, por ejemplo, cuando un usuario acciona un botón de inicio de carga con una fuente de alimentación externa 34 conectada a la unidad receptora de energía eléctrica 28 (ver la figura 1).
- Por otra parte, mientras la unidad de control de carga/descarga 56 emite el valor de control de energía eléctrica ΔP a la MG-ECU 32, la unidad de control de carga/descarga 56 emite a la unidad de cálculo de características V-I 50 una señal que indica que los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 se están actualmente cargando/descargando entre las mismas, y cuando la unidad de control de carga/descarga 56 recibe desde la unidad de estimación de SOC inicial 54 una señal que indica que la unidad de estimación de SOC inicial 54 ha completado la estimación de los SOC, la unidad de control de carga/descarga 56 deja de generar el valor de control de energía eléctrica ΔP y también deja de emitir a la unidad de cálculo de características V-I 50 la señal que indica que los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 se están actualmente cargando/descargando entre los mismos.
- Además, cuando la unidad de control de carga/descarga 56 recibe desde la unidad de cálculo de SOC 58 una señal que indica que la carga de dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 desde la fuente de alimentación externa 34 se ha completado, la unidad de control de carga/descarga 56 genera de nuevo y emite el valor de control de energía eléctrica ΔP a la MG-ECU 32 y también emite a la unidad de cálculo de características V-I 50 una señal que indica que los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 actualmente se cargan/descargan entre los mismos, y cuando la unidad de control de carga/descarga 56 recibe desde la unidad de estimación de SOC inicial 54 una señal que indica que se ha completado la estimación de los SOC, la unidad de control de carga/descarga 56 deja de generar el valor de control de energía eléctrica ΔP y también deja de emitir a la unidad de cálculo de características V-I 50 la señal que indica que los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 actualmente se cargan/descargan entre los mismos.
- Mientras que la fuente de alimentación externa 34 carga los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2, la unidad de cálculo de SOC 58 utiliza como un valor inicial un SOC del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 que se estima por unidad de estimación de SOC inicial 54, e integra la corriente Ib1 del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 para calcular un SOC del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1. De manera similar, la unidad de cálculo de SOC 58 usa como valor inicial un SOC del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 que se estima mediante la unidad de estimación de SOC inicial 54, e integra la corriente Ib2 del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 para calcular un SOC del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2. La unidad de cálculo de SOC 58 envía los SOC calculados de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 a la unidad de control de carga 60.
- Por otra parte, cuando la unidad de cálculo de SOC 58 determina a partir de los SOC calculados de dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 que los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 se han cargado completamente, la unidad de cálculo de SOC 58 emite a la unidad de control de carga/descarga 56 una señal que indica que los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 se han cargado completamente.
- Cuando la unidad de control de carga 60 recibe comandos CHRГ para cargar los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 desde fuente de alimentación externa 34 y también recibe desde la unidad de estimación de SOC inicial 54 la señal que indica que ha completado la estimación de los SOC, la unidad de control de carga 60 genera valores de control de carga de energía eléctrica PB1 y PB2 para los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2, respectivamente, y emite los valores de control de carga de energía eléctrica generados PB1, PB2 a la MG-ECU 32.
- Por otra parte, cuando la unidad de control de carga 60 recibe desde la unidad de cálculo de SOC 58 la señal que indica que la carga de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 desde la fuente de alimentación externa 34 se completa, la carga de unidad de control 60 detiene la generación de carga de valores de control de energía eléctrica PB1, PB2.
- La figura 4 es un diagrama de flujo de un método para estimar los SOC de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 por la ECU de la batería 30 de la figura 2. Con referencia a la figura 4, la ECU de la batería 30 determina, según el comando CHRГ para cargar, si se requiere cargar los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 desde la fuente de alimentación externa 34 (etapa S10). Si la ECU de la batería 30 determina que no hay ninguna solicitud de carga (NO en la etapa S10), la ECU de la batería 30 evita realizar la siguiente serie de etapas y continúa con la etapa S130.
- Si en la etapa S10, la ECU de la batería 30 determina que hay una solicitud de carga (SÍ en la etapa S10), la ECU de la batería 30 genera el valor de control de energía eléctrica ΔP para cargar/descargar entre los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2 y envía el valor a la MG-ECU 32. En respuesta al valor de control de energía eléctrica ΔP , la MG-ECU 32 controla los convertidores 8-1, 8-2 y los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 cargan/descargan entre los mismos. (etapa S20).

Mientras que los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 cargan/descargan entre los mismos, la ECU de la batería 30 recoge la tensión V_{b1} y la corriente I_{b1} del dispositivo de almacenamiento 6-1 y la tensión V_{b2} y la corriente I_{b2} del dispositivo de almacenamiento 6-2, y la ECU de la batería 30 calcula una característica de tensión-corriente del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 a partir de la tensión V_{b1} y la corriente I_{b1} recogidas, y una característica de tensión-corriente del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 a partir de la tensión V_{b2} y la corriente I_{b2} recogidas (etapa S30).

Una vez que cada característica de tensión-corriente del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica se ha calculado, la ECU de la batería 30 calcula el OCV del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 basado en la característica de tensión-corriente del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 calculada, y el OCV del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 basado en la característica de tensión-corriente del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 calculada (etapa S40). Más específicamente, la ECU de la batería 30 establece como OCV de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2 las tensiones asumidas para una corriente de cero en las características de tensión-corriente de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2, respectivamente.

Una vez que el OCV de cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica se ha calculado, la ECU de la batería 30 utiliza una expresión de mapa correlación o modelo de correlación de OCV-SOC predefinida para el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 para estimar un SOC del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 desde el OCV del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 calculado. De manera similar, la ECU de la batería 30 utiliza un mapa de correlación de OCV-SOC o una expresión del modelo de correlación del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 para estimar un SOC del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 a partir del OCV del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 calculado (etapa S50).

Una vez que la ECU de la batería 30 ha completado la estimación de SOC, la ECU de la batería 30 de cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica genera los valores de control de energía eléctrica PB1, PB2 para dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2, respectivamente, y emite los valores a la MG-ECU 32. En respuesta, la MG-ECU 32 acciona el convertidor 26 para cargar y los convertidores 8-1 y 8-2 se controlan según los valores de control de energía eléctrica de carga PB1 y PB2, respectivamente, para comenzar a cargar los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 desde la fuente de alimentación externa 34 (etapa S60).

Mientras la fuente de alimentación externa 34 carga los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2, la ECU de la batería 30 utiliza como un valor inicial los SOC de dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2 que se estima en la etapa S50, e integra cada una de las corrientes I_{b1} e I_{b2} para calcular los SOC de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2, respectivamente (etapa S70). La ECU de la batería 30 determina a partir de los SOC calculados de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 si la carga de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 se ha completado (etapa 80).

Si la ECU de la batería 30 determina que la carga de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 no se ha completado (NO en la etapa S80), la ECU de la batería 30 vuelve a la etapa S70 y continúa cargando los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 y el cálculo de los SOC. Por el contrario, si en la etapa S80, la ECU de la batería 30 determina que la carga de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 se ha completado (SÍ en la etapa S80), la ECU de la batería 30 deja de emitir los valores de control de carga de energía eléctrica PB1, PB2 a la MG-ECU 32 y completa la carga de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 desde una fuente de alimentación externa 34.

Una vez que la carga de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 desde la fuente de alimentación externa 34 se ha completado, la ECU de la batería 30 emite el valor de control de energía eléctrica ΔP a la MG-ECU 32 y de nuevo permite que los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 para cargarse/descargarse entre los mismos (etapa S90) y, de manera similar a como se hizo en las etapas S20-S40, la ECU de la batería 30 estima los SOC de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 (etapas S100-S120).

Por lo tanto, en la primera realización, la carga de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 de fuente de alimentación externa 34 está precedida por carga/descarga entre los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2. Mientras que los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 cargan/descargan entre los mismos, la tensión y la corriente de cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica se recogen y se calcula la característica de tensión-corriente del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica. De acuerdo con la característica calculada de tensión-corriente, se calcula el OCV del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica y, a partir del cálculo resultante, se estima el SOC del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica.

Una vez que el SOC de cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica se ha estimado, la fuente de alimentación externa 34 carga los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2. Una vez que la carga de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 desde la fuente de alimentación externa

34 ha finalizado, la carga/descarga entre los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2 se realiza nuevamente, y de manera similar a como se hizo antes de iniciar la carga de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 desde la fuente de alimentación externa 34, se estima el SOC de cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica. Debe tenerse en cuenta que este SOC se utiliza para corregir un SOC que se calculó al cargar los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 desde la fuente de alimentación externa 34, y así se determina un SOC final.

La figura 5 es un diagrama de bloques funcional de una porción implicada en el control por la figura 1 de la MG-ECU 32 a cargar. Con referencia a la figura 5, la MG-ECU 32 incluye una unidad de establecimiento de valor objetivo 70, una primera unidad de control 72-1 y una segunda unidad de control 72-2.

10 Cuando la unidad de establecimiento de valor objetivo 70 recibe comandos CHRГ para cargar y también recibe el valor de control de energía eléctrica ΔP desde la ECU de la batería 30, la unidad de establecimiento de valor objetivo 70 divide el valor de control de energía eléctrica ΔP recibido por la tensión V_{b1} para generar una corriente objetivo IR1, y divide el valor de control de energía eléctrica ΔP que se invierte en signo mediante la tensión V_{b2} para generar una corriente objetivo IR2.

15 Por otra parte, cuando la unidad de establecimiento de valor objetivo 70 recibe comandos CHRГ para cargar y también recibe valores de control de energía eléctrica de carga PB1, PB2 desde la ECU de la batería 30, la unidad de establecimiento de valor objetivo 70 divide el valor de control de energía eléctrica de carga PB1 por la tensión V_{b1} para generar la corriente objetivo IR1, y divide el valor de control de energía eléctrica de carga PB2 por la tensión V_{b2} para generar la corriente objetivo IR2.

20 La primera unidad de control 72-1 incluye unidades de sustracción 74-1, 78-1, una unidad de control PI 76-1 y una unidad de modulación 80-1. La unidad de sustracción 74-1 resta la corriente I_{b1} de la salida de la corriente objetivo IR1 desde la unidad de ajuste del valor objetivo 70, y envía el cálculo resultante a la unidad de control PI 76-1. La unidad de control PI 76-1 realiza una operación proporcional más integral con una desviación de la corriente objetivo IR1 y la corriente I_{b1} que sirve como entrada, y envía el cálculo resultante a la unidad de sustracción 78-1.

25 La unidad de sustracción 78-1 resta la salida de la unidad de control PI 76-1 de una inversa de una relación de conversión ascendente teórica del convertidor 8-1 indicada por la tensión V_{b1} /tensión VR (una tensión de destino para la tensión V_h) y emite el cálculo resultante a la unidad de modulación 80-1 como comando de servicio Ton1. La unidad de modulación 80-1 genera la señal de activación PWC1 en función del comando de servicio Ton1 y una onda portadora generada por una unidad de oscilación (no mostrada), y emite la señal de activación generada PWC1 al convertidor 8-1.

30 La segunda unidad de control 72-2 incluye unidades de sustracción 74-2, 78-2, una unidad de control PI 76-2 y una unidad de modulación 80-2. La unidad de sustracción 74-2 resta la corriente I_{b2} de la salida de la corriente objetivo IR2 desde la unidad de ajuste del valor objetivo 70, y envía el cálculo resultante a la unidad de control PI 76-2. La unidad de control PI 76-2 realiza una operación proporcional más integral con una desviación de la corriente objetivo IR2 y la corriente I_{b2} que sirve como entrada, y envía el cálculo resultante a la unidad de sustracción 78-2.

35 La unidad de sustracción 78-2 resta la salida de la unidad de control PI 76-2 de una inversa de una relación de conversión ascendente teórica del convertidor 8-2 indicada por la tensión V_{b2} /tensión VR y emite el cálculo resultante a la unidad de modulación 80-2 como comando de servicio Ton2. La unidad de modulación 80-2 genera la señal de activación PWC2 en función del comando de servicio Ton2 y una onda portadora generada por una unidad de oscilación (no mostrada), y emite la señal de activación generada PWC2 al convertidor 8-2.

40 Así, en la primera realización cuando la carga de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 desde la fuente de alimentación externa 34 se solicita, los convertidores 8-1, 8-2 son controlados para permitir que los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2 se carguen/descarguen entre los mismos antes de que los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 se carguen desde la fuente de alimentación externa 34. Al hacerlo, se recogen la tensión y la corriente de cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica y desde allí se calcula la característica de tensión-corriente del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica. Como cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica puede cargar/descargar para resolver la polarización sin una restricción impuesta por la forma en que se desplaza actualmente el vehículo (se carga/descarga una gran cantidad), y el vehículo también está rodeado por un entorno más estable que cuando se está desplazando, la característica tensión-corriente se puede calcular con precisión. De acuerdo con esta característica de tensión-corriente calculada con precisión, se calcula el OCV de cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica, y a partir del OCV calculado, se estima el SOC del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica. Por lo tanto, en la primera realización, el SOC de cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica puede estimarse con alta precisión.

55 Además, en la primera realización, la carga/descarga de cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica para calcular una característica de corriente-tensión y un OCV para estimar un SOC se realiza entre los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2. Aunque se produce una pérdida de energía eléctrica en los convertidores 8-1, 8-2, la energía eléctrica nunca se descartará ni se consumirá de manera innecesaria. Además, si

se produce una pérdida de energía eléctrica en la carga/descarga entre los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2, la pérdida puede reponerse cargándola posteriormente desde una fuente de alimentación externa 34.

Segunda realización

5 En una segunda realización, si cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 es degradado se determina además a partir de una característica de tensión-corriente calculada de carga/descarga entre los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2.

La segunda realización proporciona un vehículo de tracción eléctrica generalmente idéntico en configuración al vehículo de tracción eléctrica 100 de la primera realización mostrada en la figura 1.

10 La figura 6 es un diagrama de bloques funcional de una ECU de batería 30A en la segunda realización. Con referencia a la figura 6, la ECU de la batería 30A corresponde en configuración a la ECU de la batería 30 de la primera realización, como se muestra en la figura 2, más una unidad de determinación de degradación 62.

15 La unidad de determinación de degradación 62 usa las características de tensión-corriente de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 que se calculan mediante la unidad de cálculo de características V-I 50 en la carga/descarga entre los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2 para determinar cómo se degradan los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2. Más específicamente, la unidad de determinación de degradación 62 calcula la dependencia de la variación de tensión de la variación de corriente, es decir, la resistencia interna de un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica, según una característica de tensión de corriente calculada por la unidad de cálculo de característica V-I 50, y determina a partir del cálculo
20 resultante cómo el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica está degradado.

La figura 7 representa una característica de tensión-corriente de un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica. Con referencia a la figura 7, una línea k1 (k2) representa una característica idéntica de tensión-corriente del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica, y como se ha descrito anteriormente, una tensión asumida para una corriente de cero indica OCV. La línea k1 (k2) tiene una pendiente, que indica una magnitud de variación de tensión con respecto a la variación de corriente, es decir, la resistencia interna del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica.
25

La característica de corriente-tensión indicada por la línea k2 tiene una pendiente mayor que la que tiene la característica de corriente-tensión indicado por la línea k1. En otras palabras, se puede decir que un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica que tiene la característica de tensión de corriente indicado por la línea k2 tiene una resistencia interna mayor que la que tiene la característica de tensión de corriente indicada por la línea k1 y, por lo tanto, está más degradado.
30

Por consiguiente, en la segunda realización, la dependencia (o pendiente) de la variación de tensión con respecto a la variación de corriente se calcula en cada característica de tensión-corriente del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica calculada por la unidad de cálculo de características V-I 50 para determinar cómo el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica está degradado. En la segunda realización, se usa una característica precisa de tensión-corriente calculada en la carga/descarga entre los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2 para determinar si están degradados. Por lo tanto, si se degradan también se pueden determinar con alta precisión.
35

La figura 8 es un diagrama de flujo de un método para estimar los SOC de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 mediante la ECU de la batería 30A en la segunda realización. Con referencia a la figura 8, este diagrama de flujo corresponde al diagrama de flujo de la figura 4 más las etapas S55, S57, S125.
40

Más específicamente, una vez el SOC de cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica se ha estimado en la etapa S50, la ECU de la batería 30A utiliza la característica de tensión-corriente de cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica que ha sido calculada en la etapa S30 para determinar cómo se degrada cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (etapa S55). Más específicamente, la ECU de la batería 30A calcula la pendiente de la característica de tensión-corriente de cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica y compara la pendiente calculada con un valor umbral preestablecido para determinar cómo se degrada cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica.
45

A continuación, en la etapa S55 si la ECU de la batería 30A determina que al menos uno de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 y 6-2 tiene su característica de tensión-corriente con una pendiente mayor que el valor umbral y, por lo tanto, se degrada seriamente (NG en la etapa S55), la ECU de la batería 30A emite una alarma para el usuario (etapa S57). Por el contrario, si en la etapa S55, la ECU de la batería 30A determina que cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica tiene su característica de tensión de corriente con una pendiente como máximo del valor umbral y, por lo tanto, no se degrada seriamente (OK en la etapa S55), la ECU de la batería 30A continúa con la etapa S60.
50
55

Además, una vez el SOC de cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica se ha estimado en la etapa S120, la ECU de la batería 30A utiliza la característica de tensión-corriente de cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica que ha sido calculada en la etapa S100 para determinar cómo se degrada cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (etapa S125).

5 Si en la etapa S125 la ECU de la batería 30A determina que al menos uno de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 está degradado (NG en la etapa S125), la ECU de la batería 30A pasa a la etapa S57. Por el contrario, si en la etapa S125 la ECU de la batería 30A determina que ninguno de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 se degrada (OK en la etapa S125), la ECU de la batería 30A pasa a la etapa S130.

10 Así, en la segunda realización SOC de cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica puede estimarse con alta precisión y cómo cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica se degrada también se puede determinar con alta precisión.

15 Cabe señalar que mientras que en cada realización anterior cuando la fuente de alimentación externa 34 carga los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2, el convertidor 26 dedicado a la carga se usa para tomar la energía eléctrica que se recibe desde la fuente de alimentación externa 34 en el bus positivo principal MPL y el bus negativo principal MNL, alternativamente, no se puede proporcionar un convertidor separado para la carga y se pueden usar los inversores 20-1, 20-2 para recibir energía eléctrica desde la fuente de alimentación externa 34.

20 La figura 9 es un diagrama de bloques que generalmente muestra un vehículo eléctrico capaz de recibir energía eléctrica desde la fuente de alimentación externa 34 a través de los inversores 20-1, 20-2. Con referencia a la figura 9, el vehículo eléctrico 100A corresponde en configuración al vehículo eléctrico 100 de la figura 1 menos el convertidor 26 para cargar y más las líneas de energía eléctrica ACL1, ACL2.

25 La línea de energía eléctrica ACL1 tiene un extremo conectado al generador de motor MG1 en un punto neutro N1, y el otro extremo conectado a la unidad receptora de energía eléctrica 28. La línea de energía eléctrica ACL2 tiene un extremo conectado al generador de motor MG2 en un punto neutro N2, y el otro extremo conectado a la unidad receptora de energía eléctrica 28.

30 Cuando la fuente de alimentación externa 34 carga los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2, los inversores 20-1, 20-2 reciben la energía de CA recibida desde la fuente de alimentación externa 34 a través de las líneas de energía eléctrica ACL1, ACL2 por los generadores de motor MG1, MG2 en los puntos neutros N1, N2, convierte la alimentación de CA en alimentación de CC en un método descrito más adelante, y genera la alimentación de CC en el bus positivo principal MPL y el bus negativo principal MNL.

35 La figura 10 muestra un circuito equivalente de fase cero de los inversores 20-1, 20-2 y los generadores de motor MG1, MG2 mostrados en la figura 9. Con referencia a la figura 10, cada inversor 20-1, 20-2 está formado por un circuito puente trifásico y tiene seis elementos de conmutación, que tienen combinaciones de encendido/apagado en ocho patrones. De los ocho patrones de conmutación, dos patrones permiten que una tensión de interfase sea cero, y dicho estado de tensión se conoce como un vector de tensión cero. Para el vector de tensión cero, se puede considerar que los tres elementos de conmutación de los brazos superiores se conmutan mutuamente en el mismo estado (es decir, todos encendidos o apagados), y los tres elementos de conmutación de los brazos inferiores también se pueden considerar intercambiados mutuamente en el mismo estado. Por consiguiente, en la figura 10, los tres elementos de conmutación de los brazos superiores del inversor 20-1 se muestran colectivamente como un brazo superior 20-1A y los tres elementos de conmutación de los brazos inferiores del inversor 20-1 se muestran colectivamente como un brazo inferior 20-1B. De manera similar, los tres elementos de conmutación de los brazos superiores del inversor 20-2 se muestran colectivamente como un brazo superior 20-2A y los tres elementos de conmutación de los brazos inferiores del inversor 20-2 se muestran colectivamente como un brazo inferior 20-2B.

45 Como se muestra en la figura 10, el circuito equivalente de fase cero puede ser considerado como un convertidor PWM monofásico que tiene una entrada de alimentación de CA monofásica recibida en puntos neutros N1, N2 a través de líneas de energía eléctrica ACL1, ACL2. En consecuencia, al variar un vector de tensión cero en cada uno de los inversores 20-1, 20-2 y los inversores de control 20-1, 20-2 para que funcionen como brazos de un convertidor PWM monofásico, se permite la alimentación de CA recibida desde la fuente de alimentación externa 34 a través de las líneas de energía eléctrica ACL1, ACL2 para convertir a corriente continua y emitir en los buses principales positivo y negativo MPL y MNL.

50 Nótese que, mientras que en cada vehículo eléctrico 100 (100A) de la realización anterior se ha descrito como que incluye dos dispositivos eléctricos de almacenamiento de energía 6-1, 6-2 y convertidores 8-1, 8-2 correspondientes a los mismos, respectivamente, alternativamente se puede incluir más dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica y convertidores correspondientes a los mismos. En ese caso, la carga/descarga entre la pluralidad de dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica antes de cargarlos desde la fuente de alimentación externa 34 permite estimar el SOC de cada dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica con alta precisión mediante el método descrito anteriormente.

Además, en cada realización anterior, el vehículo de tracción eléctrica 100 (100A) puede ser un vehículo híbrido que tiene montado además en el mismo un motor de combustión interna usando combustible para generar energía cinética, un vehículo eléctrico que no tiene montado un motor de combustión interna en el mismo, un vehículo de celda de combustible que se ha montado además en una celda de combustible que usa combustible para generar energía eléctrica, o similar.

Se debe observar en la descripción anterior que el control ejercido por la ECU de la batería 30, 30A en efecto se realiza mediante una unidad de procesamiento central (CPU). La CPU lee desde una memoria de solo lectura (ROM) un programa que incluye cada etapa de los diagramas de flujo de las figuras 4 y 8 y ejecuta el programa de lectura para realizar un proceso de acuerdo con los diagramas de flujo de las figuras 4 y 8. En consecuencia, la ROM corresponde a un medio de almacenamiento legible por ordenador (CPU) que tiene cada etapa de los diagramas de flujo de las figuras 4 y 8 almacenada en el mismo.

Se debe observar en la descripción anterior que uno de los dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica 6-1, 6-2 corresponde a un "primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica" en la presente invención. Cuando el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 corresponde al "primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica", los convertidores 8-1, 8-2 y el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 configuran un "dispositivo de energía eléctrica" en la presente invención, y cuando son eléctricos, el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 corresponde al "primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica", los convertidores 8-1, 8-2 y el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 configuran el "dispositivo de energía eléctrica" en la presente invención.

Por otra parte, el convertidor 26 para corresponde a un "dispositivo de carga" en la presente invención, e inversores de carga 20-1, 20-2, generadores de motor MG1, MG2 y líneas de energía eléctrica ACL1, ACL2 en vehículos eléctricos 100A también configuran el "dispositivo de carga" en la presente invención. Además, la ECU de la batería 30, 30A y la MG-ECU 32 configuran un "dispositivo de control" en la presente invención, y la unidad de cálculo de características V-I 50 corresponde a una "primera unidad de operación" en la presente invención. Además, la unidad de cálculo de OCV 52 corresponde a una "segunda unidad de operación" en la presente invención y la unidad de estimación de SOC inicial 54 corresponde a una "unidad de estimación de estado de carga" en la presente invención.

Por otra parte, cuando el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 corresponde al "primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica", el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 corresponde a "al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica" en la presente invención, y cuando el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-2 corresponde al "primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica", el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 6-1 corresponde a "al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica" en la presente invención. Además, los convertidores 8-1, 8-2 corresponden a "una pluralidad de dispositivos de conversión de tensión" en la presente invención.

Debe entenderse que las realizaciones descritas en el presente documento son ilustrativas y no limitativas en ningún aspecto. El alcance de la presente invención está definido por los términos de las reivindicaciones, en lugar de la descripción anterior, y está destinado a incluir cualquier modificación dentro del alcance y significado equivalente a los términos de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un vehículo de tracción eléctrica, que comprende:

un primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) capaz de cargarse y descargarse;

5 un dispositivo de carga (26; 20-1, 20-2, MG1, MG2, ACL1, ACL2) configurado para poder cargar dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) desde una fuente de alimentación (34) externa al vehículo;

un dispositivo de energía eléctrica (8-1, 8-2, 6-2) configurado para ser capaz de comunicar energía eléctrica con dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1); y

10 un dispositivo de control (30, 32; 30A, 32) para controlar dicho dispositivo de energía eléctrica (8-1, 8-2, 6-2), incluyendo dicho dispositivo de control (30, 32; 30A, 32):

una unidad de control de carga/descarga (56, 32); y

una unidad de estimación del estado de carga (54) para estimar un estado de carga de dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1);

caracterizado por que

15 dicha unidad de control de carga/descarga (56, 32) está configurada para controlar dicho dispositivo de energía eléctrica (8-1, 8-2, 6-2) para permitir dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) y dicho dispositivo de energía eléctrica (8-1, 8-2, 6-2) para comunicar la energía eléctrica entre los mismos antes de cargar dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) mediante dicho dispositivo de carga (26; 20-1, 20-2, MG1, MG2, ACL1, ACL2) en respuesta a una solicitud para cargar dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) mediante dicho dispositivo de carga (26; 20-1, 20-2, MG1, MG2, ACL1, ACL2),

dicho dispositivo de control (30, 32; 30A, 32) incluye además:

25 una primera unidad de operación (50) para calcular una característica de tensión-corriente indicativa de una correlación entre una tensión y una corriente de dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1), en base a dicha tensión y dicha corriente recogidas en una pluralidad de puntos mientras dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) y dicho dispositivo de energía eléctrica (8-1, 8-2, 6-2) comunican energía eléctrica entre los mismos; y

30 una segunda unidad de operación (52) para calcular una tensión de circuito abierto de dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1), según la característica de tensión-corriente calculada por dicha primera unidad de operación (50); en el que

35 dicha unidad de estimación del estado de carga (54) está configurada para estimar un estado de carga de dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) a partir de la tensión de circuito abierto calculada por dicha segunda unidad de operación (52), con referencia a un preestablecimiento de correlación entre una tensión de circuito abierto de dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) y un estado de carga de dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1).

2. El vehículo de tracción eléctrica según la reivindicación 1, en el que después de que dicha unidad de estimación del estado de carga (54) estima el estado de carga de dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1), dicho dispositivo de carga (26; 20-1, 20-2, MG1, MG2, ACL1, ACL2) comienza a cargar dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1).

40 3. El vehículo de tracción eléctrica según la reivindicación 1 o 2, en el que

dicho dispositivo de energía eléctrica (8-1, 8-2, 6-2) incluye al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2) capaz de cargarse y descargarse;

45 dicha primera unidad de operación (50) calcula además una característica de tensión-corriente indicativa de una correlación entre una tensión y una corriente de dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2), en base a una tensión y una corriente de dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2) que se proporciona cuando dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) y dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2) comunican energía eléctrica entre los mismos;

50 dicha segunda unidad de operación (52) calcula además una tensión de circuito abierto de dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2), en base a la característica de tensión-corriente de dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2) calculado por

dicha primera unidad de operación (50); y

dicha unidad de estimación del estado de carga (54) estima además un estado de carga de dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2) a partir de la tensión de circuito abierto de dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2) calculado por dicha segunda unidad de operación (52), con referencia a una correlación preestablecida entre una tensión de circuito abierto y un estado de carga de dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2).

4. El vehículo de tracción eléctrica según la reivindicación 3, en el que

dicho dispositivo de energía eléctrica (8-1, 8-2, 6-2) incluye además una pluralidad de dispositivos de conversión de tensión (8-1, 8-2) asociados con dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) y dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2); y

dicha unidad de control de carga/descarga (56, 32) controla dicha pluralidad de dispositivos de conversión de tensión (8-1, 8-2) para permitir que dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) y dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2) comuniquen energía eléctrica entre los mismos.

5. El vehículo de tracción eléctrica según la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo de control (30A, 32) incluye además una unidad de determinación de degradación (62) para determinar cómo se degrada dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1), según la característica de tensión-corriente calculada por dicha primera unidad de operación (50).

6. Un método para estimar un estado de carga de un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica montado en un vehículo de tracción eléctrica, incluyendo dicho vehículo de tracción eléctrica:

un primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) capaz de cargarse y descargarse;

un dispositivo de carga (26; 20-1, 20-2, MG1, MG2, ACL1, ACL2) configurado para poder cargar dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) desde una fuente de alimentación (34) externa a dicho vehículo; y

un dispositivo de energía eléctrica (8-1, 8-2, 6-2) configurado para ser capaz de comunicar energía eléctrica con dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1), caracterizándose el método por que comprende:

una primera etapa para controlar dicho dispositivo de energía eléctrica (8-1, 8-2, 6-2) para permitir que dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) y dicho dispositivo de energía eléctrica (8-1, 8-2, 6-2) comuniquen energía eléctrica entre los mismos antes de cargar dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) mediante dicho dispositivo de carga (26; 20-1, 20-2, MG1, MG2, ACL1, ACL2) en respuesta a una solicitud de cargar dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) mediante dicho dispositivo de carga (26; 20-1, 20-2, MG1, MG2, ACL1, ACL2);

una segunda etapa para calcular una característica de tensión-corriente indicativa de una correlación entre una tensión y una corriente de dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1), en base a dicha tensión y dicha corriente recogidas en una pluralidad de puntos mientras dicho primero el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) y dicho dispositivo de energía eléctrica (8-1, 8-2, 6-2) comunican energía eléctrica entre los mismos;

una tercera etapa de calcular una tensión de circuito abierto de dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1), según la característica de tensión-corriente calculada; y

una cuarta etapa de estimar un estado de carga de dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) a partir de la tensión de circuito abierto calculada en la tercera etapa, con referencia a un preajuste de correlación entre una tensión de circuito abierto y un estado de carga de dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1).

7. El método para estimar un estado de carga según la reivindicación 6, que comprende además una quinta etapa de comenzar a cargar dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) mediante dicho dispositivo de carga (26; 20-1, 20-2, MG1, MG2, ACL1, ACL2) después de la cuarta etapa de estimar el estado de carga de dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1).

8. El método para estimar un estado de carga según la reivindicación 6 o 7, en el que:

dicho dispositivo de energía eléctrica (8-1, 8-2, 6-2) incluye al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2) capaz de cargarse y descargarse;

5 en la segunda etapa, una característica de tensión-corriente se calcula adicionalmente indicativa de una correlación entre una tensión y una corriente de dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2), según una tensión y una corriente de dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2) que se proporciona cuando dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) y dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2) comunican energía eléctrica entre los mismos;

10 en la tercera etapa, se calcula adicionalmente una tensión de circuito abierto de dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2), en base a la característica de tensión-corriente de dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2) calculado en la segunda etapa; y

15 en la cuarta etapa, se estima además un estado de carga de dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2) a partir de la tensión de circuito abierto de dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2) calculado en la tercera etapa, con referencia a un preajuste de correlación entre una tensión de circuito abierto y un estado de carga de dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2).

9. El método para estimar un estado de carga según la reivindicación 8, en el que:

dicho dispositivo de energía eléctrica (8-1, 8-2, 6-2) incluye además una pluralidad de dispositivos de conversión de tensión (8-1, 8-2) asociados con dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) y dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2); y

20 en la primera etapa, dicha pluralidad de dispositivos de conversión de tensión (8-1, 8-2) se controlan para permitir que dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1) y dicho al menos un segundo dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-2) comuniquen energía eléctrica entre los mismos.

10. El método para estimar un estado de carga según la reivindicación 6, que comprende además una sexta etapa para determinar cómo se degrada dicho primer dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (6-1), según la característica de tensión-corriente calculada en la segunda etapa.

25 11. Un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene un programa almacenado en el mismo para hacer que un ordenador ejecute el método para estimar un estado de carga de acuerdo con la reivindicación 6.

FIG.1

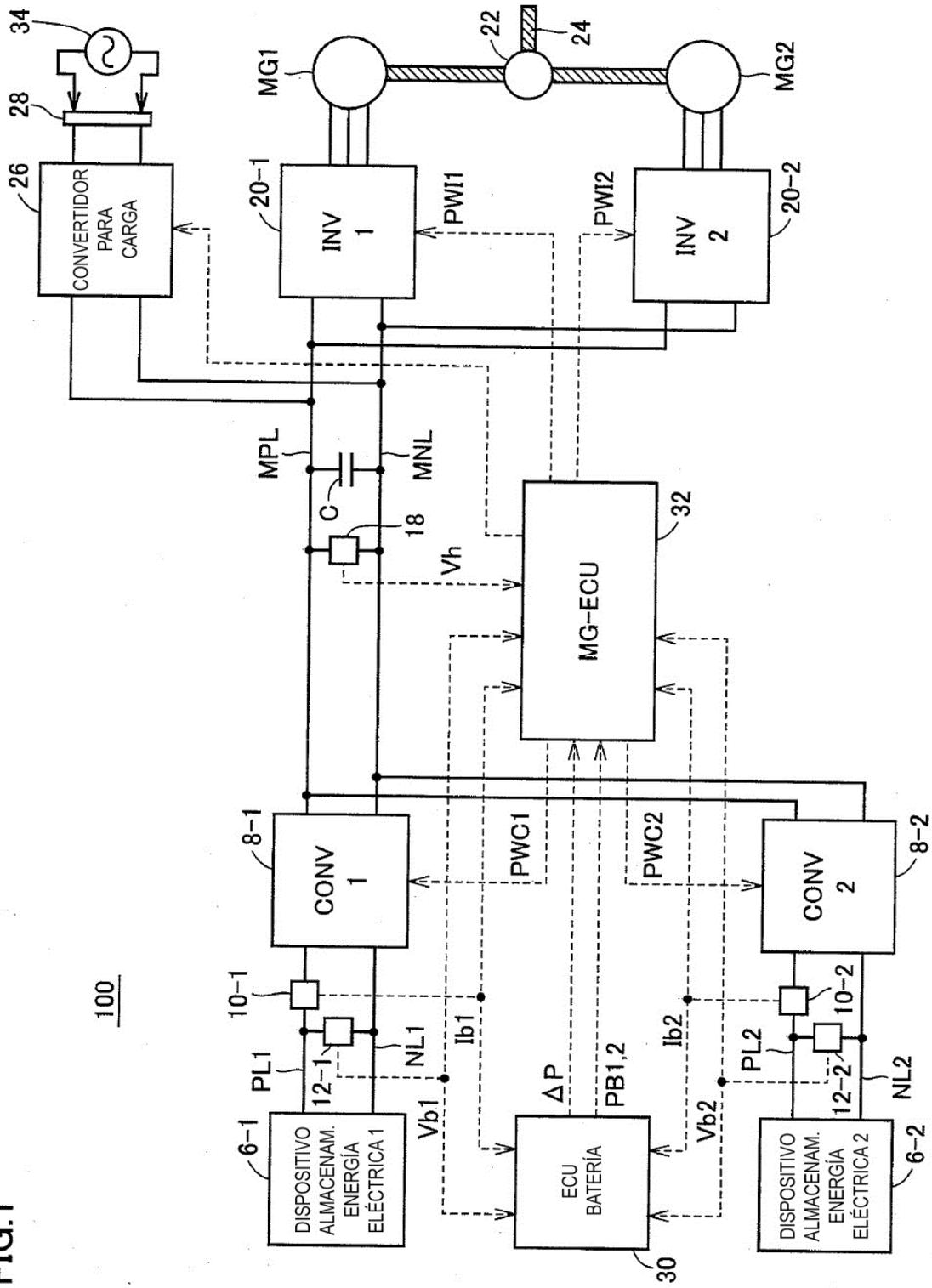


FIG.2

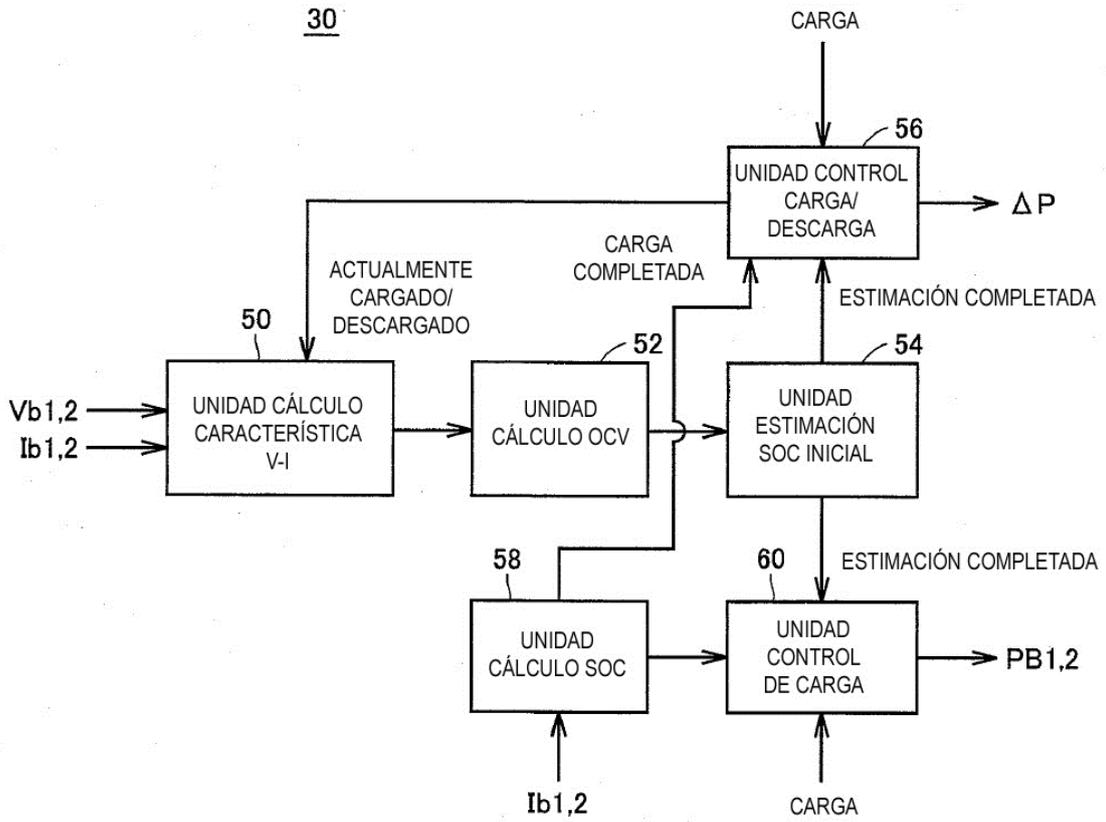


FIG.3

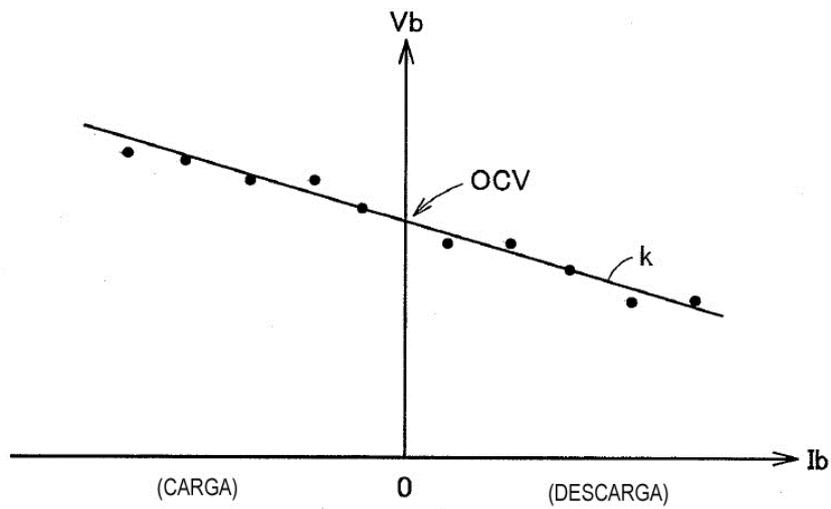


FIG.4

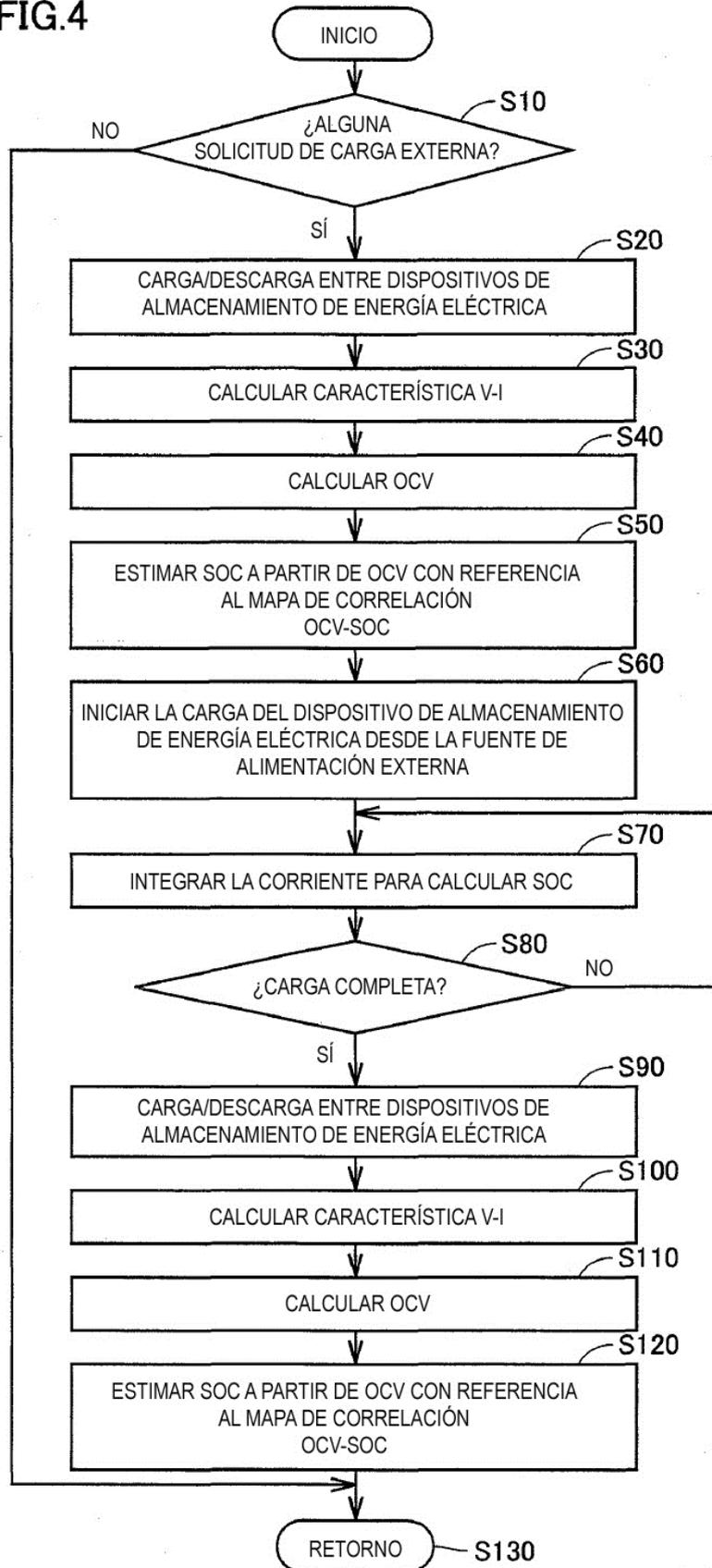


FIG.5

32

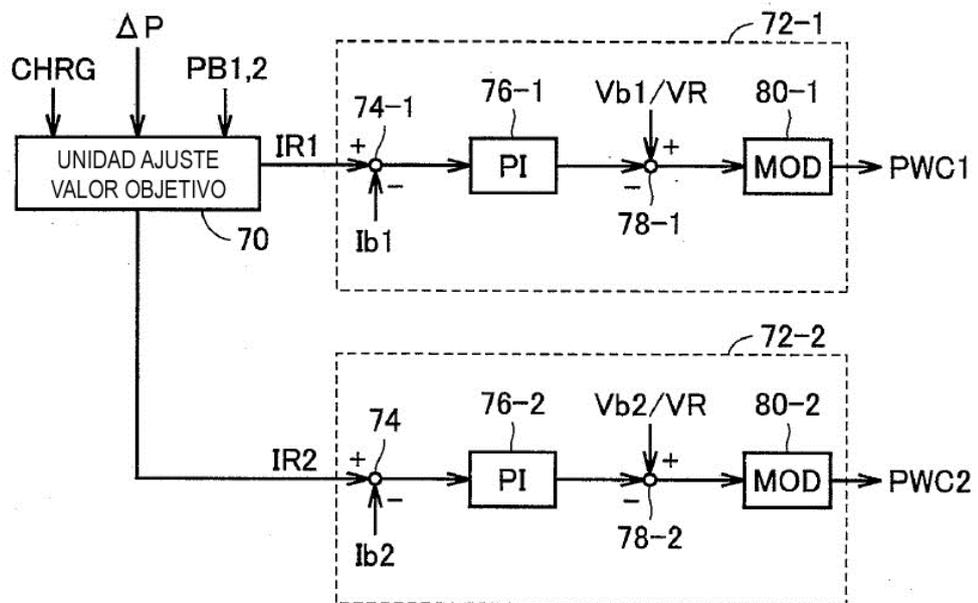


FIG.6

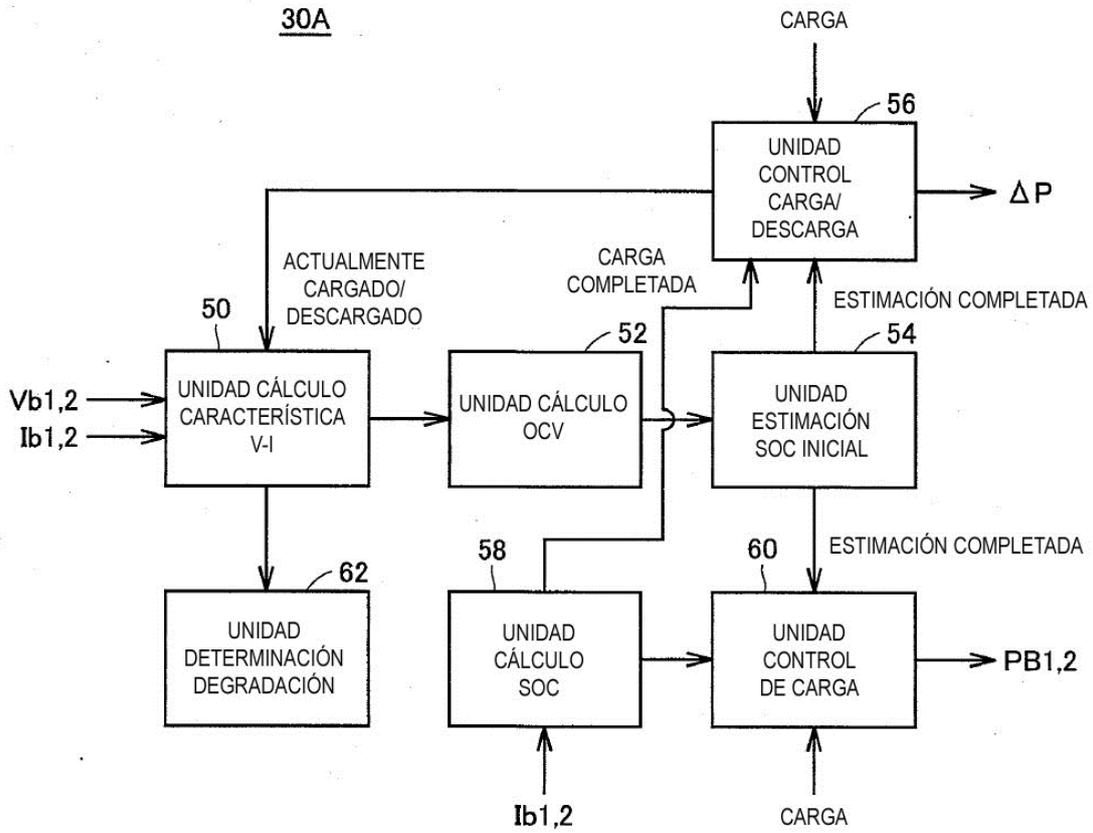


FIG.7

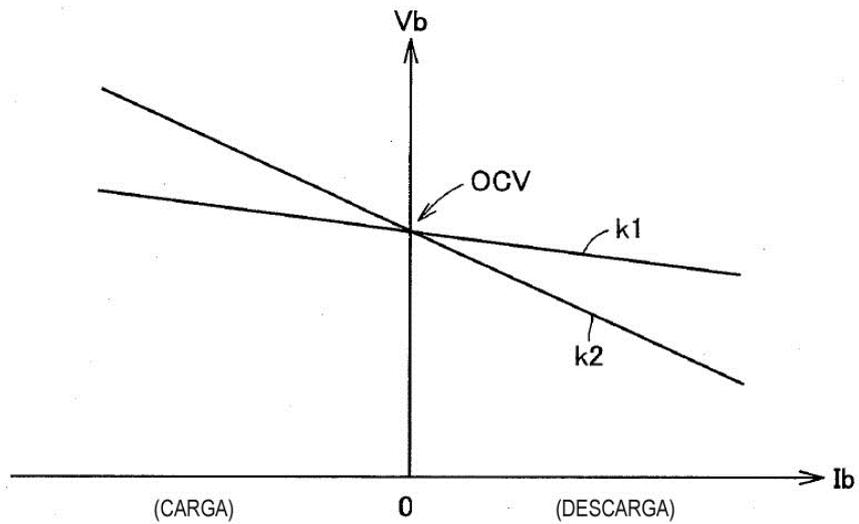


FIG.8

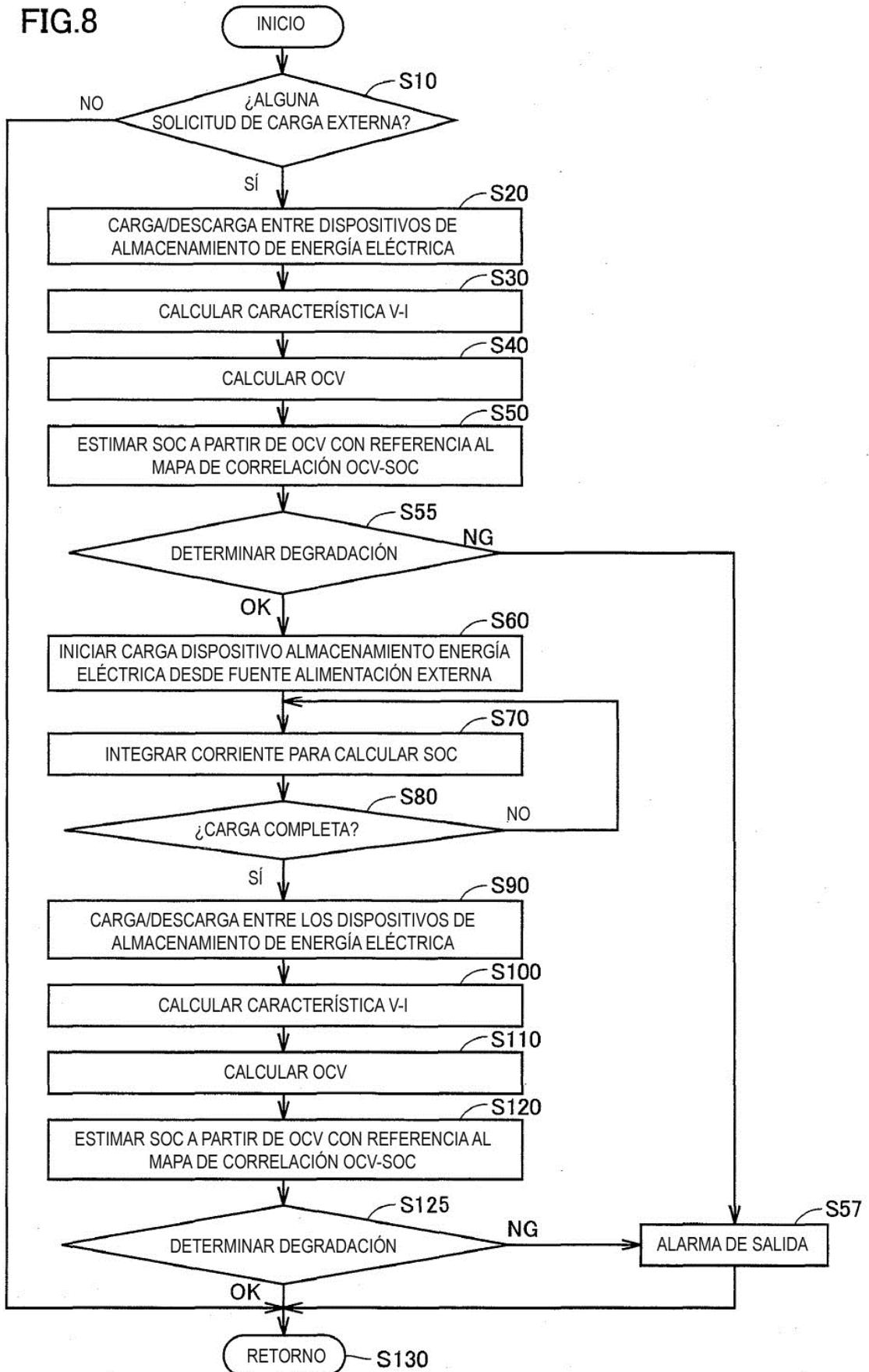


FIG.9

100A

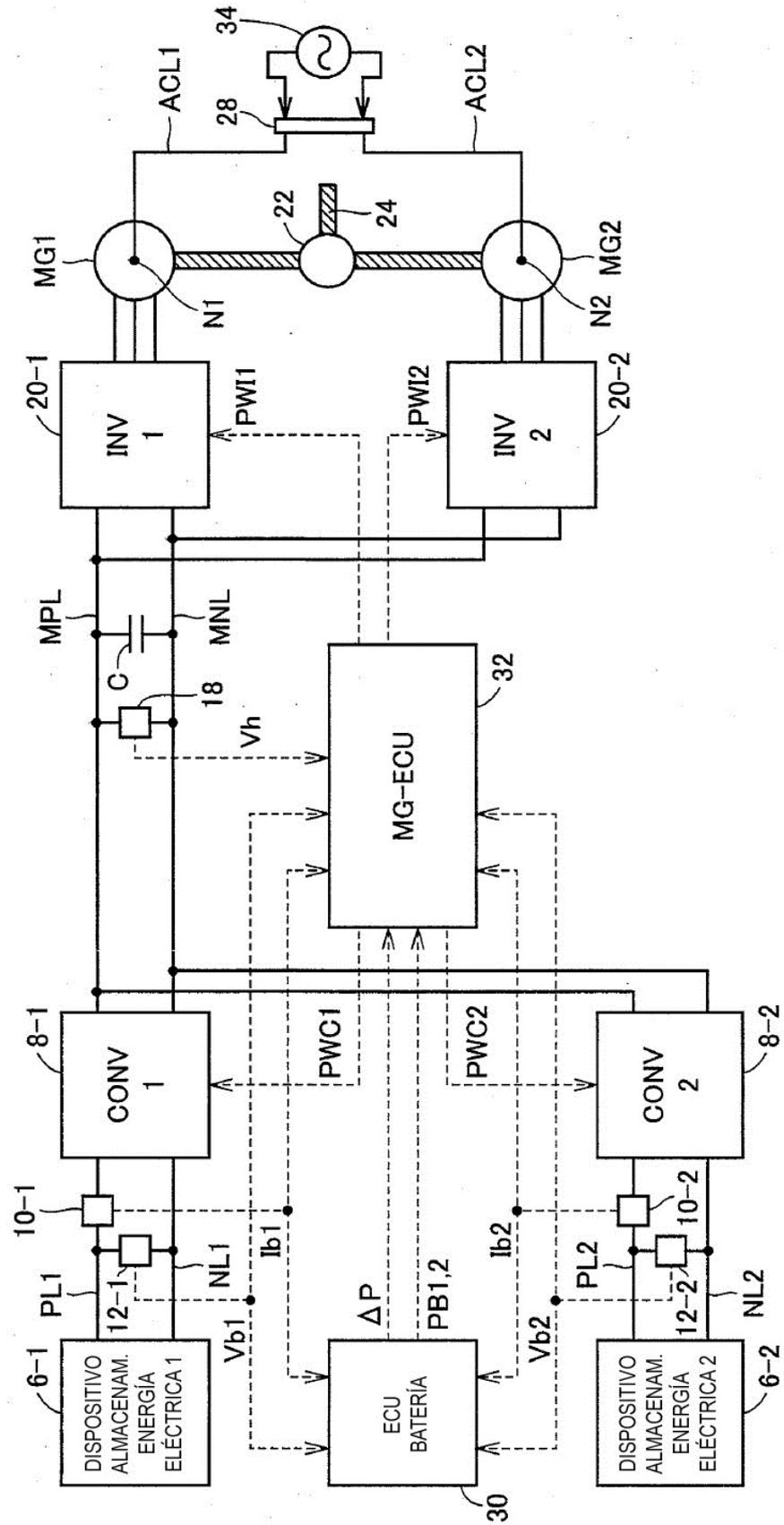


FIG.10

