

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 998 808**

51 Int. Cl.:

**G01R 31/3835** (2009.01)

**G01R 31/396** (2009.01)

**G01R 31/367** (2009.01)

**G01R 31/36** (2010.01)

**G01R 19/00** (2006.01)

**G01R 19/165** (2006.01)

**G01R 19/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.08.2021 PCT/KR2021/010181**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.02.2022 WO22030971**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2021 E 21854549 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2024 EP 4166963**

54 Título: **Dispositivo de diagnóstico de batería, bloque de baterías, sistema de baterías, y método de diagnóstico de batería**

30 Prioridad:

**03.08.2020 KR 20200096786**

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

**21.02.2025**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LEE, HYUN-JUN**

74 Agente/Representante:

**BERTRÁN VALLS, Silvia**

ES 2 998 808 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo de diagnóstico de batería, bloque de baterías, sistema de baterías, y método de diagnóstico de batería

5 **Campo técnico**

La presente divulgación se refiere una tecnología para la detección de anomalías de celdas de batería.

La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente coreana n.º 10-2020-0096786 presentada el 3 de agosto de 2020 ante la Oficina Coreana de Propiedad Intelectual.

**Antecedentes de la técnica**

15 Recientemente, ha habido un rápido aumento en la demanda de productos electrónicos portátiles tales como ordenadores portátiles, cámaras de vídeo y teléfonos móviles, y con el extenso desarrollo de vehículos eléctricos, acumuladores para almacenamiento de energía, robots y satélites, se están realizando muchos estudios sobre baterías de alto rendimiento que pueden recargarse repetidamente.

20 Actualmente, las baterías disponibles comercialmente 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 tienen poco o ningún efecto de memoria y, por tanto, están ganando más atención que las baterías a base de níquel por sus ventajas de que la recarga puede realizarse siempre que sea conveniente, la tasa de autodescarga es muy baja y la densidad de energía es alta.

25 Recientemente, con la generalización de aplicaciones que requieren alta tensión, se está usando ampliamente un bloque de baterías que incluye una pluralidad de celdas de batería conectadas en serie. A medida que aumenta el número de celdas de batería incluidas en el bloque de baterías, hay una probabilidad creciente de que se produzca una anomalía de la celda de batería. Por consiguiente, existe una necesidad creciente de tecnología de diagnóstico para detectar con precisión una anomalía de la celda de batería.

30 La técnica relacionada monitoriza la información de la celda (por ejemplo, tensión, corriente, temperatura) que incluye una pluralidad de parámetros asociados con un estado de la celda de batería, y detecta una anomalía de la celda de batería basándose en el estado operativo (por ejemplo, carga, descarga, reposo) de la celda de batería y la información de la celda monitorizada.

35 Sin embargo, el método de detección de anomalías descrito anteriormente requiere un sistema de gestión de baterías (BMS) para monitorizar la información de celda de la celda de batería usando muchos sensores, por lo que la detección de anomalías requiere una gran cantidad de cálculo y un largo tiempo. En particular, bajo la estructura en la que se suministra la alimentación del BMS desde la celda de batería, la energía eléctrica de la celda de batería puede consumirse todo el tiempo durante el funcionamiento del BMS para la detección de anomalías.

45 Además, la técnica relacionada detecta una anomalía de la celda de batería basándose en los cambios rápidos en la información de celda de la celda de batería en un tiempo corto. Sin embargo, en algunos casos, la información de celda de la celda de batería defectuosa no siempre cambia rápidamente en un tiempo corto, y puede tender a cambiar lentamente durante un largo periodo de tiempo, no detectando una anomalía de la celda de batería en un tiempo apropiado.

50 Documento CN110 907 833 A divulga un método de diagnóstico de fallos en una batería que comprende una pluralidad de celdas. El método comprende obtener valores de tensión en el tiempo para cada celda de la batería y establecer una matriz de tensión de celda compuesta por elementos  $a_{m,n}$  basándose en los valores de tensión de celda, donde  $m$  representa el tiempo de muestreo y  $n$  representa el número de celda, fijar un tamaño de ventana deslizante y aplicar cálculos para identificar un valor de varianza anómalo dentro de cada ventana de la ventana deslizante.

55 **Divulgación****Problema técnico**

60 La presente divulgación está diseñada para resolver el problema descrito anteriormente y, por tanto, la presente divulgación se refiere a proporcionar un dispositivo de diagnóstico de batería, un bloque de baterías, un sistema de baterías y un método de diagnóstico de batería usando una tensión de celda de cada una de una pluralidad de celdas de batería conectadas en serie como único parámetro para la detección de anomalías.

65 La presente divulgación se refiere además a proporcionar un dispositivo de diagnóstico de batería, un bloque de baterías, un sistema de baterías y un método de diagnóstico de batería para la detección de anomalías de celdas de batería, en los que se genera una matriz de observación, siendo la matriz de observación un conjunto de datos que

incluye una pluralidad de vectores de tensión de observación que indican un historial de tensión (serie temporal) de una tensión de celda de cada una de una pluralidad de celdas de batería observadas durante el mismo periodo, y un comportamiento anómalo de la tensión de celda de cada celda de batería se identifica basándose en el resultado de analizar la matriz de observación.

Estos y otros objetos y ventajas de la presente divulgación pueden entenderse mediante la siguiente descripción y resultarán evidentes a partir de las realizaciones de la presente divulgación. Además, se entenderá fácilmente que los objetos y las ventajas de la presente divulgación pueden realizarse mediante los medios expuestos en las reivindicaciones adjuntas y una combinación de los mismos.

**Solución técnica**

Un dispositivo de diagnóstico de batería según la presente invención incluye una memoria configurada para almacenar una matriz de observación que incluye una pluralidad de vectores de tensión de observación que indican una serie temporal de tensión de celda de cada una de una pluralidad de celdas de batería, y una unidad de control configurada para determinar una pluralidad de vectores de componentes principales, una pluralidad de valores singulares y una pluralidad de vectores de coeficientes a partir de la matriz de observación. Cada vector de coeficientes incluye una pluralidad de coeficientes correspondientes a la pluralidad de vectores de tensión de observación en una relación uno a uno. La unidad de control está configurada para, para cada vector de coeficientes, determinar un coeficiente no válido entre la pluralidad de coeficientes comparando la pluralidad de coeficientes incluidos en el vector de coeficientes correspondiente, y detectar una anomalía de la celda de batería correspondiente al coeficiente no válido entre la pluralidad de celdas de batería basándose en el vector de componentes principales correspondiente al vector de coeficientes correspondiente entre la pluralidad de vectores de componentes principales, el valor singular correspondiente al vector de coeficientes correspondiente entre la pluralidad de valores singulares y el coeficiente no válido.

La unidad de control puede estar configurada para determinar una primera submatriz, una segunda submatriz y una tercera submatriz aplicando un algoritmo de descomposición de matriz a la matriz de observación. La primera submatriz incluye la pluralidad de vectores de componentes principales como vectores columna. La segunda submatriz incluye la pluralidad de valores singulares como elementos de una diagonal principal. La tercera submatriz incluye la pluralidad de vectores de coeficientes como vectores fila.

La unidad de control puede estar configurada para determinar, como coeficiente no válido, el coeficiente del cual un valor absoluto de una diferencia entre el coeficiente y un promedio de la pluralidad de coeficientes entre la pluralidad de coeficientes es mayor que un primer valor de referencia.

La unidad de control puede estar configurada para determinar que el primer valor de referencia es igual a un valor obtenido multiplicando la desviación estándar de la pluralidad de coeficientes por un primer factor de escala.

La unidad de control puede estar configurada para, para cada vector de coeficientes, extraer un vector de tensiones parciales del vector de tensión de observación correspondiente al coeficiente no válido entre la pluralidad de vectores de tensión de observación multiplicando el vector de componentes principales correspondiente al vector de coeficientes correspondiente entre la pluralidad de vectores de componentes principales, el valor singular correspondiente al vector de coeficientes correspondiente entre la pluralidad de valores singulares y el coeficiente no válido, y detectar la celda de batería correspondiente al coeficiente no válido entre la pluralidad de celdas de batería como defectuosa cuando un valor de característica de tensión del vector de tensiones parciales es mayor que un segundo valor de referencia.

La unidad de control puede estar configurada para determinar que el valor de característica de tensión es igual a una diferencia entre la tensión parcial máxima y la tensión parcial mínima entre una pluralidad de tensiones parciales incluidas en el vector de tensiones parciales.

La unidad de control puede estar configurada para determinar que el segundo valor de referencia es igual a un valor obtenido multiplicando una resolución de tensión de un circuito de medición de tensión por un segundo factor de escala.

La unidad de control puede estar configurada para emitir un mensaje de fallo cuando la razón de un valor singular máximo con respecto a un valor singular mínimo entre la pluralidad de valores singulares es menor que un valor preestablecido.

Un bloque de baterías según otro aspecto de la presente invención incluye el dispositivo de diagnóstico de batería.

Un sistema de baterías según todavía otro aspecto de la presente invención incluye el bloque de baterías.

Un método de diagnóstico de batería según la presente invención incluye determinar una pluralidad de vectores de componentes principales, una pluralidad de valores singulares y una pluralidad de vectores de coeficientes a partir

de una matriz de observación que incluye una pluralidad de vectores de tensión de observación que indican una serie temporal de tensión de celda de cada una de una pluralidad de celdas de batería. Cada vector de coeficientes incluye una pluralidad de coeficientes correspondientes a la pluralidad de vectores de tensión de observación en una relación uno a uno. El método de diagnóstico de batería incluye además, para cada vector de coeficientes, determinar un coeficiente no válido entre la pluralidad de coeficientes comparando la pluralidad de coeficientes incluidos en el vector de coeficientes correspondiente, y detectar una anomalía de la celda de batería correspondiente al coeficiente no válido entre la pluralidad de celdas de batería basándose en el vector de componentes principales correspondiente al vector de coeficientes correspondiente entre la pluralidad de vectores de componentes principales, el valor singular correspondiente al vector de coeficientes correspondiente entre la pluralidad de valores singulares y el coeficiente no válido.

Determinar el coeficiente no válido entre la pluralidad de coeficientes puede incluir determinar, como coeficiente no válido, el coeficiente del cual un valor absoluto de una diferencia entre el coeficiente y un promedio de la pluralidad de coeficientes entre la pluralidad de coeficientes es mayor que un primer valor de referencia.

Detectar una anomalía de la celda de batería correspondiente al coeficiente no válido entre la pluralidad de celdas de batería puede incluir extraer un vector de tensiones parciales del vector de tensión de observación correspondiente al coeficiente no válido entre la pluralidad de vectores de tensión de observación multiplicando el vector de componentes principales correspondiente al vector de coeficientes correspondiente entre la pluralidad de vectores de componentes principales, el valor singular correspondiente al vector de coeficientes correspondiente entre la pluralidad de valores singulares y el coeficiente no válido, y detectar la celda de batería correspondiente al coeficiente no válido entre la pluralidad de celdas de batería como defectuosa cuando un valor de característica de tensión del vector de tensiones parciales es mayor que un segundo valor de referencia.

**Efectos ventajosos**

Según al menos una de las realizaciones de la presente divulgación, es posible reducir la cantidad, tiempo y potencia de cálculo requeridos para la detección de anomalías usando sólo la tensión de celda excepto la corriente o temperatura para detectar una anomalía de cada una de una pluralidad de celdas de batería conectadas en serie.

Además, según al menos una de las realizaciones de la presente divulgación, es posible mejorar la precisión de la detección de anomalías de celdas de batería generando una matriz de observación que es un conjunto de datos que incluye una pluralidad de vectores de tensión de observación que indican un historial de tensión (serie temporal) de una tensión de celda de cada una de una pluralidad de celdas de batería observadas durante el mismo periodo de tiempo, e identificar un comportamiento anómalo de la tensión de celda de cada celda de batería basándose en el resultado de analizar la matriz de observación.

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 de las reivindicaciones adjuntas.

**Descripción de los dibujos**

Los dibujos adjuntos ilustran una realización preferida de la presente divulgación, y junto con la descripción detallada de la presente divulgación descrita a continuación, sirven para proporcionar un entendimiento adicional de los aspectos técnicos de la presente divulgación y, por tanto, no debe considerarse que la presente divulgación se limita a los dibujos.

La figura 1 es un diagrama que muestra a modo de ejemplo una configuración de un sistema de baterías según la presente divulgación.

La figura 2 es un gráfico que muestra a modo de ejemplo un cambio en la tensión de celda de una celda de batería a lo largo del tiempo.

La figura 3 es un diagrama que se hace referencia para describir una matriz de observación a modo de ejemplo como conjunto de datos que indican un historial de tensión de la celda de batería mostrada en la figura 2.

La figura 4 es un gráfico que muestra a modo de ejemplo un vector de coeficientes.

La figura 5 es un diagrama que se hace referencia para describir una relación entre un coeficiente no válido y un vector de tensiones parciales.

La figura 6 es un diagrama de flujo que muestra a modo de ejemplo un método de diagnóstico de batería según una primera realización de la presente divulgación.

La figura 7 es un diagrama de flujo que muestra a modo de ejemplo un método de diagnóstico de batería según una segunda realización de la presente divulgación.

**Mejor modo**

5 A continuación en el presente documento, las realizaciones preferidas de la presente divulgación se describirán con detalle con referencia a los dibujos adjuntos. Antes de la descripción, debe entenderse que los términos o las expresiones usadas en la memoria descriptiva y las reivindicaciones no deben considerarse como limitados a los significados generales y de diccionario, sino que se interpretan basándose en los significados y conceptos correspondientes a los aspectos técnicos de la presente divulgación basándose en el principio de que se permite al inventor definir los términos de manera apropiada para la mejor explicación.

10 Por tanto, las realizaciones descritas en el presente documento y las ilustraciones mostradas en los dibujos son sólo una realización más preferida de la presente divulgación, pero no se pretende que describan completamente los aspectos técnicos de la presente divulgación, por lo que debe entenderse que podrían haberse realizado una variedad de modificaciones en la misma en el momento en que se presentó la solicitud.

15 Los términos que incluyen el número ordinal tal como "primero", "segundo" y similares, se usan para distinguir un elemento de otro entre diversos elementos, pero no se pretende que limiten los elementos por los términos.

20 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 indicados, pero no excluye la presencia o adición de uno o más elementos distintos. Adicionalmente, el término "unidad de control", tal como se usa en el presente documento, se refiere a una unidad de procesamiento de al menos una función u operación, y esto puede implementarse mediante hardware y software, ya sea solo o en combinación.

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

30 La figura 1 es un diagrama que muestra a modo de ejemplo una configuración de un sistema de baterías según la presente divulgación.

35 La figura 1 muestra un sistema de almacenamiento de energía como ejemplo del sistema 1 de baterías. Haciendo referencia a la figura 1, el sistema 1 de baterías incluye un bloque 10 de baterías y un conmutador 20. El sistema 1 de baterías puede incluir además al menos uno de un controlador 240 remoto o un sistema 30 de conversión de alimentación. El sistema 1 de baterías no se limita al sistema de almacenamiento de energía, y puede incluir cualquier sistema de baterías que tenga una función de carga y/o una función de descarga del bloque 10 de baterías proporcionada en el mismo, tal como un vehículo eléctrico o un equipo de ensayos de baterías.

40 El bloque 10 de baterías incluye un terminal positivo P+, un terminal negativo P-, un grupo 11 de celdas y un sistema 100 de gestión de baterías. El grupo 11 de celdas incluye una pluralidad de celdas de batería  $BC_1 \sim BC_n$  (n es un número natural de 2 o mayor) conectadas eléctricamente entre el terminal positivo P+ y el terminal negativo P-. La figura 1 muestra la pluralidad de celdas de batería  $BC_1 \sim BC_n$  conectadas en serie dentro del grupo 11 de celdas. A continuación en el presente documento, al proporcionar la descripción en común a la pluralidad de celdas de batería  $BC_1 \sim BC_n$ , el signo de referencia "BC" se usa para referirse a la celda de batería.

45 El terminal positivo y el terminal negativo de la celda de batería BC están acoplados eléctricamente a otra celda de batería BC a través de un conductor tal como una barra ómnibus. La celda de batería BC puede ser una celda de batería de iones de litio. La celda de batería BC no se limita a un tipo particular, y puede incluir cualquier tipo de celda de batería que pueda recargarse repetidamente.

50 El conmutador 20 está instalado en una línea de alimentación PL para el bloque 10 de baterías. Mientras que el conmutador 20 está encendida, la transferencia de alimentación desde uno cualquier del bloque 10 de baterías o el sistema 30 de conversión de alimentación al otro es posible. El conmutador 20 puede estar implementado como al menos uno de dispositivos de conmutación bien conocidos tales como un relé y un transistor de efecto campo (FET).

55 El sistema 30 de conversión de alimentación está acoplado operativamente a al menos uno del sistema 100 de gestión de baterías o el controlador 240 remoto. Acoplado operativamente se refiere a conectado directamente/indirectamente para transmitir y recibir una señal en una o dos direcciones. El sistema 30 de conversión de alimentación puede producir la alimentación de corriente continua para la carga del grupo 11 de celdas a partir de la alimentación de corriente alterna suministrada por una red 40 eléctrica. El sistema 30 de conversión de alimentación puede producir la alimentación de corriente alterna a partir de la alimentación de corriente continua del bloque 10 de baterías.

65 El sistema 100 de gestión de baterías puede incluir un circuito 110 de medición de tensión y un controlador 140 de batería. El sistema 100 de gestión de baterías puede incluir además al menos uno de un sensor 120 de corriente, un sensor 130 de temperatura o una unidad 150 de interfaz. La unidad 150 de interfaz puede incluirse en el controlador

140 de batería.

5 El circuito 110 de medición de tensión se proporciona para ser eléctricamente conectable al terminal positivo y al terminal negativo de la celda de batería BC. El circuito 110 de medición de tensión puede medir una tensión de celda o una tensión a través de la celda de batería BC, y emitir una señal que indica la tensión de celda medida al controlador 140 de batería.

10 El sensor 120 de corriente está conectado eléctricamente en serie al grupo 11 de celdas a través de la línea de alimentación PL. Por ejemplo, una resistencia de derivación o un dispositivo de efecto Hall puede usarse como sensor 120 de corriente. El sensor 120 de corriente puede medir una corriente que fluye a través del grupo 11 de celdas, y emitir una señal que indica la corriente medida al controlador 140 de batería.

15 El sensor 130 de temperatura está dispuesto dentro de un intervalo de distancia predeterminado desde el grupo 11 de celdas. Por ejemplo, puede usarse un termopar como sensor 130 de temperatura. El sensor 130 de temperatura puede medir una temperatura del grupo 11 de celdas, y emitir una señal que indica la temperatura medida al controlador 140 de batería.

20 El controlador 140 de batería está acoplado operativamente al circuito 110 de medición de tensión, el sensor 120 de corriente, el sensor 130 de temperatura y/o la unidad 150 de interfaz. Al menos uno del controlador 140 de batería o el controlador 240 remoto puede controlar el encendido/apagado del conmutador 20 según el resultado del diagnóstico para el grupo 11 de celdas.

25 La unidad 150 de interfaz puede estar acoplada al controlador 240 remoto del sistema 1 de baterías para permitir la comunicación. La unidad 150 de interfaz puede transmitir una señal desde el controlador 240 remoto hasta el controlador 140 de batería, y una señal desde el controlador 140 de batería hasta el controlador 240 remoto. La señal desde el controlador 140 de batería puede incluir información para notificar una anomalía de la celda de batería BC. La comunicación entre la unidad 150 de interfaz y el controlador 240 remoto puede usar, por ejemplo, una red por cable tal como una red de área local (LAN), una red de área de controlador (CAN) y una cadena tipo margarita y/o una red inalámbrica tal como Bluetooth, Zigbee y Wi-Fi. La unidad 150 de interfaz puede incluir un dispositivo de salida (por ejemplo, una pantalla, un altavoz) para proporcionar la información recibida desde el controlador 140 de batería y/o el controlador 240 remoto en un formato reconocible. El controlador 240 remoto puede controlar al menos uno del bloque 10 de baterías, el conmutador 20 o el sistema 30 de conversión de alimentación basándose en la información de celda (por ejemplo, tensión de celda, corriente, temperatura, SOC, anomalía de la celda de batería BC) recogida a través de la comunicación con el sistema 100 de gestión de baterías.

35 El controlador 140 de batería incluye una memoria 141 y una unidad 142 de control. El controlador 240 remoto puede incluir una memoria 241 y una unidad 242 de control. El controlador 240 remoto puede incluir además un circuito 243 de comunicación. El controlador 240 remoto puede implementarse en forma de un servidor en la nube o un dispositivo de diagnóstico móvil. El circuito 243 de comunicación es para comunicación por cable/inalámbrica con el sistema 100 de gestión de baterías.

45 Cada una de la unidad 142 de control y la unidad 242 de control puede implementarse en hardware usando al menos uno de circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales (DSPD), dispositivos lógicos programables (PLD), matrices de puertas programable en campo (FPGA), microprocesadores o unidades eléctricas para realizar las otras funciones.

50 Al menos una de una memoria 141 o la memoria 142 puede almacenar previamente programas y datos necesarios para realizar el método de diagnóstico de baterías (procedimientos de diagnóstico) según las realizaciones tal como se describe a continuación. Cada una de la memoria 141 y la memoria 142 puede incluir, por ejemplo, al menos un tipo de medio de almacenamiento de tipo memoria flash, de tipo disco duro, de tipo disco de estado sólido (SSD), de tipo unidad de disco de silicio (SDD), de tipo microtarjeta multimedia, memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria estática de acceso aleatorio (SRAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria de solo lectura programable y borrrable eléctricamente (EEPROM) o memoria de solo lectura programable (PROM). Al menos una de la memoria 141 o la memoria 142 puede grabar datos y algoritmos requeridos para detectar una anomalía de la batería BC realizando los siguientes procedimientos de diagnóstico (figuras 2 a 6). La memoria 141 y la unidad 142 de control pueden integrarse en un único chip. La memoria 241 y la unidad 242 de control pueden integrarse en un único chip.

60 El controlador 140 de batería es un ejemplo de un dispositivo de diagnóstico de batería según la presente divulgación, y el controlador 240 remoto es otro ejemplo de un dispositivo de diagnóstico de batería según la presente divulgación. Es decir, los procedimientos de diagnóstico descritos a continuación con referencia a las figuras 2 a 7 se realizan mediante al menos uno del controlador 140 de batería o el controlador 240 remoto proporcionado como dispositivo de diagnóstico de batería.

65 El dispositivo de diagnóstico de batería según la presente divulgación puede realizar los procedimientos de diagnóstico (véanse las figuras 6 y 7) para detectar una anomalía de la pluralidad de celdas de batería BC<sub>1</sub>~BC<sub>n</sub>. Los procedimientos de diagnóstico pueden basarse en datos de tensión (véase X<sub>1</sub>~X<sub>n</sub> en la figura 2) adquiridos durante

un periodo especificado (por ejemplo, un tiempo predeterminado en el pasado) durante el cual el grupo 11 de celdas se mantiene en un estado posible de diagnóstico predeterminado (por ejemplo, reposo, carga de corriente constante, carga de tensión constante, descarga de corriente constante). La siguiente descripción se realizará bajo la suposición de que el controlador 140 de batería se proporciona como dispositivo de diagnóstico de batería.

La figura 2 es un gráfico que muestra a modo de ejemplo un cambio en la tensión de celda de la celda de batería a lo largo del tiempo, y la figura 3 es un diagrama que se hace referencia para describir una matriz de observación a modo de ejemplo como conjunto de datos que indica un historial de tensión de la celda de batería mostrado en la figura 2.

La unidad 142 de control puede determinar un valor de tensión de la tensión de celda de cada una de la pluralidad de celdas de batería  $BC_1 \sim BC_n$  en un intervalo de tiempo predeterminado basándose en la señal de tensión del circuito 110 de medición de tensión, y grabar el valor de tensión determinado en la memoria 141. El tiempo preestablecido puede ser igual a una longitud de tiempo de un periodo para la detección de anomalías tal como se describe a continuación.

La unidad 142 de control determina una matriz de observación  $X$  que incluye una pluralidad de vectores de tensión de observación  $X_1 \sim X_n$  a lo largo del periodo especificado  $\Delta t$  para el tiempo predeterminado en el pasado. Puede usarse una ventana 200 móvil para determinar la matriz de observación  $X$ . Por ejemplo, la pluralidad de vectores de tensión de observación  $X_1 \sim X_n$  indica un cambio dependiente del tiempo en la tensión de celda de cada una de la pluralidad de celdas de batería  $BC_1 \sim BC_n$  medida en el intervalo de tiempo preestablecido dentro de la ventana 200 móvil. La ventana 200 móvil se usa para establecer el periodo  $\Delta t$  durante el cual la pluralidad de vectores de tensión de observación  $X_1 \sim X_n$  se obtiene con el movimiento de la ventana 200 móvil por el intervalo de tiempo preestablecido en el intervalo de tiempo preestablecido. El tamaño  $\Delta t$  de la ventana 200 móvil puede ser preestablecido o ajustable mediante la unidad 142 de control.

La tensión de celda de la celda de batería  $BC$  puede medirse mediante el circuito 110 de medición de tensión múltiples veces (por ejemplo, un total de  $m$ ,  $m$  es un número natural de 2 o mayor) en serie temporal, y las tensiones de celda medidas pueden grabarse en la memoria 141 mediante la unidad 142 de control. Por ejemplo, cuando el tamaño de la ventana 200 móvil = 200 s y el tiempo preestablecido = 1 s,  $m=200$  y, por tanto, la tensión de celda de la celda de batería  $BC$  se mide 200 veces dentro de la ventana 200 móvil.

Haciendo referencia a la figura 2, una curva 210 indica a modo de ejemplo un cambio dependiente del tiempo en la tensión de celda de la  $k$ -ésima celda de batería  $BC_k$  entre la pluralidad de celdas de batería  $BC_1 \sim BC_n$ . El estado anómalo puede ser un estado que desencadena un comportamiento anómalo de la tensión de celda, por ejemplo, un cortocircuito interno. En la figura 2,  $t_1$  y  $t_m$  son el tiempo de inicio y el tiempo de fin del periodo especificado  $\Delta t$ , respectivamente, y  $t_i$  es un punto de tiempo correspondiente a un índice de tiempo  $i$  dentro del periodo especificado  $\Delta t$ . En la  $k$ -ésima celda de batería  $BC_k$ ,  $k$  es un número natural de  $n$  o menor, y puede indicar un índice de celda usado para distinguir la pluralidad de celdas de batería  $BC_1 \sim BC_n$ .

A continuación en el presente documento, la operación de detección de anomalías según la presente divulgación se describirá basándose en la  $k$ -ésima celda de batería  $BC_k$ . La descripción de la  $k$ -ésima celda de batería  $BC_k$  puede aplicarse en común a las celdas de batería  $BC$  restantes de la pluralidad de celdas de batería  $BC_1 \sim BC_n$ .

Haciendo referencia a la figura 3, la matriz de observación  $X$  es una matriz  $m \times n$  que incluye  $m$  filas y  $n$  columnas. A continuación en el presente documento, por comodidad de la descripción, se supone que  $m$  es un número natural que es mayor que  $n$ ,  $i$  es un número natural de 1 o mayor y  $m$  o menor,  $j$  es un número natural de 1 o mayor y  $n$  o menor, y  $k$  es un número natural de menos de  $n$ .

Los  $n$  vectores columna de la matriz de observación  $X$  pueden corresponder a la pluralidad de vectores de tensión de observación  $X_1 \sim X_n$  en una relación uno a uno. Es decir, cada uno de la pluralidad de vectores de tensión de observación  $X_1 \sim X_n$  es un vector columna de la matriz de observación  $X$ , e incluye  $m$  elementos (las tensiones de celda medidas). El  $k$ -ésimo vector de tensión de observación  $X_k$  es un alineamiento de serie temporal de la tensión de celda de la  $k$ -ésima celda de batería  $BC_k$  medida  $m$  veces, es decir, una serie temporal (conjunto) de las tensiones de celda medidas  $x_{1k} \sim x_{mk}$  de la  $k$ -ésima celda de batería  $BC_k$ . El  $k$ -ésimo vector de tensión de observación  $X_k$  puede ser el  $k$ -ésimo vector columna de la matriz de observación  $X$ . Haciendo referencia a la figura 2, en la matriz de observación  $X$ , " $x_{ik}$ " es un elemento (denominado "datos" o "componente") que indica la  $i$ -ésima tensión de celda medida entre las tensiones de celda de la  $k$ -ésima celda de batería  $BC_j$  medida un total de  $m$  veces dentro del periodo específico  $\Delta t$ .

La unidad 142 de control puede extraer una primera submatriz  $A$ , una segunda submatriz  $B$  y una tercera submatriz  $C^T$  a partir de la matriz de observación  $X$  aplicando una descomposición de matriz a la matriz de observación  $X$ . Es decir, la matriz de observación  $X$  puede descomponerse en la primera submatriz  $A$ , la segunda submatriz  $B$  y la tercera submatriz  $C^T$ . Un algoritmo usado en la descomposición de matriz puede incluir, por ejemplo, descomposición de valores singulares (SVD) y análisis de componentes principales (PCA). En la memoria

descriptiva, el superíndice “T” en el lado derecho de la matriz indica una matriz traspuesta. Tal como se muestra, el producto de multiplicar la primera submatriz A, la segunda submatriz B y la tercera submatriz  $C^T$  es igual a la matriz de observación X.

5 La primera submatriz A es una matriz  $m \times m$ . La segunda submatriz B es una matriz  $m \times n$ . La tercera submatriz  $C^T$  es una matriz  $n \times n$ .

10 La primera submatriz A es una matriz ortogonal, e incluye una pluralidad de vectores de componentes principales  $A_1 \sim A_m$ . Cada vector de componentes principales de la pluralidad de vectores de componentes principales  $A_1 \sim A_m$  puede denominarse “vector singular izquierdo”. Cada vector de componentes principales incluye m elementos, y puede ser un vector columna de la primera submatriz A. Es decir, la primera submatriz A puede expresarse de la siguiente manera.

15 
$$A = [A_1 \ A_2 \ \dots \ A_m]$$

$$A_i = [a_{1i} \ a_{2i} \ \dots \ a_{mi}]^T$$

20 Entre la pluralidad de vectores de componentes principales  $A_1 \sim A_m$ , los vectores de componentes principales  $A_1 \sim A_j$  indican información de varianza de la matriz de observación X. El j-ésimo vector de componentes principales  $A_j$  corresponde a una dirección axial en la que la varianza de los elementos de la matriz de observación X es el j-ésimo más grande. Es decir, cuando los elementos de la matriz de observación X se mapean en el eje de cada uno de la pluralidad de vectores de componentes principales  $A_1 \sim A_m$  una vez, la varianza de los elementos de la matriz de observación X a lo largo del eje del j-ésimo vector de componentes principales  $A_j$  puede ser el j-ésimo más grande.

25 Ya que la varianza del j-ésimo vector de componentes principales  $A_j$  es mayor, indica que el j-ésimo vector de componentes principales  $A_j$  tiene un factor descriptivo mayor para una distribución de elementos de la matriz de observación X. A medida que aumenta el factor descriptivo del j-ésimo vector de componentes principales  $A_j$ , el j-ésimo vector de componentes principales  $A_j$  contiene una cantidad mayor de información asociada con las características de comportamiento de tensión comunes (por ejemplo, una tendencia de comportamiento de tensión normal) de la pluralidad de celdas de batería  $BC_1 \sim BC_n$  dentro de la ventana 200 móvil. Por el contrario, ya que la varianza del j-ésimo vector de componentes principales  $A_j$  es menor, el factor descriptivo del j-ésimo vector de componentes principales  $A_j$  es menor, es decir, el j-ésimo vector de componentes principales  $A_j$  contiene una cantidad mayor de información asociada con características con ruido (por ejemplo, estado anómalo).

35 La segunda submatriz B es una matriz diagonal, e incluye una pluralidad de valores singulares  $b_{11} \sim b_{nn}$  como elementos de una diagonal principal. Es decir, la segunda submatriz B puede expresarse de la siguiente manera.

$$B = [B_1 \ B_2 \ \dots \ B_n]$$

40 
$$B_j = [b_{1j} \ b_{2j} \ \dots \ b_{mj}]^T$$

Donde  $i \neq j$ ,  $b_{ij}$  es 0.  $b_{jj}$  es el j-ésimo valor singular.

45 Es decir, entre el total de  $m \times n$  elementos de la segunda submatriz B, los elementos restantes excepto n elementos  $b_{11} \sim b_{nn}$  de la diagonal principal son todos 0. Por consiguiente, entre la pluralidad de vectores de componentes principales  $A_1 \sim A_m$ , los vectores de componentes principales  $A_{n+1} \sim A_m$  pueden ser redundantes en la descripción de la información de varianza del vector de observación X.

50 La pluralidad de valores singulares  $b_{11} \sim b_{nn}$  puede satisfacer la siguiente relación.  $b_{11} \geq b_{22} \geq \dots \geq b_{nn} \geq 0$ . La pluralidad de valores singulares  $b_{11} \sim b_{nn}$  pueden denominarse el primero al n-ésimo valores singulares en orden descendente de tamaño, y  $b_{jj}$  puede ser el j-ésimo valor singular más grande entre la pluralidad de valores singulares  $b_{11} \sim b_{nn}$ .

55 La pluralidad de valores singulares  $b_{11} \sim b_{nn}$  indica la información de factor descriptivo de la pluralidad de vectores de componentes principales  $A_1 \sim A_n$ . El valor singular  $b_{jj}$  de la segunda submatriz B indica el factor descriptivo del j-ésimo vector de componentes principales  $A_j$ .

60 La tercera submatriz  $C^T$  es una matriz ortogonal e incluye una pluralidad de vectores de coeficientes  $C_1^T \sim C_n^T$ . Cada vector de coeficientes de la pluralidad de vectores de coeficientes  $C_1^T \sim C_n^T$  puede denominarse “vector singular derecho”. Cada vector de coeficientes incluye n componentes, y puede ser un vector fila de la tercera submatriz  $C^T$ . La tercera submatriz  $C^T$  puede expresarse de la siguiente manera.

$$C^T = [C_1 \ C_2 \ \dots \ C_n]^T = [C_1^T ; C_2^T ; \dots ; C_n^T]$$

$$C_j^T = [c_{j1} \ c_{j2} \ \dots \ c_{jn}]$$

La pluralidad de vectores de coeficientes  $C_1^T \sim C_n^T$  indica la información de dependencia de la pluralidad de vectores de tensión de observación  $X_1 \sim X_n$  en la pluralidad de vectores de componentes principales  $A_1 \sim A_n$ . Específicamente, cuánto de cada uno de la pluralidad de vectores de tensión de observación  $X_1 \sim X_n$  se ve afectado por el j-ésimo vector de componentes principales  $A_j$  se establece por el j-ésimo vector de coeficientes  $C_j^T$ . El j-ésimo vector de coeficientes  $C_j^T$  incluye una pluralidad de coeficientes  $c_{j1} \sim c_{jn}$  correspondientes a del primero al n-ésimo vectores de tensión de observación  $X_1 \sim X_n$  en una relación uno a uno. Por ejemplo,  $c_{jk}$  del j-ésimo vector de coeficientes  $C_j^T$  indica la influencia del j-ésimo vector de componentes principales  $A_j$  sobre el k-ésimo vector de tensión de observación  $X_k$ .

El primero al n-ésimo vectores de componentes principales  $A_1 \sim A_n$ , el primero al n-ésimo valores singulares  $b_{11} \sim b_{nn}$  y el primero al n-ésimo vectores de coeficientes  $C_1^T \sim C_n^T$  pueden corresponderse entre sí en una relación uno a uno.

La matriz de observación  $X$  es igual a la multiplicación de la primera submatriz  $A$ , la segunda submatriz  $B$  y la tercera submatriz  $C^T$ , y puede satisfacer la relación mediante la siguiente ecuación 1.

<Ecuación 1>

$$X = [X_1 \ X_2 \ \dots \ X_n] = \sum_{j=1}^n (b_{jj} \times A_j \times C_j^T)$$

En la ecuación 1,  $A_j$  se trata como una matriz ( $m \times 1$ ), y  $C_j^T$  se trata como una matriz ( $1 \times n$ ).

Haciendo referencia a la ecuación 1, el k-ésimo vector de tensión de observación  $X_k$  es igual a la suma del primero al n-ésimo vectores de tensiones parciales que dependen del primero al n-ésimo vectores de componentes principales  $A_1 \sim A_n$  en una relación uno a uno, y puede satisfacer la relación mediante la siguiente ecuación 2.

<Ecuación 1>

$$X_k = \sum_{j=1}^n (b_{jj} \times A_j \times c_{jk}) = \sum_{j=1}^n Y_{kj}$$

En la ecuación 2,  $Y_{kj} = (b_{jj} \times A_j \times c_{jk})$  es el j-ésimo vector de tensiones parciales del k-ésimo vector de tensión de observación  $X_k$ . El j-ésimo vector de tensiones parciales  $Y_{kj}$  del k-ésimo vector de tensión de observación  $X_k$  es una componente de tensión del k-ésimo vector de tensión de observación  $X_k$  que depende del j-ésimo vector de componentes principales  $A_j$ , y puede ser igual a la multiplicación del j-ésimo vector de componentes principales  $A_j$ , el j-ésimo valor singular  $b_{jj}$  y el coeficiente  $c_{jk}$ . Es decir, el j-ésimo vector de tensiones parciales  $Y_{kj}$  puede ser el resultado de la recuperación (aproximación) del k-ésimo vector de tensión de observación  $X_k$  usando sólo el j-ésimo vector de componentes principales  $A_j$  entre el primero al n-ésimo vectores de componentes principales  $A_1 \sim A_n$ . Por consiguiente, el j-ésimo vector de tensiones parciales  $Y_{kj}$  tiene  $m$  elementos correspondientes a  $m$  elementos del k-ésimo vector de tensión de observación  $X_k$  en una relación uno a uno. El elemento de cada vector de tensiones parciales puede denominarse "tensión parcial (o tensión de aproximación)", y el vector de tensiones parciales puede denominarse "vector de tensión de recuperación".

La unidad 142 de control puede calcular una razón de un valor singular máximo  $b_{11}$  con respecto a un valor singular mínimo  $b_{nn}$  entre el primero al n-ésimo valores singulares  $b_{11} \sim b_{nn}$  antes de detectar una anomalía de la primera a la n-ésima celdas de batería  $BC_1 \sim BC_n$  basándose en el primero al n-ésimo vectores de componentes principales  $A_1 \sim A_n$ , el primero al n-ésimo valores singulares  $b_{11} \sim b_{nn}$  y el primero al n-ésimo vectores de coeficientes  $C_1^T \sim C_n^T$ . Cuando la razón del valor singular máximo  $b_{11}$  con respecto al valor singular mínimo  $b_{nn}$  es menor que una razón preestablecida (por ejemplo, 200 %), la unidad 142 de control puede emitir un mensaje de fallo que indica la detección de anomalías desactivada de la celda de batería BC. La detección de anomalías desactivada es una situación en la que no hay una diferencia explícita en el factor descriptivo entre la pluralidad de vectores de componentes principales  $A_1 \sim A_n$ . Es decir, en la situación de detección de anomalías desactivada, ninguno de la pluralidad de vectores de componentes principales  $A_1 \sim A_n$  incluye suficientemente información asociada con las características de comportamiento de tensión comunes de la pluralidad de celdas de batería  $BC_1 \sim BC_n$ . La causa de la detección de anomalías desactivada puede ser, por ejemplo, una avería del circuito 110 de medición de tensión o una anomalía en el número de celdas de batería BC que superan una razón predeterminada (por ejemplo, 50 %) entre la primera a la n-ésima celdas de batería  $BC_1 \sim BC_n$ .

5 Cuando la razón del valor máximo  $b_{11}$  con respecto al valor mínimo  $b_{nn}$  es menor que la razón preestablecida, la unidad 142 de control puede aumentar el tamaño de la ventana 200 móvil en un tiempo predeterminado en el siguiente ciclo. El motivo de aumentar el tamaño de la ventana 200 móvil es reflejar suficientemente las características de comportamiento de tensión comunes de la pluralidad de celdas de batería  $BC_1 \sim BC_n$  en los vectores de observación  $X$ .

10 La figura 4 es un gráfico que muestra a modo de ejemplo el vector de coeficientes. En la figura 4, el eje horizontal indica el índice de celda correspondiente a cada coeficiente del  $j$ -ésimo vector de coeficientes  $C_j^T$ , y el eje vertical indica el tamaño de cada coeficiente. Por ejemplo, el índice de celda=1 corresponde a la primera celda de batería  $BC_1$ .

15 La unidad 142 de control determina si hay un coeficiente no válido en el primero al  $n$ -ésimo coeficientes  $c_{j1} \sim c_{jn}$  incluidos en el  $j$ -ésimo vector de coeficientes  $C_j^T$  comparando el primero al  $n$ -ésimo coeficientes  $c_{j1} \sim c_{jn}$ . El coeficiente no válido del  $j$ -ésimo vector de coeficientes  $C_j^T$  indica el grado de comportamiento de tensión anómalo mediante el  $j$ -ésimo vector de componentes principales  $A_j$  reflejado en el historial de tensión de la celda de batería específica correspondiente al coeficiente no válido correspondiente. Los coeficientes restantes excepto el coeficiente no válido pueden ser un coeficiente válido.

20 Haciendo referencia a la figura 4, la unidad 142 de control puede determinar un promedio  $c_{j\_prom}$  y una desviación estándar del primero al  $n$ -ésimo coeficientes  $c_{j1} \sim c_{jn}$  incluidos en el  $j$ -ésimo vector de coeficientes  $C_j^T$ . La unidad 142 de control puede determinar un primer valor de referencia  $R_{j1}$  basándose en la desviación estándar del primero al  $n$ -ésimo coeficientes  $c_{j1} \sim c_{jn}$ . Por ejemplo, la unidad 142 de control puede determinar que el primer valor de referencia  $R_{j1}$  es igual a la multiplicación de la desviación estándar y un primer factor de escala. El primer factor de escala puede grabarse previamente en la memoria 141.

25 La unidad 142 de control puede determinar cada coeficiente que tiene un valor absoluto de diferencia entre el coeficiente y el promedio  $c_{j\_prom}$  mayor que el primer valor de referencia  $R_{j1}$  entre el primero al  $n$ -ésimo coeficientes  $c_{j1} \sim c_{jn}$  como coeficiente no válido del  $j$ -ésimo vector de coeficientes  $C_j^T$ . La figura 4 muestra que el coeficiente  $c_{jk}$  es menor que el promedio  $c_{j\_prom}$  en más del primer valor de referencia  $R_{j1}$ . Por consiguiente, la unidad 142 de control puede determinar el coeficiente  $c_{jk}$  como el coeficiente no válido del  $j$ -ésimo vector de coeficientes  $C_j^T$ .

30 La figura 5 es un diagrama que se hace referencia para describir la relación entre el coeficiente no válido y el vector de tensiones parciales. La figura 5 es un gráfico que muestra a modo de ejemplo el  $j$ -ésimo vector de tensiones parciales  $Y_{kj}$  del  $k$ -ésimo vector de tensión de observación  $X_k$  correspondiente al coeficiente no válido  $c_{jk}$  de la figura 4. De la misma manera que el  $k$ -ésimo vector de tensión de observación  $X_k$ , el  $j$ -ésimo vector de tensiones parciales  $Y_{kj}$  es una matriz ( $m \times 1$ ). En la figura 5, el eje horizontal indica el índice de tiempo dentro de la ventana 200 móvil, y el eje vertical indica la tensión parcial.

35 Haciendo referencia a la figura 5, la unidad 142 de control puede determinar un valor de característica de tensión del vector de tensiones parciales  $Y_{kj}$  basándose en las  $m$  tensiones parciales incluidas en el vector de tensiones parciales  $Y_{kj}$ . El valor de característica de tensión puede ser un parámetro que indica la influencia (tasa de ocupación) del vector de tensiones parciales  $Y_{kj}$  sobre el  $k$ -ésimo vector de tensión de observación  $X_k$ . Dentro de la ventana 200 móvil, una gran tasa y/o pendiente del cambio de tensión presentado por el vector de tensiones parciales  $Y_{kj}$  puede indicar que el comportamiento de tensión anómalo asociado con el coeficiente no válido  $c_{jk}$  se refleja en gran medida en el  $k$ -ésimo vector de tensión de observación  $X_k$ . Por ejemplo, la unidad 142 de control puede determinar que el valor de característica de tensión es igual a una diferencia  $\Delta y_{kj}$  entre la tensión parcial máxima  $y_{ki\_m\acute{a}x}$  y la tensión parcial mínima  $y_{ki\_m\acute{i}n}$  entre las  $m$  tensiones parciales del vector de tensiones parciales  $Y_{kj}$ . Alternativamente, la unidad 142 de control puede determinar que el valor de característica de tensión es igual a una pendiente entre la tensión parcial máxima  $y_{ki\_m\acute{a}x}$  y la tensión parcial mínima  $y_{ki\_m\acute{i}n}$ .

40 Cuando el valor de característica de tensión del vector de tensiones parciales  $Y_{kj}$  es mayor que el segundo valor de referencia, la unidad 142 de control puede detectar la  $k$ -ésima celda de batería  $BC_k$  correspondiente al coeficiente no válido  $c_{jk}$  como defectuosa. La unidad 142 de control puede determinar el segundo valor de referencia basándose en la resolución de tensión del circuito 110 de medición de tensión. Por ejemplo, la unidad 142 de control puede determinar que el segundo valor de referencia es igual a la multiplicación de la resolución de tensión y un segundo factor de escala. El segundo factor de escala puede grabarse previamente en la memoria. Alternativamente, el segundo valor de referencia puede preestablecerse, por ejemplo, 10,0 mV, considerando la resolución de tensión. El segundo valor de referencia es para impedir la posibilidad de que una celda de batería normal se detecte de manera errónea como una celda de batería defectuosa debido a un error de medición de la tensión de celda medida por el circuito 110 de medición de tensión. Cuando el valor de característica de tensión  $\Delta y_{kj}$  es mayor que el segundo valor de referencia, puede determinarse que la  $k$ -ésima celda de batería  $BC_k$  es defectuosa.

45 La figura 6 es un diagrama de flujo que muestra a modo de ejemplo un método de diagnóstico de batería según una primera realización de la presente divulgación. El método de la figura 6 puede repetirse en un intervalo de tiempo preestablecido.

Haciendo referencia a las figuras 1 a 6, en la etapa S610, la unidad 142 de control determina una matriz de observación  $X$  que incluye una pluralidad de vectores de tensión de observación  $X_1 \sim X_n$  correspondientes a una pluralidad de celdas de batería  $BC_1 \sim BC_n$  en una relación uno a uno. La pluralidad de vectores de tensión de observación  $X_1 \sim X_n$  indica una serie temporal de tensión de celda de cada una de la pluralidad de celdas de batería  $BC_1 \sim BC_n$  medida múltiples veces  $m$  en una serie temporal dentro de la ventana 200 móvil.

En la etapa S620, la unidad 142 de control determina una pluralidad de vectores de componentes principales  $A_1 \sim A_n$ , una pluralidad de valores singulares  $b_{11} \sim b_{nn}$  y una pluralidad de vectores de coeficientes  $C_1^T \sim C_n^T$  a partir de la matriz de observación  $X$  (véase la ecuación 1).

Las etapas S630 a S670 pueden realizarse una vez para al menos uno de la pluralidad de vectores de coeficientes  $C_1^T \sim C_n^T$ . Por ejemplo, las etapas S630 a S670 pueden realizarse en un número predeterminado de vectores de coeficientes correspondientes a un número predeterminado de valores singulares entre la pluralidad de valores singulares  $b_{11} \sim b_{nn}$  en un orden ascendente. En otro ejemplo, las etapas S630 a S670 pueden realizarse en el vector de coeficientes correspondiente a cada valor singular del cual una razón con respecto a la suma de la pluralidad de valores singulares  $b_{11} \sim b_{nn}$  es igual o inferior a un valor predeterminado.

En la etapa S630, la unidad 142 de control determina un primer valor de referencia  $R_{j1}$  comparando una pluralidad de coeficientes  $c_{j1} \sim c_{jn}$  del vector de coeficientes  $C_j^T$ . Alternativamente, el primer valor de referencia  $R_{j1}$  puede ser una constante preestablecida y, en este caso, puede omitirse la etapa S630.

En la etapa S640, la unidad 142 de control determina si al menos uno de la pluralidad de coeficientes  $c_{j1} \sim c_{jn}$  es mayor que el primer valor de referencia  $R_{j1}$ . Cuando el valor de la etapa S640 es "No", el método puede finalizar. Cuando el valor de la etapa S640 es "Sí", el método realiza la etapa S650.

En la etapa S650, la unidad 142 de control determina el coeficiente  $c_{jk}$  mayor que el primer valor de referencia  $R_{j1}$  entre la pluralidad de coeficientes  $c_{j1} \sim c_{jn}$  como un coeficiente no válido del vector de coeficientes  $C_j^T$ .

En la etapa S660, la unidad 142 de control extrae un vector de tensiones parciales  $Y_{kj}$  del vector de tensión de observación  $X_k$  correspondiente al coeficiente no válido  $c_{jk}$  basándose en el vector de componentes principales  $A_j$ , el valor singular  $b_{jj}$  y el coeficiente no válido  $c_{jk}$  (véase la ecuación 2).

En la etapa S670, la unidad 142 de control determina un valor de característica de tensión  $\Delta y_{kj}$  del vector de tensiones parciales  $Y_{kj}$ .

En la etapa S680, la unidad 142 de control determina si el valor de característica de tensión  $\Delta y_{kj}$  es mayor que un segundo valor de referencia. Cuando el valor de la etapa S680 es "No", el método puede finalizar. Que el valor de la etapa S680 sea "Sí" indica que la celda de batería  $BC_k$  correspondiente al coeficiente no válido  $c_{jk}$  se detecta como defectuosa. Cuando el valor de la etapa S680 es "Sí", el método realiza la etapa S690.

En la etapa S690, la unidad 142 de control activa una operación de protección predeterminada. Por ejemplo, la unidad 142 de control enciende el conmutador 20. En otro ejemplo, la unidad 142 de control emite un mensaje de diagnóstico que indica información (por ejemplo, el índice de celda) de la celda de batería  $BC_k$  detectada como defectuosa. El mensaje de diagnóstico puede transmitirse y recibirse entre el controlador 140 de batería y el controlador 240 remoto a través de la unidad 150 de interfaz. La unidad 150 de interfaz puede emitir información visual y/o audible correspondiente al mensaje de diagnóstico.

La figura 7 es un diagrama de flujo que muestra a modo de ejemplo un método de diagnóstico de batería según una segunda realización de la presente divulgación. El método de la figura 7 puede repetirse en un intervalo de tiempo preestablecido.

En el método de la figura 7, las etapas S710 a S790 son iguales a las etapas S610 a S690 de la figura 6, y se omite la descripción repetida.

El método de la figura 7 que incluye además las etapas S722 y S724 es diferente del método de la figura 6.

En la etapa S722, la unidad 142 de control determina si una razón máxima de la pluralidad de valores singulares  $b_{11} \sim b_{nn}$  es igual o superior a una razón preestablecida. La razón máxima es la razón de un valor máximo  $b_{11}$  con respecto a un valor mínimo  $b_{nn}$  entre la pluralidad de valores singulares  $b_{11} \sim b_{nn}$ . Que el valor de la etapa S722 sea "No" indica que no hay ningún vector de componentes principales que tenga un factor descriptivo suficientemente grande que los vectores de componentes principales restantes entre la pluralidad de vectores de componentes principales  $A_1 \sim A_n$ . Cuando el valor de la etapa S722 es "No", el método realiza la etapa S724. Cuando el valor de la etapa S722 es "Sí", el método realiza la etapa S730.

65

En la etapa S724, la unidad 142 de control emite un mensaje de fallo. El mensaje de fallo indica una detección de anomalías desactivada. El mensaje de fallo puede transmitirse y recibirse entre el controlador 140 de batería y el controlador 240 remoto a través de la unidad 150 de interfaz. La unidad 150 de interfaz puede emitir información visual y/o audible correspondiente al mensaje de fallo.

5 Aunque la descripción realizada anteriormente con referencia a las figuras 2 a 7 se realiza bajo la suposición de que el controlador 140 de batería se proporciona como dispositivo de diagnóstico de batería, en lugar del controlador 140 de batería, el controlador 240 remoto puede actuar como dispositivo de diagnóstico de batería. Es decir, la descripción de cada una de la unidad 142 de control y la memoria 141 puede ser común a la unidad 242 de control y la memoria 241. Cuando el controlador 240 remoto se proporciona como dispositivo de diagnóstico de batería, el sistema 100 de gestión de baterías puede transmitir datos que indican la pluralidad de vectores de tensión de observación  $X_1 \sim X_n$  al circuito 243 de comunicación del controlador 240 remoto a través de la unidad 150 de interfaz.

10 Las realizaciones de la presente divulgación descritas anteriormente en el presente documento no se implementan sólo a través del aparato y el método, y pueden implementarse a través de programas que realizan funciones correspondientes a las configuraciones de las realizaciones de la presente divulgación o medios de grabación que tienen los programas grabados en los mismos, y tal implementación puede lograrse fácilmente por los expertos en la técnica a partir de la divulgación de las realizaciones descritas anteriormente.

15 Aunque la presente divulgación se ha descrito anteriormente con respecto a un número limitado de realizaciones y dibujos, la presente divulgación no se limita a los mismos y es obvio para los expertos en la técnica que pueden realizarse diversas modificaciones y cambios en la misma dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

20 Adicionalmente, los expertos en la técnica pueden realizarse todas las sustituciones, modificaciones y cambios a la presente divulgación descrita anteriormente en el presente documento 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, y algunas o la totalidad de las realizaciones pueden combinarse selectivamente para permitir diversas modificaciones, por lo que la presente invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de diagnóstico de batería, que comprende:
 

5 una memoria (141) configurada para almacenar una matriz de observación (X) que incluye una pluralidad de vectores de tensión de observación ( $X_1 \dots X_n$ ) que indican una serie temporal de tensión de celda de cada una de una pluralidad de celdas de batería ( $BC_1 \dots BC_n$ ); y una unidad (142) de control;

10 caracterizado porque la unidad (142) de control está configurada para determinar una pluralidad de vectores de componentes principales ( $A_1 \dots A_n$ ), una pluralidad de valores singulares ( $b_{11} \dots b_{nn}$ ) y una pluralidad de vectores de coeficientes ( $C_1^T \dots C_n^T$ ) a partir de la matriz de observación (X),

15 en el que cada vector de coeficientes incluye una pluralidad de coeficientes correspondientes a la pluralidad de vectores de tensión de observación en una relación uno a uno, y

en el que la unidad de control está configurada para, para cada vector de coeficientes,

20 determinar un coeficiente no válido entre la pluralidad de coeficientes comparando la pluralidad de coeficientes incluidos en el vector de coeficientes correspondiente, y

detectar una anomalía de la celda de batería correspondiente al coeficiente no válido entre la pluralidad de celdas de batería basándose en el vector de componentes principales correspondiente al vector de coeficientes correspondiente entre la pluralidad de vectores de componentes principales, el valor singular correspondiente al vector de coeficientes correspondiente entre la pluralidad de valores singulares y el coeficiente no válido.
2. Dispositivo de diagnóstico de batería según la reivindicación 1, en el que la unidad de control está configurada para determinar una primera submatriz, una segunda submatriz y una tercera submatriz aplicando un algoritmo de descomposición de matriz a la matriz de observación,
 

30 la primera submatriz incluye la pluralidad de vectores de componentes principales como vectores columna,

la segunda submatriz incluye la pluralidad de valores singulares como elementos de una diagonal principal,

35 la tercera submatriz incluye la pluralidad de vectores de coeficientes como vectores fila.
3. Dispositivo de diagnóstico de batería según la reivindicación 1, en el que la unidad de control está configurada para determinar, como coeficiente no válido, el coeficiente del cual un valor absoluto de una diferencia entre el coeficiente y un promedio de la pluralidad de coeficientes entre la pluralidad de coeficientes es mayor que un primer valor de referencia.
 

40
4. Dispositivo de diagnóstico de batería según la reivindicación 3, en el que la unidad de control está configurada para determinar que el primer valor de referencia es igual a un valor obtenido multiplicando la desviación estándar de la pluralidad de coeficientes por un primer factor de escala.
 

45
5. Dispositivo de diagnóstico de batería según la reivindicación 1, en el que la unidad de control está configurada para, para cada vector de coeficientes,
 

50 extraer un vector de tensiones parciales del vector de tensión de observación correspondiente al coeficiente no válido entre la pluralidad de vectores de tensión de observación multiplicando el vector de componentes principales correspondiente al vector de coeficientes correspondiente entre la pluralidad de vectores de componentes principales, el valor singular correspondiente al vector de coeficientes correspondiente entre la pluralidad de valores singulares y el coeficiente no válido, y

55 detectar la celda de batería correspondiente al coeficiente no válido entre la pluralidad de celdas de batería como defectuosa cuando un valor de característica de tensión del vector de tensiones parciales es mayor que un segundo valor de referencia.
6. Dispositivo de diagnóstico de batería según la reivindicación 5, en el que la unidad de control está configurada para determinar que el valor de característica de tensión es igual a una diferencia entre una tensión parcial máxima y una tensión parcial mínima entre una pluralidad de tensiones parciales incluidas en el vector de tensiones parciales.
 

60
7. Dispositivo de diagnóstico de batería según la reivindicación 5, en el que la unidad de control está configurada para determinar que el segundo valor de referencia es igual a un valor obtenido multiplicando una resolución de tensión de un circuito de medición de tensión por un segundo factor de escala.
 

65

8. Dispositivo de diagnóstico de batería según la reivindicación 1, en el que la unidad de control está configurada para emitir un mensaje de fallo cuando la razón de un valor singular máximo con respecto a un valor singular mínimo entre la pluralidad de valores singulares es menor que un valor preestablecido.
9. Bloque de baterías que comprende el dispositivo de diagnóstico de batería según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
10. Sistema de baterías que comprende el bloque de baterías según la reivindicación 9.
11. Método de diagnóstico de batería, que comprende:
- determinar una pluralidad de vectores de componentes principales ( $A_1, \dots, A_n$ ), una pluralidad de valores singulares ( $b_1, \dots, b_n$ ) y una pluralidad de vectores de coeficientes ( $C_1^T, \dots, C_n^T$ ) a partir de una matriz de observación ( $X$ ) que incluye una pluralidad de vectores de tensión de observación ( $X_1 \dots X_n$ ) que indican una serie temporal de tensión de celda de cada una de una pluralidad de celdas de batería ( $BC_1 \dots BC_n$ ),
- en el que cada vector de coeficientes incluye una pluralidad de coeficientes correspondientes a la pluralidad de vectores de tensión de observación en una relación uno a uno, y
- en el que el método de diagnóstico de batería comprende además, para cada vector de coeficientes,
- determinar un coeficiente no válido entre la pluralidad de coeficientes comparando la pluralidad de coeficientes incluidos en el vector de coeficientes correspondiente; y
- detectar una anomalía de la celda de batería correspondiente al coeficiente no válido entre la pluralidad de celdas de batería basándose en el vector de componentes principales correspondiente al vector de coeficientes correspondiente entre la pluralidad de vectores de componentes principales, el valor singular correspondiente al vector de coeficientes correspondiente entre la pluralidad de valores singulares y el coeficiente no válido.
12. Método de diagnóstico de batería según la reivindicación 11, en el que determinar el coeficiente no válido entre la pluralidad de coeficientes comprende determinar, como coeficiente no válido, el coeficiente del cual un valor absoluto de una diferencia entre el coeficiente y un promedio de la pluralidad de coeficientes entre la pluralidad de coeficientes es mayor que un primer valor de referencia.
13. Método de diagnóstico de batería según la reivindicación 11, en el que detectar una anomalía de la celda de batería correspondiente al coeficiente no válido entre la pluralidad de celdas de batería comprende:
- extraer un vector de tensiones parciales del vector de tensión de observación correspondiente al coeficiente no válido entre la pluralidad de vectores de tensión de observación multiplicando el vector de componentes principales correspondiente al vector de coeficientes correspondiente entre la pluralidad de vectores de componentes principales, el valor singular correspondiente al vector de coeficientes correspondiente entre la pluralidad de valores singulares y el coeficiente no válido; y
- detectar la celda de batería correspondiente al coeficiente no válido entre la pluralidad de celdas de batería como defectuosa cuando un valor de característica de tensión del vector de tensiones parciales es mayor que un segundo valor de referencia.

FIG. 1

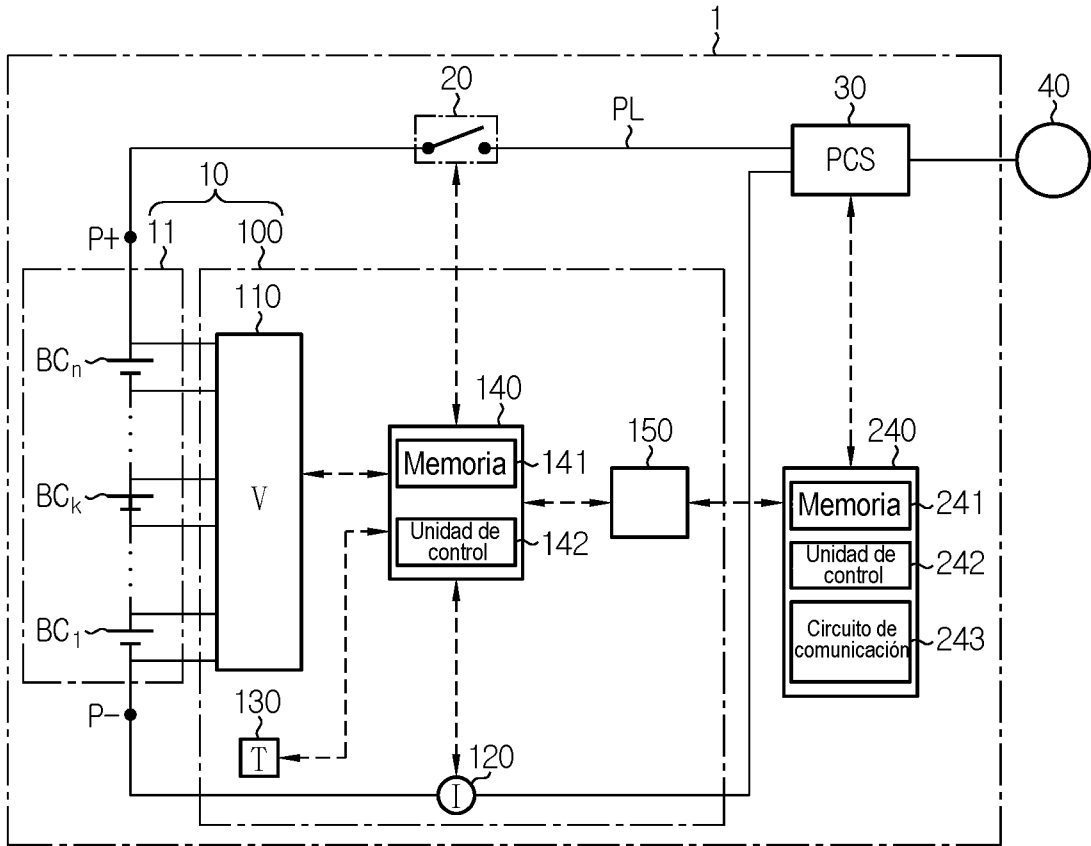


FIG. 2

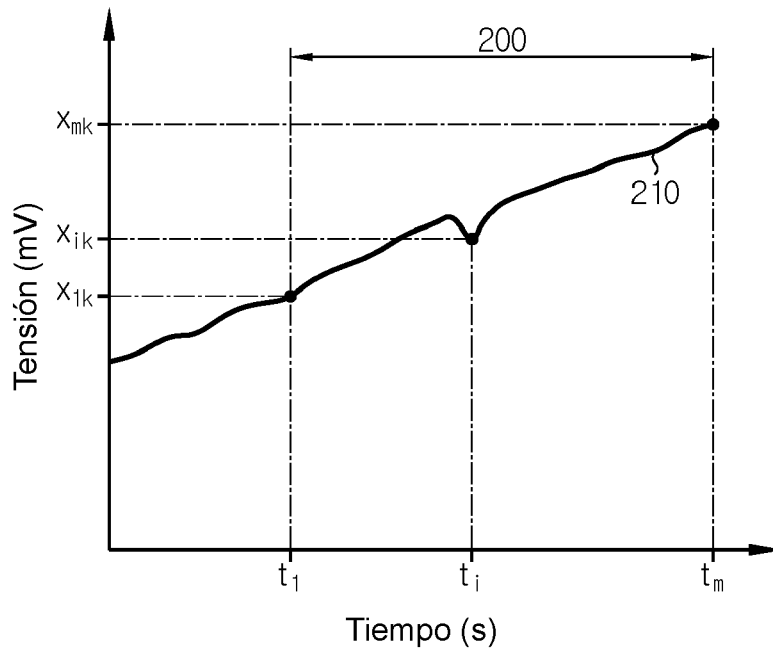


FIG. 3

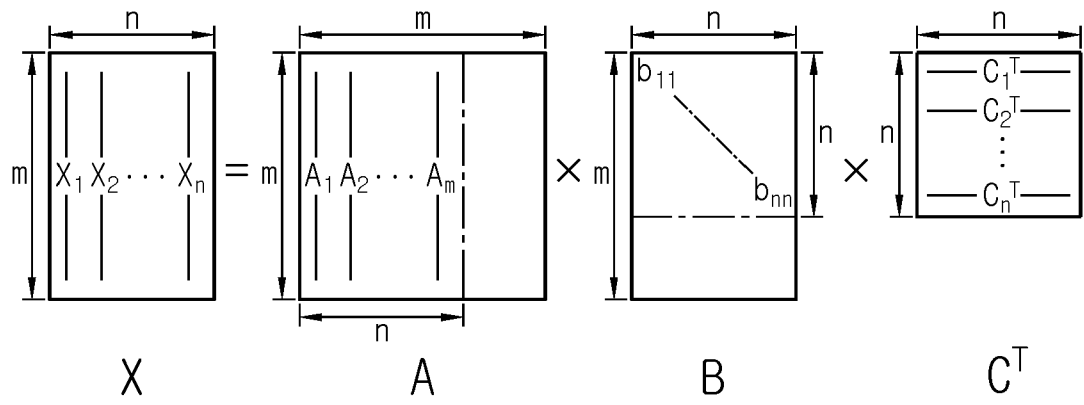


FIG. 4

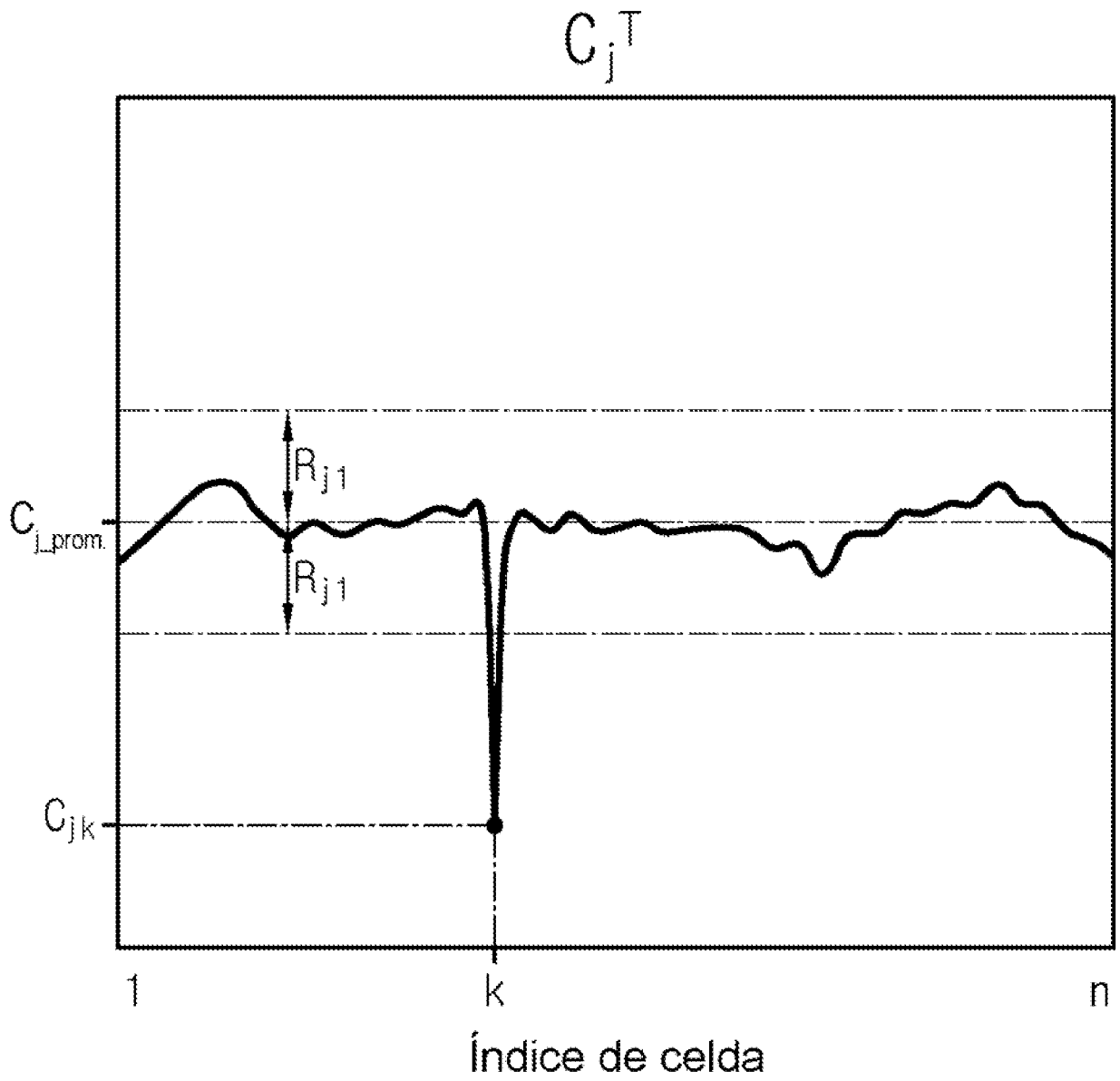


FIG. 5

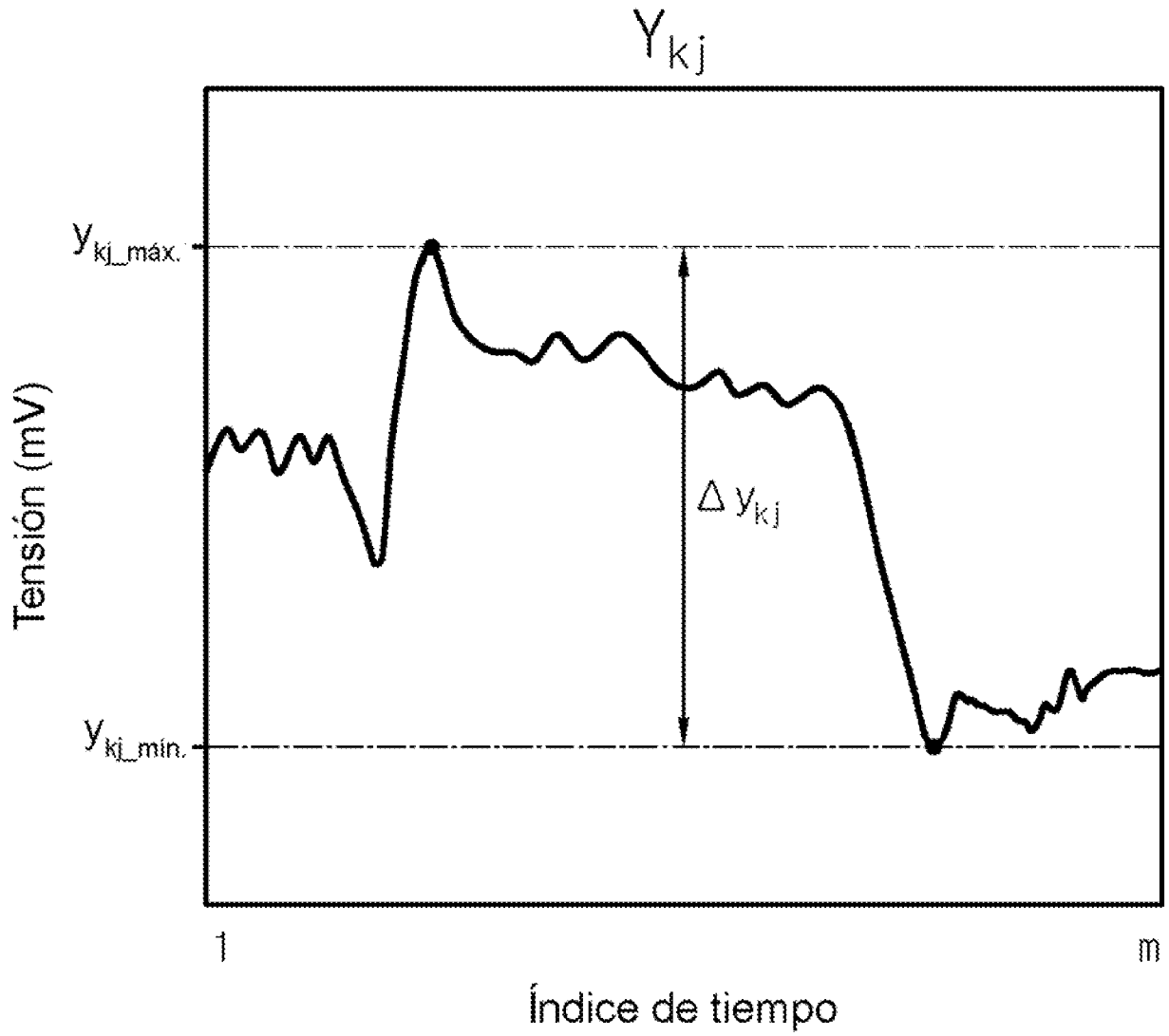


FIG. 6

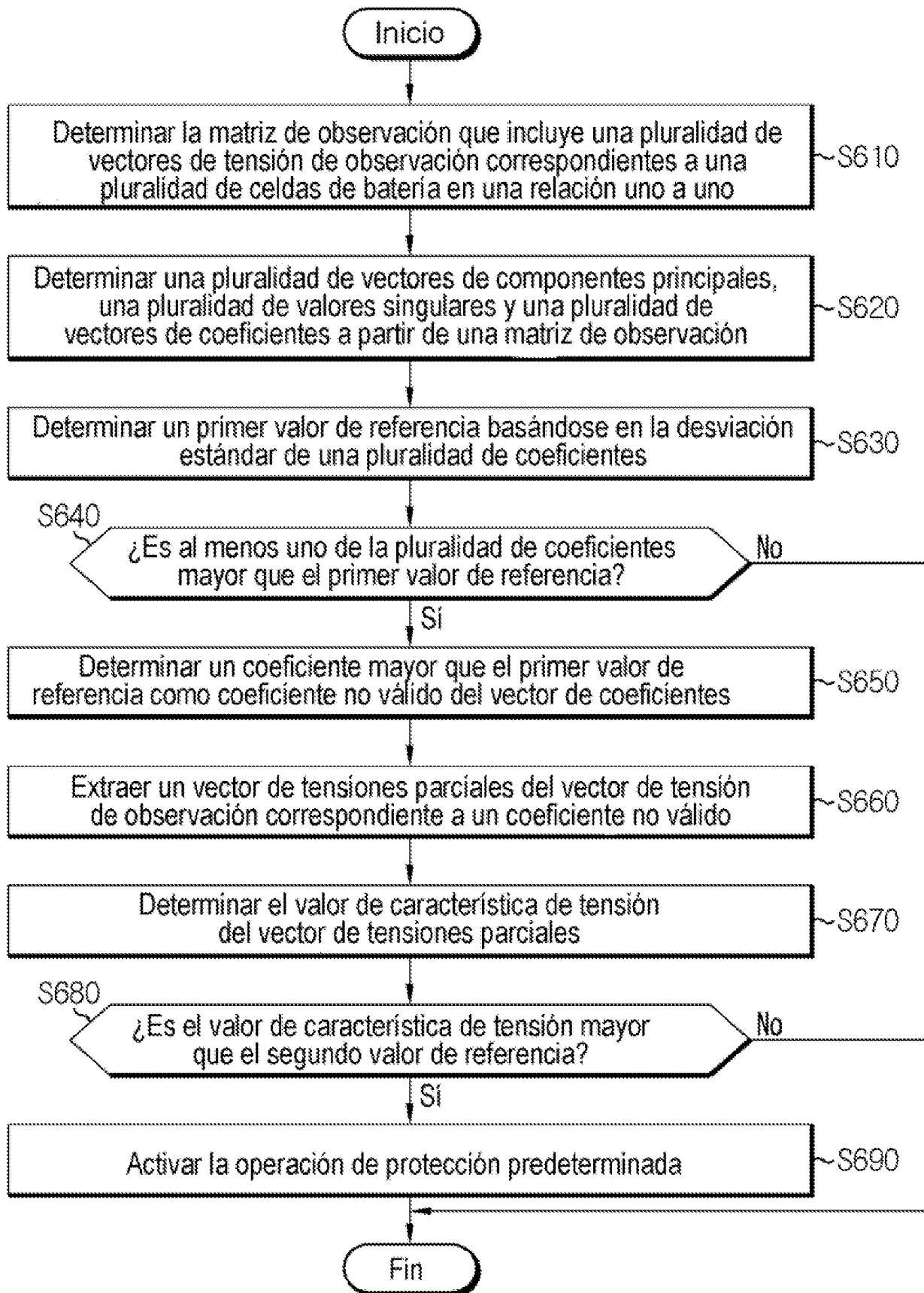


FIG. 7

