

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 937 948**

51 Int. Cl.:

H02J 7/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.10.2018** **PCT/US2018/055558**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.04.2019** **WO19075293**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2018** **E 18797295 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2022** **EP 3679635**

54 Título: **Control de temperatura para sistema de almacenamiento de energía**

30 Prioridad:

12.10.2017 US 201762571324 P

25.10.2017 US 201762576880 P

16.11.2017 US 201762587015 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
03.04.2023

73 Titular/es:

GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)

1 River Road

Schenectady, NY 12345, US

72 Inventor/es:

BROWN, KEITH, GARRETTE;

WANG, HONGGANG y

WADDELL, ALISTAIR, MARTIN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 937 948 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

Control de temperatura para sistema de almacenamiento de energía

5 **REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS****ANTECEDENTES**

El tema descrito en el presente documento se refiere, en general, al control de temperatura de sistemas de almacenamiento de energía y, más específicamente, al equilibrio del rendimiento termodinámico de los sistemas de almacenamiento de energía.

La demanda mundial de energía eléctrica ha ido aumentando año tras año. Gran parte de la demanda de energía eléctrica se satisface con energía producida a partir de fuentes de energía convencionales como el carbón y el gas. Sin embargo, en los últimos años, ha habido un impulso para la generación de electricidad mediante recursos de energía renovable, como la energía solar y la energía eólica.

Los generadores de turbinas eólicas se consideran fuentes de energía alternativas relativamente económicas y respetuosas con el medio ambiente, que utilizan la energía eólica para producir energía eléctrica. Además, la generación de energía solar utiliza módulos fotovoltaicos (PV) para generar electricidad a partir de la luz solar. Dado que la intensidad del viento y la luz solar no es constante, la salida de potencia de las turbinas eólicas y de los módulos PV fluctúa a lo largo del día. La demanda de electricidad normalmente no varía de acuerdo con las variaciones solares y eólicas.

Un sistema de almacenamiento de energía puede ayudar a abordar el problema de la variabilidad de la energía solar y eólica hasta cierto punto. Por ejemplo, la energía variable de las plantas de energía solar y eólica se puede almacenar en el sistema de almacenamiento de energía que se puede usar después en un momento posterior o en una ubicación remota.

Los sistemas de almacenamiento de energía también se pueden cargar desde una red eléctrica y se pueden usar para tratar las variaciones de frecuencia, la supresión de armónicos, el soporte de voltaje y la calidad de la energía en la red eléctrica.

Los sistemas de almacenamiento de energía experimentan y generan calor. En particular, la mayor cantidad de calor se genera durante la carga y descarga de las baterías. Si no se elimina el calor, el calor se acumula en el contenedor de la batería y se reduce la vida útil de la batería. Se pueden utilizar sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) para controlar las temperaturas de los sistemas de almacenamiento de energía. Por lo general, al menos un sistema HVAC está equipado dentro de un sistema de almacenamiento de energía cerrado para la gestión térmica de múltiples bastidores de módulos de almacenamiento de energía distribuidos espacialmente en el recinto. Sin embargo, puede haber un desequilibrio de temperatura significativo entre los diferentes bastidores debido a las diferentes condiciones externas, la carga solar, el rendimiento de HVAC, la degradación variable de las celdas de la batería y las zonas muertas del flujo de aire en el recinto. En realizaciones en las que los módulos de almacenamiento de energía incluyen baterías de iones de litio, por ejemplo, dichas baterías normalmente funcionan de manera óptima desde 20 grados centígrados hasta 25 grados centígrados, y el funcionamiento a temperaturas superiores acorta la vida útil y conduce a la pérdida de capacidad. Además, los tiempos de respuesta al enfriamiento requerido a veces pueden retrasarse por consideraciones de transferencia de calor asociadas con la gran masa térmica de las baterías.

El documento WO2016/132586 describe un sistema de almacenamiento de energía de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Sería deseable tener un mejor control de temperatura de los sistemas de almacenamiento de energía.

BREVE DESCRIPCIÓN

La invención se refiere a un sistema de almacenamiento de energía según la reivindicación 1.

La invención se refiere además a un método para controlar la temperatura en un sistema de almacenamiento de energía, según la reivindicación 3.

DIBUJOS

Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se entenderán mejor cuando se lea la siguiente descripción detallada haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los que los mismos caracteres representan partes iguales a lo largo de los dibujos, en los que:

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de almacenamiento de energía acoplado a un sistema de generación de energía renovable y una red eléctrica de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva de un contenedor de almacenamiento de energía que incluye una pluralidad de cadenas de módulos de batería de acuerdo con la presente invención.

La figura 3 es un diagrama de bloques de un sistema de almacenamiento de energía que incluye un sistema de control de temperatura de acuerdo con la presente invención.

La figura 4 es un diagrama de flujo de un método de control de temperatura para un sistema de almacenamiento de energía de acuerdo con la presente invención.

La figura 5 es un diagrama de bloques de un método para gestionar dos sistemas HVAC de acuerdo con una realización dada a conocer en este documento.

La figura 6 es un diagrama de bloques de un sistema de almacenamiento de energía y un controlador de acuerdo con la presente invención.

La figura 7 es un diagrama de bloques de un método de control de temperatura basado en la radiación solar de acuerdo con la presente invención.

La figura 8 es un diagrama de bloques de un método de control de temperatura basado en predicciones de carga y radiación solar de acuerdo con la presente invención.

La figura 9 es un diagrama de flujo de un método de control de temperatura basado en predicciones de carga y radiación solar de acuerdo con la presente invención.

La figura 10 es un diagrama de bloques de un sensor adicional de acuerdo con la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

A continuación se hará referencia en detalle a realizaciones de la invención, de la que se ilustran uno o más ejemplos en los dibujos. Cada ejemplo se proporciona a modo de explicación de la invención, no como limitación de la invención. De hecho, será evidente para los expertos en la técnica que se pueden realizar diversas modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse del alcance o espíritu de la invención. Por ejemplo, las características ilustradas o descritas como parte de una realización se pueden usar con otra realización para producir otra realización más. Por lo tanto, se pretende que la presente invención cubra las modificaciones y variaciones que entren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

Como se usa en el presente documento, los términos "primero", "segundo" y "tercero" pueden usarse indistintamente para distinguir un componente de otro y no pretenden significar ubicación o importancia de los componentes individuales.

El término "1-n" y similares se refiere a una pluralidad de componentes o dispositivos que pueden incluir desde un componente o dispositivo hasta un número "n" de componentes o dispositivos.

La figura 1 ilustra un sistema de almacenamiento de energía acoplado por CC 100, acoplado a una fuente de alimentación de energía renovable 114. El sistema de almacenamiento de energía 100 incluye un bus de CC 102. Una pluralidad de cadenas de baterías 104 está conectada al bus de CC 102 a través de una pluralidad respectiva de convertidores de potencia 106. Cada una de las cadenas de baterías 104 incluye una pluralidad de baterías 120, como un módulo de almacenamiento de energía, como se muestra en la figura 3, conectadas en serie y/o en paralelo. Las baterías 120 en cada cadena de baterías 104 pueden cargarse desde el bus de CC y/o pueden proporcionar energía a una o más cargas 108 conectadas al bus de CC. Los convertidores de potencia 106, que pueden ser un convertidor de CC a CC (CC/CC), pueden cargar las cadenas de baterías 104 desde una red/red eléctrica 110 o una fuente de alimentación de energía renovable 114, como un módulo de energía solar. Además, el convertidor de potencia 106 conectado a una cadena de baterías 104 puede facilitar la transferencia de energía de una cadena de baterías 104 a otra cadena de baterías 104 y/o de una batería 120 a otra batería dentro de una cadena de baterías 104. El uno o más de la pluralidad de los convertidores de potencia 106 pueden incluir un convertidor reductor, un convertidor elevador, un convertidor reductor-elevador, un convertidor de retroceso o cualquier otro convertidor de potencia CC/CC adecuado. Las cargas 108 pueden incluir un cargador de automóvil, accionamientos eléctricos, cargas de iluminación, etc. Cuando una carga particular es una carga de corriente alterna (CA), se puede usar un convertidor de CC a CA entre el bus de CC 102 y la o las cargas de CA.

En algunas implementaciones, el bus de CC 102 del sistema de almacenamiento de energía 100 puede conectarse a la red o red eléctrica de CA 110 a través de un inversor de red eléctrica 112. La red o red eléctrica 11 puede ser una red eléctrica a escala de consumo, comercial y/o de servicios públicos. En algunas implementaciones, el sistema de almacenamiento de energía 100 también se puede conectar a una fuente de alimentación de energía renovable 114, que puede generar energía a partir de una o más fuentes de generación de energía renovable (por ejemplo, paneles fotovoltaicos (PV), turbinas eólicas, centrales geotérmicas o cualquier otra fuente de generación de energía renovable). La fuente de alimentación de energía renovable 114 está conectada al sistema de almacenamiento de energía a través de un convertidor de potencia 116.

En una realización en la que el módulo de energía renovable 114 incluye paneles PV, el convertidor de potencia renovable 116 puede ser un convertidor PV. Al controlar el voltaje del bus de CC, las baterías en las cadenas de baterías 104 pueden cargarse desde la red eléctrica 110 y/o el módulo de energía renovable 114. Además, en algunas realizaciones, las cadenas de baterías 104 pueden suministrar energía a la red eléctrica 110.

La figura 2 ilustra un sistema de almacenamiento de energía 100 según algunas realizaciones. En la realización ilustrada, el sistema de almacenamiento de energía 100 incluye un contenedor o recinto 102 y una pluralidad de cadenas de módulos de batería 115 instaladas en el mismo. Cada cadena de módulos de batería 115 puede incluir una cadena de baterías 104 y un convertidor de potencia respectivo 106. Como se muestra en la figura 2, el contenedor 102 puede incluir además electrónica de potencia y/o equipo de control de temperatura 118, como un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) y uno o más ventiladores 150 distribuidos por todo el recinto 102, para gestionar el funcionamiento y la refrigeración/calefacción de las cadenas de módulos de batería 115.

La figura 3 ilustra un diagrama de bloques esquemático del sistema de control de temperatura 200 dentro de una realización del contenedor 102 de un sistema de almacenamiento de energía 100 similar al que se muestra en la figura 2. El sistema de control de temperatura 200 controla la temperatura y la gestión de la circulación del flujo de aire 152 que pasa a través del contenedor 102 y las cadenas de módulos de batería 115. El sistema de control de temperatura 200 incluye un sistema HVAC 302, un controlador o termostato HVAC 204, una pluralidad de ventiladores 206, una pluralidad de controladores de ventilador 208 y una pluralidad de cadenas de administración de batería (BMS) 210, y un controlador de temperatura del contenedor 212. El sistema HVAC 204 controla la temperatura del fluido refrigerante 214, por ejemplo aire, y el caudal volumétrico del aire que circula a través de los tubos y/o conductos 216 del contenedor 102. El sistema HVAC 204 incluye componentes HVAC 218, como un compresor 220, serpentines evaporadores 222, calentador 224 y soplante 226, para enfriar y/o calentar y hacer circular el aire 214 en la totalidad del interior del contenedor 102. El sistema HVAC 202 también incluye una válvula de entrada 228 para proporcionar aire fresco al conducto o trayectoria del flujo 216, y una válvula de salida 230 para eliminar el aire de escape del conducto o trayectoria del flujo. Puede disponerse una válvula de cierre 232 dentro de la trayectoria del flujo circulante 216 entre la válvula de entrada 228 y la válvula de salida 230 para permitir la adición de aire fresco y la eliminación del aire de escape de la trayectoria del flujo simultáneamente.

El controlador de HVAC o termostato 204 programado para ejecutar etapas para determinar los parámetros operativos para hacer funcionar el calentador 224, el compresor 220, el soplante 226 y varias válvulas, como la válvula de entrada 228, la válvula de salida 230 y la válvula de cierre 232, y para proporcionar un comando operativo correspondiente a cada uno de estos componentes HVAC 218, en respuesta a un punto de ajuste de temperatura HVAC proporcionado en la entrada 250 por el controlador de temperatura del contenedor 212, y a la temperatura del aire de retorno y/o la temperatura del aire de suministro por los respectivos sensores de temperatura 254.

La pluralidad de ventiladores 206 de cada cadena de módulos de batería 115 dentro del contenedor 102 está controlada por el respectivo controlador de ventilador 208. El controlador de ventilador 208 está programado para ejecutar etapas para determinar la velocidad del ventilador y proporcionar un comando operativo 260 a cada uno de los ventiladores 206 para controlar la velocidad del ventilador en respuesta a una o más de la velocidad 261 del respectivo ventilador proporcionada por un tacómetro, la temperatura del convertidor de potencia proporcionada por uno o más sensores de temperatura 263 y el punto de ajuste de temperatura del convertidor 262 proporcionado por el controlador de temperatura del contenedor 202. En otra realización, se proporciona una señal de carga de avance 264 al controlador de ventilador para controlar la velocidad del ventilador. Aunque se muestran y comentan ventiladores 150 con fines de ejemplo, se puede utilizar cualquier medio de refrigeración. Por ejemplo, en otras realizaciones, el sistema de almacenamiento de energía puede ser enfriado por líquido en lugar de enfriado por aire.

Como se muestra además en la figura 3, cada módulo de almacenamiento de batería 115 incluye un sistema de gestión de batería (BMS) 210 que recibe señales indicativas del estado de las baterías o de los módulos de almacenamiento de energía 120, que incluyen la temperatura, la corriente y la potencia de cada batería. Sobre la base de estas mediciones de temperatura, cada sistema de gestión de batería 210 proporciona señales al controlador de temperatura del contenedor 212 que incluyen al menos una de la mediana de la temperatura, la temperatura media, la temperatura máxima y la temperatura mínima de las baterías 120 de cada cadena de módulos de batería respectiva 104, como se muestra mejor en la figura 1.

El controlador de temperatura del contenedor 212 es un controlador de supervisión para controlar el controlador de HVAC 204 y los controladores de ventilador 208. El controlador de temperatura del contenedor 212 está programado para ejecutar etapas para determinar el punto de ajuste de temperatura de HVAC en 250 y el sesgo del punto de ajuste de temperatura en 262 para cada controlador de ventilador 208, que se proporciona correspondientemente al controlador HVAC 204 y a los controladores de ventilador 208. El punto de ajuste de temperatura HVAC 250 y la polarización del punto de ajuste de temperatura 262 se basan en parte en las temperaturas proporcionadas por el sistema HVAC 202, los controladores de ventilador 208 y los sistemas de gestión de batería 210. En general, el controlador de temperatura del contenedor 212 está programado para ejecutar las etapas de predecir las cargas térmicas para las respectivas cadenas de baterías 104 dentro del recinto 102, donde las cargas térmicas comprenden cargas térmicas externas y cargas térmicas internas; determinar los comandos operativos del convertidor CC/CC 106, los comandos operativos de HVAC 118 y los comandos operativos del ventilador 206, o una combinación de comandos operativos del convertidor CC/CC, de HVAC y del ventilador en función de las respectivas cargas térmicas previstas, para controlar las cargas térmicas reales de las respectivas cadenas de baterías; y enviar los comandos operativos al convertidor CC/CC, al, por lo menos, un sistema HVAC, a los ventiladores, o a la combinación del convertidor CC/CC, el, por lo menos, un sistema HVAC y los ventiladores.

La figura 3 ilustra adicionalmente, con fines de ejemplo, sensores de temperatura, ventiladores 206, sistemas de administración de batería (BMS) 210, controladores de ventilador 208 y un controlador de temperatura del recinto 212 que puede usarse al coordinar los componentes HVAC 218. Los convertidores CC/CC 106 son útiles para el sistema de almacenamiento de energía 100 pero siempre necesarios. Los ventiladores 206 pueden estar asociados con respectivos convertidores CC/CC o ser independientes de los convertidores CC/CC 106. En realizaciones sin convertidores CC/CC 106, los comandos operativos pueden comprender comandos operativos del ventilador (como velocidades del ventilador, por ejemplo) y comandos operativos de HVAC. Aunque los ventiladores 206 se muestran y comentan a modo de ejemplo, se puede utilizar cualquier medio de refrigeración. Por ejemplo, en otras realizaciones, el sistema de almacenamiento de energía 100 puede enfriarse con líquido en lugar de enfriarse con aire.

En la realización de la figura 3, por ejemplo, cada controlador de temperatura del contenedor 212, el controlador HVAC 204 y los controladores de ventilador 208 pueden incluir uno o más procesadores y uno o más dispositivos de memoria asociados, configurados para realizar una variedad de funciones implementadas por ordenador (por ejemplo, realizar los métodos, etapas, cálculos y similares dados a conocer en este documento). Como se usa en el presente documento, el término "procesador" se refiere no solo a circuitos integrados a los que se hace referencia en la técnica como incluidos en un ordenador, sino que también se refiere a un controlador, un microcontrolador, una microordenador, un controlador lógico programable (PLC), un circuito integrado para aplicaciones específicas y/u otros circuitos programables.

Además, el o los dispositivos de memoria generalmente pueden comprender uno o varios elementos de memoria que incluyen, entre otros, un medio legible por ordenador (por ejemplo, memoria de acceso aleatorio (RAM)), un medio no volátil legible por ordenador (por ejemplo, una memoria flash), un disquete, una memoria de solo lectura de disco compacto (CD-ROM), un disco magnetoóptico (MOD), un disco versátil digital (DVD) y/u otros elementos de memoria adecuados. Dichos dispositivo o dispositivos de memoria pueden configurarse generalmente para almacenar instrucciones adecuadas legibles por ordenador que, cuando son implementadas por el o los procesadores, configuran los controladores 212, 204, 208 para realizar varias funciones.

La figura 4 es un diagrama de flujo de un método de control de temperatura 300 para un sistema de almacenamiento de energía 100 de acuerdo con una realización dada a conocer en este documento. Como se mencionó anteriormente con respecto a la figura 3, las cargas térmicas de la cadena de baterías 302 comprenden cargas térmicas externas 304 y cargas térmicas internas 306. Las cargas térmicas externas 304 se refieren a cargas térmicas en las cadenas de baterías 104 que resultan de fuentes generadas externamente. Por ejemplo, las cargas térmicas externas 304 pueden incluir la carga solar, la temperatura externa y la velocidad del viento. Las cargas térmicas externas 304 pueden predecirse, basándose al menos en parte, en al menos uno de obtener datos meteorológicos, obtener datos de temperatura externa y velocidad del viento, usar información del sitio o usar información de la distribución del recinto. En algunas realizaciones, los conceptos discutidos a continuación con respecto a la figura 6 se pueden utilizar para el ajuste de pronóstico al predecir las cargas térmicas externas. Dependiendo de la dirección y el ángulo del sol y la dirección y velocidad del viento, la ubicación del recinto en el sitio, la orientación del recinto y la distribución física del sitio (que puede crear efectos de sombra de los recintos cercanos), por ejemplo, algunas cadenas de baterías 104 pueden experimentar una carga térmica por el sol y/o la carga del viento mayor que otras cadenas de baterías dentro de un recinto dado.

Las cargas térmicas internas 306, en contraste con las cargas térmicas externas 304, se refieren a cargas térmicas en las cadenas de baterías 104 que resultan de fuentes generadas internamente. Por ejemplo, las cargas térmicas internas 306 pueden comprender cargas de batería, cargas de convertidor CC/CC, cargas de ventilador y cargas de HVAC. Los factores que pueden afectar a las cargas térmicas internas 306 incluyen, por ejemplo, la edad de la batería, la degradación de la batería, la carga de la batería, la descarga de la batería, la capacidad de HVAC, la degradación de HVAC, las zonas muertas del flujo de aire en el recinto, la degradación del ventilador, la capacidad del ventilador, el estado del convertidor CC/CC, o el envejecimiento del convertidor CC/CC. Las baterías de las cadenas de baterías 104 generan calor cuando se cargan y descargan, y las baterías más antiguas generan, cuando se cargan o descargan, más calor que las baterías más nuevas. De manera similar, las baterías degradadas generan más calor que las baterías sanas. Si un recinto tiene problemas de flujo de aire en cualquier zona, las cadenas de baterías en esa zona pueden recibir menos aire de enfriamiento del sistema o sistemas HVAC 202. Además, si un sistema HVAC 202 o ventilador 206 tiene una capacidad baja o está degradado, entonces se reduce la cantidad de carga que puede compensar. Con un control predictivo inteligente se puede reducir la degradación de la batería, lo que reduce los costos generales del ciclo de vida del proyecto al extender la vida útil de la batería.

La predicción de la carga térmica, como se muestra en la etapa 308, puede realizarse mediante cualquier técnica adecuada. La carga térmica interna 306 es generada por las características, condición y/u operación de los componentes internos del sistema de almacenamiento de energía 100. Por ejemplo, la carga térmica 306 generada por una cadena de baterías 104 durante la carga y descarga puede predecirse usando un modelo del primer principio, un modelo empírico o un modelo basado en datos, relativos al tiempo. Un ejemplo de un modelo basado en datos es un modelo de predicción de series temporales basado en datos históricos en cada cadena de baterías

104. Además, la carga térmica externa 304 generada por fuentes externas, como la carga solar, la temperatura ambiente y la carga del viento, puede predecirse mediante el pronóstico del tiempo a lo largo del día.

También haciendo referencia a la figura 4, después de predecir las cargas térmicas de la cadena de baterías 306, se generan comandos operativos para modificar las cargas térmicas de la cadena de baterías, como se muestra en la etapa 310. Estos comandos normalmente tendrán como resultado que al menos algunas de las cargas térmicas reales sean menores que al menos algunas de las respectivas cargas térmicas previstas, y estos comandos normalmente se generarán para al menos dos de los convertidores CC/CC 106, de los ventiladores 206 o del sistema o de los sistemas HVAC 118. Sin embargo, en ciertas realizaciones, los comandos se pueden generar para, y proporcionar a uno de los convertidores CC/CC, los ventiladores y el o los sistemas HVAC, y no a los demás, como se muestra en las etapas 310 y 312.

Un ejemplo de comandos operativos potenciales es un comando operativo de ventilador. Cuando los convertidores CC/CC 106 son enfriados por ventiladores 206 y el aire se dirige a través de respectivas cadenas de baterías 104, un ejemplo de los comandos operativos del ventilador se refiere a las velocidades de esos ventiladores. Hacer funcionar algunos ventiladores 206 a velocidades superiores que otros ventiladores tendrá como resultado que se dirija más aire de refrigeración a la respectiva cadena o cadenas de baterías 104 que reciben aire aguas abajo de los ventiladores. La velocidad del ventilador se puede usar de forma independiente si los ventiladores están situados independientemente de los convertidores CC/CC o si no hay convertidores CC/CC en el sistema de almacenamiento de energía 100.

Además de la velocidad del ventilador, otro ejemplo de posibles comandos operativos está relacionado con las señales de conmutación del convertidor CC/CC. Cuando se extrae o absorbe más energía de ciertas cadenas de baterías 104, esas cadenas de baterías generarán más calor que otras cadenas de baterías. Por ejemplo, determinar los comandos operativos del convertidor CC/CC puede comprender determinar las señales de conmutación del convertidor CC/CC para redistribuir la carga de cadenas de baterías para evitar la degradación de al menos una cadena de baterías 104 que tiene una carga térmica prevista mayor que al menos otra cadena de baterías. Por ejemplo, la cadena de baterías 104 con la carga térmica prevista mayor se puede controlar para que se cargue o descargue a un ritmo menor que la cadena de baterías con la carga térmica prevista más baja. Como otro ejemplo, que puede ser útil en situaciones en las que el sistema HVAC 118 y/o los ventiladores 150 están comprometidos, determinar los comandos operativos del convertidor CC/CC comprende determinar las señales de conmutación CC/CC para aumentar una carga de cadena de baterías en una o más cadenas de baterías 104 durante un primer período de tiempo, y aumentar a continuación una carga de cadena de baterías en una o más cadenas de baterías diferentes durante un segundo período de tiempo. De este modo, el aumento de temperatura de una cadena dada es temporal, de modo que la cadena de baterías 104 puede recuperarse algo durante el tiempo en que se reduce su carga.

En un ejemplo más específico, cuando la predicción de las cargas térmicas se basa, al menos en parte, en la carga solar 304, los comandos operativos de CC/CC pueden diseñarse para generar una carga de cadena de baterías más baja en una primera cadena de baterías 104 situada en una primera parte del recinto 102 más impactada por la carga solar 304 con respecto a una segunda cadena de baterías en una segunda parte del recinto. A continuación, una vez que la carga solar 304 se aleja de la primera parte del recinto 102, los comandos operativos de CC/CC pueden usarse para aumentar la carga de la cadena de baterías 104 en la primera cadena de baterías a medida que se reduce el aumento temporal de calor externo 304. Este concepto también es aplicable a la carga de viento, de manera que el viento puede impactar en un lado particular del recinto 102 dependiendo de la dirección del viento.

Los tiempos de transitorios térmicos para diferentes cadenas de baterías 104 pueden ser diferentes según su distribución espacial en el recinto 102 y su distancia desde la abertura de aire del sistema HVAC 118 y las ubicaciones de los ventiladores 150, por ejemplo. Como ejemplo específico, la cadena de baterías 104 más alejada del sistema o sistemas HVAC 118 y/o los ventiladores 150 puede tener un tiempo de respuesta de enfriamiento más prolongado debido a un mayor tiempo de transporte del flujo de aire, menos interacción térmica con otras cadenas de baterías 104 y a estar más cerca de la pared exterior del recinto 102. El convertidor CC/CC 106 para esa cadena de baterías 104 puede controlarse para cargar/descargar a una tasa más baja para mantener un perfil de temperatura relativamente plano.

La figura 5 es un diagrama de bloques de un método para administrar de manera predictiva dos sistemas HVAC 402, 404 de acuerdo con una realización dada a conocer en este documento. Esta figura muestra algunos de los factores internos y externos discutidos anteriormente que afectan a la carga térmica de la cadena de baterías. La figura 5 también muestra un sistema HVAC 400 que tiene al menos un par de sistemas HVAC (HVAC1, HVAC2) 402, 404 controlados por un controlador HVAC 406. Con respecto a los comandos operativos de HVAC, estos comandos normalmente comprenden niveles de predicción de calefacción o refrigeración para cada sistema HVAC 402, 404, en base a la información interna 416 y la información externa 418. Dichos niveles (o "modos") 408, 410 que se muestran en la figura 4, por ejemplo, como un sistema HVAC dado 402, 404 puede tener configuraciones tales como apagado, solo soplante, etapa de enfriamiento a (o "punto de ajuste"), etapa de enfriamiento b (o "máximo") y calentador. Una ventaja de tener múltiples sistemas HVAC 402, 404 es que, además de proporcionar algo de respaldo en caso de que uno se caiga, cuando hay múltiples sistemas HVAC disponibles, hay disponible un

nivel de enfriamiento más granulado. Por ejemplo, el sistema HVAC 1 402 podría estar funcionando en un punto de ajuste mientras que el sistema HVAC 2 404 está funcionando al máximo. En base a la información interna y externa, el controlador HVAC 406 selecciona el nivel o modo 408, 410 en las etapas 412 y 414 respectivamente de cada sistema HVAC 402, 404 generando así comandos específicos del sistema para controlar los componentes individuales (como el soplante 226 y el compresor) 220 mostrado en la figura 3).

Si se desea, se pueden considerar adicionalmente consideraciones económicas al determinar los comandos operativos de HVAC. Por ejemplo, tales consideraciones pueden incluir un valor mayor durante las horas pico y/o evitar el consumo nocturno. En otras palabras, el enfriamiento previo puede iniciarse con una temporización diseñada para usar energía menos costosa para alimentar los sistemas HVAC 402, 404.

Cuando se degrada un sistema HVAC 402, 404, el enfriamiento previo también puede ser útil. En tales situaciones, los comandos operativos de HVAC pueden iniciar el sistema HVAC antes y/o hacer funcionar el HVAC a una velocidad mayor antes. Además, cuando un HVAC se está degradando más rápido que otro sistema HVAC, entonces los comandos operativos para el HVAC más saludable pueden ser mayores que los el HVAC degradado para minimizar las salidas para revisión, mantenimiento o reemplazo.

La figura 6 es un diagrama de bloques de un sistema de almacenamiento de energía 500, similar al que se muestra en la figura 1, y un controlador 502 de acuerdo con una realización dada a conocer en este documento. Una pluralidad de dispositivos de almacenamiento de energía 504 (mostrados a modo de ejemplo como baterías) se alojan en un contenedor 506 opcionalmente junto con otros equipos relacionados, como convertidores CC/CC 508). Un sistema de control de temperatura 510 incluye componentes de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) y el controlador 502 programado para ejecutar las etapas de obtener un pronóstico del tiempo para una zona donde se encuentra el contenedor 506 a través de la interfaz de pronóstico 512, por ejemplo, medir un parámetro local representativo de la radiación solar mediante un sensor 514 en las proximidades del contenedor 506 a través de una interfaz de sensor 516, por ejemplo, ajustar el pronóstico del tiempo basándose al menos en parte en el parámetro local mediante el modelo de ajuste de pronóstico 518, por ejemplo, determinar un comando operativo basado al menos en parte en el pronóstico del tiempo ajustado a través del modelo de ajuste de comando/punto de referencia 520, por ejemplo, y enviar el comando operativo a, por lo menos, uno de los componentes HVAC en la línea 522. Un período del pronóstico del tiempo que se va a ajustar suele oscilar entre una hora antes y seis horas antes, por ejemplo.

La realización de la figura 6 también ilustra una pluralidad de paneles solares 524 acoplados a un bus de CC 526 a través de un convertidor CC/CC MPPT (maximum power point tracking, seguimiento del punto de máxima potencia) opcional 528, y el bus de CC proporcionando energía generada y almacenada a una red 530, a través de un inversor de CC/CA 532 y un transformador 534, a modo de ejemplo. Aunque se muestra un conjunto de paneles solares 534 y baterías 504 en la figura 6, se pueden implementar varios conjuntos si se desea.

Un sensor relacionado con la radiación solar 514 y un sensor opcional de parámetros adicionales 536 también se muestran en la figura 6. El sensor relacionado con la radiación solar 514 puede comprender uno o más sensores de corriente y de voltaje utilizados para medir un voltaje y una corriente de un panel solar 524 acoplado al sistema de almacenamiento de energía 500. El panel solar 524 está ubicado en las proximidades del contenedor 506, tal como junto a, o sobre contenedor, por ejemplo.

El controlador 502 utilizado para el control de temperatura puede ser un controlador independiente o puede estar integrado con la conversión de energía general y otros controles del sistema (no mostrados).

La figura 7 ilustra un diagrama de bloques de un método de control de temperatura 600 basado en radiación solar de acuerdo con una realización dada a conocer en este documento. En el método de control de temperatura 600, la predicción del pronóstico del tiempo (So) 602 se obtiene mediante un modelo (Sm) 604 basado tanto en datos históricos 606 como en información del pronóstico del tiempo actualmente disponible (Sw) 608. Los datos históricos 606 pueden incluir el rendimiento anterior de HVAC y/o la especificación del HVAC, y otros parámetros del sistema de almacenamiento de energía 100. Los datos históricos 606 se suministran al pronóstico del modelo 604 que genera a continuación una estimación de la radiación solar del modelo en un punto en el tiempo de $k + F$, donde k es el presente y F es el número de horas en el futuro, por ejemplo, de 1 a 6 horas en el futuro. De manera similar, la estimación de radiación solar basada actualmente disponible 608 se genera para ese mismo período de tiempo. Dicho pronóstico del tiempo 608 puede basarse en datos de tiempo actual de internet o servicios meteorológicos, por ejemplo, a través de la interfaz de pronóstico 512 de la figura 6. Aunque no se muestra, en algunas realizaciones, dicho pronóstico basado actualmente disponible 608 puede basarse además en otras condiciones tales como la velocidad del viento y la nubosidad.

El pronóstico del modelo 604 y el pronóstico actualmente disponible 608 se combinan en el bloque de predicción de pronóstico 602 para llegar a la predicción del pronóstico del tiempo (So). En una realización, se usa una ponderación para asignar más ponderación al pronóstico con el valor de confianza mayor en función del rendimiento anterior del modelo 604 frente al pronóstico del tiempo actualmente disponible 608. Aunque se muestran ambas entradas, en

algunas realizaciones solo una de las dos entradas puede ser usado. Si falta una de las dos entradas, entonces la ponderación estaría totalmente en la entrada disponible.

Como se discutió anteriormente, los datos $Sp(k)$ 610 de irradiación solar obtenidos en el tiempo actual se usan a continuación para ajustar la predicción 602 de pronóstico en el bloque 614 de corrección de pronóstico (que se discute a continuación haciendo referencia a la figura 9). En una realización, tales datos de irradiación solar 610 se obtienen mediante los sensores de voltaje y de corriente del panel solar 514 discutidos en la figura 6. Como también se analiza a continuación con respecto a la figura 9, la irradiación solar en el tiempo actual puede deducirse de esos parámetros medidos en el bloque de modelo fotovoltaico (PV) 612.

El pronóstico del tiempo ajustado $Sc(k+F)$ se envía a continuación al bloque 616 de balance de energía de almacenamiento de batería en el que se determina qué carga térmica deberá eliminarse del contenedor 506. El calor que se eliminará (Qac) es la suma del calor generado por la radiación solar (Qsc) y el calor generado por los dispositivos de almacenamiento de energía ($Qbat$) menos el calor perdido ($Qloss$). El bloque de balance de energía 616 que se usa aquí es solo con fines ilustrativos. En otras realizaciones, el bloque para inferir Qac de Sc puede comprender un modelo controlado por datos basado en datos operativos históricos, un modelo empírico basado en la experiencia operativa u otros modelos basados en la física, por ejemplo.

Finalmente, se genera y envía el comando HVAC 618 (que se muestra en la figura 7 como una instrucción de carga del acondicionador de aire). En el ejemplo de la figura 7, el enfriamiento necesario se compara con el enfriamiento actual 620 y la diferencia se suministra a la unidad de aire acondicionado. Este comando es solo con fines de ejemplo. En otra realización, por ejemplo, el comando puede comprender un punto de ajuste de temperatura que se suministra a los componentes HVAC y se utiliza para el control de componentes.

La figura 8 es un diagrama de bloques de un método de control de temperatura 700 basado en radiación solar y predicciones de carga, de acuerdo con una realización dada a conocer en este documento. La realización de la figura 8 es similar al método de control de temperatura 600 de la figura 7, pero además incluye obtener un perfil de carga ($Qbat$) 702 de los dispositivos de almacenamiento de energía o baterías 504, como se muestra en la figura 6; y usar ese perfil de carga 702 en combinación con el ajuste previsto $Sc(k+F)$ al determinar el comando operativo de HVAC 618. Obsérvese que la función o etapas que tienen el mismo número de referencia realizan la misma función o etapa descrita anteriormente.

En la realización de la figura 7, se asumió un perfil de carga de batería constante ($Qbat$). En la realización de la figura 8, la precisión de la cantidad de calor que se necesita eliminar (Qac) aumenta mediante el uso de un perfil de carga 702 y una predicción de carga 704. En una realización, esto se hace obteniendo información sobre la potencia prevista 702 que generarán los módulos solares o baterías 504 de la figura 6 y la carga prevista 704 que se requerirá de los módulos solares 524 y los dispositivos de almacenamiento de energía 504. Por ejemplo, el pronóstico de carga puede determinarse en función del tiempo, de las condiciones meteorológicas, de los tipos de cliente, de las condiciones del sistema de distribución y/o de los datos históricos, describiéndose varias de estas técnicas en la patente asignado en común, de Krock et al., US8886362, que se incorpora al presente documento como referencia. Como se muestra en la figura 10, los sensores de temperatura opcionales 536 pueden proporcionar la temperatura de la pared del recinto como resultado de condiciones ambientales o externas, tales como cambios térmicos debidos a la carga solar y/o la carga del entorno ambiental. Estos parámetros de temperatura del recinto 706 pueden usarse para ajustar más la predicción de energía solar 708.

La figura 9 es un diagrama de flujo de un método de control de temperatura 800 basado en la radiación solar y las predicciones de carga de la batería de acuerdo con una realización dada a conocer en este documento. No es necesario que las etapas ocurran en el orden exacto que se muestra. Por ejemplo, la recopilación de voltaje y de corriente en la etapa 802 puede ocurrir al mismo tiempo que la asignación de las ponderaciones de confianza del modelo en la etapa 806.

Refiriéndose más específicamente a la figura 9, la información de voltaje y de corriente se recopila de un panel PV acoplado a las baterías en el tiempo t en la etapa 802. La información de voltaje y de corriente se usa a continuación en combinación con un modelo fotovoltaico (PV) para inferir la radiación solar en el tiempo t en la etapa 804. A continuación se presentan varias ecuaciones que se pueden resolver simultáneamente para llegar a la radiación.

$$I_{pv} = n_p I_{ph} - n_p I_{sat} \times \left[\exp \left(\left(\frac{q}{AkT} \right) \left(\frac{V_{pv}}{n_s} + I_{pv} R_s \right) \right) - 1 \right]$$

$$I_{ph} = (I_{sso} + k_i(T - T_r)) \cdot \frac{S}{1000}$$

$$I_{\text{sat}} = I_{rr} \left(\frac{T}{T_r} \right)^3 \exp \left(\left(\frac{qE_{\text{gap}}}{kA} \right) \cdot \left(\frac{1}{T_r} - \frac{1}{T} \right) \right)$$

donde I_{pv} representa la corriente generada por el panel solar, I_{ph} representa la fotocorriente, I_{sat} representa la corriente de saturación inversa del módulo, n_p representa el número de celdas en paralelo, q representa la carga del electrón ($1,6 \times 10^{-19}$ C), A representa un factor de idealidad, k representa la constante de Boltzman ($1,38 \times 10^{-23}$ J/K), T representa la temperatura superficial del panel solar con Kelvin como unidad, V_{pv} representa el voltaje a través del panel solar, n_s representa el número de celdas en serie, R_s representa la resistencia en serie de una celda PV, I_{ss} representa la corriente de cortocircuito, k_i representa el coeficiente de temperatura de la corriente de cortocircuito, T_r representa una temperatura de referencia, S representa el nivel de radiación solar ($0 \sim 1000$ W/m²), I_{rr} representa la corriente de saturación inversa en T_r y E_{gap} representa la energía de la banda prohibida para el silicio ($1,1$ eV).

En una etapa de preparación de la predicción del pronóstico, se asignan ponderaciones de confianza para la predicción del modelo y el pronóstico del tiempo actualmente disponible, en función de su rendimiento de predicción anterior frente a la radiación solar calculada en el momento actual t en la etapa 806.

Se hace o se determina una predicción de la radiación solar en la hora F en el futuro a partir del modelo meteorológico en la etapa 808. Si hay algún dato de pronóstico del tiempo actualmente disponible en la etapa 810, entonces se usa la ponderación al llegar a la predicción de previsión combinada en la etapa 814. Si no hay datos de pronóstico del tiempo disponibles en la etapa 812, entonces la ponderación para ese aspecto es cero.

La predicción de pronóstico en la etapa 814 se ajusta a continuación corrigiendo la predicción de $t+F$ horas antes para la radiación solar en base a la desviación histórica con la radiación solar inferida que se dedujo de las mediciones de voltaje y de corriente PV en la etapa 816. Una ecuación que se puede usar es la siguiente:

$$S_c(k+F) = S_o(k+F) + \alpha_1 \cdot [S_p(k) - S_o(k)] \\ + \alpha_2 \cdot [S_p(k-1) - S_o(k-1)] + \dots \\ + \alpha_n \cdot [S_p(k-n) - S_o(k-n)]$$

donde S_c representa el pronóstico ajustado, S_o representa la predicción del pronóstico antes del ajuste mediante la información de radiación solar, S_p representa la radiación solar inferida en base a las mediciones en tiempo real, k representa el tiempo presente, F representa un período de tiempo en el futuro, y los multiplicadores alfa son constantes (o "factores de olvido") que se hacen progresivamente más pequeños.

Por último, la determinación de las cargas necesarias para eliminar el calor previsto se determina en la etapa 820 (como se discutió anteriormente con respecto a las figuras 7 y 8, por ejemplo) y se envían uno o más comandos a los componentes HVAC. Como se discutió anteriormente, un comando directo es un comando de ajuste de carga térmica. Una alternativa es determinar un nuevo punto de ajuste de temperatura para el HVAC que podría usar un control de retroalimentación de uso común junto con la carga pronosticada como señal de retroalimentación.

En algunas realizaciones, el método de control de temperatura comprende además medir un parámetro local adicional representativo de la temperatura en la vecindad del contenedor 506 a través del sensor opcional 536 en la figura 6, y determinar una temporización de envío del comando operativo basada, al menos en parte, en el parámetro de carga adicional. Por ejemplo, el sensor opcional 536 puede usarse para obtener una corriente y/o un voltaje asociado con la pluralidad de dispositivos de almacenamiento de energía o baterías 504. Este sensor 536 también puede representar la carga de la batería e indicar información de liberación de calor inmediata que también puede ser incorporada como una señal de prealimentación para el bucle de control de temperatura.

En otro ejemplo, el sensor opcional 536 en la figura 6 incluye un sensor de temperatura. La figura 10 es un diagrama de bloques de un sensor adicional de acuerdo con otra realización dada a conocer en este documento. La figura 5 representa una vista lateral en sección de la parte superior, los lados y la parte inferior del recinto 506 para los dispositivos de almacenamiento de energía 504, en el que una capa exterior comprende un metal 550 como acero, y una capa interior 552 comprende un aislante como fibra de vidrio o espuma de poliestireno. La figura 10 ilustra dos sensores 536, pero también son aplicables realizaciones de un sensor. Como se muestra, se puede disponer un sensor 536 en la superficie interior de la pared superior entre el aislamiento 552 y la pared superior que mide ventajosamente los cambios de temperatura resultantes de la carga solar. De manera similar, se puede disponer un sensor 536 en la superficie interior de una pared lateral entre el aislamiento 552 y la pared lateral que mide ventajosamente los cambios de temperatura resultantes de la carga del entorno ambiental. Cuando los datos del sensor 536 entre el metal y el aislante muestran un cambio debido a condiciones externas, hay un período de tiempo antes del cual ese cambio se propagará a través del aislante 552, que puede tenerse en cuenta en la temporización de la señal de control o del comentario del punto de ajuste.

Los siguientes aspectos son conformes con la invención y están presentes únicamente con fines ilustrativos. Existe un método para controlar la temperatura en un sistema de almacenamiento de energía que incluye una pluralidad de

- dispositivos de almacenamiento de energía alojados en un recinto. El método incluye obtener un pronóstico del tiempo para una zona en la que se encuentra el contenedor; medir un parámetro local representativo de la radiación solar en las proximidades del contenedor; ajustar el pronóstico del tiempo en base, al menos en parte, en el parámetro local; determinar un comando operativo en base, al menos en parte, en el pronóstico del tiempo ajustado; y hacer funcionar al menos uno de los componentes de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) en respuesta al comando operativo.
- Medir el parámetro local puede comprender medir un voltaje y una corriente desde un panel solar acoplado al sistema de almacenamiento de energía.
- Obtener el pronóstico del tiempo puede comprender usar un modelo basado en datos históricos, usar información de pronóstico del tiempo disponible públicamente o usar una combinación de un modelo basado en datos históricos e información de pronóstico del tiempo disponible públicamente.
- En una realización particular, obtener el pronóstico del tiempo comprende utilizar un modelo basado en datos históricos, y además incluye ajustar el pronóstico del tiempo mediante la calibración del modelo.
- Este método puede comprender además la obtención de un perfil de carga de los dispositivos de almacenamiento de energía, y en el que la determinación del comando operativo se basa además, al menos en parte, en el perfil de carga.
- Este método puede comprender además medir un parámetro local adicional, el parámetro local adicional representativo de la temperatura en la vecindad del contenedor, y determinar una temporización de envío del comando operativo en base, al menos en parte, en el parámetro local adicional.
- Por ejemplo, el parámetro local adicional comprende una temperatura obtenida de un sensor ubicado entre las partes exterior e interior de una pared del contenedor.
- La pared puede comprender una pared superior o una pared lateral, donde la porción exterior de la pared comprende un material térmicamente conductor, y donde la porción interior de la pared comprende un material térmicamente aislado.
- Medir el parámetro local puede comprender medir un voltaje y una corriente desde un panel solar situado en la parte superior del contenedor.
- Esta descripción escrita utiliza ejemplos para dar a conocer la invención, incluidas las realizaciones preferidas, y también para permitir que cualquier persona experta en la técnica practique la invención, incluida la fabricación y el uso de cualesquiera dispositivos o sistemas y la realización de cualesquiera métodos incorporados. El alcance patentable de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se ocurran a los expertos en la materia. Dichos otros ejemplos están destinados a estar dentro del alcance de las reivindicaciones si tienen elementos estructurales que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias insustanciales de los lenguajes literales de las reivindicaciones. Los aspectos de las diversas realizaciones descritas, así como otros equivalentes conocidos para cada uno de dichos aspectos, pueden ser mezclados y combinados por un experto normal en la técnica para construir realizaciones y técnicas adicionales de acuerdo con los principios de esta solicitud.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de almacenamiento de energía (100) que comprende:

- 5 un bus de CC (102);
una pluralidad de cadenas de baterías (104), comprendiendo cada cadena de baterías unas baterías acopladas eléctricamente entre sí;
una pluralidad de convertidores CC/CC (106) que acoplan eléctricamente cadenas de baterías respectivas al bus de CC;
- 10 un recinto que aloja las cadenas de baterías y los convertidores CC/CC; y un sistema de control de temperatura (200) que comprende al menos un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) (202) y un controlador (212), **caracterizado por que** el controlador está programado para ejecutar un método de
- 15 • predecir cargas térmicas para cadenas de baterías respectivas dentro del recinto, donde las cargas térmicas comprenden cargas térmicas externas y cargas térmicas internas;
• determinar comandos operativos del convertidor CC/CC y comandos operativos de HVAC en función de las respectivas cargas térmicas previstas, para controlar las cargas térmicas reales de las respectivas cadenas de baterías, mediante:
- 20 determinar los comandos operativos del convertidor CC/CC para redistribuir la carga de cadenas de baterías para evitar la degradación de al menos una cadena de baterías que tenga una carga térmica prevista mayor que al menos otra cadena de baterías, y
determinar los comandos operativos de HVAC para proporcionar enfriamiento previo para
- 25 contrarrestar una carga térmica prevista para al menos una parte del recinto; y
hacer funcionar el convertidor CC/CC y el sistema HVAC en respuesta a los comandos operativos del convertidor CC/CC y los comandos operativos de HVAC.

2. El sistema de control de energía (100) según la reivindicación 1, en el que

- 30 las cargas térmicas externas comprenden al menos una de la carga solar, la carga del viento y la temperatura externa, y
las cargas térmicas internas comprenden al menos una de las cargas de batería y las cargas HVAC.

3. Un método para controlar la temperatura en un sistema de almacenamiento de energía (100) que comprende un bus de CC (102); una pluralidad de cadenas de baterías (104), comprendiendo cada cadena de baterías unas baterías acopladas entre sí; convertidores CC/CC (106) que acoplan eléctricamente cadenas de baterías respectivas al bus de CC; un recinto que aloja las cadenas de baterías y los convertidores CC/CC; y al menos un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) (202), comprendiendo el método:

- 40 predecir cargas térmicas para cadenas de baterías respectivas dentro del recinto, donde las cargas térmicas comprenden cargas térmicas externas y cargas térmicas internas;
determinar comandos operativos del convertidor CC/CC y comandos operativos de HVAC en función de las respectivas cargas térmicas previstas, para controlar las cargas térmicas reales de las respectivas cadenas de baterías, mediante:
- 45 • determinar los comandos operativos del convertidor CC/CC para redistribuir la carga de cadenas de baterías para evitar la degradación de al menos una cadena de baterías que tenga una carga térmica prevista mayor que al menos otra cadena de baterías, y
• determinar los comandos operativos de HVAC para proporcionar enfriamiento previo para contrarrestar una carga térmica prevista para al menos una parte del recinto; y
- 50 hacer funcionar el convertidor CC/CC y el sistema HVAC en respuesta a los comandos operativos del convertidor CC/CC y los comandos operativos de HVAC.

4. El método según la reivindicación 3, en el que la predicción de las cargas térmicas se basa al menos en parte en al menos uno de obtener datos meteorológicos, obtener datos de temperatura externa, usar información del sitio o usar información de distribución.

5. El método según la reivindicación 3, en el que las cargas térmicas internas comprenden cargas de batería y cargas HVAC.

6. El método según la reivindicación 5, en el que predecir las cargas térmicas comprende predecir las cargas térmicas basándose al menos en parte en al menos uno de la edad de la batería, la degradación de la batería, la carga de la batería, la descarga de la batería, la capacidad HVAC, el estado HVAC, la degradación HVAC, las zonas muertas del flujo de aire en el recinto, el estado del convertidor CC/CC o el envejecimiento del convertidor CC/CC.

- 5 7. El método según la reivindicación 3, en el que el sistema de almacenamiento de energía (100) comprende además ventiladores del convertidor CC/CC (206), y en el que determinar los comandos operativos del convertidor CC/CC comprende determinar al menos una de las velocidades del ventilador del convertidor CC/CC o las señales de conmutación del convertidor CC/CC.
- 10 8. El método según la reivindicación 3, en el que determinar los comandos operativos del convertidor CC/CC comprende determinar señales de conmutación CC/CC para aumentar una carga de cadena de baterías en una o más cadenas de baterías (104) durante un primer período de tiempo y aumentar a continuación una carga de cadena de baterías en una o más cadenas de baterías diferentes durante un segundo período de tiempo.
- 15 9. El método según la reivindicación 3, en el que determinar los comandos operativos de HVAC comprende determinar niveles de calefacción o refrigeración para un primer sistema HVAC (402) y un segundo sistema HVAC (404).
- 10 10. El método según la reivindicación 3, en el que predecir las cargas térmicas comprende predecir las cargas térmicas basándose al menos en parte en la carga solar.
- 20 11. El método según la reivindicación 10, en el que determinar comandos operativos del convertidor CC/CC comprende determinar comandos operativos CC/CC para generar una menor carga de cadena de baterías en una primera cadena de baterías (104) situada en una primera parte del recinto más impactada por la carga solar con respecto a una segunda cadena de baterías en una segunda parte del recinto.
- 25 12. El método según la reivindicación 3, en el que determinar los comandos operativos de HVAC comprende, cuando al menos un sistema HVAC (202) está degradado, determinar comandos operativos de HVAC para iniciar el sistema HVAC antes o para ejecutar el sistema HVAC a un ritmo mayor antes.

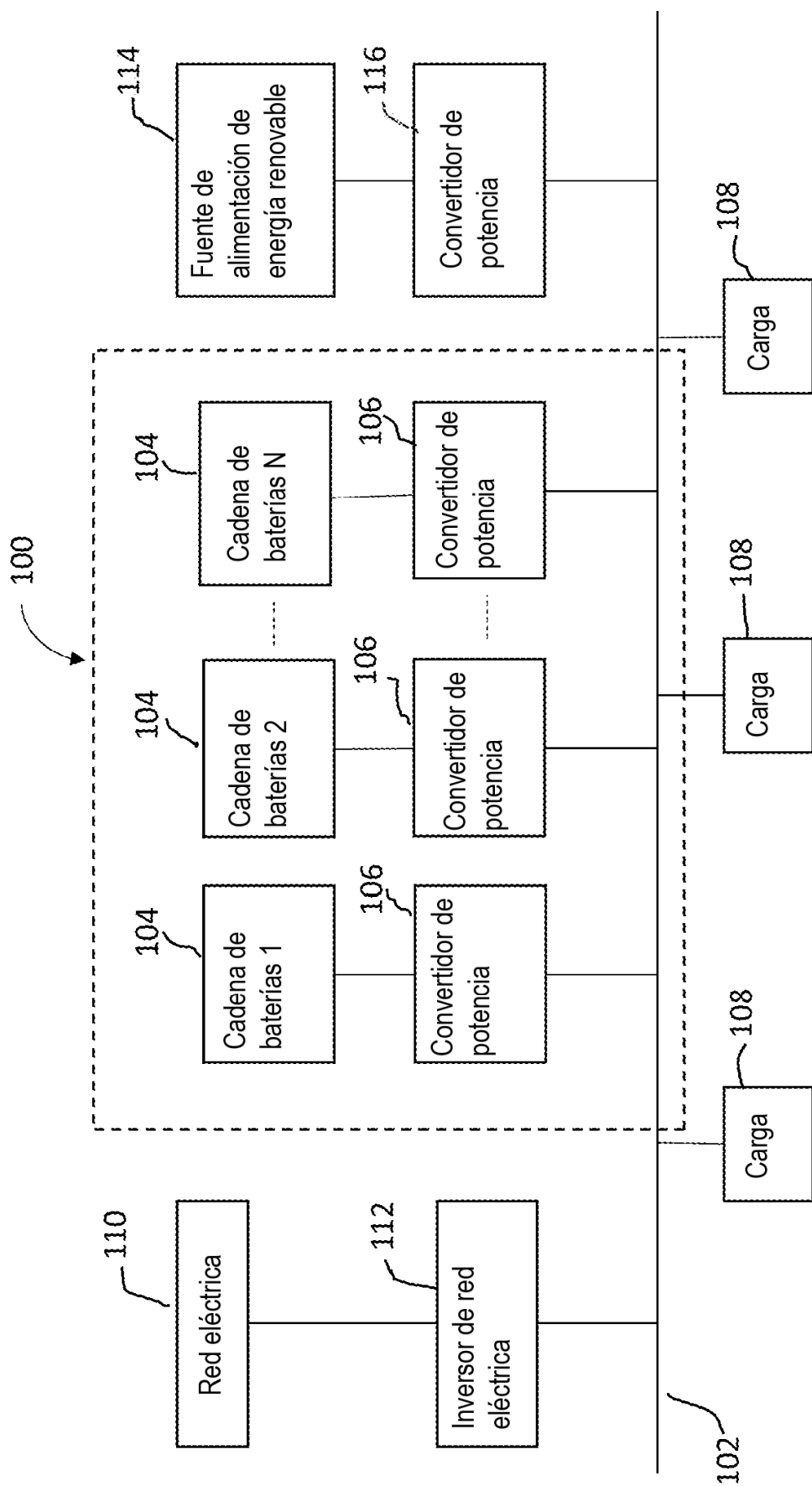


Fig. 1

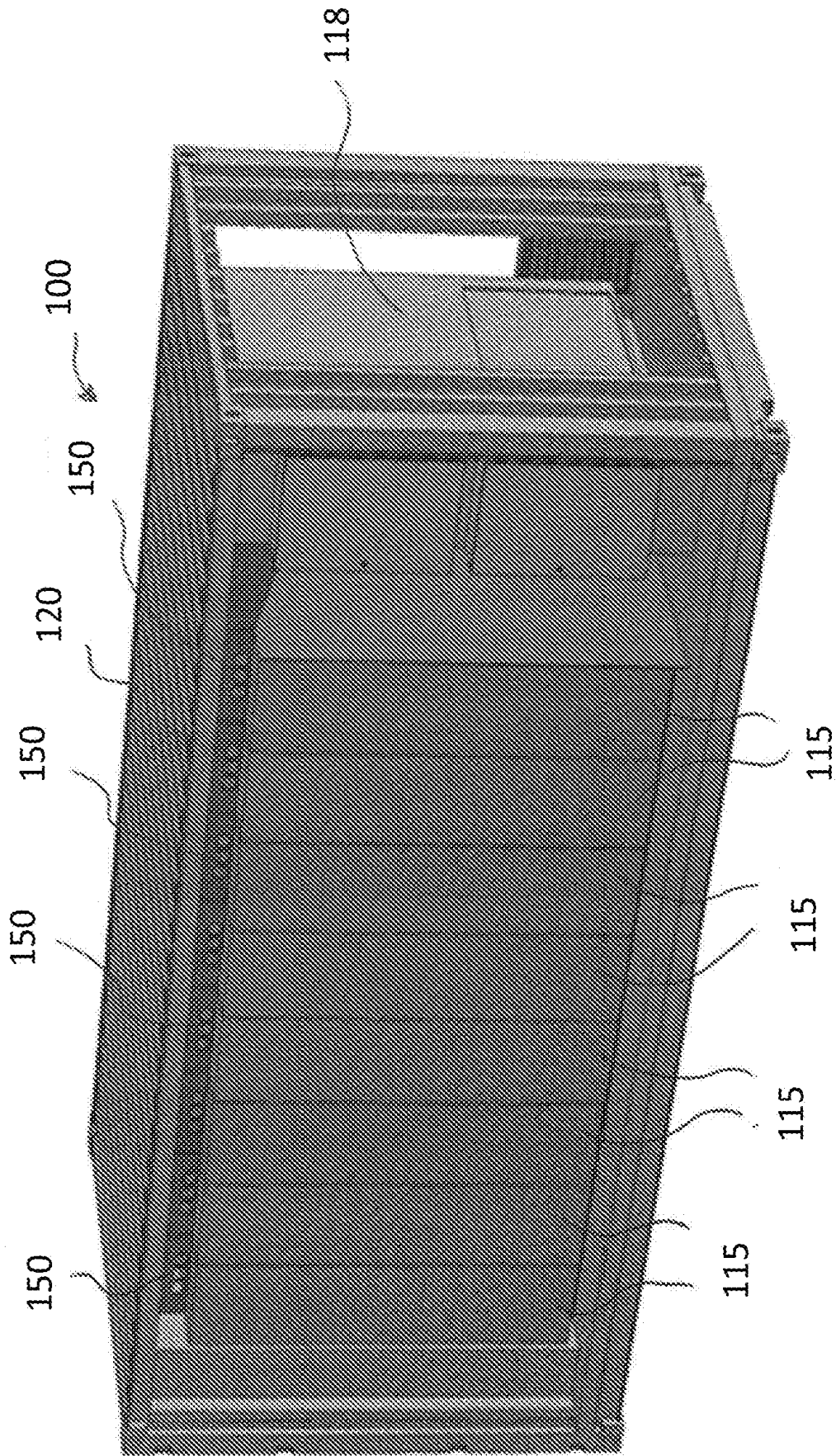


Fig. 2

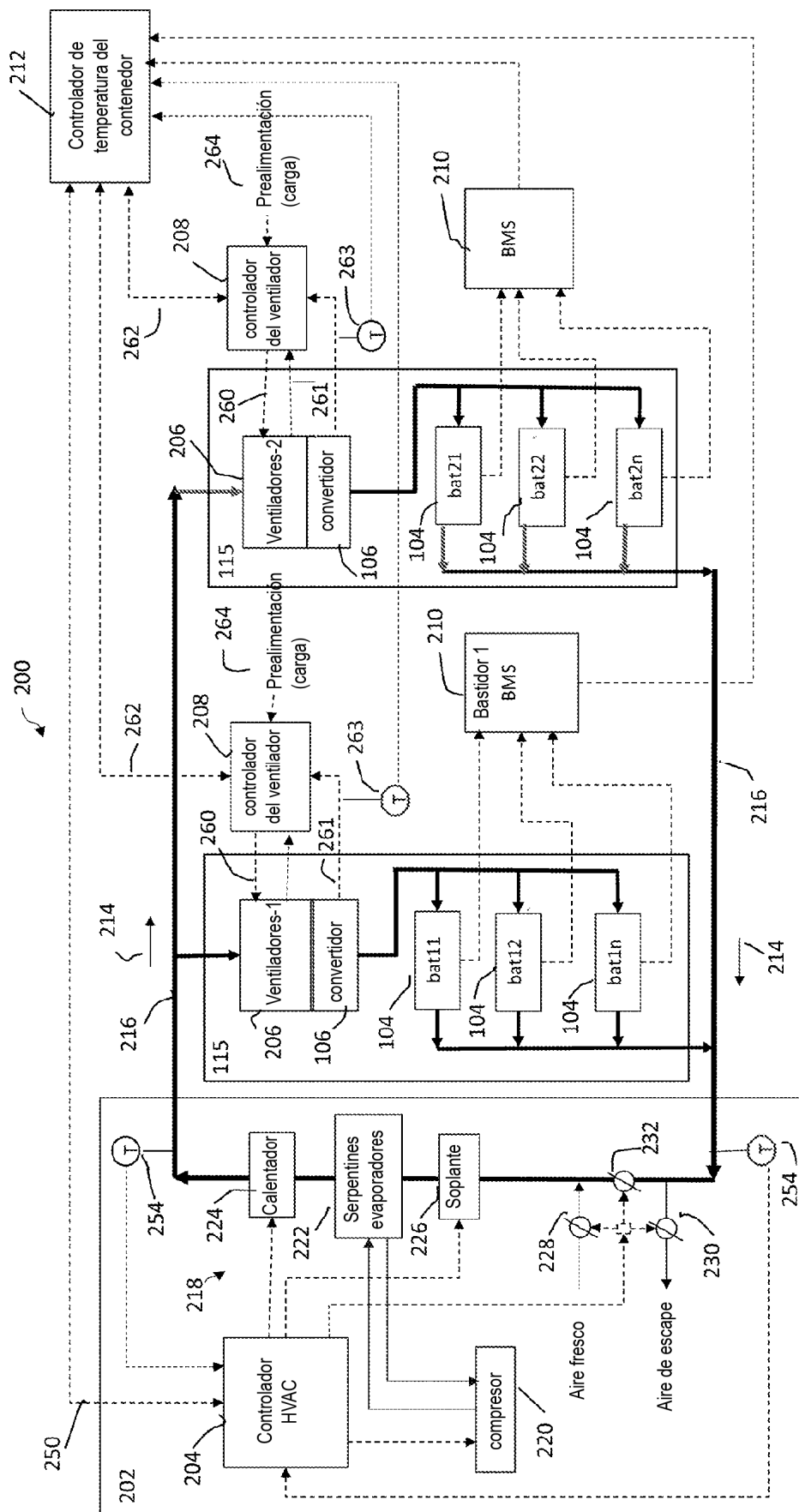


Fig. 3

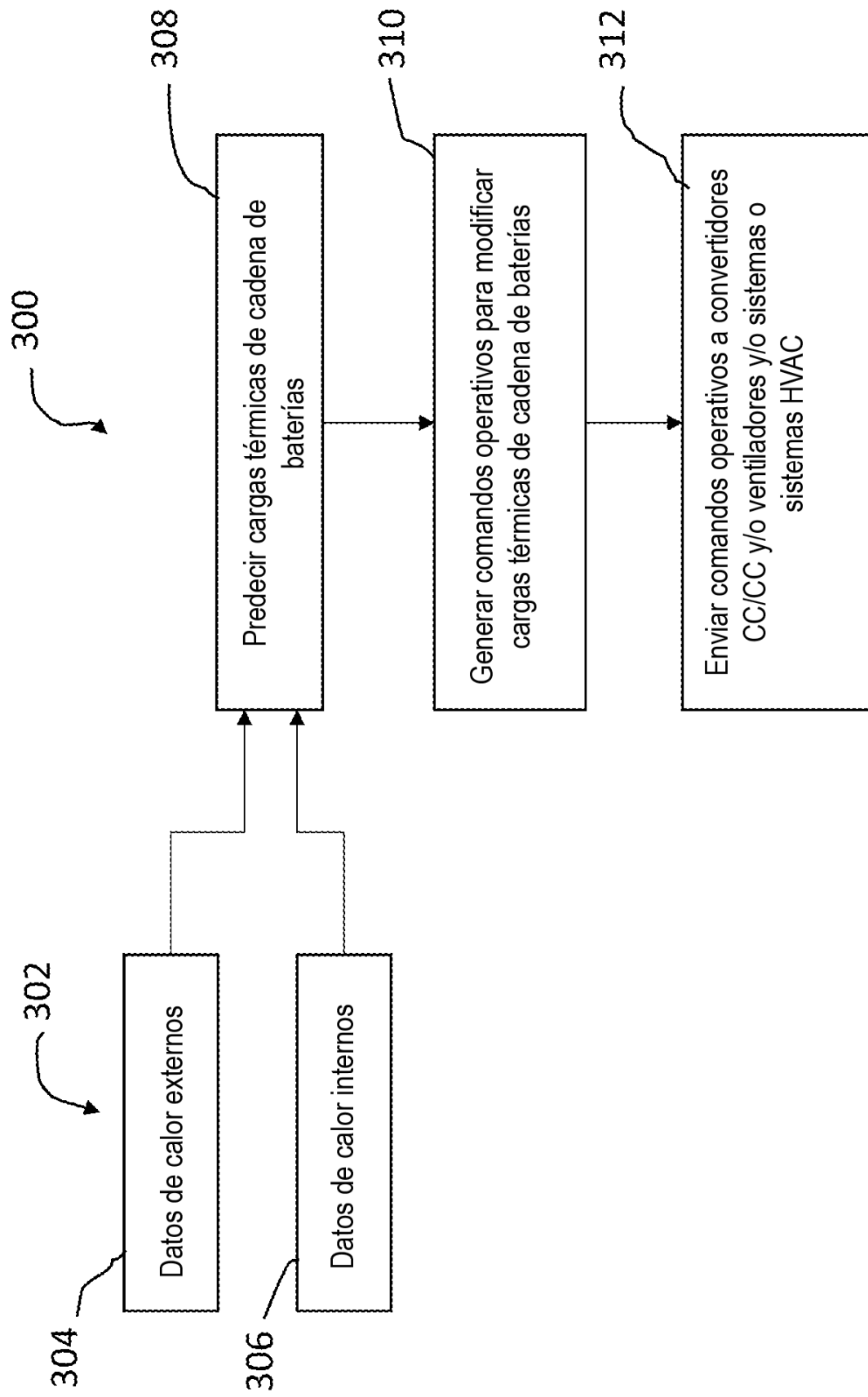


Fig. 4

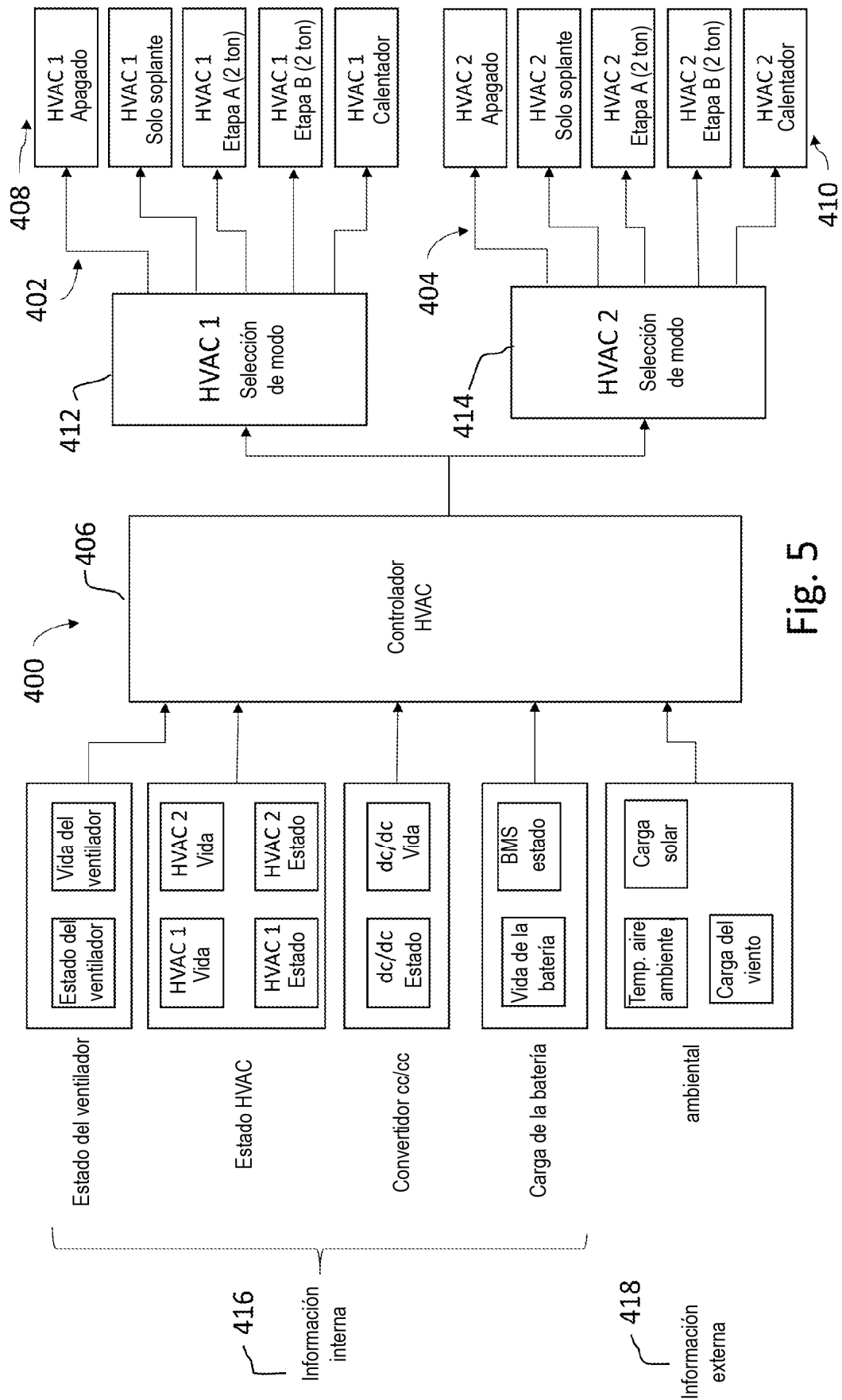


Fig. 5

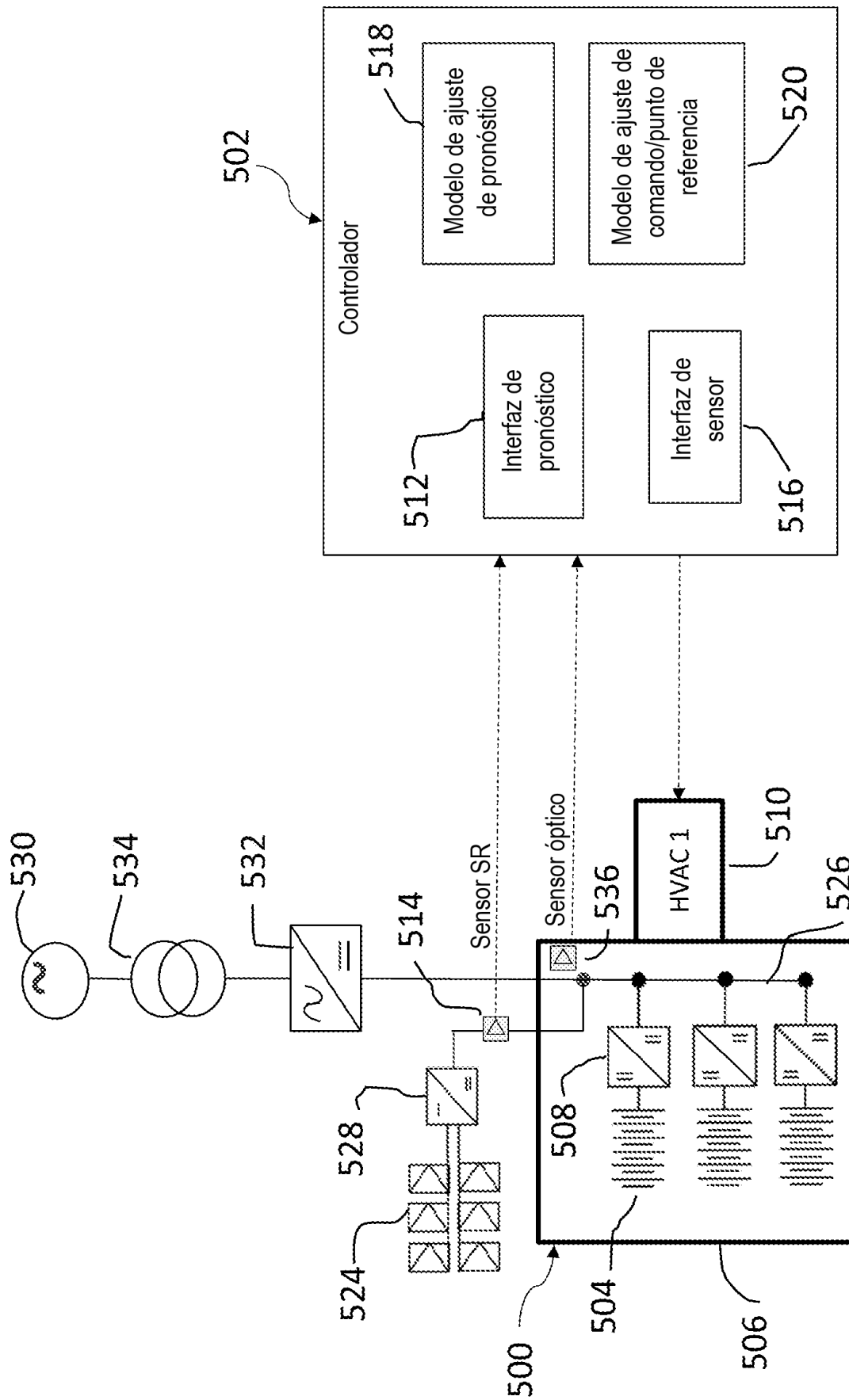


Fig. 6

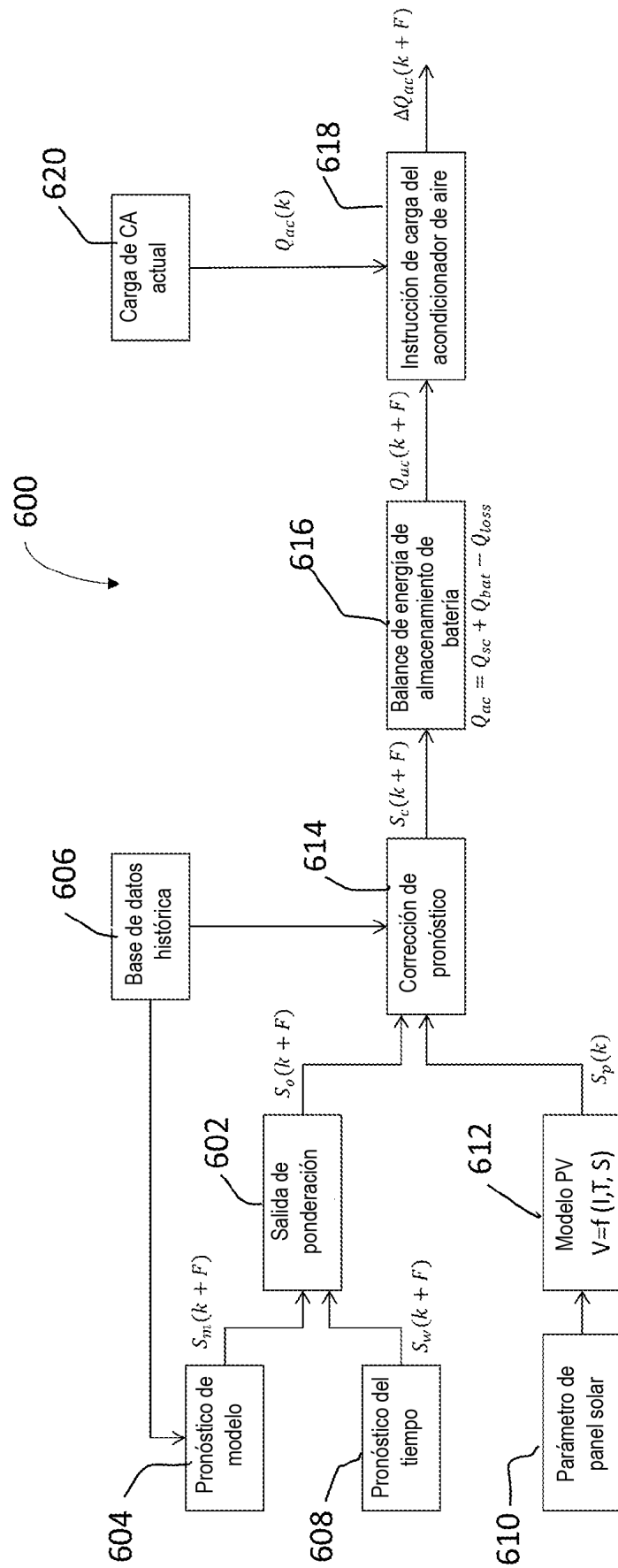


Fig. 7

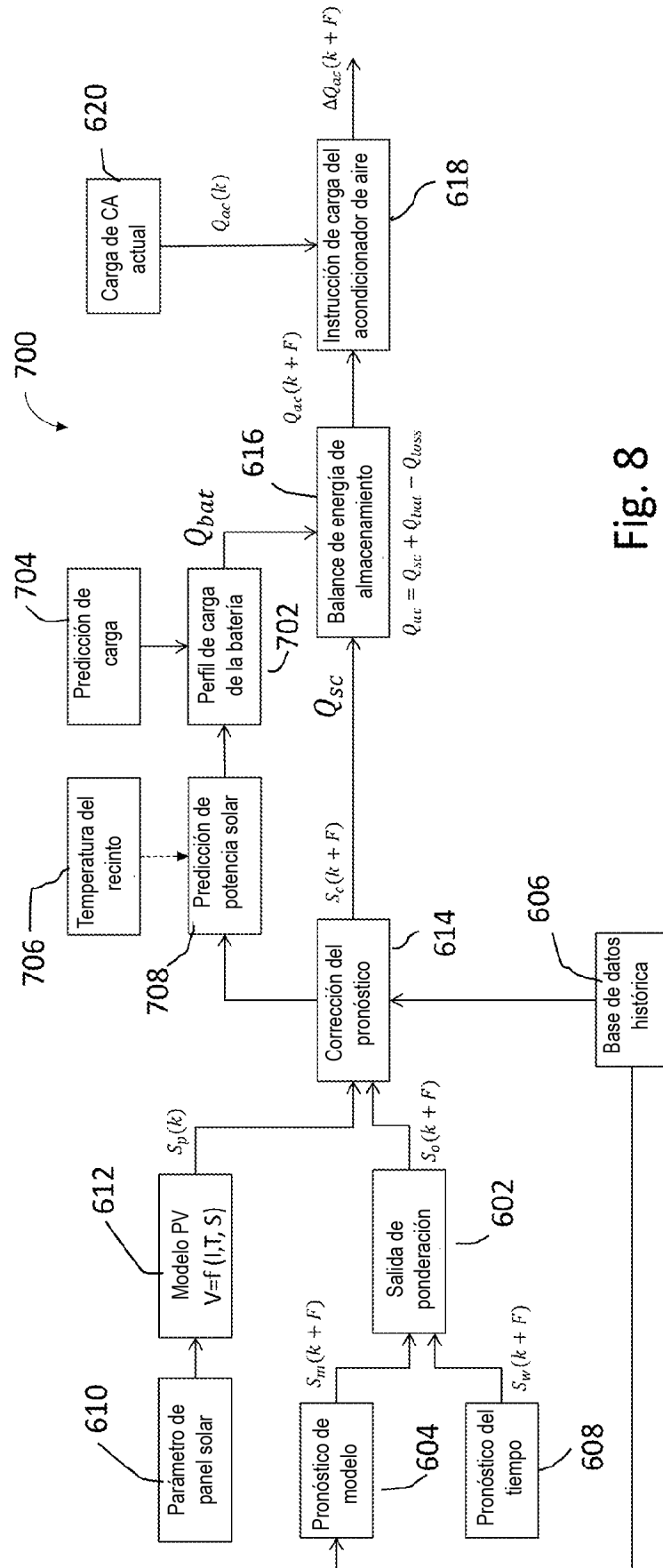


Fig. 8

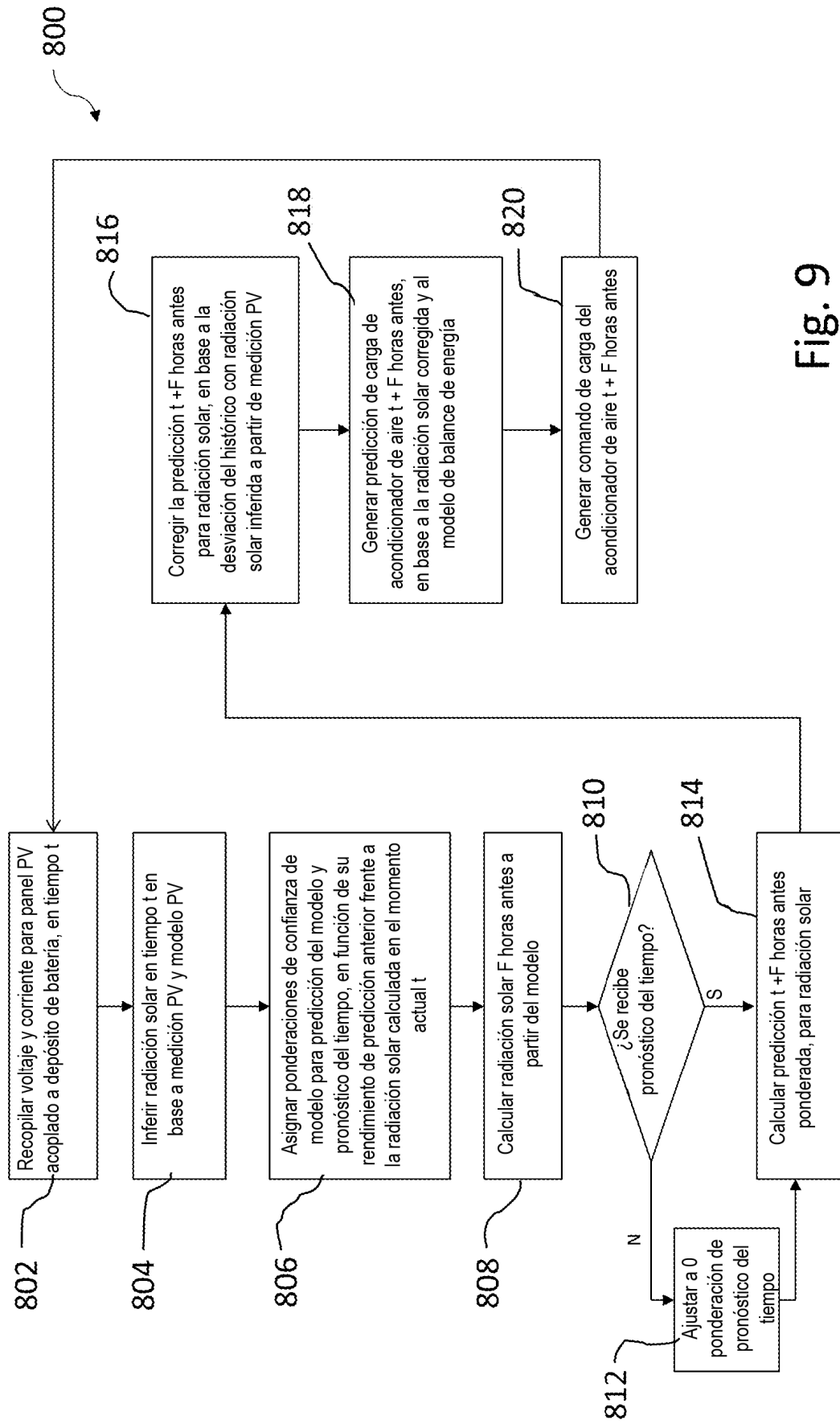


Fig. 9

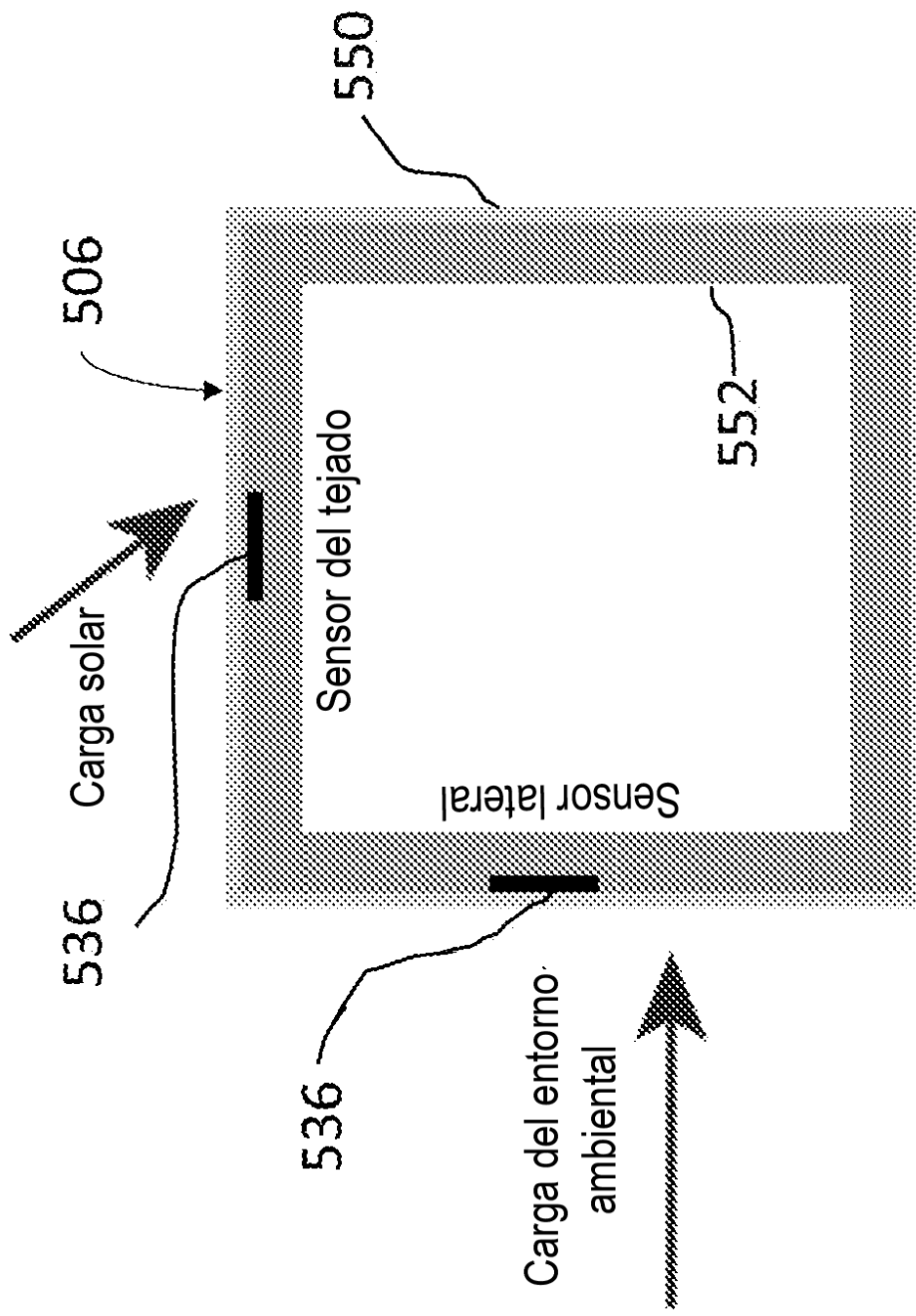


Fig. 10