

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 019 401**

51 Int. Cl.:

H01M 10/633 (2014.01)

H01M 10/6563 (2014.01)

H01M 10/613 (2014.01)

H01M 10/48 (2006.01)

H01M 10/42 (2006.01)

G01R 31/387 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.07.2020 PCT/KR2020/009143**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.02.2021 WO21020764**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2020 E 20847442 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2025 EP 4002553**

54 Título: **Aparato de control de temperatura de la batería, sistema de batería, sistema de almacenamiento de energía y método de control de temperatura de la batería**

30 Prioridad:

01.08.2019 KR 20190093948

08.07.2020 KR 20200084321

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

20.05.2025

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 3 019 401 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 control de temperatura de la batería, sistema de batería, sistema de almacenamiento de energía y método de control de temperatura de la batería

- 5
- Sector de la técnica**
- La presente divulgación se refiere a una tecnología que controla la temperatura de una batería.
- 10 La presente divulgación reivindica el beneficio de la Solicitud de Patente Coreana N.º 10-2019-0093948 presentada el 1 de agosto de 2019 y de la Solicitud de Patente Coreana N.º 10-2020-0084321 presentada el 8 de julio de 2020.

Estado de la técnica

- 15 Recientemente, ha existido una demanda notablemente creciente 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 El sistema de batería puede proporcionarse para almacenar potencia suministrada desde el exterior y, a continuación, suministrar la potencia almacenada al exterior en caso de emergencia. El sistema de batería incluye básicamente módulos de batería y un controlador para controlar cada módulo de batería.
- 30 Puede haber una diferencia de temperatura entre los módulos de batería debido a los entornos interno y externo del sistema de batería o a la carga/descarga repetida. La temperatura del módulo de batería afecta en gran medida al rendimiento (por ejemplo, eficiencia de carga y descarga) del módulo de batería, por lo que la refrigeración es necesaria para asegurarse de que la temperatura del módulo de batería está dentro de un intervalo adecuado.
- 35 El inventor descubrió algunas correlaciones distintas mediante experimentos realizados con módulos de batería en el mismo grupo de baterías. En primer lugar, la temperatura de cada módulo de batería se ve afectada por la temperatura de otros módulos de batería. En segundo lugar, ya que los módulos de la batería están expuestos a altas temperaturas durante más tiempo y están en un estado de carga (SOC) superior, su estado de salud disminuye (SOH) de forma más acusada.
- 40 Sin embargo, es general refrigerar cada módulo de batería basándose únicamente en la temperatura del módulo de batería correspondiente. Es decir, en el control de refrigeración de cada módulo de batería, no se tiene en cuenta la temperatura de otros módulos de batería. Además, el SOH y el SOC de cada módulo de batería no se tienen en cuenta en el control de temperatura. Cuando se enfría cada módulo de batería basándose únicamente en la temperatura del
- 45 módulo de batería correspondiente, no consigue reducir una diferencia de temperatura entre módulos de batería en el mismo grupo de baterías, provocando una degradación no uniforme de los módulos de batería.
- La técnica anterior adicional se describe en los documentos US 2017/365893 A1, KR 2012 0091260 A y KR 101 000 550 B1.

Objeto de la invención

Problema técnico

- 55 La presente divulgación está dirigida a proporcionar un aparato y un método para controlar un nivel de refrigeración (por ejemplo, una cantidad de medio de refrigeración) para cada módulo de batería basándose en la temperatura de al menos dos de los módulos de batería pertenecientes al mismo grupo de baterías.
- 60 La presente divulgación está dirigida además a proporcionar un aparato y un método para realizar refrigeración individual para cada módulo de batería basándose además en el estado de carga y/o el estado de salud de cada módulo de batería perteneciente al mismo grupo de baterías.
- 65 La presente divulgación está dirigida además a proporcionar un aparato y un método para suministrar la potencia necesaria para la refrigeración de cada módulo de batería no solo a los módulos de batería correspondientes, sino también a los módulos de batería restantes.

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. Además, 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.

5 **Solución técnica**

Un sistema de batería de acuerdo con un aspecto de la presente divulgación comprende un grupo de baterías que incluye del primer al $n^{\text{ésimo}}$ módulos de batería conectados en serie, en donde n es un número natural de 2 o mayor, y un aparato de control de temperatura de la batería que incluye del primer al $n^{\text{ésimo}}$ ventiladores de refrigeración proporcionados a los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ módulos de batería en una relación de uno a uno, de la primera a la $n^{\text{ésima}}$ unidades de gestión esclavas proporcionadas a los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ módulos de batería en una relación de una a uno, y una unidad de gestión maestra acoplada operativamente a los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ ventiladores de refrigeración y a las de la primera a la $n^{\text{ésima}}$ unidades de gestión esclavas. La unidad de gestión maestra está configurada para determinar información de temperatura de la batería que incluye del primer al $n^{\text{ésimo}}$ valores de temperatura y un primer valor de referencia basándose en una señal de notificación procedente de cada una de las de la primera a la $n^{\text{ésima}}$ unidades de gestión esclavas. Los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ valores de temperatura indican las temperaturas de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ módulos de batería. El primer valor de referencia es un promedio o una mediana de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ valores de temperatura. La unidad de gestión maestra está configurada para controlar una velocidad de rotación de cada uno de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ ventiladores de refrigeración basándose en la información de temperatura de la batería.

La unidad de gestión maestra está configurada para determinar información de vida útil de la batería que incluye del primer al $n^{\text{ésimo}}$ estados de salud (SOH) y un segundo valor de referencia basándose en la señal de notificación. Los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ SOH indican una vida útil restante de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ módulos de batería. El segundo valor de referencia es un promedio o una mediana de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ SOH. La unidad de gestión maestra puede estar configurada para determinar la velocidad de rotación de cada uno de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ ventiladores de refrigeración basándose además en la información de vida útil de la batería.

30 Cuando el $i^{\text{ésimo}}$ valor de temperatura es igual o menor que el primer valor de referencia, la unidad de gestión maestra puede estar configurada para determinar la velocidad de rotación del $i^{\text{ésimo}}$ ventilador de refrigeración, donde $i = 1$ a n , usando la siguiente Ecuación 1:

35 [Ecuación 1]

$$F_i = (T_i - T_L) \times K_1,$$

y cuando el $i^{\text{ésimo}}$ valor de temperatura es mayor que el primer valor de referencia, la unidad de gestión maestra puede estar configurada para determinar la velocidad de rotación del $i^{\text{ésimo}}$ ventilador de refrigeración, donde $i = 1$ a n , usando la siguiente Ecuación 2:

45 [Ecuación 2]

$$F_i = \{(T_i - T_L) \times K_1\} + \{(T_i + T_{ref}) \times K_2\}$$

En las Ecuaciones 1 y 2, T_i es el $i^{\text{ésimo}}$ valor de temperatura, T_L es un valor umbral de temperatura, T_{ref} es el primer valor de referencia, K_1 es un primer peso, K_2 es un segundo peso y F_i es la velocidad de rotación del $i^{\text{ésimo}}$ ventilador de refrigeración.

50 Cuando el $i^{\text{ésimo}}$ valor de temperatura es igual o menor que el primer valor de referencia, la unidad de gestión maestra puede estar configurada para determinar la velocidad de rotación del $i^{\text{ésimo}}$ ventilador de refrigeración, donde $i = 1$ a n , usando la siguiente Ecuación 3:

55 [Ecuación 3]

$$F_i = \{(T_i - T_L) \times K_3\} + \{(SOH_{ref} - SOH_i) \times K_5\},$$

y cuando el $i^{\text{ésimo}}$ valor de temperatura es mayor que el primer valor de referencia, la unidad de gestión maestra puede estar configurada para determinar la velocidad de rotación del $i^{\text{ésimo}}$ ventilador de refrigeración, donde $i = 1$ a n , usando la siguiente Ecuación 4:

65 [Ecuación 4]

$$F_i = \{(T_i - T_L) \times K_3\} + \{(T_i - T_{ref}) \times K_4\} + \{(SOH_{ref} - SOH_i) \times K_5\}$$

En las Ecuaciones 3 y 4, T_i es el $i^{\text{ésimo}}$ valor de temperatura, T_L es un valor umbral de temperatura, T_{ref} es el primer valor de referencia, SOH_i es el $i^{\text{ésimo}}$ SOH, SOH_{ref} es el segundo valor de referencia, K_3 es un tercer peso, K_4 es un cuarto peso, K_5 es un quinto peso y F_i es la velocidad de rotación del $i^{\text{ésimo}}$ ventilador de refrigeración.

5 La unidad de gestión maestra puede estar configurada para determinar información de capacidad de la batería que incluye del primer al $n^{\text{ésimo}}$ estados de carga (SOC) y un tercer valor de referencia basándose en la señal de notificación. Los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ SOC indican una capacidad restante de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ módulos de batería. El tercer valor de referencia es un promedio o una mediana de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ SOC. La unidad de gestión maestra puede estar configurada para determinar la velocidad de rotación de cada uno de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ ventiladores de refrigeración basándose además en la información de capacidad de la batería.

10 Cuando el $i^{\text{ésimo}}$ valor de temperatura es igual o menor que el primer valor de referencia, la unidad de gestión maestra puede estar configurada para determinar la velocidad de rotación del $i^{\text{ésimo}}$ ventilador de refrigeración, donde $i = 1$ a n , usando la siguiente Ecuación 5:

15 [Ecuación 5]

$$F_i = \{(T_i - T_L) \times K_6\} + \{(SOH_{ref} - SOH_i) \times K_8\} + \{(SOC_i - SOC_{ref}) \times K_9\},$$

20 y cuando el $i^{\text{ésimo}}$ valor de temperatura es mayor que el primer valor de referencia, la unidad de gestión maestra puede estar configurada para determinar la velocidad de rotación del $i^{\text{ésimo}}$ ventilador de refrigeración, donde $i = 1$ a n , usando la siguiente Ecuación 6:

25 [Ecuación 6]

$$F_i = \{(T_i - T_L) \times K_6\} + \{(T_i - T_{ref}) \times K_7\} + \{(SOH_{ref} - SOH_i) \times K_8\} + \{(SOC_i - SOC_{ref}) \times K_9\}$$

30 En las Ecuaciones 5 y 6, T_i es el $i^{\text{ésimo}}$ valor de temperatura, T_{ref} es el primer valor de referencia, T_L es un valor umbral de temperatura, SOH_i es el $i^{\text{ésimo}}$ SOH, SOH_{ref} es el segundo valor de referencia, SOC_i es el $i^{\text{ésimo}}$ SOC, SOC_{ref} es el tercer valor de referencia, K_6 es un sexto peso, K_7 es un séptimo peso, K_8 es un octavo peso, K_9 es un noveno peso y F_i es la velocidad de rotación del $i^{\text{ésimo}}$ ventilador de refrigeración.

35 El aparato de control de temperatura de la batería puede incluir además un circuito de alimentación. El circuito de alimentación incluye un circuito en serie principal conectado en paralelo al grupo de baterías, y del primer al $n^{\text{ésimo}}$ subcircuitos en serie conectados en paralelo a los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ ventiladores de refrigeración en una relación de uno a uno. El circuito en serie principal incluye una bobina principal y un interruptor principal conectados en serie entre sí. Cada subcircuito en serie incluye una subbobina y un subinterruptor conectados en serie entre sí. La unidad de gestión maestra puede estar configurada para controlar el interruptor principal y cada subinterruptor basándose en la velocidad de rotación de cada uno de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ ventiladores de refrigeración.

Un sistema de almacenamiento de energía de acuerdo con todavía otro aspecto de la presente divulgación incluye el sistema de batería.

45 Un método de control de temperatura de la batería de acuerdo con otro aspecto más de la presente divulgación es para un grupo de baterías que incluye del primer al $n^{\text{ésimo}}$ módulos de batería conectados en serie. n es un número natural de 2 o mayor. El método de control de temperatura de la batería incluye determinar información de temperatura de la batería que incluye del primer al $n^{\text{ésimo}}$ valores de temperatura y un primer valor de referencia. Los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ valores de temperatura indican las temperaturas de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ módulos de batería. El primer valor de referencia es un promedio o una mediana de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ valores de temperatura. El método de control de temperatura de la batería incluye además controlar una velocidad de rotación de cada uno de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ ventiladores de refrigeración basándose en la información de temperatura de la batería.

55 El método de control de temperatura de la batería incluye además determinar información de vida útil de la batería que incluye del primer al $n^{\text{ésimo}}$ SOH y un segundo valor de referencia. Los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ SOH indican una vida útil restante de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ módulos de batería. El segundo valor de referencia es un promedio o una mediana de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ SOH. La velocidad de rotación de cada uno de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ ventiladores de refrigeración puede determinarse además basándose en la información de vida útil de la batería.

60 El método de control de temperatura de la batería puede incluir además determinar información de capacidad de la batería que incluye del primer al $n^{\text{ésimo}}$ SOC y un tercer valor de referencia. Los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ SOC indican una capacidad restante de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ módulos de batería. El tercer valor de referencia es un promedio o una mediana de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ SOC. La velocidad de rotación de cada uno de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ ventiladores de refrigeración puede determinarse además basándose en la información de capacidad de la batería.

65 **Efectos ventajosos**

De acuerdo con al menos una de las realizaciones de la presente divulgación, el nivel de refrigeración de cada módulo de batería se controla basándose en la temperatura de al menos dos módulos de batería pertenecientes al mismo grupo de baterías, reduciendo de este modo eficazmente una diferencia de temperatura entre los módulos de batería.

Además, de acuerdo con al menos una de las realizaciones de la presente divulgación, la refrigeración individual se realiza en cada módulo de batería basándose además en el estado de carga y/o el estado de salud de cada módulo de batería perteneciente al mismo grupo de baterías, reduciendo de este modo eficazmente una diferencia de vida útil entre los módulos de batería.

Además, de acuerdo con al menos una de las realizaciones de la presente divulgación, la potencia necesaria para la refrigeración de cada módulo de batería se suministra no sólo al módulo de batería correspondiente, sino también a los demás módulos de batería, suprimiendo de este modo más eficazmente la desviación en la diferencia de vida útil entre los módulos de batería.

Los efectos de la presente divulgación no se limitan a los efectos mencionados anteriormente y los expertos en la materia 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 que muestra de manera ilustrativa una configuración de un sistema de batería de acuerdo con una primera realización de la presente divulgación.

La figura 2 es un diagrama que muestra de manera ilustrativa una configuración de una esclava de la figura 1.

La figura 3 es un diagrama que muestra de manera ilustrativa una configuración de una maestra de la figura 1.

La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra de manera ilustrativa un método para controlar la temperatura de un grupo de baterías.

La figura 5 es un diagrama de flujo que muestra de manera ilustrativa otro método para controlar la temperatura de un grupo de baterías.

La figura 6 es un diagrama de flujo que muestra de manera ilustrativa todavía otro método para controlar la temperatura de un grupo de baterías.

La figura 7 es un diagrama que muestra de manera ilustrativa una configuración de un sistema de batería de acuerdo con una segunda realización de la presente divulgación.

La figura 8 es un diagrama de flujo que muestra de manera ilustrativa un método para controlar un circuito de alimentación de la figura 7.

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.

Los términos que incluyen un número ordinal, tales como "primero/a", "segundo/a" y similares, se usan para distinguir un elemento de otro de 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. Adicionalmente, la expresión "unidad de control", 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* o *software* o una combinación de *hardware* y *software*.

Además, 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. Adicionalmente, la expresión "unidad de gestión", 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* o *software* o una combinación de *hardware* y *software*.

En la memoria descriptiva, n como se utiliza en el presente documento es un número natural de 2 o mayor, e i como se utiliza en el presente documento es de 1 a n, es decir, un número natural de n o menor.

La figura 1 es un diagrama que muestra de manera ilustrativa la configuración de un sistema de batería 10 de acuerdo con una primera realización de la presente divulgación, La figura 2 es un diagrama que muestra de manera ilustrativa una configuración de una esclava 220_i de la figura 1, y la figura 3 es un diagrama que muestra de manera ilustrativa una configuración de una maestra 230 de la figura 1.

El sistema de batería 10 puede estar incluido en un sistema de almacenamiento de energía 1. El sistema de almacenamiento de energía 1 puede incluir además un sistema de conversión de potencia (PCS) (no mostrado). El PCS puede convertir la corriente continua del sistema de batería 10 en corriente alterna y suministrarla a una red eléctrica. Haciendo referencia a las figuras 1 a 3, el sistema de batería 10 incluye un grupo de baterías 20, un sensor de corriente 50, un relé 100 y un aparato de control de temperatura de la batería 200 (en lo sucesivo en el presente documento denominado "aparato").

El grupo de baterías 20 incluye un primer nodo N+, un segundo nodo N- y del primero al n^{ésimo} módulos de batería 30₁ a 30_n.

Los del primer al n^{ésimo} módulos de batería 30₁ a 30_n, están conectados eléctricamente en serie entre el primer nodo N+ y el segundo nodo N-. El módulo de batería 30_i incluye al menos una celda de batería. La celda de batería no está limitada a un tipo en particular, y puede incluir cualquier tipo que pueda cargarse y descargarse repetidamente, por ejemplo, una celda de iones de litio.

El sensor de corriente 50 está conectado eléctricamente en serie al grupo de baterías 20 a través de una trayectoria de corriente para cargar y descargar el grupo de baterías 20. El sensor de corriente 50 está configurado para detectar una corriente que fluye a través de la trayectoria de corriente y emitir una señal de corriente que indica la corriente detectada a la maestra 230.

El relé 100 está instalado en la trayectoria de corriente para cargar y descargar el grupo de baterías 20. Es decir, el grupo de baterías 20, el sensor de corriente 50 y el relé 100 están conectados en serie a través de la trayectoria de corriente. Un terminal de control del relé 100 está conectado eléctricamente al aparato 200. El encendido y apagado del relé 100 se controla en respuesta a una señal de conmutación procedente del aparato 200 emitida al terminal de control.

El aparato 200 se proporciona para controlar individualmente las temperaturas de los del primer al n^{ésimos} módulos de batería 30₁ a 30_n usando del primer al n^{ésimo} ventiladores de refrigeración 210₁ a 210_n para impedir el sobrecalentamiento de los del primer al n^{ésimo} módulos de batería 30₁ a 30_n y la degradación no uniforme de los del primer al n^{ésimo} módulos de batería 30₁ a 30_n.

El aparato 200 incluye los del primer al n^{ésimo} ventiladores de refrigeración 210₁ a 210_n, de la primera a la n^{ésima} unidades de gestión esclavas 220₁ a 220_n y una unidad de gestión maestra 230. El sensor de corriente 50 puede estar incluido en el aparato 200. En lo sucesivo en el presente documento, la unidad de gestión esclava se denominará "esclava" y la unidad de gestión maestra se denominará "maestra".

Los del primer al n^{ésimo} ventiladores de refrigeración 210₁ a 210_n se proporcionan a los del primer al n^{ésimo} módulos de batería 30₁ a 30_n en una relación de uno a uno. Cuando $i=1$ a n , el ventilador de refrigeración 210_i es para refrigerar el módulo de batería 30_i. Es decir, mientras gira el ventilador de refrigeración 210_i, el módulo de batería 30_i se refrigera mediante un medio de refrigeración (por ejemplo, aire) suministrado desde el ventilador de refrigeración 210_i. Con el aumento de la velocidad de rotación del ventilador de refrigeración 210_i, el módulo de batería 30_i se refrigerará más rápidamente. En respuesta a una señal de control C_i procedente de la esclava 220_i o de la maestra 230, el ventilador de refrigeración 210_i está configurado para girar a una velocidad de rotación requerida por la señal de control C_i. El ventilador de refrigeración 210_i puede estar conectado eléctricamente a los terminales positivo y negativo del módulo de batería 30_i a través de un par de líneas de alimentación. Por consiguiente, cuando la señal de control C_i se aplica al ventilador de refrigeración 210_i, el ventilador de refrigeración 210_i puede funcionar usando la potencia suministrada por el módulo de batería 30_i.

Las de la primer a la n^{ésima} esclavas 220₁ a 220_n se proporcionan a los del primer al n^{ésimo} módulos de batería 30₁ a 30_n en una relación de uno a uno. La esclava 220_i está acoplado al módulo de batería 30_i para supervisar el estado del módulo de batería 30_i. El parámetro que indica el estado del módulo de batería 30_i, por ejemplo, al menos una de la tensión, la corriente o la temperatura del módulo de batería 30_i, es detectado por la esclava 220_i periódica o aperiódicamente.

La esclava 220_i incluye un circuito de detección 221, un circuito de control 222 y un circuito de comunicación 223.

El circuito de detección 221 incluye un sensor de temperatura TS. El circuito de detección 221 puede incluir además un sensor de tensión VS. El sensor de temperatura TS está configurado para detectar la temperatura del módulo de batería 30_i y emitir una señal que indica la temperatura detectada al circuito de control 222. El sensor de tensión VS está conectado eléctricamente a los terminales positivo y negativo del módulo de batería 30_i. El sensor de tensión

VS está configurado para detectar la tensión a través del módulo de batería 30_i y emitir una señal que indica la tensión detectada al circuito de control 222.

5 El circuito de control 222 puede implementarse físicamente usando 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 realizar otras funciones. El circuito de control 222 puede incluir una memoria 224. La memoria 224 puede almacenar programas y datos necesarios para realizar las etapas descritas a continuación. La memoria 224 puede incluir, por ejemplo, al menos un tipo de medio de almacenamiento, tal como
10 una memoria flash, un disco duro, un tipo de disco de estado sólido (SSD), un tipo de 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 borrable eléctricamente (EEPROM) o una memoria programable de solo lectura (PROM).

15 El circuito de control 222 genera una señal de notificación R_i que indica el estado del módulo de batería 30_i basándose en las señales procedentes del circuito de detección 221.

20 El circuito de comunicación 223 se proporciona para la comunicación con la maestra 230. El circuito de comunicación 223 transmite la señal de notificación R_i procedente del circuito de control 222 a la maestra 230. El circuito de comunicación 223 puede transmitir órdenes (por ejemplo, reactivación, reposo, apagado, refrigeración de la batería) desde la maestra 230 al circuito de control 222. El circuito de comunicación 223 puede proporcionar una red cableada tal como una red de área local (LAN), una red de área de controlador (CAN), y una red en cadena y/o inalámbrica tal como Bluetooth, ZigBee y Wi-Fi.

25 La maestra 230 está acoplada operativamente al sensor de corriente 50, el relé 100, los primer a n^{ésimo} ventiladores de refrigeración 210₁ a 210_n, y las primera a n^{ésima} esclavas 220₁ a 220_n. La maestra 230 incluye un circuito de control 231 y un circuito de comunicación 232.

30 El circuito de control 231 puede implementarse físicamente usando 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 realizar otras funciones. El circuito de control 231 puede incluir una memoria 233. La memoria 233 puede almacenar programas y datos necesarios para realizar las etapas descritas a continuación. La memoria 233 puede incluir, por ejemplo, al menos un tipo de medio de almacenamiento tal como una
35 memoria flash, un disco duro, un tipo de disco de estado sólido (SSD), un tipo de 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 borrable eléctricamente (EEPROM) o una memoria programable de solo lectura (PROM).

40 El circuito de comunicación 232 se proporciona para la comunicación con las de la primera a la n^{ésima} esclavas 220₁ a 220_n. El circuito de comunicación 232 transmite información de las señales de notificación R₁ a R_n desde las de la primera a la n^{ésima} esclavas 220₁ a 220_n al circuito de control 231. El circuito de comunicación 232 transmite órdenes desde el circuito de control 231 a las de la primera a la n^{ésima} esclavas 220₁ a 220_n. El circuito de comunicación 232 puede proporcionar una red cableada tal como una red de área local (LAN), una red de área de controlador (CAN), y una red en cadena y/o inalámbrica tal como Bluetooth, ZigBee y Wi-Fi.
45

50 El circuito de control 231 determina información de temperatura de la batería basándose en las señales de notificación R₁ a R_n procedentes de las de la primera a la n^{ésima} esclavas 220₁ a 220_n. El circuito de control 231 puede determinar además información de vida útil de la batería y/o información de capacidad de la batería basándose en la señal de corriente procedente del sensor de corriente 50 y las señales de notificación R₁ a R_n procedentes de las de la primera a la n^{ésima} esclavas 220₁ a 220_n.

55 La información de temperatura de la batería incluye del primer al n^{ésimo} valores de temperatura y un primer valor de referencia. El i^{ésimo} valor de temperatura indica la temperatura del i^{ésimo} módulo de batería 30_i. El primer valor de referencia indica un valor representativo (por ejemplo, un promedio, una mediana) de los del primer al n^{ésimo} valores de temperatura.

60 La información de vida útil de la batería incluye del primer al n^{ésimo} estados de salud (SOH) y un segundo valor de referencia. El i^{ésimo} SOH indica la vida útil restante del i^{ésimo} módulo de batería 30_i. El segundo valor de referencia indica un valor representativo (por ejemplo, un promedio, una mediana) de los del primer al n^{ésimo} SOH. El i^{ésimo} SOH puede determinarse a partir de la siguiente Ecuación.

$$SOH_i = \frac{\int_{t_1}^{t_2} i(t) dt}{Q_{ref} \cdot (SOC(t_2) - SOC(t_1))} \times 100 (\%)$$

En la Ecuación anterior, Q_{ref} denota una capacidad de referencia predeterminada, $SOC(t_1)$ denota el estado de carga (SOC) del i ésimo módulo de batería 30_i en el punto temporal t_1 , $SOC(t_2)$ denota el i ésimo módulo de batería 30_i en el punto temporal t_2 posterior al punto temporal t_1 , $i(t)$ denota la corriente detectada en el punto temporal t entre el punto temporal t_1 y el punto temporal t_2 , y SOH_i denota el i ésimo SOH. Q_{ref} puede almacenarse en la memoria 233, e indica la capacidad máxima del módulo de batería 30_i cuando el módulo de batería 30_i es nuevo al comienzo de la vida útil (BOL). El punto temporal t_2 puede ser el último punto temporal en el que el valor absoluto de la diferencia entre el $SOC(t_1)$ y el $SOC(t_2)$ es igual o superior a un umbral (por ejemplo, 0,5).

La información de capacidad de la batería incluye del primer al n ésimo SOC y un tercer valor de referencia. El i ésimo SOC indica la capacidad restante del i ésimo módulo de batería 30_i. El tercer valor de referencia indica un valor representativo (por ejemplo, un promedio, una mediana) de los del primer al n ésimo SOC. El i ésimo SOC puede determinarse a partir de una variedad de algoritmos de estimación del SOC conocidos. Por ejemplo, el i ésimo SOC puede determinarse a partir de una curva predeterminada de tensión en circuito abierto (OCV)-SOC usando la OCV del i ésimo módulo de batería 30_i como índice. Como otro ejemplo, el i ésimo SOC puede determinarse basándose en un valor de corriente acumulado del i ésimo módulo de batería 30_i a lo largo del tiempo usando el recuento de amperios. Como otro ejemplo, el i ésimo SOC puede determinarse a partir de un historial de tensión, un historial de corriente y un historial de temperatura del módulo de batería 30_i usando un filtro de Kalman.

El circuito de control 231 genera la señal de conmutación para controlar el estado de encendido y apagado del relé 100 basándose en al menos una de la información de temperatura de la batería, la información de vida útil de la batería o la información de capacidad de la batería.

El circuito de control 231 genera de la primera a la n ésima señales de control C_1 a C_n para controlar la velocidad de rotación de los del primer al n ésimo ventiladores de refrigeración 210_1 ~ 210_n basándose en al menos una de la información de temperatura de la batería, la información de vida útil de la batería o la información de capacidad de la batería.

La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra de manera ilustrativa un método para controlar la temperatura del grupo de baterías 20 de la figura 1.

Haciendo referencia a las figuras 1 a 4, en la etapa S410, la maestra 230 registra las de la primera a la n ésima señales de notificación R_1 a R_n procedentes de las de la primera a la n ésima esclavas 220_1 a 220_n en la memoria 233 de la maestra 230. Las de la primera a la n ésima señales de notificación R_1 a R_n pueden indicar los estados de los del primer al n ésimo módulos de batería 30_1 a 30_n en el mismo punto temporal. Es decir, la i ésima señal de notificación R_i es transmitida por la i ésima esclava 220_i, e indica el estado del i ésimo módulo de batería 30_i.

En la etapa S420, la maestra 230 determina información de temperatura de la batería basándose en las de la primera a la n ésima señales de notificación R_1 a R_n . La información de temperatura de la batería incluye del primer al n ésimo valores de temperatura y el primer valor de referencia.

En la etapa S430, la maestra 230 determina las de la primera a la n ésima velocidades de rotación para los del primer al n ésimo ventiladores de refrigeración 210_1 a 210_n basándose en la información de temperatura de la batería.

Por ejemplo, cuando el i ésimo valor de temperatura es igual o menor que el primer valor de referencia, el circuito de control 231 puede determinar la i ésima velocidad de rotación asociada con el i ésimo ventilador de refrigeración 210_i usando la siguiente Ecuación 1:

[Ecuación 1]

$$F_i = (T_i - T_L) \times K_1$$

Cuando el i ésimo valor de temperatura es mayor que el primer valor de referencia, el circuito de control 231 puede determinar la i ésima velocidad de rotación asociada con el i ésimo ventilador de refrigeración 210_i usando la siguiente Ecuación 2:

[Ecuación 2]

$$F_i = \{(T_i - T_L) \times K_1\} + \{(T_i + T_{ref}) \times K_2\}$$

En las Ecuaciones 1 y 2, T_i es el i ésimo valor de temperatura, T_L es el valor umbral de temperatura, T_{ref} es el primer valor de referencia, K_1 es el primer peso, K_2 es el segundo peso y F_i es la i ésima velocidad de rotación asociada con el i ésimo ventilador de refrigeración 210_i. El valor umbral de temperatura T_L indica una temperatura límite inferior predeterminada (por ejemplo, 5 °C) para impedir la sobrerrefrigeración.

Cada uno de K_1 y K_2 puede ser un número positivo preestablecido. Como alternativa, K_1 y K_2 pueden obtenerse a partir de una primera tabla de datos y una segunda tabla de datos, respectivamente, usando como índice el primer

valor de referencia de la información de temperatura de la batería. La primera tabla de datos define una correspondencia entre T_{ref} y K_1 . En la primera tabla de datos, un mayor T_{ref} se asocia con un mayor K_1 . La segunda tabla de datos define una correspondencia entre T_{ref} y K_2 . En la segunda tabla de datos, un mayor T_{ref} se asocia con un mayor K_2 . Como alternativa, el circuito de control 231 puede establecer K_2 para que sea igual a K_1 de la primera tabla de datos, en lugar de usar la segunda tabla de datos.

Como otro ejemplo, cuando el i ésimo valor de temperatura es igual o menor que el primer valor de referencia, el circuito de control 231 puede establecer la velocidad de rotación asociada con el i ésimo ventilador de refrigeración 210_i en un primer valor, y en caso contrario, establecer la velocidad de rotación asociada con el i ésimo ventilador de refrigeración 210_i en un segundo valor. El segundo valor (por ejemplo, 10 rotaciones/s) es mayor que el primer valor (por ejemplo, 7 rotaciones/s).

En la etapa S440, la maestra 230 emite las de la primera a la n ésima señales de control C_1 a C_n a los del primer al n ésimo ventiladores de refrigeración 210₁ a 210_n. Es decir, la i ésima señal de control C_i se emite al i ésimo ventilador de refrigeración 210_i. La i ésima señal de control C_i es una señal para ordenar al i ésimo ventilador de refrigeración 210_i que gire a la i ésima velocidad de rotación.

La figura 5 es un diagrama de flujo que muestra de manera ilustrativa otro método para controlar la temperatura del grupo de baterías 20 de la figura 1.

Haciendo referencia a las figuras 1 a 3 y 5, en la etapa S510, la maestra 230 registra las de la primera a la n ésima señales de notificación R_1 a R_n procedentes de las de la primera a la n ésima esclavas 220₁ a 220_n. 230 en la memoria 233 de la maestra 230. Las de la primera a la n ésima señales de notificación R_1 a R_n pueden indicar los estados de los del primer al n ésimo módulos de batería 30₁ a 30_n en el mismo punto temporal. Es decir, la i ésima señal de notificación R_i es transmitida por la i ésima esclava 220_i, e indica el estado del i ésimo módulo de batería 30_i.

En la etapa S520, la maestra 230 determina información de temperatura de la batería e información de vida útil de la batería basándose en las de la primera a la n ésima señales de notificación R_1 a R_n . La información de temperatura de la batería incluye del primer al n ésimo valores de temperatura y un primer valor de referencia. La información de vida útil de la batería incluye del primer al n ésimo SOH y un segundo valor de referencia.

En la etapa S530, la maestra 230 determina de la primera a la n ésima velocidades de rotación para los del primer al n ésimo ventiladores de refrigeración 210₁ a 210_n basándose en la información de temperatura de la batería y en la información de vida útil de la batería.

Por ejemplo, cuando el i ésimo valor de temperatura es igual o menor que el primer valor de referencia y el i ésimo SOH es igual o mayor que el segundo valor de referencia, el circuito de control 231 puede determinar la i ésima velocidad de rotación asociada con el i ésimo ventilador de refrigeración 210_i usando la Ecuación 1 anterior. Cuando el i ésimo valor de temperatura es igual o mayor que el primer valor de referencia y el i ésimo SOH es igual o mayor que el segundo valor de referencia, el circuito de control 231 puede determinar la i ésima velocidad de rotación asociada con el i ésimo ventilador de refrigeración 210_i usando la Ecuación 2 anterior.

Como otro ejemplo, cuando el i ésimo valor de temperatura es igual o menor que el primer valor de referencia y el i ésimo SOH es igual o menor que el segundo valor de referencia, el circuito de control 231 puede determinar la i ésima velocidad de rotación asociada con el i ésimo ventilador de refrigeración 210_i usando la siguiente Ecuación 3:

[Ecuación 3]

$$F_i = \{(T_i - T_L) \times K_3\} + \{(SOH_{ref} - SOH_i) \times K_5\}$$

Cuando el i ésimo valor de temperatura es igual o mayor que el primer valor de referencia y el i ésimo SOH es igual o menor que el segundo valor de referencia, el circuito de control 231 puede determinar la i ésima velocidad de rotación asociada con el i ésimo ventilador de refrigeración 210_i usando la siguiente Ecuación 4:

[Ecuación 4]

$$F_i = \{(T_i - T_L) \times K_3\} + \{(T_i - T_{ref}) \times K_4\} + \{(SOH_{ref} - SOH_i) \times K_5\}$$

En las Ecuaciones 3 y 4, T_i denota el i ésimo valor de temperatura, T_L denota el valor umbral de temperatura, T_{ref} denota el primer valor de referencia, SOH_i denota el i ésimo SOH, SOH_{ref} denota el segundo valor de referencia, K_3 denota el tercer peso, K_4 denota el cuarto peso, K_5 denota el quinto peso y F_i denota la i ésima velocidad de rotación asociada con el i ésimo ventilador de refrigeración 210_i. Cada uno de K_3 , K_4 y K_5 puede ser un número positivo preestablecido. Como alternativa, K_3 y K_4 pueden obtenerse a partir de una tercera tabla de datos y una cuarta tabla de datos, respectivamente, usando como índice el primer valor de referencia de la información de temperatura de la batería. La tercera tabla de datos define una correspondencia entre T_{ref} y K_3 . En la tercera tabla de datos, un mayor T_{ref} se asocia con un mayor K_3 . La cuarta tabla de datos define una correspondencia entre T_{ref} y K_4 . En la cuarta tabla de datos, un

mayor T_{ref} se asocia con un mayor K_4 . La primera tabla de datos puede usarse como tercera tabla de datos. Es decir, K_3 puede ser igual a K_1 . La segunda tabla de datos puede usarse como cuarta tabla de datos. Es decir, K_4 puede ser igual a K_2 .

5 K_5 puede obtenerse a partir de una quinta tabla de datos usando como índice el segundo valor de referencia de la información de vida útil de la batería. La quinta tabla de datos define una correspondencia entre SOH_{ref} y K_5 . En la quinta tabla de datos, un menor SOH_{ref} se asocia con un mayor K_5 .

10 En la etapa S540, la maestra 230 emite las de la primera a la $n^{ésima}$ señales de control C_1 a C_n a los del primer al $n^{ésimo}$ ventiladores de refrigeración 210_1 a 210_n. Es decir, la $i^{ésima}$ señal de control C_i se emite al $i^{ésimo}$ ventilador de refrigeración 210_i. La $i^{ésima}$ señal de control C_i es una señal para ordenar al $i^{ésimo}$ ventilador de refrigeración 210_i que gire a la $i^{ésima}$ velocidad de rotación.

15 La figura 6 es un diagrama de flujo que muestra de manera ilustrativa todavía otro método para controlar la temperatura del grupo de baterías 20.

Haciendo referencia a la figura 6, en la etapa S610, la maestra 230 registra las de la primera a la $n^{ésima}$ señales de notificación R_1 a R_n procedentes de las de la primera a la $n^{ésima}$ esclavas 220_1 a 220_n en la memoria 233 de la maestra 230. Las de la primera a la $n^{ésima}$ señales de notificación R_1 a R_n pueden indicar los estados de los del primer al $n^{ésimo}$ módulos de batería 30_1 a 30_n en el mismo punto temporal. Es decir, la $i^{ésima}$ señal de notificación R_i es transmitida por la $i^{ésima}$ esclava 220_i, e indica el estado del $i^{ésimo}$ módulo de batería 30_i.

20 En la etapa S620, la maestra 230 determina información de temperatura de la batería, información de vida útil de la batería e información de capacidad de la batería basándose en las de la primera a la $n^{ésima}$ señales de notificación R_1 a R_n . La información de temperatura de la batería incluye del primer al $n^{ésimo}$ valores de temperatura y un primer valor de referencia. La información de vida útil de la batería incluye del primer al $n^{ésimo}$ SOH y un segundo valor de referencia. La información de capacidad de la batería incluye del primer al $n^{ésimo}$ SOC y un tercer valor de referencia.

25 En la etapa S630, la maestra 230 determina las de la primera a la $n^{ésima}$ velocidades de rotación para los del primer al $n^{ésimo}$ ventiladores de refrigeración 210_1 a 210_n basándose en la información de temperatura de la batería, la información de vida útil de la batería y la información de capacidad de la batería.

30 Por ejemplo, independientemente de que el grupo de baterías 20 se esté cargando o descargando, cuando el $i^{ésimo}$ valor de temperatura es igual o menor que el primer valor de referencia y el $i^{ésimo}$ SOH es igual o mayor que el segundo valor de referencia, el circuito de control 231 puede determinar la $i^{ésima}$ velocidad de rotación asociada con el $i^{ésimo}$ ventilador de refrigeración 210_i usando la Ecuación 1 anterior. Cuando el $i^{ésimo}$ valor de temperatura es igual o mayor que el primer valor de referencia y el $i^{ésimo}$ SOH es igual o mayor que el segundo valor de referencia, el circuito de control 231 puede determinar la $i^{ésima}$ velocidad de rotación asociada con el $i^{ésimo}$ ventilador de refrigeración 210_i usando la Ecuación 2 anterior.

35 Como otro ejemplo, cuando el $i^{ésimo}$ valor de temperatura es igual o menor que el primer valor de referencia y el $i^{ésimo}$ SOH es igual o menor que el segundo valor de referencia, el circuito de control 231 puede determinar la $i^{ésima}$ velocidad de rotación asociada con el $i^{ésimo}$ ventilador de refrigeración 210_i usando la siguiente Ecuación 5:

40 [Ecuación 5]

$$F_i = \{(T_i - T_L) \times K_6\} + \{(SOH_{ref} - SOH_i) \times K_8\} + \{(SOC_i - SOC_{ref}) \times K_9\}$$

45 Durante la descarga del grupo de baterías 20, cuando el $i^{ésimo}$ valor de temperatura es igual o mayor que el primer valor de referencia y el $i^{ésimo}$ SOH es igual o menor que el segundo valor de referencia el circuito de control 231 puede determinar la $i^{ésima}$ velocidad de rotación asociada con el $i^{ésimo}$ ventilador de refrigeración 210_i usando la siguiente Ecuación 6:

50 [Ecuación 6]

$$F_i = \{(T_i - T_L) \times K_6\} + \{(T_i - T_{ref}) \times K_7\} + \{(SOH_{ref} - SOH_i) \times K_8\} + \{(SOC_i - SOC_{ref}) \times K_9\}$$

55 Las ecuaciones 5 y 6 tienen en cuenta la característica de que el SOC del módulo de batería 30_i que se está descargando disminuye a una tasa menor, ya que la resistencia interna del módulo de batería 30_i aumenta a medida que el módulo de batería 30_i se degrada.

60 Como otro ejemplo, cuando el $i^{ésimo}$ valor de temperatura es igual o menor que el primer valor de referencia y el $i^{ésimo}$ SOH es igual o menor que el segundo valor de referencia, el circuito de control 231 puede determinar la $i^{ésima}$ velocidad de rotación asociada con el $i^{ésimo}$ ventilador de refrigeración 210_i usando la siguiente Ecuación 7:

65 [Ecuación 7]

$$F_i = \{(T_i - T_L) \times K_6\} + \{(SOH_{ref} - SOH_i) \times K_8\} + \{(SOC_{ref} - SOC_i) \times K_9\}$$

5 Durante la carga del grupo de baterías 20, cuando el ^{iésimo} valor de temperatura es igual o mayor que el primer valor de referencia y el ^{iésimo} SOH es igual o menor que el segundo valor de referencia, el circuito de control 231 puede determinar la ^{iésima} velocidad de rotación asociada con el ^{iésimo} ventilador de refrigeración 210_i usando la siguiente Ecuación 8:

[Ecuación 8]

10

$$F_i = \{(T_i - T_L) \times K_6\} + \{(T_i - T_{ref}) \times K_7\} + \{(SOH_{ref} - SOH_i) \times K_8\} + \{(SOC_{ref} - SOC_i) \times K_9\}$$

15 Las ecuaciones 7 y 8 tienen en cuenta la característica de que el SOC del módulo de batería 30_i que se está cargando aumenta a una tasa menor, ya que la resistencia interna del módulo de batería 30_i aumenta a medida que el módulo de batería 30_i se degrada.

20 En las Ecuaciones 5 a 8, T_i denota el ^{iésimo} valor de temperatura, T_L denota el valor umbral de temperatura, T_{ref} denota el primer valor de referencia, SOH_i denota el ^{iésimo} SOH, SOH_{ref} denota el segundo valor de referencia, SOC_i denota el ^{iésimo} SOC, SOC_{ref} denota el tercer valor de referencia, K_6 denota el sexto peso, K_7 denota el séptimo peso, K_8 denota el octavo peso, K_9 denota el noveno peso y F_i denota la velocidad de rotación asociada con el ^{iésimo} ventilador de refrigeración 210_i.

25 Cuando el ^{iésimo} SOH es igual o menor que el primer valor de referencia, el circuito de control 231 puede determinar la ^{iésima} velocidad de rotación asociada con el ^{iésimo} ventilador de refrigeración 210_i usando una cualquiera de las Ecuaciones 5 a 8. Por ejemplo, el circuito de control 231 puede determinar la ^{iésima} velocidad de rotación usando la Ecuación 5 o 6 durante la descarga del grupo de baterías 20, y determinar la ^{iésima} velocidad de rotación usando la Ecuación 7 u 8 durante la carga del grupo de baterías 20.

30 Cada uno de K_6 , K_7 , K_8 y K_9 puede ser un número positivo preestablecido. Como alternativa, K_6 y K_7 pueden obtenerse a partir de una sexta tabla de datos y una séptima tabla de datos, respectivamente, usando como índice el primer valor de referencia de la información de temperatura de la batería. La sexta tabla de datos define una correspondencia entre T_{ref} y K_6 . En la sexta tabla de datos, un mayor T_{ref} se asocia con un mayor K_6 . La séptima tabla de datos define una correspondencia entre T_{ref} y K_7 . En la séptima tabla de datos, un mayor T_{ref} se asocia con un mayor K_7 . La primera tabla de datos puede usarse como sexta tabla de datos. Es decir, K_6 puede ser igual a K_1 . La segunda tabla de datos puede usarse como séptima tabla de datos. Es decir, K_7 puede ser igual a K_2 .

40 K_8 puede obtenerse a partir de una octava tabla de datos usando como índice el segundo valor de referencia de la información de vida útil de la batería. La octava tabla de datos define una correspondencia entre SOH_{ref} y K_8 . En la octava tabla de datos, un menor SOH_{ref} se asocia con un mayor K_8 . La quinta tabla de datos puede usarse como octava tabla de datos. Es decir, K_8 puede ser igual a K_5 .

45 K_9 puede obtenerse a partir de una novena tabla de datos usando como índice el tercer valor de referencia de la información de capacidad de la batería. La novena tabla de datos define una correspondencia entre SOC_{ref} y K_9 . En la novena tabla de datos, un mayor SOC_{ref} se asocia con un mayor K_9 .

50 En la etapa S640, la maestra 230 emite las de la primera a la ^{nésima} señales de control C_1 a C_n a los del primer al ^{nésimo} ventiladores de refrigeración 210_1 a 210_n. Es decir, la ^{iésima} señal de control C_i se emite al ^{iésimo} ventilador de refrigeración 210_i. La ^{iésima} señal de control C_i es una señal para ordenar al ^{iésimo} ventilador de refrigeración 210_i que gire a la ^{iésima} velocidad de rotación.

55 En el método de las figuras 4 a 6, cuando F_i determinada a partir de una de las Ecuaciones 1 a 8 es menor que un límite inferior predeterminado, el circuito de control 231 puede determinar que la ^{iésima} velocidad de rotación asociada con el ^{iésimo} ventilador de refrigeración 210_i es igual que el límite inferior predeterminado. Por ejemplo, cuando $F_i = -3$ (veces/s) y el límite inferior predeterminado = 0 (rotaciones/s), la ^{iésima} velocidad de rotación asociada con el ^{iésimo} ventilador de refrigeración 210_i puede limitarse a 0 (rotaciones/s).

60 Cuando F_i determinada a partir de una de las Ecuaciones 1 a 8 excede un límite superior predeterminado, el circuito de control 231 puede determinar que la ^{iésima} velocidad de rotación asociada con el ^{iésimo} ventilador de refrigeración 210_i es igual que el límite superior predeterminado. Por ejemplo, cuando $F_i = 55$ (rotaciones/s) y el límite superior predeterminado = 30 (rotaciones/s), la ^{iésima} velocidad de rotación asociada con el ^{iésimo} ventilador de refrigeración 210_i puede limitarse a 30 (rotaciones/s). El límite superior predeterminado puede ser la velocidad de rotación máxima del ^{iésimo} ventilador de refrigeración 210_i.

65 Por consiguiente, la ^{iésima} velocidad de rotación asociada con el ^{iésimo} ventilador de refrigeración 210_i puede determinarse basándose en la temperatura, el SOH y/o el SOC del ^{iésimo} módulo de batería 30_i en el intervalo entre el límite superior predeterminado y el límite inferior predeterminado.

El método de cada una de las figuras 4 a 6 puede repetirse periódica o aperiódicamente.

5 La figura 7 es un diagrama que muestra de manera ilustrativa una configuración de un sistema de batería 10 de acuerdo con una segunda realización de la presente divulgación. Para evitar la redundancia, el sistema de batería 10 de acuerdo con la segunda realización se describirá en relación con diferencias respecto a la primera realización (véanse las figuras 1 a 3).

10 El sistema de batería 10 de la segunda realización es diferente del de la primera realización en que el aparato 200 incluye además un circuito de alimentación 300 para sustituir n pares de líneas de alimentación proporcionadas como una trayectoria de alimentación entre los del primer al n^{ésimo} ventiladores de refrigeración 210_1 a 210_n y los del primer al n^{ésimo} módulos de batería 30_1 a 30_n.

15 Haciendo referencia a la figura 7, el circuito de alimentación 300 está configurado para suministrar la potencia necesaria para hacer funcionar los del primer al n^{ésimo} ventiladores de refrigeración 210_1 a 210_n, e incluye un circuito en serie principal 310 y del primer al n^{ésimo} subcircuitos en serie 320_1 a 320_n.

20 El circuito en serie principal 310 está conectado eléctricamente en paralelo al grupo de baterías 20 a través del primer nodo N+ y el segundo nodo N-. El circuito en serie principal 310 incluye una bobina principal 311 y un interruptor principal 312 conectados en serie entre sí. Por ejemplo, el interruptor principal 312 puede incluir un transistor de efecto de campo. Un extremo de la bobina principal 311 puede estar conectado al primer nodo N+, y el otro extremo de la bobina principal 311 puede estar conectado a un extremo del interruptor principal 312. El otro extremo del interruptor principal 312 puede estar conectado al segundo nodo N-.

25 Los del primer al n^{ésimo} subcircuitos en serie 320_1 a 320_n se proporcionan a los del primer al n^{ésimo} ventiladores de refrigeración 210_1 a 210_n en una relación de uno a uno. El j^{ésimo} subcircuito en serie 320_j incluye una subbobina 321_j y un subinterruptor 322_j conectados en serie entre sí. El subinterruptor 322_j puede ser un transistor de efecto de campo. Un extremo de la subbobina 321_j puede estar conectado a uno de los dos terminales de alimentación del ventilador de refrigeración 210_j, y el otro extremo de la subbobina 321_j puede estar conectado a un extremo del subinterruptor 322_j. El otro extremo del subinterruptor 322_j puede estar conectado al otro de los dos terminales de alimentación del ventilador de refrigeración 210_j. El circuito de alimentación 300 utiliza un transformador flyback, y la bobina principal 311 y la bobina secundaria 321_j pueden estar acopladas magnéticamente entre sí. Una proporción entre el número de espiras de la subbobina 321_j y el número de espiras de la bobina principal 311 puede preestablecerse en un valor de 0 a 1 (por ejemplo, 1/n).

35 Los métodos relacionados con la primera realización descrita anteriormente con referencia a las figuras 4 a 6 pueden usarse comúnmente para controlar la temperatura del grupo de baterías 20 del sistema de batería 10 de acuerdo con la segunda realización. El circuito de control 231 puede controlar el interruptor principal 312 y los del primer al n^{ésimo} subinterruptores 322_1 a 322_n basándose en las de la primera a la n^{ésima} velocidades de rotación determinadas en la etapa S430, la etapa S530 o la etapa S630.

La figura 8 es un diagrama de flujo que muestra de manera ilustrativa un método para controlar el circuito de alimentación 300 de la figura 7.

45 Haciendo referencia a la figura 8, en la etapa S810, la maestra 230 enciende el interruptor principal 312 durante un primer período. El momento de inicio del primer período puede estar dentro de un tiempo predeterminado (por ejemplo, 0,01 s) a partir del punto temporal cuando la etapa S440, la etapa S540 o la etapa S640 se ha completado. El interruptor principal 312 se enciende en respuesta a la señal de conmutación SM procedente del circuito de control 231. Por consiguiente, durante el primer período, la corriente fluye a través del circuito en serie principal 310, y se transmite energía desde el grupo de baterías 20 a la bobina principal 311.

50 En la etapa S820, la maestra 230 apaga el interruptor principal 312 y enciende los del primer al n^{ésimo} subinterruptores 322_1 a 322_n durante un segundo período. El momento de inicio del segundo período puede ser posterior al momento de finalización del primer período. El circuito de control 231 emite las de la primera a la n^{ésima} señales de conmutación S_1 a S_n a los del primer al n^{ésimo} subinterruptores 322_1 a 322_n. El subinterruptor 322_j se enciende en respuesta a la señal de conmutación S_j procedente del circuito de control 231. Cuando el interruptor principal 312 está apagado y el subinterruptor 322_j está encendido, la energía electromagnética almacenada en la bobina principal 311 durante el primer período se emite de forma inalámbrica. Por consiguiente, durante el segundo período, se suministra potencia a los del primer al n^{ésimo} ventiladores de refrigeración 210_1 a 210_n a través de los del primer al n^{ésimo} subcircuitos en serie 320_1 a 320_n. La etapa S820 puede realizarse en paralelo con la etapa S440, la etapa S540 o la etapa S640. Es decir, mientras que los del primer al n^{ésimo} subcircuitos en serie 320_1 a 320_n suministran potencia a los del primer al n^{ésimo} ventiladores de refrigeración 210_1 a 210_n, los del primer al n^{ésimo} ventiladores de refrigeración 210_1 a 210_n funcionan a las de la primera a la n^{ésima} velocidades de rotación en respuesta a las de la primera a la n^{ésima} señales de control C_1 a C_n procedentes de la maestra 230. La duración de cada uno de los períodos de la etapa S810 y de la etapa S820 puede ser preestablecida.

ES 3 019 401 T3

En la etapa S830, la maestra 230 apaga los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ subinterruptores 322_1 a 322_n.

- 5 A diferencia de la primera realización en la que la potencia necesaria para hacer funcionar el $i^{\text{ésimo}}$ ventilador de refrigeración 210_i se suministra únicamente desde el $i^{\text{ésimo}}$ módulo de batería 30_i, de acuerdo con la segunda realización descrita anteriormente con referencia a las figuras 7 y 8, la potencia necesaria para hacer funcionar el $i^{\text{ésimo}}$ ventilador de refrigeración 210_i se suministra desde todos de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ los módulos de batería 30_1 a 30_n. A diferencia de las primera y segunda realizaciones, la potencia necesaria para hacer funcionar los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ ventiladores de refrigeración 210_1 a 210_n puede suministrarse desde una fuente de alimentación externa.
- 10 Las realizaciones de la presente divulgación descritas anteriormente en el presente documento 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 materia a partir de la divulgación de las realizaciones descritas anteriormente.
- 15 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.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de batería (10) que comprende un grupo de baterías (20) que incluye del primer al $n^{\text{ésimo}}$ módulos de batería (30_1 a 30_n) conectados en serie, en donde n es un número natural de 2 o mayor, y un aparato de control de temperatura de la batería (200), comprendiendo el aparato de control de temperatura de la batería (200):

del primer al $n^{\text{ésimo}}$ ventiladores de refrigeración (210_1 a 210_n) proporcionados a los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ módulos de batería (30_1 a 30_n) en una relación de uno a uno;

de la primera a la $n^{\text{ésima}}$ unidades de gestión esclavas (220_1 a 220_n) proporcionadas a los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ módulos de batería (30_1 a 30_n) en una relación de una a uno; y

una unidad de gestión maestra (230) acoplada operativamente a los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ ventiladores de refrigeración (210_1 a 210_n) y a las de la primera a la $n^{\text{ésima}}$ unidades de gestión esclavas (220_1 a 220_n), en donde la unidad de gestión maestra (230) está configurada para:

determinar información de temperatura de la batería que incluye del primer al $n^{\text{ésimo}}$ valores de temperatura y un primer valor de referencia basándose en una señal de notificación procedente de cada una de las de la primera a la $n^{\text{ésima}}$ unidades de gestión esclavas (220_1 a 220_n), en donde los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ valores de temperatura indican temperaturas de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ módulos de batería (30_1 a 30_n), y el primer valor de referencia es un promedio o una mediana de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ valores de temperatura, y

controlar una velocidad de rotación de cada uno de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ ventiladores de refrigeración (210_1 a 210_n) basándose en la información de temperatura de la batería,

caracterizado por que la unidad de gestión maestra (230) está configurada para:

determinar información de vida útil de la batería que incluye del primer al $n^{\text{ésimo}}$ estados de salud (SOH) y un segundo valor de referencia basándose en la señal de notificación, en donde los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ SOH indican una vida útil restante de los del primer a $n^{\text{ésimo}}$ módulos de batería, y el segundo valor de referencia es un promedio o una mediana de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ SOH, y

determinar la velocidad de rotación de cada uno de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ ventiladores de refrigeración (210_1 a 210_n) basándose además en la información de vida útil de la batería.

2. El sistema de batería (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de gestión maestra (230) está configurada para:

cuando el $i^{\text{ésimo}}$ valor de temperatura es igual o menor que el primer valor de referencia, determinar la velocidad de rotación del $i^{\text{ésimo}}$ ventilador de refrigeración (210_i), donde $i = 1$ a n, usando una siguiente Ecuación 1:

[Ecuación 1]

$$F_i = (T_i - T_L) \times K_1,$$

y cuando el $i^{\text{ésimo}}$ valor de temperatura es mayor que el primer valor de referencia, determinar la velocidad de rotación del $i^{\text{ésimo}}$ ventilador de refrigeración (210_i), donde $i = 1$ a n, usando una siguiente Ecuación 2:

[Ecuación 2]

$$F_i = \{(T_i - T_L) \times K_1\} + \{(T_i + T_{ref}) \times K_2\}$$

en donde en las Ecuaciones 1 y 2, T_i es el $i^{\text{ésimo}}$ valor de temperatura, T_L es un valor umbral de temperatura, T_{ref} es el primer valor de referencia, K_1 es un primer peso, K_2 es un segundo peso y F_i es la velocidad de rotación del $i^{\text{ésimo}}$ ventilador de refrigeración (210_i).

3. El sistema de batería (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de gestión maestra (230) está configurada para:

cuando el $i^{\text{ésimo}}$ valor de temperatura es igual o menor que el primer valor de referencia, determinar la velocidad de rotación del $i^{\text{ésimo}}$ ventilador de refrigeración (210_i), donde $i = 1$ a n, usando una siguiente Ecuación 3:

[Ecuación 3]

$$F_i = \{(T_i - T_L) \times K_3\} + \{(SOH_{ref} - SOH_i) \times K_5\},$$

y cuando el $i^{\text{ésimo}}$ valor de temperatura es mayor que el primer valor de referencia, determinar la velocidad de rotación del $i^{\text{ésimo}}$ ventilador de refrigeración (210_i), donde $i = 1$ a n, usando una siguiente Ecuación 4:

[Ecuación 4]

$$F_i = \{(T_i - T_L) \times K_3\} + \{(T_i - T_{ref}) \times K_4\} + \{(SOH_{ref} - SOH_i) \times K_5\}$$

en donde en las Ecuaciones 3 y 4, T_i es el i ésimo valor de temperatura, T_L es un valor umbral de temperatura, T_{ref} es el primer valor de referencia, SOH_i es el i ésimo SOH, SOH_{ref} es el segundo valor de referencia, K_3 es un tercer peso, K_4 es un cuarto peso, K_5 es un quinto peso y F_i es la velocidad de rotación del i ésimo ventilador de refrigeración (210_i).

4. El sistema de batería (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de gestión maestra (230) está configurada para:

determinar información de capacidad de la batería que incluye del primer al n ésimo estados de carga (SOC) y un tercer valor de referencia basándose en la señal de notificación, en donde los del primer al n ésimo SOC indican una capacidad restante de los del primer al n ésimo módulos de batería (30₁ a 30_n), y el tercer valor de referencia es un promedio o una mediana de los del primer al n ésimo SOC, y
determinar la velocidad de rotación de cada uno de los del primer al n ésimo ventiladores de refrigeración (210₁ a 210_n) basándose además en la información de capacidad de la batería.

5. El sistema de batería (10) de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la unidad de gestión maestra (230) está configurada para:

cuando el i ésimo valor de temperatura es igual o menor que el primer valor de referencia, determinar la velocidad de rotación del i ésimo ventilador de refrigeración (210_i), donde $i = 1$ a n , usando una siguiente Ecuación 5:

[Ecuación 5]

$$F_i = \{(T_i - T_L) \times K_6\} + \{(SOH_{ref} - SOH_i) \times K_8\} + \{(SOC_i - SOC_{ref}) \times K_9\},$$

y
cuando el i ésimo valor de temperatura es mayor que el primer valor de referencia, determinar la velocidad de rotación del i ésimo ventilador de refrigeración (210_i), donde $i = 1$ a n , usando una siguiente Ecuación 6:

[Ecuación 6]

$$F_i = \{(T_i - T_L) \times K_6\} + \{(T_i - T_{ref}) \times K_7\} + \{(SOH_{ref} - SOH_i) \times K_8\} + \{(SOC_i - SOC_{ref}) \times K_9\}$$

en donde en las Ecuaciones 5 y 6, T_i es el i ésimo valor de temperatura, T_{ref} es el primer valor de referencia, T_L es un valor umbral de temperatura, SOH_i es el i ésimo SOH, SOH_{ref} es el segundo valor de referencia, SOC_i es el i ésimo SOC, SOC_{ref} es el tercer valor de referencia, K_6 es un sexto peso, K_7 es un séptimo peso, K_8 es un octavo peso, K_9 es un noveno peso y F_i es la velocidad de rotación del i ésimo ventilador de refrigeración (210_i).

6. El sistema de batería (10) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además:
una fuente de alimentación (300) que incluye:

un circuito en serie principal (310) conectado en paralelo al grupo de baterías (20); y
del primer al n ésimo subcircuitos en serie (320₁ a 320_n) conectados en paralelo a los del primer al n ésimo ventiladores de refrigeración (210₁ a 210_n) en una relación de uno a uno,
en donde el circuito en serie principal (310) incluye una bobina principal (311) y un interruptor principal (312) conectados en serie entre sí,
cada subcircuito en serie (320₁ a 320_n) incluye una subbobina (321_i) y un subinterruptor (322_i) conectados en serie entre sí, y
la unidad de gestión maestra (230) está configurada para controlar el interruptor principal (312) y cada subinterruptor (322_i) basándose en la velocidad de rotación de cada uno de los del primer al n ésimo ventiladores de refrigeración (210₁ a 210_n).

7. Un sistema de almacenamiento de energía (1) que comprende el sistema de batería (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

8. Un método de control de temperatura de la batería para un sistema de batería (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, comprendiendo el método de control de temperatura de la batería:

determinar (S420) información de temperatura de la batería que incluye del primer al n ésimo valores de temperatura y un primer valor de referencia, en donde los del primer al n ésimo valores de temperatura indican temperaturas de los del primer al n ésimo módulos de batería (30₁ a 30_n), y el primer valor de referencia es un promedio o una mediana de los del primer al n ésimo valores de temperatura; y
controlar una velocidad de rotación de cada uno de los del primer al n ésimo ventiladores de refrigeración (210₁ a

- 210_n) basándose en la información de temperatura de la batería, **caracterizado por** determinar información de vida útil de la batería que incluye del primer al $n^{\text{ésimo}}$ estados de salud (SOH) y un segundo valor de referencia, en donde los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ SOH indican una vida útil restante de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ módulos de batería (30_1 a 30_n), y el segundo valor de referencia es un promedio o una mediana de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ SOH,
- 5 en donde la velocidad de rotación de cada uno de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ ventiladores de refrigeración (210_1 a 210_n) se determina basándose además en la información de vida útil de la batería.
9. El método de control de temperatura de la batería de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende, además:
- 10 determinar (S620) información de capacidad de la batería que incluye del primer al $n^{\text{ésimo}}$ estados de carga (SOC) y un tercer valor de referencia, en donde los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ SOC indican una capacidad restante de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ módulos de batería (30_1 a 30_n), y el tercer valor de referencia es un promedio o una mediana de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ SOC,
- 15 en donde la velocidad de rotación de cada uno de los del primer al $n^{\text{ésimo}}$ ventiladores de refrigeración (210_1 a 210_n) se determina basándose además en la información de capacidad de la batería.

FIG. 1

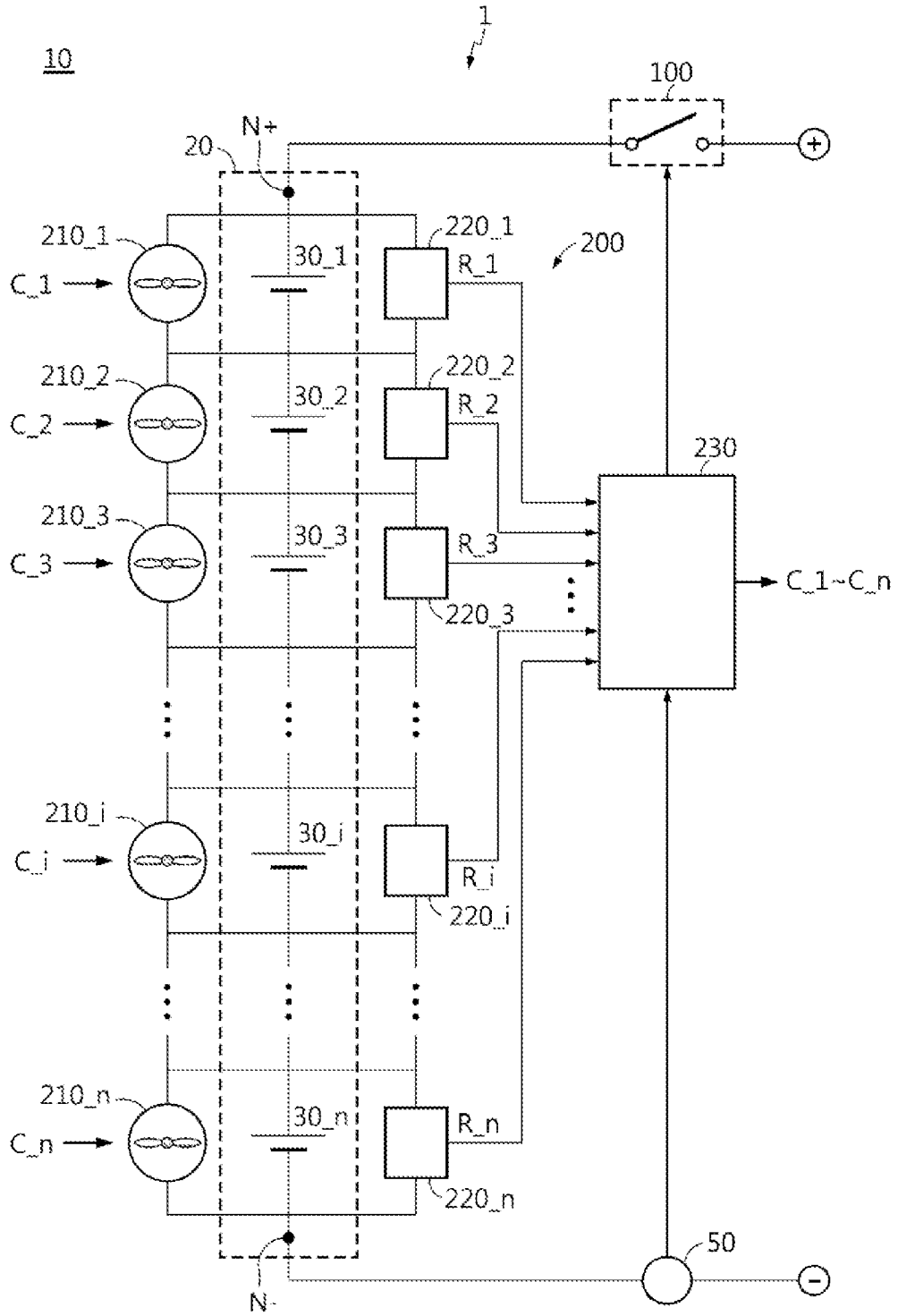


FIG. 2

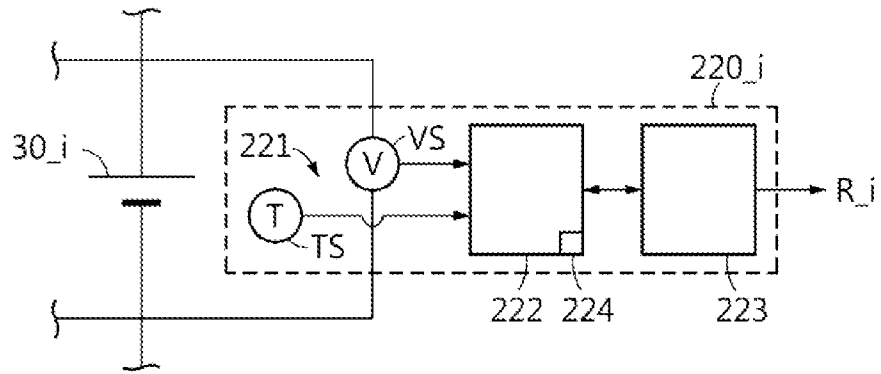


FIG. 3

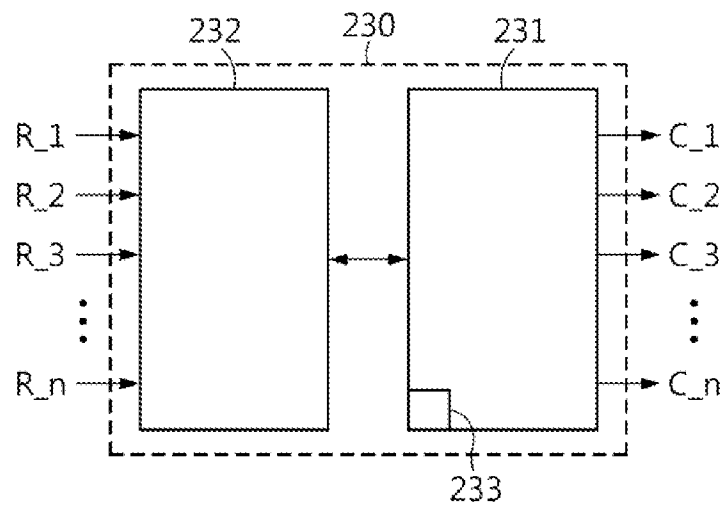


FIG. 4

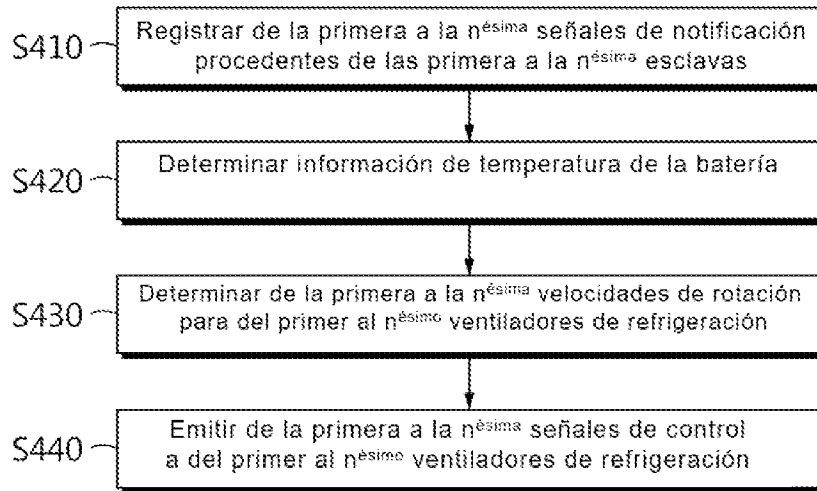


FIG. 5

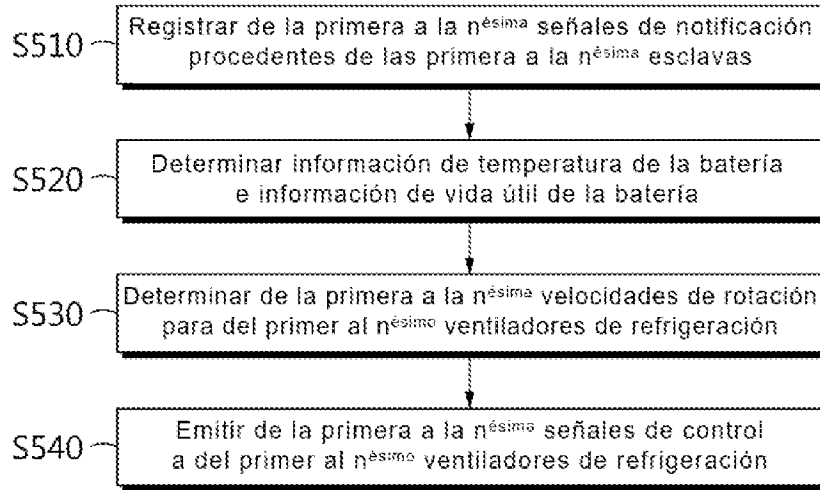


FIG. 6

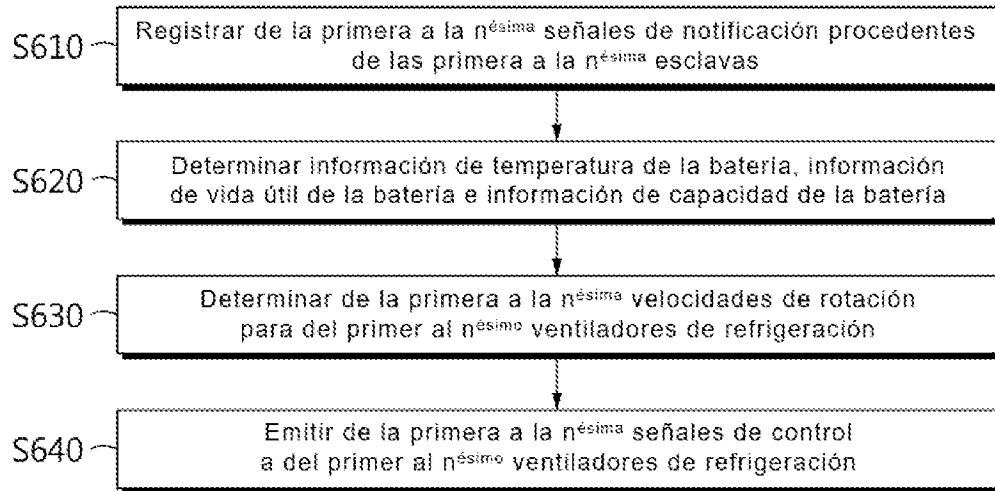


FIG. 7

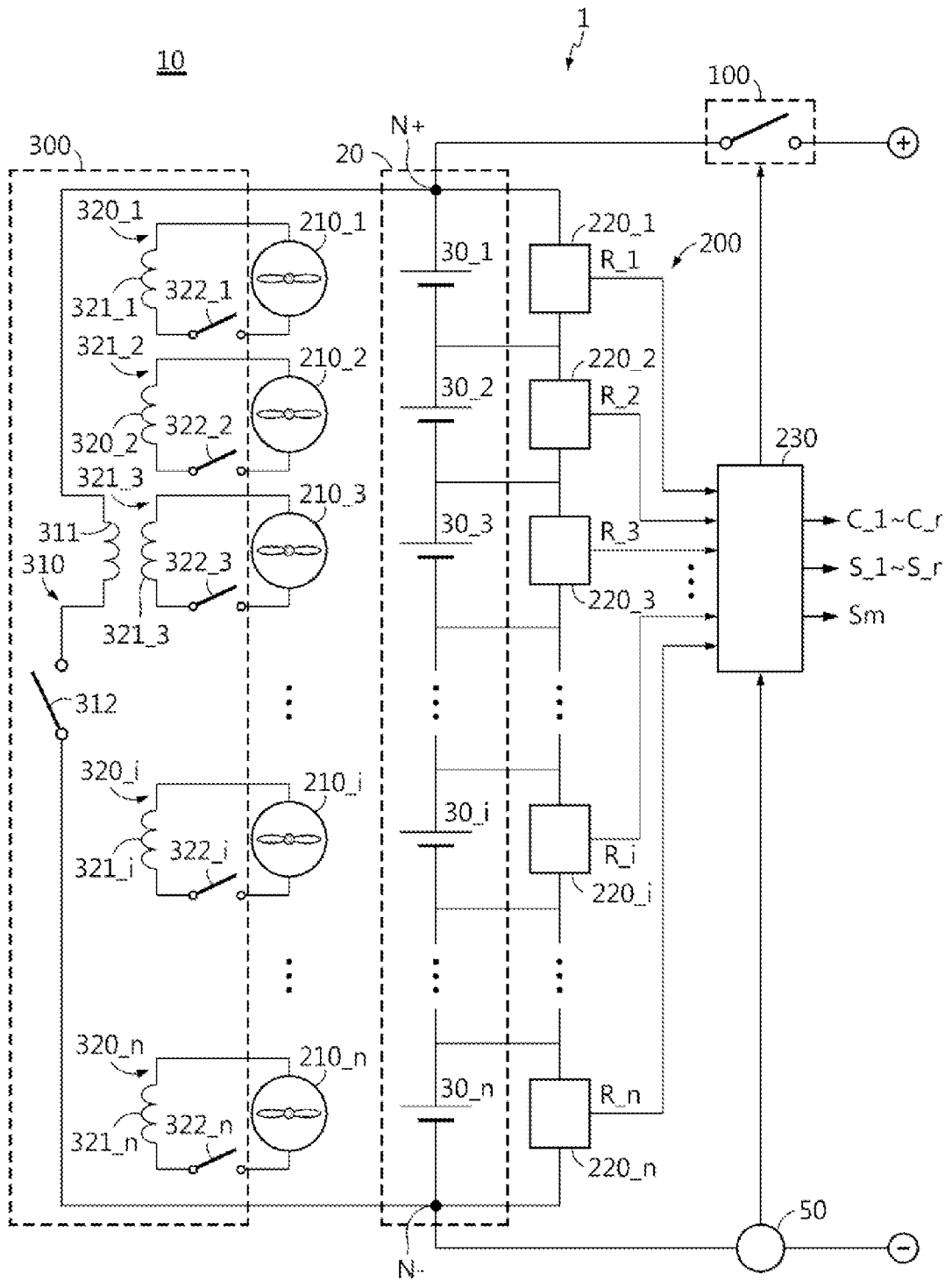


FIG. 8

