

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 024 782**

51 Int. Cl.:

G01R 31/367 (2009.01)

G01R 31/36 (2010.01)

G06N 3/08 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.10.2020** **PCT/KR2020/014353**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.05.2021** **WO21096087**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2020** **E 20888120 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2025** **EP 4024065**

54 Título: **Aparato de gestión de batería, método de gestión de batería y paquete de batería**

30 Prioridad:

15.11.2019 KR 20190147025

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

05.06.2025

73 Titular/es:

LG ENERGY SOLUTION, LTD. (100.00%)
Tower 1, 108 Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu
Seoul 07335, KR

72 Inventor/es:

LIM, BO-MI

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 3 024 782 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

Aparato de gestión de batería, método de gestión de batería y paquete de batería

5 **Sector de la técnica**

La presente divulgación se refiere a una tecnología que analiza una correlación entre variables externas y variables internas dependientes del estado químico interno de una célula de batería.

- 10 La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente coreana n.º 10-2019-0147025 presentada el 15 de noviembre de 2019 en la Oficina de Propiedad Intelectual de Corea.

Estado de la técnica

- 15 Recientemente, se ha producido un rápido aumento en la demanda de productos electrónicos portátiles tales como ordenadores portátiles, cámaras de vídeo y teléfonos móviles y, dado el amplio desarrollo de los vehículos eléctricos, los acumuladores para el almacenamiento de energía, los robots y los satélites, se están realizando muchos estudios sobre baterías de alto rendimiento que se puedan recargar repetidamente.

- 20 Actualmente, las baterías disponibles en el mercado incluyen baterías de níquel-cadmio, baterías de níquel-hidrógeno, baterías de níquel-zinc, baterías de litio y similares y, entre ellas, las baterías de litio presentan un nivel bajo o inexistente de efecto de memoria y, por lo tanto, resultan más llamativas que las baterías de níquel por las ventajas de que se pueden recargar cuando sea conveniente, su tasa de autodescarga es muy baja y su densidad de energía es alta.

- 25 Una célula de batería se degrada gradualmente con el tiempo debido a las repetidas cargas y descargas. A medida que la célula de batería se degrada, también cambia el estado químico interno de la célula de batería. Sin embargo, las variables internas (p. ej., la conductividad eléctrica del material activo del electrodo positivo) que indican el estado químico interno de la célula de la batería no se pueden observar fuera de la célula de la batería.

- 30 Paralelamente, el estado químico interno de la célula de la batería provoca un cambio en las variables externas (p. ej., la tensión y la temperatura de la célula de la batería) que se pueden observar fuera de la célula de la batería. Por consiguiente, hay intentos de estimar las variables internas en función de las variables externas.

- 35 Sin embargo, algunas de las variables internas y algunas de las variables externas pueden tener una correlación muy baja. De este modo, sin tener en cuenta la correlación entre las variables internas y las variables externas, las variables internas estimadas utilizando las variables externas pueden ser muy diferentes del estado químico interno real de la célula de la batería. El documento: BAI GUANGXING ET AL, "An internal state variable mapping approach for Li-Plating diagnosis", JOURNAL OF POWER SOURCES, ELSEVIER, ÁMSTERDAM, NL, (20160518), vol. 323, doi: 10.1016/J.JPOWSOUR.2016.05.040, ISSN 0378-7753, páginas 115 - 124, se refiere a un método de asignación de variables internas a variables externas en un sistema de baterías.

Objeto de la técnica45 **Problema técnico**

La presente divulgación está diseñada para resolver el problema descrito anteriormente y, por lo tanto, la presente divulgación pretende proporcionar un aparato de gestión de batería, un método de gestión de batería, y una batería que analiza una correlación entre variables internas y variables externas de una célula de batería.

- 50 La presente divulgación pretende, además, proporcionar un aparato de gestión de batería, un método de gestión de batería y un paquete de batería, en que solo las variables externas que tienen al menos un cierto nivel de correlación con cada variable interna se usan en el modelado de un perceptrón submulticapa necesario para la estimación de cada variable interna.

- 55 Estos/as y otros/as objetivos y ventajas de la presente divulgación se entenderán mediante la siguiente descripción y serán evidentes a partir de las realizaciones de la presente divulgación. Adicionalmente, se entenderá fácilmente que los objetivos y ventajas de la presente divulgación pueden realizarse mediante los medios expuestos en las reivindicaciones adjuntas y una combinación de los mismos.

60 **Solución técnica**

En un primer aspecto, se proporciona un aparato de gestión de baterías de acuerdo con la reivindicación 1.

- 65 La unidad de memoria puede estar configurada además para almacenar un perceptrón multicapa principal que define una relación de correspondencia entre las variables externas primera a m-ésima y las variables internas primera a n-

ésima. La unidad de control puede estar configurada para adquirir conjuntos de datos de salida primero a n -ésimo de nodos de salida primero a n -ésimo incluidos en una capa de salida del perceptrón multicapa principal proporcionando los conjuntos de datos de entrada primero a m -ésimo a nodos de entrada primero a m -ésimo incluidos en una capa de entrada del perceptrón multicapa principal. Cada uno de los conjuntos de datos de salida primero a n -ésimo puede incluir el mismo número de valores de resultado que el número predeterminado. La unidad de control puede estar configurada para determinar los factores de error primero a n -ésimo en función de los conjuntos de datos de salida primero a n -ésimo y los conjuntos de datos deseados primero a n -ésimo. La unidad de control puede estar configurada para determinar valores de referencia primero a n -ésimo comparando cada uno de los factores de error primero a n -ésimo con un factor de error de umbral.

La unidad de control puede estar configurada para determinar un factor de error j -ésimo que es igual a una relación de error del conjunto de datos de salida j -ésimo con respecto al conjunto de datos deseado j -ésimo cuando j es un número entero de 1 a n .

La unidad de control puede estar configurada para establecer el valor de referencia j -ésimo para que sea igual a un primer valor predeterminado cuando el factor de error j -ésimo es menor que el factor de error de umbral.

La unidad de control puede estar configurada para establecer el valor de referencia j -ésimo para que sea igual a un segundo valor predeterminado cuando el factor de error j -ésimo es igual o mayor que el factor de error de umbral. El segundo valor predeterminado puede ser mayor que el primer valor predeterminado.

La unidad de control puede estar configurada para determinar si establecer una variable externa i -ésima entre las variables externas primera a m -ésima como una variable externa válida para la variable interna j -ésima en función de un conjunto de datos de entrada i -ésimo, un conjunto de datos deseado j -ésimo y un valor de referencia j -ésimo, cuando i es un número entero de 1 a m y j es un número entero de 1 a n . La unidad de control puede estar configurada para aprender un perceptrón submulticapa asociado con la variable interna j -ésima utilizando el conjunto de datos de entrada i -ésimo como datos de entrenamiento cuando la variable externa i -ésima se establece como la variable externa válida para la variable interna j -ésima.

La unidad de control puede estar configurada para determinar un coeficiente de correlación múltiple entre el conjunto de datos de entrada i -ésimo y el conjunto de datos deseados j -ésimo. La unidad de control puede estar configurada para establecer la variable externa i -ésima como variable externa válida para la variable interna j -ésima cuando un valor absoluto del coeficiente de correlación múltiple es mayor que el valor de referencia j -ésimo.

La unidad de control puede estar configurada para establecer la variable externa i -ésima como variable externa inválida para la variable interna j -ésima cuando el valor absoluto del coeficiente de correlación múltiple es igual o inferior al valor de referencia j -ésimo.

Un paquete de batería de acuerdo con otro aspecto de la presente divulgación incluye el aparato de gestión de batería.

Un método de gestión de batería de acuerdo con otro aspecto más de la presente divulgación se proporciona en la reivindicación 10.

Efectos ventajosos

Según al menos una de las realizaciones de la presente divulgación, es posible analizar una correlación entre las variables internas y las variables externas de una célula de batería.

Según al menos una de las realizaciones de la presente divulgación, cuando una correlación entre dos variables externas es igual o superior a un nivel predeterminado, solo se extrae un conjunto de datos observacionales para una de las dos variables externas, y el conjunto de datos observacionales extraído puede utilizarse en el modelado de un perceptrón submulticapa.

Según al menos una de las realizaciones de la presente divulgación, solo las variables externas que tengan al menos un cierto nivel de correlación con cada variable interna podrán usarse en el modelado de un perceptrón submulticapa necesario para la estimación de cada variable interna.

Los efectos de la presente divulgación no se limitan a los efectos mencionados anteriormente y los expertos en la técnica entenderán claramente estos y otros efectos a partir de las reivindicaciones adjuntas.

Descripción de las figuras

Los dibujos adjuntos ilustran una realización preferida de la presente divulgación y, junto con la descripción detallada de la presente divulgación que se describe a continuación, sirven para proporcionar una mayor comprensión de los aspectos técnicos de la presente divulgación y, por tanto, no se debe interpretar que la presente divulgación está limitada a los dibujos.

La figura 1 es un diagrama de ejemplo que muestra una configuración de un paquete de batería que incluye un aparato de gestión de batería de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La figura 2 es un diagrama que muestra, a modo de ejemplo, un perceptrón multicapa principal utilizado por el aparato de gestión de baterías de la FIG. 1.

La figura 3 es un diagrama que muestra, a modo de ejemplo, un perceptrón submulticapa.

La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra, a modo de ejemplo, un primer método que puede ser ejecutado por el aparato de gestión de batería de la figura 1.

La figura 5 es un diagrama de flujo que muestra, a modo de ejemplo, un segundo método que puede ser realizado por el aparato de gestión de batería de la figura 1.

La figura 6 es un diagrama de flujo que muestra, a modo de ejemplo, un tercer método que puede ser ejecutado por el aparato de gestión de batería de la figura 1.

Descripción detallada de la invención

En lo sucesivo en el presente documento, se describirán las realizaciones preferidas de la presente divulgación en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. Antes de la descripción, se debería entender que no se debe interpretar que los términos o las palabras que se usan en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas están limitados a significados generales y del diccionario, sino que deben interpretarse en función de los significados y conceptos correspondientes a los aspectos técnicos de la presente divulgación considerando que el inventor puede definir los términos apropiadamente para una mejor explicación.

Por lo tanto, las realizaciones descritas en el presente documento y las ilustraciones que se muestran en los dibujos son únicamente una realización más preferente de la presente divulgación, pero no pretenden describir exhaustivamente los aspectos técnicos de la presente divulgación, por lo que debe entenderse que, en el momento en que se presentó la solicitud, podrían haberse hecho en la misma diversas modificaciones y otras realizaciones equivalentes.

Los términos que incluyen un número ordinal, tales como "primero/a", "segundo/a" y similares, se usan para distinguir un elemento de otro entre diversos elementos, pero sin pretender limitar los elementos mediante dichos términos.

A menos que el contexto indique claramente lo contrario, se entenderá que el término "comprende", cuando se usa en esta memoria descriptiva, especifica la presencia de elementos mencionados, pero no excluye la presencia o adición de uno o más otros elementos. De forma adicional, la expresión "unidad de control", como se utiliza en el presente documento, se refiere a una unidad de procesamiento de al menos una función u operación, y esta puede implementarse por *hardware* o *software* o por sí solos o combinados.

Adicionalmente, a lo largo de toda la memoria descriptiva, se entenderá, además, que, cuando se hace referencia a un elemento "conectado a" otro elemento, este puede estar conectado directamente al otro elemento o pueden estar presentes elementos intermedios.

La figura 1 es un diagrama de ejemplo que muestra una configuración de un paquete de baterías 1 que incluye un aparato de gestión de batería 100 de acuerdo con la presente divulgación, la figura 2 es un diagrama que muestra, a modo de ejemplo, un perceptrón multicapa principal utilizado por el aparato de gestión de batería 100 de la figura 1, y la figura 3 es un diagrama que muestra, a modo de ejemplo, un perceptrón submulticapa.

Con referencia a la figura 1, el paquete de batería 1 incluye una célula de batería 10, un conmutador 20 y el aparato de gestión de batería 100.

El paquete de baterías 1 se monta en un dispositivo propulsado por electricidad, tal como un vehículo eléctrico, para suministrar la energía eléctrica necesaria para accionar el dispositivo propulsado por electricidad. El aparato de gestión de batería 100 está previsto para conectarse eléctricamente a los terminales positivo y negativo de la célula de la batería 10.

La célula de la batería 10 puede ser una célula de iones de litio. La célula de la batería 10 puede incluir cualquier tipo que pueda cargarse y descargarse repetidamente, y no se limita a la célula de iones de litio.

La célula de la batería 10 puede estar acoplada eléctricamente a un dispositivo externo a través de terminales de alimentación (+, -) del paquete de batería 1. El dispositivo externo puede ser, por ejemplo, una carga eléctrica (p. ej., un motor), un inversor de corriente continua (CC)-corriente alterna (CA) y un cargador del vehículo eléctrico.

El conmutador 20 se instala en una vía de corriente que conecta el terminal positivo de la célula de batería 10 con el terminal de alimentación (+) o una vía de corriente que conecta el terminal negativo de la célula de batería 10 con el terminal de alimentación (-). Mientras el conmutador 20 está en estado de funcionamiento de apertura, la célula de la batería 10 interrumpe la carga y la descarga. Mientras el conmutador 20 está en estado de funcionamiento cerrado, la célula de la batería 10 puede cargarse y descargarse.

El aparato de gestión de batería 100 incluye una unidad de interfaz 110, una unidad de memoria 120 y una unidad de control 130. El aparato de gestión de batería 100 puede incluir además una unidad de detección 140.

La unidad de detección 140 incluye un sensor de tensión 141, un sensor de corriente 142 y un sensor de temperatura 143. El sensor de tensión 141 está configurado para medir una tensión a través de la célula de la batería 10. El sensor de corriente 142 está configurado para medir una corriente eléctrica que fluye a través de la célula de la batería 10. El sensor de temperatura 143 está configurado para medir una temperatura de la célula de la batería 10. La unidad de detección 140 puede transmitir datos de detección que indican la tensión medida, la corriente medida y la temperatura medida a la unidad de control 130.

La unidad de interfaz 110 puede estar acoplada al dispositivo externo para permitir la intercomunicación. El dispositivo externo puede ser, por ejemplo, un sistema de carga, una carga eléctrica y un dispositivo móvil. La unidad de interfaz 110 está configurada para admitir la comunicación por cable o inalámbrica entre la unidad de control 130 y el dispositivo externo. La comunicación por cable puede ser, por ejemplo, comunicación de red de área de controlador (CAN), y la comunicación inalámbrica puede ser, por ejemplo, comunicación ZigBee o Bluetooth. La unidad de interfaz 110 puede incluir un dispositivo de salida tal como una pantalla o un altavoz para proporcionar los resultados de cada operación realizada por la unidad de control 130 de tal manera que puedan ser reconocidos por un usuario. La unidad de interfaz 110 puede incluir un dispositivo de entrada tal como un ratón y un teclado para recibir datos del usuario.

La unidad de memoria 120 está acoplada de forma operativa a al menos una de las unidades de interfaz 110, la unidad de control 130 o la unidad de detección 140. La unidad de memoria 120 puede almacenar los resultados de cada operación realizada por la unidad de control 130. La unidad de memoria 120 puede incluir, por ejemplo, al menos un tipo de medio de almacenamiento, tal como una memoria flash, un disco duro, un disco de estado sólido (SSD), una unidad de disco de silicio (SDD), una tarjeta multimedia de tipo micro, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de acceso aleatorio estática (SRAM), memoria de solo lectura (ROM), una memoria programable de solo lectura borrrable eléctricamente (EEPROM) o una memoria programable de solo lectura (PROM).

La unidad de memoria 120 está configurada para almacenar diversos datos necesarios para estimar el estado químico interno de la célula de la batería 10. Específicamente, la unidad de memoria 120 almacena un primer número de conjuntos de datos observacionales y un segundo número de conjuntos de datos deseados. Por ejemplo, la unidad de interfaz 110 recibe del dispositivo externo información que incluye los conjuntos de datos observacionales primero a p -ésimo y los conjuntos de datos deseados primero a n -ésimo. La unidad de memoria 120 puede almacenar además el perceptrón multicapa principal. En lo sucesivo en el presente documento, se supone que p indica el primer número y es un número entero de 2 o mayor, y n indica el segundo número y es un número entero de 2 o mayor.

Los conjuntos de datos observacionales primero a p -ésimo están asociados cada uno con p variables externas que son observables fuera de la célula de batería 10. Cada conjunto de datos observacionales incluye un tercer número predeterminado (es decir, 10000) de valores de entrada. Por ejemplo, el tercer número de valores de entrada para una de las p variables externas se incluye en el conjunto de datos observacionales q -ésimo.

La unidad de control 130 está acoplada operativamente a al menos una de la unidad de interfaz 110, la unidad de memoria 120 o la unidad de detección 140. La unidad de control 130 puede implementarse físicamente utilizando al menos uno de circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC), procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), matrices de puertas programables en campo (FPGA), microprocesadores o unidades eléctricas para llevar a cabo otras funciones.

La unidad de control 130 extrae m conjuntos de datos observacionales desde el conjunto de datos observacionales primero a p -ésimo mediante filtrado de datos, y establece los m conjuntos de datos observacionales como el conjunto de datos de entrada primero a m -ésimo de acuerdo con el orden de extracción, m es un número entero de 1 o mayor y p o menor. A continuación, se describirá el proceso de extracción de los m conjuntos de datos observacionales con referencia a las figuras 4.

En la memoria descriptiva, X_i denota el conjunto de datos de entrada i -ésimo asociado con la variable externa i -ésima, y $X_i(k)$ denota el valor de entrada k -ésimo del conjunto de datos de entrada i -ésimo.

Por ejemplo, cuando $m = 16$, las variables externas primera a decimosexta pueden definirse del siguiente modo.

La primera variable externa puede indicar el período de tiempo desde el momento en que el estado de carga (SOC) de la célula de la batería 10 es igual a un primer SOC (p. ej., 100 %) hasta el momento en que la tensión de la célula de la batería 10 alcanza una primera tensión (p. ej., 3,0 V) mediante una primera prueba de descarga de la célula de la batería 10 con una corriente de un primer índice de corriente (es decir, 1/3 C) a una primera temperatura.

La segunda variable externa puede indicar la tensión de la célula de la batería 10 en un momento en que se realiza una segunda prueba durante un primer tiempo de referencia (p. ej., 0,1 s), la segunda prueba de descarga de la célula de la batería 10 con una corriente de un segundo índice de corriente (es decir, p. ej., 200 A) a una segunda temperatura

desde el momento en que el SOC de la célula de la batería 10 es igual a un segundo SOC (p. ej., 50 %).

La tercera variable externa puede indicar la tensión de la célula de la batería 10 en el momento en que se realiza la segunda prueba durante un segundo tiempo de referencia (p. ej., 1,0 s) que es mayor que el primer tiempo de referencia.

La cuarta variable externa puede indicar la tensión de la célula de la batería 10 en el momento en que se realiza la segunda prueba durante un tercer tiempo de referencia (p. ej., 10,0 s) que es mayor que el segundo tiempo de referencia.

La quinta variable externa puede indicar la tensión de la célula de la batería 10 en el momento en que se realiza la segunda prueba durante un cuarto tiempo de referencia (p. ej., 30,0 s) que es mayor que el tercer tiempo de referencia.

La sexta variable externa puede incluir el período de tiempo desde el momento en que el SOC de la célula de la batería 10 es igual a un tercer SOC (es decir, 100 %) hasta el momento en que la tensión de la célula de la batería 10 alcanza una segunda tensión (p. ej., 3,8 V) mediante una tercera prueba de descarga de la célula de la batería 10 con una corriente de una tercera velocidad de corriente (p. ej., 1,0 C) a una tercera temperatura.

La séptima variable externa puede indicar el período de tiempo transcurrido hasta el momento en que la tensión de la célula de la batería 10 alcanza una tercera tensión (p. ej., 3,5 V) que es menor que la segunda tensión en la tercera prueba.

La octava variable externa puede representar el tiempo que tarda la tensión de la célula de la batería 10 en reducirse desde la segunda tensión hasta la tercera tensión en la tercera prueba.

La novena variable externa puede indicar la tensión de la célula de batería 10 en el punto de tiempo en que se realiza una cuarta prueba de descarga de la célula de batería 10 con una corriente de un cuarto índice de corriente (es decir, 1,0 C) a una cuarta temperatura se realiza durante un quinto tiempo de referencia (p. ej., 0,1 s) desde el momento en que el SOC de la célula de la batería 10 es igual a un cuarto SOC (p. ej., 10 %).

La décima variable externa puede indicar la tensión de la célula de la batería 10 en el momento en que se realiza la cuarta prueba durante un sexto tiempo de referencia (p. ej., 1,0 s) que es mayor que el quinto tiempo de referencia.

La undécima variable externa puede indicar la tensión de la célula de la batería 10 en el momento en que se realiza la cuarta prueba durante un séptimo tiempo de referencia (p. ej., 10,0 s) que es mayor que el sexto tiempo de referencia.

La duodécima variable externa puede indicar la tensión de la célula de la batería 10 en el momento en que se realiza la cuarta prueba durante un octavo tiempo de referencia (p. ej., 30,0 s) que es mayor que el séptimo tiempo de referencia.

La decimotercera variable externa puede indicar la tensión de la célula de la batería 10 en el momento en que se realiza la cuarta prueba durante un noveno tiempo de referencia (p. ej., 100,0 s) que es mayor que el octavo tiempo de referencia.

La decimocuarta variable externa puede indicar una relación entre una variación de tensión de la célula de batería 10 durante un primer período (p. ej., 0,0 a 0,1 s) y una variación de tensión de la célula de la batería 10 durante un segundo período (p. ej., 20,0 a 20,1 s) mediante una quinta prueba de carga de la célula de la batería 10 con una corriente de una quinta velocidad de corriente (es decir, p. ej., 1,0 C) a una quinta temperatura desde el momento en que el SOC de la célula de la batería 10 es igual a un quinto estado (p. ej., 10 %).

La decimoquinta variable externa puede indicar la tensión del primer pico en una curva de capacidad diferencial de la célula de batería 10 obtenida mediante una sexta prueba de carga de la célula de batería 10 con una corriente de una sexta velocidad de corriente (por ejemplo, p. ej., 0,04 C) a una sexta temperatura desde el momento en que el SOC de la célula de la batería 10 es igual a un sexto SOC (p. ej., 0 %). Cuando V , dV y dQ son la tensión de la célula de la batería 10, el cambio de tensión de la célula de la batería 10, y el cambio de capacidad de la célula de la batería 10, respectivamente, la curva de capacidad diferencial muestra una relación de correspondencia entre V y dQ/dV . La curva de capacidad diferencial puede denominarse "curva V - dQ/dV ". El primer pico puede ser un pico que tiene el V más pequeño entre una pluralidad de picos en la curva de capacidad diferencial.

La decimosexta variable externa puede indicar una diferencia entre la tensión del primer pico y una tensión de referencia. La tensión de referencia es la tensión del primer pico de la curva de capacidad diferencial obtenida cuando la célula de la batería 10 se encuentra al comienzo de su vida útil (BOL), y puede estar preestablecida.

Los conjuntos de datos deseados del primero al n -ésimo están asociados con las variables internas del primero al n -ésimo que son inobservables fuera de la célula de batería 10, respectivamente. Es decir, cuando un segundo índice j es un

número entero de 1 a n , el conjunto de datos deseado j -ésimo se asocia a la variable interna j -ésima. Cada variable interna indica el estado químico interno de la célula de la batería 10. Cada conjunto de datos deseado incluye el mismo número de valores objetivo que el tercer número. Por ejemplo, el tercer número de valores preestablecidos como la variable interna j -ésima se incluyen en el conjunto de datos deseado j -ésimo.

5 En la memoria descriptiva, Y_j denota el conjunto de datos deseado j -ésimo, y $Y_j(k)$ denota el valor objetivo k -ésimo del conjunto de datos deseado j -ésimo.

10 $Y_1(k)$ a $Y_n(k)$ son los valores esperados para las variables internas primera a n -ésima cuando la célula de batería 10 tiene un estado de degradación particular. $X_1(k)$ a $X_m(k)$ son los valores esperados para las variables externas primera a m -ésima dependientes de $Y_1(k)$ a $Y_n(k)$ cuando la célula de batería 10 tiene el estado de degradación en particular.

15 El estado de degradación de la célula de batería 10 cambia en función del entorno en el que se utiliza la célula de batería 10, y cada estado de degradación puede definirse mediante una combinación de las variables internas primera a n -ésima. Cuando $a \neq b$, $X_1(a)$ a $X_m(a)$ e $Y_1(a)$ a $Y_n(a)$ están asociados con el estado de degradación 'a', y $X_1(b)$ a $X_m(b)$ e $Y_1(b)$ a $Y_n(b)$ están asociados con el estado de degradación "b" que es diferente del estado de degradación "a" de la célula de batería 10.

20 Por ejemplo, cuando $n = 14$, las variables internas primera a decimocuarta pueden definirse del siguiente modo.

La primera variable interna puede ser la conductividad eléctrica del electrodo positivo de la célula de la batería 10.

25 La segunda variable interna puede ser la difusividad iónica del material activo del electrodo positivo de la célula de batería 10.

La tercera variable interna puede ser la constante de velocidad de la densidad de corriente de intercambio del material activo del electrodo positivo de la célula de batería 10.

30 La cuarta variable interna puede ser la difusividad iónica del material activo negativo de la célula de batería 10.

La quinta variable interna puede ser la constante de velocidad de la densidad de corriente de intercambio del material activo negativo de la célula de batería 10.

35 La sexta variable interna puede ser la tortuosidad del electrodo negativo de la célula de batería 10. La tortuosidad es la relación entre la distancia que recorre un ion de un punto a otro y la distancia en línea recta entre los mismos dos puntos.

La séptima variable interna puede ser la porosidad del electrodo negativo de la célula de batería 10.

40 La octava variable interna puede ser la concentración de iones del electrolito de la célula de la batería 10.

La novena variable interna puede ser el factor de escala por el que se multiplica la conductividad iónica inicial del electrolito de la célula de batería 10. La conductividad iónica inicial puede ser un valor preestablecido que indica la conductividad iónica del electrolito de la célula de batería 10 cuando la célula de batería 10 está en BOL.

45 La décima variable interna puede ser el factor de escala por el que se multiplica la difusividad iónica inicial del electrolito de la célula de batería 10. La difusividad iónica inicial puede ser un valor preestablecido que indica la difusividad iónica del electrolito de la célula de batería 10 cuando la célula de batería 10 está en BOL.

50 La undécima variable interna puede ser el número de transferir cationes del electrolito de la célula de batería 10. El número de transferencia indica la contribución fraccional de los cationes (p. ej., Li^+) a la conductividad eléctrica del electrolito.

55 La duodécima variable interna puede ser la Pérdida de Inventario de Litio (LLI) de la célula de la batería 10. La LLI indica la pérdida de litio en la célula de la batería 10 en comparación con el BOL.

La decimotercera variable interna puede ser la Pérdida de Material Activo (LAM) del electrodo positivo de la célula de la batería 10. El LAM del electrodo positivo indica la pérdida de material activo del electrodo positivo de la batería en comparación con el BOL.

60 La decimocuarta variable interna puede ser el LAM del electrodo negativo de la célula de batería 10. El LAM del electrodo negativo indica la pérdida de material activo del electrodo negativo de la batería en comparación con el BOL.

65 Los conjuntos de datos de entrada primero a m -ésimo y los conjuntos de datos deseados primero a n -ésimo pueden preestablecerse a partir de los resultados de simulación de una pluralidad de células de batería que tengan las mismas especificaciones electroquímicas que la célula de batería 10, pero diferentes estados de degradación.

La unidad de control 130 puede determinar los valores de referencia primero a n -ésimo necesarios para el modelado del perceptrón submulticapa primero a n -ésimo utilizando el perceptrón multicapa principal 200 almacenado en la unidad de memoria 120.

Con referencia a la figura 2, el perceptrón multicapa principal 200 incluye una capa de entrada 201, un número predeterminado de capas intermedias 202 y una capa de salida 203. En el perceptrón multicapa principal 200, el número de nodos (también denominados "neuronas") incluidos en cada capa, las conexiones entre nodos y las funciones de cada nodo incluido en cada capa intermedia pueden estar preestablecidas. Las ponderaciones de cada conexión pueden establecerse utilizando datos de entrenamiento predefinidos.

La capa de entrada 201 incluye los nodos de entrada primero a m -ésimo I_1 a I_m . Los nodos de entrada primero a m -ésimo I_1 a I_m están asociados con las variables externas primera a m -ésima, respectivamente. Cada valor de entrada incluido en el conjunto de datos de entrada i -ésimo X_i se proporciona al nodo de entrada i -ésimo I_i .

La capa de salida 203 incluye los nodos de salida primero a n -ésimo O_1 a O_n . Los nodos de salida primero a n -ésimo O_1 a O_n están asociados con las variables internas primero a n -ésimo, respectivamente.

Cuando el valor de entrada k -ésimo de cada uno de los conjuntos de datos de entrada primero a m -ésimo X_1 a X_m se introduce a los nodos de entrada primero a m -ésimo I_1 a I_m , respectivamente, el valor del resultado k -ésimo de cada uno de los conjuntos de datos de salida primero a n -ésimo Z_1 a Z_n se emite desde los nodos de salida primero a n -ésimo O_1 a O_n , respectivamente.

La unidad de control 130 puede generar conjuntos de datos de salida primero a n -ésimo Z_1 a Z_n , cada uno de los cuales tiene el mismo número de valores de resultado que el tercer número, repitiendo el proceso de introducción de m valores de entrada (p. ej., $X_1(k)$ a $X_m(k)$) del mismo orden en los conjuntos de datos de entrada primero a m -ésimo X_1 a X_m a los nodos de entrada primero a m -ésimo I_1 a I_m , respectivamente. En la memoria descriptiva, Z_j denota el conjunto de datos de salida j -ésimo, y $Z_j(k)$ denota el valor de resultado k -ésimo del conjunto de datos de salida j -ésimo. En los conjuntos de datos de salida primero a n -ésimo, n valores de resultado $Z_1(k)$ a $Z_n(k)$ pueden disponerse en el mismo orden.

La unidad de control 130 puede determinar los factores de error primero a n -ésimo en función de los conjuntos de datos de salida primero a n -ésimo y los conjuntos de datos deseados del primero al n -ésimo. Es decir, la unidad de control 130 puede determinar el factor de error j -ésimo comparando el conjunto de datos de salida j -ésimo con el conjunto de datos deseado j -ésimo. Específicamente, la unidad de control 130 puede determinar el factor de error j -ésimo utilizando la siguiente Ecuación 1.

$$\text{<Ecuación 1>} \\ F_{error_j} = \sum_{k=0}^u \left| \frac{Y_j(k) - Z_j(k)}{Y_j(k)} \right| \times 100(\%)$$

En la Ecuación 1, u es el tercer número, y F_{error_j} es el factor de error j -ésimo. Es decir, el factor de error j -ésimo puede determinarse como igual a una relación de error del conjunto de datos de salida j -ésimo con respecto al conjunto de datos deseado j -ésimo.

La unidad de control 130 puede determinar los valores de referencia primero a n -ésimo comparando cada uno de los factores de error primero a n -ésimo con un factor de error de umbral. El factor de error de umbral puede ser un valor preestablecido, por ejemplo, 3 %. Específicamente, cuando el factor de error j -ésimo es menor que el factor de error de umbral, la unidad de control 130 puede determinar que el valor de referencia j -ésimo es igual a un primer valor predeterminado. Por el contrario, cuando el factor de error j -ésimo es igual o mayor que el factor de error de umbral, la unidad de control 130 puede determinar que el valor de referencia j -ésimo es igual a un segundo valor predeterminado. El segundo valor predeterminado (p. ej., 0,25) puede ser inferior al primer valor predeterminado (es decir, 0,50). Una vez determinados los valores de referencia primero a n -ésimo, puede completarse el proceso utilizando el perceptrón multicapa principal 200. Como alternativa, cada uno de los valores de referencia primero a n -ésimo puede preestablecerse al primer valor predeterminado o al segundo valor predeterminado. En este caso, puede omitirse el proceso que utiliza el perceptrón multicapa principal 200.

La unidad de control 130 lleva a cabo el proceso para determinar los perceptrones submulticapa primero a n -ésimo.

La unidad de control 130 determina un coeficiente de correlación múltiple entre cada uno de los conjuntos de datos deseados primero a n -ésimo y cada uno de los conjuntos de datos de entrada primero a m -ésimo. El coeficiente de correlación múltiple entre el conjunto de datos de entrada i -ésimo y el conjunto de datos deseados j -ésimo puede determinarse a partir de la siguiente Ecuación 2.

<Ecuación 2>

$$r_{i,j} = \frac{\sum_{k=1}^N X_i(k)Y_j(k) - \frac{\sum_{k=1}^N X_i(k) \sum_{k=1}^N Y_j(k)}{N}}{\sqrt{\sum_{k=1}^N X_i(k)^2 - \frac{(\sum_{k=1}^N X_i(k))^2}{N}} \sqrt{\sum_{k=1}^N Y_j(k)^2 - \frac{(\sum_{k=1}^N Y_j(k))^2}{N}}}$$

En la Ecuación 2, N es el tercer número, y $r_{i,j}$ es el coeficiente de correlación múltiple entre el conjunto de datos de entrada i -ésimo y el conjunto de datos deseados j -ésimo. Se determinan m coeficientes de correlación múltiples para cada conjunto de datos deseado, puede determinarse un total de $m \times n$ coeficientes de correlación múltiples.

El valor absoluto del coeficiente de correlación múltiple $r_{i,j}$ que es mayor que el valor de referencia j -ésimo indica una alta correlación entre la variable externa i -ésima y la variable interna j -ésima. Cuando el valor absoluto del coeficiente de correlación múltiple $r_{i,j}$ es mayor que el valor de referencia j -ésimo, la unidad de control 130 puede determinar el uso del conjunto de datos de entrada i -ésimo para el modelado del perceptrón submulticapa j -ésimo. Cuando el valor absoluto del coeficiente de correlación múltiple $r_{i,j}$ es mayor que el valor de referencia j -ésimo, la unidad de control 130 puede establecer la variable externa i -ésima como variable externa válida para la variable interna j -ésima.

Por el contrario, el valor absoluto del coeficiente de correlación múltiple $r_{i,j}$ que es igual o inferior que el valor de referencia j -ésimo indica una baja correlación entre la variable externa i -ésima y la variable interna j -ésima. Cuando el valor absoluto del coeficiente de correlación múltiple $r_{i,j}$ es igual o inferior que el valor de referencia j -ésimo, la unidad de control 130 puede determinar no usar el conjunto de datos de entrada i -ésimo para el modelado del perceptrón submulticapa j -ésimo. Es decir, la unidad de control 130 puede excluir la variable externa i -ésima de una variable externa válida para la variable interna j -ésima.

La unidad de control 130 puede generar los perceptrones submulticapa primero a n -ésimo asociados con las variables internas primera a n -ésima, respectivamente. Es decir, la variable interna j -ésima y el perceptrón submulticapa j -ésimo están asociados entre sí. El perceptrón submulticapa j -ésimo se utiliza para estimar un valor de la variable interna j -ésima.

Con referencia a la figura 3, el perceptrón submulticapa j -ésimo 300_j incluye una capa de entrada 301_j, un número predeterminado de capas intermedias 302_j y una capa de salida 303_j. La función de cada nodo incluido en cada capa intermedia 302_j puede estar preestablecida. La capa de salida 303_j tiene un único nodo de salida asociado a la variable interna j -ésima.

La unidad de control 130 puede generar el mismo número de nodos de entrada de la capa de entrada 301_j del perceptrón submulticapa j -ésimo que el número de conjuntos de variables externas válidas para la variable interna j -ésima. La figura 3 muestra ejemplarmente que cada una de variables externas primera, tercera y quinta se establece como la variable externa válida para la variable interna j -ésima.

La capa de entrada 301_j del perceptrón submulticapa j -ésimo tiene tres nodos de entrada l_{j1} a l_{j3} . Los conjuntos de datos de entrada primero, tercero y quinto, respectivamente, asociados con las tres variables externas se proporcionan como datos de entrenamiento a cada uno de los tres nodos de entrada l_{j1} a l_{j3} , y el aprendizaje del perceptrón submulticapa j -ésimo 300_j se lleva a cabo mediante la comparación entre los valores de resultado del conjunto de datos W_j obtenidos de la capa de salida 303_j del perceptrón submulticapa j -ésimo y los valores objetivo del conjunto de datos deseados j -ésimo.

Una vez finalizado el aprendizaje del perceptrón submulticapa j -ésimo 300_j, la unidad de control 130 puede medir la tensión, la corriente y la temperatura de la célula de la batería 10 mediante la unidad de detección 140. La unidad de control 130 puede determinar los valores de tres variables externas en función de los datos de detección de la unidad de detección 140. Posteriormente, la unidad de control 130 puede obtener un valor de resultado en la capa de salida 303_j del perceptrón submulticapa j -ésimo 300_j introduciendo los valores de las tres variables externas en los tres nodos de entrada l_{j1} a l_{j3} del perceptrón submulticapa j -ésimo 300_j, respectivamente. El valor del resultado correspondiente es un valor estimado de la variable interna j -ésima asociada al estado de degradación correspondiente a los valores de las tres variables externas. Cuando el valor estimado de la variable interna j -ésima está fuera de un intervalo de seguridad j -ésimo predeterminado, la unidad de control 130 puede controlar el conmutador 20 en el estado de funcionamiento de apertura para proteger la célula de batería 10.

La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra, a modo de ejemplo, un primer método que puede ser realizado por el aparato de gestión de batería 100 de la figura 1. El primer método según la figura 4 es un método de filtrado de datos para extraer al menos uno de los conjuntos de datos observacionales del conjunto de datos de entrada primero a p -ésimo.

Con referencia a las figuras 1 a 4, en la etapa S410, la unidad de control 130 almacena los conjuntos de datos observacionales primero a p -ésimo y los conjuntos de datos deseados primero a n -ésimo en la unidad de memoria 120.

En la etapa S420, la unidad de control 130 establece cada uno del primer índice q y del segundo índice m a 1.

En la etapa S430, la unidad de control 130 determina un coeficiente de correlación múltiple entre el conjunto de datos observacionales q -ésimo y el conjunto de datos observacionales $q+1$ -ésimo. Por ejemplo, cuando $q=1$, se determina el coeficiente de correlación múltiple entre el primer conjunto de datos observacionales y el segundo conjunto de datos observacionales. El coeficiente de correlación múltiple entre el conjunto de datos observacionales q -ésimo y el conjunto de datos observacionales $q+1$ -ésimo puede determinarse a partir de la Ecuación 3 siguiente. En la memoria descriptiva, P_q indica el conjunto de datos observacionales q -ésimo.

<Ecuación 3>

$$R_{q,q+1} = \frac{\sum_{k=1}^N P_q(k) P_{q+1}(k) - \frac{\sum_{k=1}^N P_q(k) \sum_{k=1}^N P_{q+1}(k)}{N}}{\sqrt{\sum_{k=1}^N P_q(k)^2 - \frac{(\sum_{k=1}^N P_q(k))^2}{N}}} \sqrt{\sum_{k=1}^N P_{q+1}(k)^2 - \frac{(\sum_{k=1}^N P_{q+1}(k))^2}{N}}$$

En la Ecuación 3, N es el tercer número, $P_q(k)$ es el valor de entrada k -ésimo del conjunto de datos observacionales q -ésimo, $P_{q+1}(k)$ es el valor de entrada k -ésimo del conjunto de datos observacionales $q+1$ -ésimo, y $R_{q,q+1}$ es el coeficiente de correlación múltiple entre el conjunto de datos observacionales q -ésimo y el conjunto de datos observacionales $q+1$ -ésimo.

En la etapa S440, la unidad de control 130 determina si el valor absoluto del coeficiente de correlación múltiple $R_{q,q+1}$ es inferior a un valor de filtrado predeterminado (por ejemplo, 0,75). Un valor de la etapa S440 que sea "Sí" representa que la correlación entre el conjunto de datos observacionales q -ésimo y el conjunto de datos observacionales $q+1$ -ésimo no es suficientemente alta. Por consiguiente, es muy necesario establecer el conjunto de datos observacionales q -ésimo como conjunto de datos de entrada. Cuando el valor de la etapa S440 es "Sí", se realiza la etapa S450. Por el contrario, que el valor de la etapa S440 sea "No" representa que la correlación entre el conjunto de datos observacionales q -ésimo y el conjunto de datos observacionales $q+1$ -ésimo es suficientemente alta. Por consiguiente, la necesidad de establecer el conjunto de datos observacionales q -ésimo como conjunto de datos de entrada es baja. Cuando el valor en la etapa S440 es "No", se realiza la etapa S470.

En la etapa S450, la unidad de control 130 establece el conjunto de datos observacionales q -ésimo como el conjunto de datos de entrada m -ésimo. En un ejemplo, cuando $q=1$, $m=1$, el primer conjunto de datos de entrada es igual al primer conjunto de datos observacionales. En otro ejemplo, cuando $q=3$, $m=2$, el segundo conjunto de datos de entrada es igual al tercer conjunto de datos observacionales.

En la etapa S460, la unidad de control 130 aumenta el segundo índice m en 1.

En la etapa S470, la unidad de control 130 determina si el primer índice q es igual a p-1. p es el número de conjuntos de datos observacionales. Cuando un valor de la etapa S470 es "No", se realiza la etapa S480. Cuando el valor de la etapa S470 es "Sí", se realiza la etapa S490.

En la etapa S490, la unidad de control 130 establece el conjunto de datos observacionales $q+1$ -ésimo como el conjunto de datos de entrada m -ésimo. Mediante la etapa S490, entre los conjuntos de datos observacionales primero a p-ésimo, al menos el conjunto de datos observacionales p-ésimo se establece como el conjunto de datos de entrada.

Mediante las etapas S430 ~ S450 de la figura 4, cuando los dos conjuntos de datos observacionales tienen una fuerte correlación, solo se extrae uno de ellos como conjunto de datos de entrada. En comparación con el caso en que todos los conjuntos de datos observacionales se utilizan como conjuntos de datos de entrada sin excepción, es posible reducir la cantidad de computación requerida para el modelado de los perceptrones submulticapa primero al n-ésimo y aumentar la tasa de computación.

Una vez determinados los conjuntos de datos de entrada primero a m-ésimo mediante el método de la figura 4, la unidad de control 130 puede ejecutar el método de la figura 5. Como alternativa, la unidad de control 130 puede usar los conjuntos de datos observacionales primero a p-ésimo como los conjuntos de datos de entrada primero a m-ésimo sin realizar el método según la figura 4, y en este caso, p=m.

La figura 5 es un diagrama de flujo que muestra, a modo de ejemplo, un segundo método que puede realizar el aparato de gestión de batería 100 de la figura 1.

Con referencia a las figuras 1 a 5, en la etapa S510, la unidad de control 130 adquiere conjuntos de datos de salida primero a n-ésimo a partir de los conjuntos de datos de entrada primero a m-ésimo utilizando el perceptrón multicapa principal 200.

En la etapa S520, la unidad de control 130 establece el tercer índice j en 1.

En la etapa S530, la unidad de control 130 determina el factor de error j -ésimo en función del conjunto de datos de salida j -ésimo y el conjunto de datos deseados j -ésimo.

5 En la etapa S540, la unidad de control 130 determina si el factor de error j -ésimo es menor que el factor de error de umbral. Cuando un valor en la etapa S540 es "Sí", se realiza la etapa S550. Cuando el valor en la etapa S540 es "No", se realiza la etapa S560.

10 En la etapa S550, la unidad de control 130 establece el valor de referencia j -ésimo para que sea igual al primer valor predeterminado.

En la etapa S560, la unidad de control 130 establece el valor de referencia j -ésimo para que sea igual al segundo valor predeterminado.

15 En la etapa S570, la unidad de control 130 determina si el tercer índice j es igual a n . n es el número de conjuntos de datos deseados. Cuando un valor de la etapa S570 es "No", se realiza la etapa S580.

En la etapa S580, la unidad de control 130 aumenta el segundo índice j en 1. Después la etapa S580, el proceso vuelve a la etapa S530.

20 Los valores de referencia primero a n -ésimo se determinan mediante el método de la figura 5, la unidad de control 130 puede ejecutar el método de la figura 6. Como alternativa, cuando los valores de referencia primero a n -ésimo se preestablecen y almacenan en la unidad de memoria 120 como se ha descrito anteriormente, la unidad de control 130 puede realizar el método de la figura 6 sin realizar el método de la figura 5.

25 La figura 6 es un diagrama de flujo que muestra ejemplarmente un tercer método que puede ser realizado por el aparato de gestión de batería 100 de la figura 1. El tercer método según la figura 6 puede ser un método de filtrado de datos para extraer un conjunto de datos de entrada utilizado para el aprendizaje automático de cada perceptrón submulticapa a partir de los conjuntos de datos de entrada primero a m -ésimo.

30 Con referencia a las figuras 1 a 6, en la etapa S610, la unidad de control 130 establece cada uno del tercer índice j y de un cuarto índice i a 1.

35 En la etapa S620, la unidad de control 130 determina un coeficiente de correlación múltiple entre el conjunto de datos de entrada i -ésimo y el conjunto de datos deseados j -ésimo.

En la etapa S630, la unidad de control 130 determina si el valor absoluto del coeficiente de correlación múltiple es mayor que el valor de referencia j -ésimo. Cuando un valor en la etapa S630 es "Sí", se realiza la etapa S640. Cuando el valor en la etapa S630 es "No", se realiza la etapa S650.

40 En la etapa S640, la unidad de control 130 establece la variable externa i -ésima como variable externa válida para la variable interna j -ésima.

45 En la etapa S650, la unidad de control 130 determina si el cuarto índice i es igual a m . m es el número de conjuntos de datos de entrada. Cuando un valor de la etapa S650 es "No", se realiza la etapa S660. Cuando el valor de la etapa S650 es "Sí", se realiza la etapa S670.

En la etapa S660, la unidad de control 130 aumenta el cuarto índice i en 1. Después la etapa S660, el proceso vuelve a la etapa S620.

50 En la etapa S670, la unidad de control 130 determina si el tercer índice j es igual a n . Cuando un valor de la etapa S670 es "No", se realiza la etapa S680.

55 En la etapa S680, la unidad de control 130 aumenta el tercer índice j en 1, y pone el cuarto índice i a 1. Después la etapa S680, el proceso vuelve a la etapa S620.

Que el valor de la etapa S650 sea "Sí" indica que se ha completado el establecimiento de la variable externa válida para la variable interna j -ésima. Cada vez que el valor de la etapa S650 es "Sí", la unidad de control 130 puede generar el perceptrón submulticapa j -ésimo utilizado para estimar el valor de la variable interna j -ésima.

60 Las realizaciones de la presente divulgación descritas anteriormente no se implementan únicamente a través del aparato y el método, y pueden implementarse a través de programas que realizan las funciones correspondientes a las configuraciones de las realizaciones de la presente divulgación o medios de grabación que tienen los programas grabados en ellos, y tal implementación pueden lograrla fácilmente los expertos en la técnica a partir de la divulgación de las realizaciones descritas anteriormente.

65 Si bien la presente divulgación se ha descrito anteriormente con respecto a un número limitado de realizaciones y

dibujos, la presente divulgación no se limita a estos y es obvio para los expertos en la materia que se pueden realizar diversas modificaciones y diversos cambios en los mismos dentro de los aspectos técnicos de la presente divulgación.

- 5 De forma adicional, los expertos en la materia pueden realizar otras tantas sustituciones, modificaciones y cambios en la presente divulgación descrita en lo que antecede sin apartarse de los aspectos técnicos de la presente divulgación, la presente divulgación no está limitada por las realizaciones descritas anteriormente y los dibujos adjuntos.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de gestión de batería (100), que comprende:

5 una unidad de memoria (120) configurada para almacenar conjuntos de datos observacionales primero a p -ésimo conjuntos de datos deseados primero a n -ésimo, en donde cada uno de p y n son números enteros iguales o superiores a 2; y
una unidad de control (130) acoplada de forma operativa a la unidad de memoria (120),
10 en donde los conjuntos de datos observacionales primero a p -ésimo están respectivamente asociados con p variables externas que son observables fuera de una célula de batería,
cada uno de los conjuntos de datos observacionales primero a p -ésimo incluye un número predeterminado de valores de entrada,
los conjuntos de datos deseados primero a n -ésimo están asociados con las variables internas primera a n -ésima, respectivamente, en donde las variables internas primera a n -ésima dependen de un estado químico interno de la
15 célula de batería y son inobservables fuera de la célula de batería,
cada uno de los conjuntos de datos deseados primero a n -ésimo incluye el mismo número de valores objetivo que el número predeterminado, y
la unidad de control (130) está configurada para:

20 establecer m conjuntos de datos observacionales extraídos por filtrado de datos de los conjuntos de datos observacionales primero a p -ésimo como conjuntos de datos de entrada primero a m -ésimo, en donde m es un número entero con $1 \leq m \leq p$, determinando un coeficiente de correlación múltiple entre el conjunto de datos observacionales q -ésimo y el conjunto de datos observacionales $q+1$ -ésimo, cuando q es un número entero de 1 a $p-1$, y
25 establecer el conjunto de datos observacionales q -ésimo como uno de los conjuntos de datos de entrada primero a m -ésimo cuando un valor absoluto del coeficiente de correlación múltiple es inferior a un valor de filtrado predeterminado, y
establecer al menos una de las variables externas primera a m -ésima como variable externa válida para cada una de las variables internas primera a n -ésima en función de los conjuntos de datos de entrada primero a m -ésimo
30 y los conjuntos de datos deseados primero a n -ésimo analizando una correlación entre las variables internas y las variables externas, y
en donde las variables externas primera a m -ésima son m variables externas asociadas con los m conjuntos de datos observacionales, entre las p variables externas.

35 2. El aparato de gestión de batería (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de memoria (120) está configurada además para almacenar un perceptrón multicapa principal que define una relación de correspondencia entre las variables externas primera a m -ésima y las variables internas primera a n -ésima, y
la unidad de control (130) está configurada para:

40 adquirir conjuntos de datos de salida primero a n -ésimo de nodos de salida primero a n -ésimo incluidos en una capa de salida del perceptrón multicapa principal proporcionando los conjuntos de datos de entrada primero a m -ésimo a nodos de entrada primero a m -ésimo incluidos en una capa de entrada del perceptrón multicapa principal, incluyendo cada uno de los conjuntos de datos de salida primero a n -ésimo el mismo número de valores de resultado que el número predeterminado,
45 determinar factores de error primero a n -ésimo en función de los conjuntos de datos de salida primero a n -ésimo y los conjuntos de datos deseados primero a n -ésimo, y
determinar valores de referencia primero a n -ésimo comparando cada uno de los factores de error primero a n -ésimo con un factor de error de umbral.

50 3. El aparato de gestión de batería (100) de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la unidad de control (130) está configurada para determinar un factor de error j -ésimo que es igual a una relación de error del conjunto de datos de salida j -ésimo con respecto al conjunto de datos deseado j -ésimo cuando j es un número entero de 1 a n .

4. El aparato de gestión de batería (100) de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la unidad de control (130) está configurada para establecer el valor de referencia j -ésimo para que sea igual a un primer valor predeterminado cuando el factor de error j -ésimo es menor que el factor de error de umbral.

5. El aparato de gestión de batería (100) de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la unidad de control (130) está configurada para establecer el valor de referencia j -ésimo para que sea igual a un segundo valor predeterminado cuando el factor de error j -ésimo es igual o mayor que el factor de error de umbral, y
60 en donde el segundo valor predeterminado es menor que el primer valor predeterminado.

6. El aparato de gestión de batería (100) de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la unidad de control (130) está configurada para:

65 determinar si establecer una variable externa i -ésima entre las variables externas primera a m -ésima como una variable

externa válida para la variable interna $j^{\text{ésima}}$ en función de un conjunto de datos de entrada $i^{\text{ésimo}}$, un conjunto de datos deseado $j^{\text{ésimo}}$ y un valor de referencia $j^{\text{ésimo}}$, cuando i es un número entero de 1 a m y j es un número entero de 1 a n , y

- 5 aprender un perceptrón submulticapa asociado con la variable interna $j^{\text{ésima}}$ usando el conjunto de datos de entrada $j^{\text{ésimo}}$ como datos de entrenamiento cuando la variable externa $i^{\text{ésima}}$ se establece como la variable externa válida para la variable interna $j^{\text{ésima}}$.

7. El aparato de gestión de batería (100) de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la unidad de control (130) está configurada para:

- 10 determinar un coeficiente de correlación múltiple entre el conjunto de datos de entrada $i^{\text{ésimo}}$ y el conjunto de datos deseados $j^{\text{ésimo}}$, y

- 15 establecer la variable externa $i^{\text{ésima}}$ como variable externa válida para la variable interna $j^{\text{ésima}}$ cuando un valor absoluto del coeficiente de correlación múltiple es mayor que el valor de referencia $j^{\text{ésimo}}$.

8. El aparato de gestión de batería (100) de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la unidad de control (130) está configurada para establecer la variable externa $i^{\text{ésima}}$ como variable externa inválida para la variable interna $j^{\text{ésima}}$ cuando el valor absoluto del coeficiente de correlación múltiple es igual o inferior al valor de referencia $j^{\text{ésimo}}$.

- 20 9. Un paquete de batería (1) que comprende el aparato de gestión de batería (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

10. Un método de gestión de batería, que comprende:

- 25 almacenar (S410) conjuntos de datos observacionales primero a $p^{\text{ésimo}}$ y conjuntos de datos deseados primero a $n^{\text{ésimo}}$, en donde cada uno de p y n son números enteros iguales o superiores a 2, los conjuntos de datos observacionales primero a $p^{\text{ésimo}}$ se asocian respectivamente con p variables externas que son observables fuera de una célula de batería, cada uno de los conjuntos de datos observacionales primero a $p^{\text{ésimo}}$ incluye un número
- 30 predeterminado de valores de entrada, los conjuntos de datos deseados primero a $n^{\text{ésimo}}$ se asocian respectivamente con variables internas primera a $n^{\text{ésima}}$ que son inobservables fuera de la célula de batería, dependiendo las variables internas primera a $n^{\text{ésima}}$ de un estado químico interno de la célula de batería, y cada uno de los conjuntos de datos deseados primero a $n^{\text{ésimo}}$ incluye el mismo número de valores objetivo que el número predeterminado;

- 35 establecer (S490) m conjuntos de datos observacionales extraídos por filtrado de datos de los conjuntos de datos observacionales primero a $p^{\text{ésimo}}$ como conjuntos de datos de entrada primero a $m^{\text{ésimo}}$, en donde m es un número entero con $1 \leq m \leq p$, determinando un coeficiente de correlación múltiple entre el conjunto de datos observacionales $q^{\text{ésimo}}$ y el conjunto de datos observacionales $q+1^{\text{ésimo}}$, cuando q es un número entero de 1 a $p-1$, y

- 40 establecer el conjunto de datos observacionales $q^{\text{ésimo}}$ como uno de los conjuntos de datos de entrada primero a $m^{\text{ésimo}}$ cuando un valor absoluto del coeficiente de correlación múltiple es inferior a un valor de filtrado predeterminado; y

- 45 establecer (S640) al menos una de las variables externas primera a $m^{\text{ésima}}$ como variable externa válida para cada una de las variables internas primera a $n^{\text{ésima}}$ en función de los conjuntos de datos de entrada primero a $m^{\text{ésimo}}$ y los conjuntos de datos deseados primero a $n^{\text{ésimo}}$ analizando una correlación entre las variables internas y las variables externas, en donde las variables externas primera a $m^{\text{ésima}}$ son m variables externas asociadas con los m conjuntos de datos observacionales entre las p variables externas.

FIG. 1

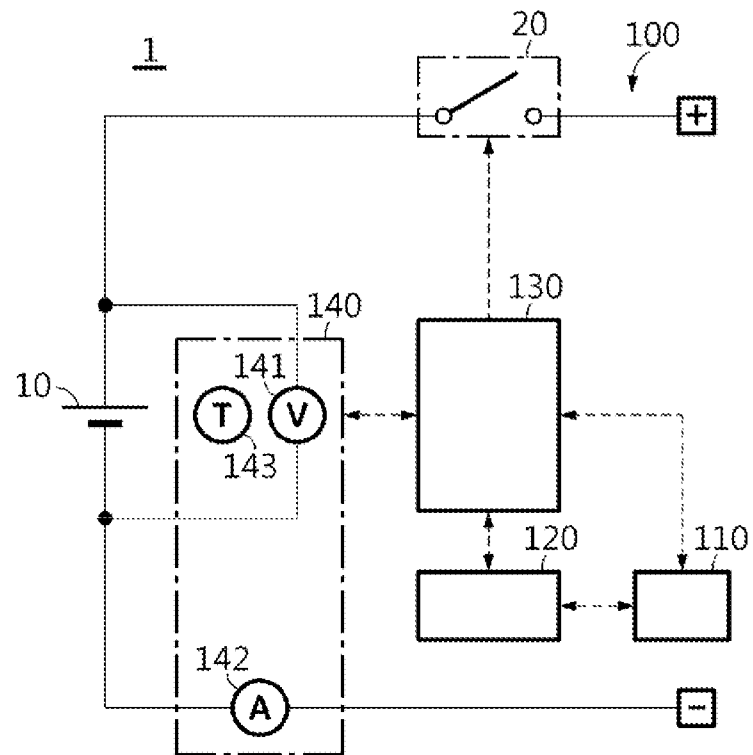


FIG. 2

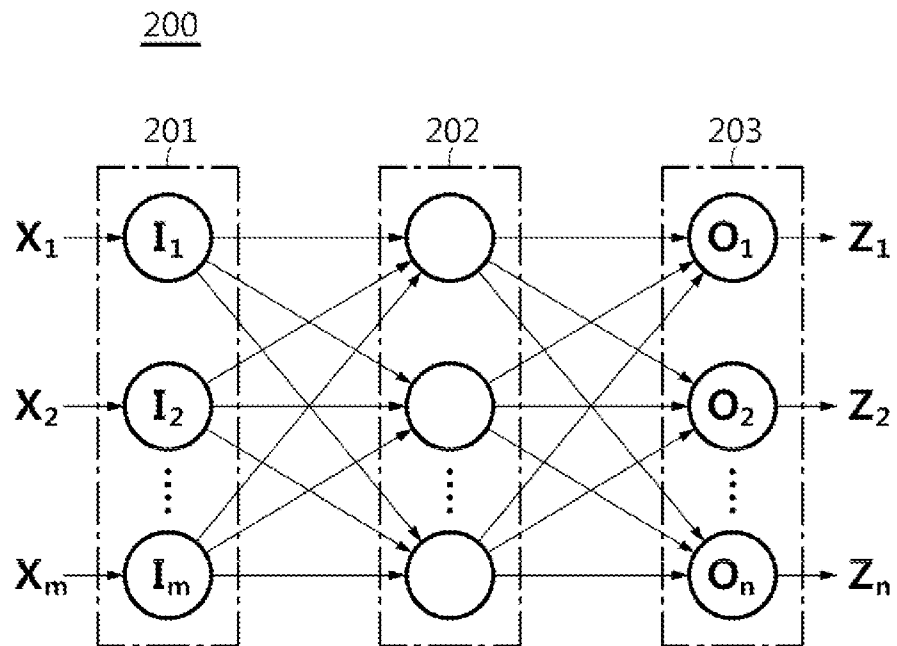


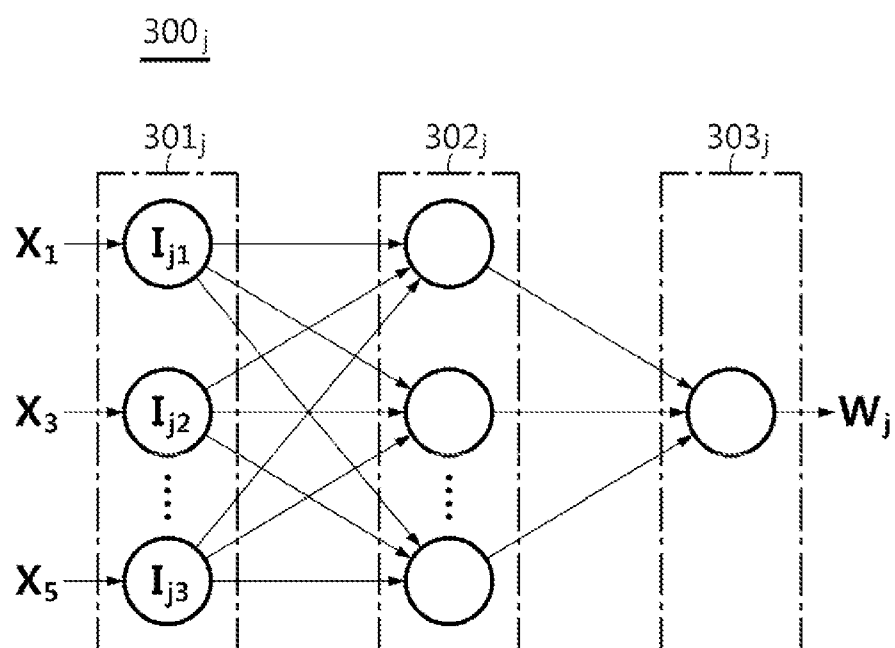
FIG. 3

FIG. 4

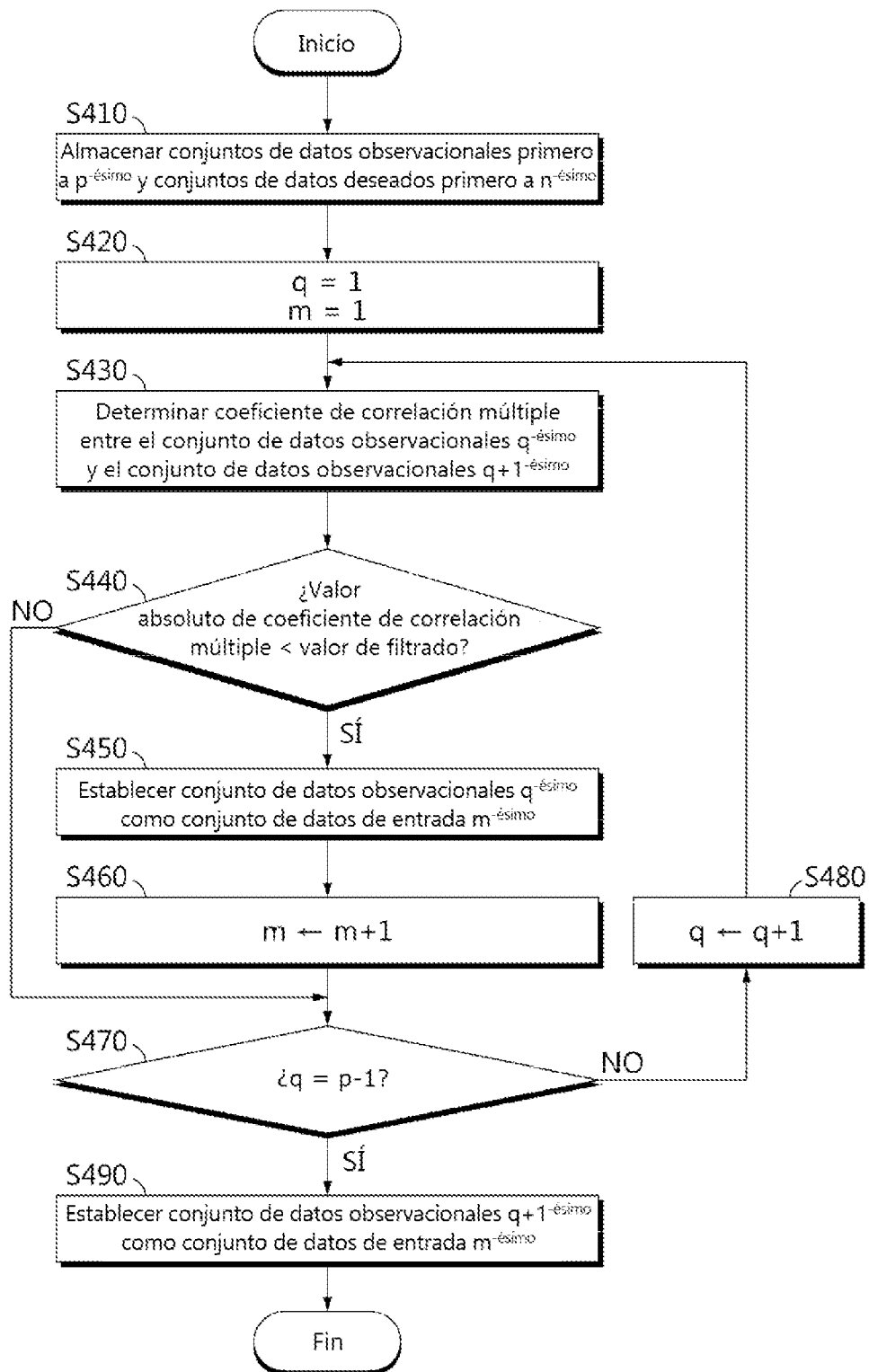


FIG. 5

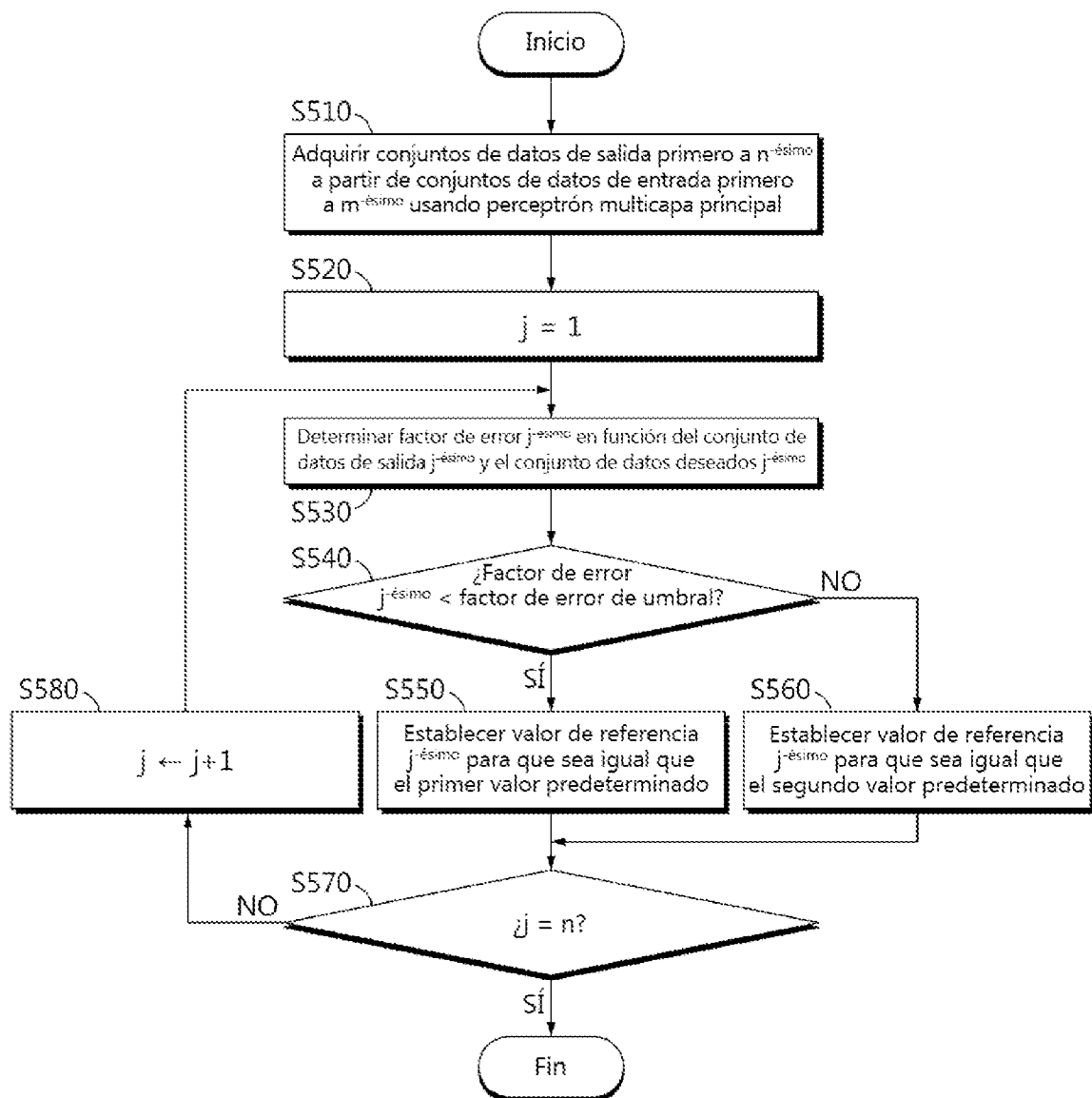


FIG. 6

