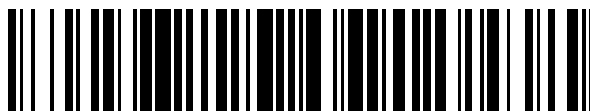


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 791 961**

51 Int. Cl.:

**H02J 13/00** (2006.01)

**H02J 15/00** (2006.01)

**H02J 3/32** (2006.01)

**H02J 9/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2016** E 16171170 (0)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020** EP 3098927

54 Título: **Método y sistema de almacenamiento de energía modular**

30 Prioridad:

**26.05.2015 US 201514721582**

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

**06.11.2020**

73 Titular/es:

**THE AES CORPORATION (100.0%)  
4300 Wilson Boulevard  
Arlington, Virginia 22203, US**

72 Inventor/es:

**SHELTON, JOHN C.;  
GALURA, BRETT LANCE;  
GEINZER, JAY;  
JEFFERSON, ISAIAH y  
JACOBSON JR., WELLS CASE**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 791 961 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**

Método y sistema de almacenamiento de energía modular

5 Antecedentes

La presente divulgación se dirige a un producto de almacenamiento de energía en forma de un sistema de nodos de batería que puede usarse de una manera modular en una instalación de almacenamiento de energía. La energía que se almacena en baterías del nodo de almacenamiento puede usarse en una diversidad de diferentes escenarios, incluyendo aplicaciones tales como nivelación de picos, potencia de emergencia y control de estabilidad de sistema con ciclos de trabajo que oscilan desde segundos a varias horas. Ejemplos de sistemas y métodos de la técnica anterior incluyen el sistema de almacenamiento de potencia y control y el dispositivo de control de nivelación de potencial y el método divulgado en el documento US 2014/297055.

15 Particularmente, el documento US 2011/210614 no comprende una pluralidad de nodos y subsistema de control de unidad configurados de acuerdo con la presente invención.

Sumario

20 Un sistema de distribución y almacenamiento de potencia, que comprende:

una pluralidad de nodos, incluyendo cada nodo un subsistema de almacenamiento, un subsistema de control y un subsistema de potencia; y  
al menos un subsistema de control de unidad conectado a uno o más de la pluralidad de nodos y configurado para supervisar un estado actual del uno o más de la pluralidad de nodos, almacenando el al menos un subsistema de control de unidad un perfil de preferencia para cada nodo conectado, incluyendo el perfil de preferencia uno o más parámetros para proporcionar potencia a un sistema externo, en el que:

30 el subsistema de almacenamiento incluye una o más baterías que son extraíbles y cargables y/o descargables, y el subsistema de almacenamiento incluye un procesador que se configura para supervisar al menos una batería de la una o más baterías, y se configura para comunicar con el subsistema de control;  
el subsistema de potencia se configura para conectarse a una línea eléctrica, y el subsistema de potencia incluye un convertidor de potencia que convierte potencia de CA a potencia de CC cuando se está cargando la al menos una batería, y convierte potencia de CC a potencia de CA cuando se está descargando la al menos una batería; y  
el subsistema de control se conecta al subsistema de almacenamiento y se conecta al subsistema de potencia, el subsistema de control incluye un procesador, y el procesador se configura para controlar la transferencia de potencia entre el subsistema de almacenamiento y el subsistema de potencia,

40 en el que el procesador del subsistema de control de cada nodo se configura para enviar señales que controlan la carga y descarga de la al menos una batería, y  
en el que el procesador del subsistema de control de cada nodo se configura para supervisar un estado operacional de la una o más baterías, y  
45 en el que el al menos un subsistema de control de unidad tiene un procesador configurado para ponderar, de acuerdo con importancia, uno o más parámetros de los perfiles de preferencia para cada nodo conectado, y autoensamblar una unidad de potencia seleccionando, basándose en los parámetros ponderados, un grupo de la pluralidad de nodos a supervisar o gestionar.

50 Estas y otras características y ventajas de realizaciones particulares del método y sistema de almacenamiento de energía de unidad basada en nodos se describirán ahora por medio de realizaciones ilustrativas a las que no se limitan. La invención se define mediante las características de la reivindicación independiente 1. Se definen realizaciones preferidas en las reivindicaciones dependientes.

55 Breve descripción de los dibujos

El alcance de la presente divulgación se entiende mejor a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones ilustrativas cuando se leen en conjunción con los dibujos adjuntos. En los dibujos se incluyen las siguientes figuras:

60 La Figura 1 ilustra una arquitectura de hardware del subsistema de control de acuerdo con una realización ilustrativa;  
La Figura 2 ilustra una arquitectura de hardware del subsistema de control de acuerdo con una realización ilustrativa;  
La Figura 3 ilustra un panel frontal del subsistema de control de acuerdo con una realización ilustrativa;  
65 La Figura 4 ilustra un sistema de potencia arquitectura de acuerdo con una realización ilustrativa;  
La Figura 5 ilustra interconexiones de componentes en un nodo de acuerdo con una realización ilustrativa;

La Figura 6 ilustra una arquitectura jerárquica de un sistema de potencia de acuerdo con una realización ilustrativa; La Figura 7 ilustra una arquitectura de hardware de la unidad de gestión de batería de acuerdo con una realización ilustrativa; y La Figura 8 ilustra una arquitectura de hardware del subsistema de potencia de acuerdo con una realización ilustrativa.

Áreas adicionales de aplicabilidad de la presente divulgación serán evidentes a partir de la descripción detallada proporcionada en lo sucesivo. Debería entenderse que la descripción detallada de realizaciones ilustrativas se concibe para propósitos de ilustración únicamente y, por lo tanto, no se conciben para limitar necesariamente el alcance de la divulgación.

#### Descripción detallada

Esta descripción proporciona realizaciones ilustrativas únicamente, y no pretende limitar el alcance, aplicabilidad o configuración del método y sistema de almacenamiento de energía de unidad basada en nodos. En su lugar, la subsiguiente descripción de las realizaciones proporcionará a los expertos en la materia con una descripción habilitante para implementar realizaciones del método y sistema de almacenamiento de energía de unidad basada en nodos. Pueden hacerse diversos cambios en la función y disposición de elementos sin alejarse del espíritu y alcance del sistema y método como se expone en las reivindicaciones adjuntas. Por lo tanto, diversas realizaciones pueden omitir, sustituir o añadir diversos procedimientos o componentes según sea apropiado. Por ejemplo, debería apreciarse que en realizaciones alternativas, los métodos pueden realizarse en un orden diferentes que el que se describe, y que diversas etapas pueden añadirse, omitirse o combinarse. También, características descritas con respecto a ciertas realizaciones pueden combinarse en diversas otras realizaciones. Diferentes aspectos y elementos de las realizaciones pueden combinarse de manera similar.

#### 1. Arquitectura de subsistema de control de nodo

##### A. Conexiones eléctricas de los componentes ubicados dentro del subsistema de control de nodo

Un subsistema de control 100 es una unidad de control que interactúa con un subsistema de potencia 408 y un subsistema de almacenamiento 434 que incluye una unidad de gestión de batería 404 y al menos una batería 406. El subsistema de control 100, el subsistema de potencia 408 y el subsistema de almacenamiento 434 comprenden una unidad de potencia llamada un nodo 410. Un nodo se explicará en mayor detalle más adelante. El subsistema de control 100 puede enviar señales al subsistema de potencia 408 y la unidad de gestión de batería 404 que provoca la carga o descarga de una batería o baterías 406 mediante componentes en el subsistema de potencia 408. La unidad de gestión de batería 404 puede conectar y desconectar las baterías 406 en el subsistema de almacenamiento 434. El subsistema de control 100 puede supervisar/gestionar el estado actual, salud (por ejemplo, a largo y corto plazo) y/o rendimiento (por ejemplo, a largo y corto plazo) de las baterías y/u otros componentes en el sistema de almacenamiento de potencia. Los parámetros de estado actual y salud se analizarán en mayor detalle más adelante.

La Figura 1 muestra un subsistema de control 100, y las conexiones eléctricas de diversos componentes ubicados dentro del subsistema de control 100. Como se muestra en la leyenda de la Figura 1, una línea discontinua indica una línea de corriente alterna (CA) de, por ejemplo, 120 V. Es posible que la tensión de CA podría ser cualquier otra tensión distinta de 120 V. También, en la Figura 1, una línea continua indica una línea de corriente continua (CC). Es posible que las líneas de CA sean en su lugar líneas de CC y que las líneas de CC sean en su lugar líneas de CA. También es posible que todas las líneas en la Figura 1 sean líneas de CA o todas líneas de CC, o cualquier combinación de líneas de CA y líneas de CC.

El subsistema de control 100 se configura para controlar la transferencia de potencia. El subsistema de control 100 incluye: una fuente de alimentación de CA/CC 104 (por ejemplo, una fuente de alimentación de DC como en la Figura 1); una fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) 106; un procesador 102; un conmutador de Ethernet 108; un conmutador de potencia 116; y un módulo de entrada de potencia 120 (filtro EMI, fusible, etc.). El procesador 102 podría ser cualquier tipo de procesador informático, incluyendo un ordenador de una sola placa, etc. Por ejemplo, el procesador 102 puede ser un único procesador, una pluralidad de procesadores o combinaciones de los mismos. El procesador 102 puede tener uno o más "núcleos" de procesador. El ordenador de una sola placa puede ser, por ejemplo, un ordenador de una sola placa Raspberry Pi. El ordenador de una sola placa puede incluir, por ejemplo, un procesador de 32 bits con una arquitectura de núcleo x86 o ARM. En una realización de ejemplo, el ordenador de una sola placa puede usar un procesador que soporta código embebido de Math-Works, Inc. En una realización de ejemplo, el ordenador de una sola placa puede incluir una memoria que tiene una capacidad de 512 MB o más. Como alternativa, la capacidad de almacenamiento de la memoria del ordenador de una sola placa puede tener cualquier tamaño. La memoria podría ser una RAM, ROM, etc. En una realización ilustrativa, el software del subsistema de control 100 puede almacenarse fuera del subsistema de control 100.

El conmutador de Ethernet 108 puede ser, por ejemplo, un controlador de Ethernet de 10/100 Mbps o más rápido. El conmutador de Ethernet 108 puede tener cualquier número de puertos, por ejemplo, al menos cinco puertos. Un primer puerto para el ordenador de una sola placa 102, un segundo puerto para la fuente de alimentación ininterrumpida 106,

un tercer puerto para la unidad de gestión de batería 404 ubicada (mostrada en la Figura 5) en el subsistema de almacenamiento 434, un cuarto puerto para el subsistema de potencia 408 y un quinto puerto para una conexión de red aguas arriba.

- 5 El subsistema de control 100 también incluye una primera interfaz de comunicación 216 configurada para enviar y/o recibir datos desde un subsistema de almacenamiento 434 que supervisa una o más baterías 406 que son extraíbles y cargables.

10 Las baterías pueden ser cualquier tipo de batería, incluyendo baterías recargables (por ejemplo, batería de flujo, pila de combustible, plomo-ácido, litio-aire, ion-litio, sales fundidas, níquel cadmio (NiCd), níquel-hidrógeno, níquel-hierro, níquel metal hidruro, níquel-cinc, radical orgánico, basada en polímeros, polisulfuro de bromuro, ion-potasio, alcalina recargable, silicio-aire, ion-sodio, sodio-azufre, súper hierro, cinc-bromuro, matriz de cinc, etc.) y/o baterías no recargables (por ejemplo, alcalina, aluminio-aire, atómica, pila de Bunsen, pila de ácido crómico, pila de Clark, pila de Daniell, pila seca, tierra, rana, pila galvánica, pila de Grove, pila de Leclanche, limón, litio, litio-aire, mercurio, sales fundidas, níquel oxihidróxido, radical orgánico, papel, patata, cadena de Pulvermacher, reserva, plata-óxido, estado sólido, voltaica, activada por agua, pila de Weston, cinc-aire, cinc-carbón, cloruro de cinc, etc.). El subsistema de almacenamiento 434 puede incluir únicamente un tipo de batería o una combinación de diferentes tipos de baterías.

20 La primera interfaz de comunicación 216 puede ser, por ejemplo, un conector RJ-45 como se muestra en la Figura 2. La primera interfaz de comunicación también puede ser cualquier otro tipo de conector de datos y puede constar de uno o más conectores.

25 El subsistema de control 100 también incluye una primera interfaz de transferencia 112 configurada para transmitir potencia a la unidad de gestión de batería 404. Por ejemplo, la potencia transmitida puede ser potencia de control y/o auxiliar. La primera interfaz de transferencia 112 puede ser, por ejemplo, un conector de CA IEC320 C13 como se muestra en la Figura 1. La primera interfaz de transferencia 112 también puede ser cualquier otro tipo de conector de datos y puede incluir uno o más conectores.

30 El subsistema de control 100 también incluye una segunda interfaz de comunicación 218 configurada para enviar y/o recibir datos desde un subsistema de potencia 408. La segunda interfaz de comunicación 218 puede ser, por ejemplo, un conector RJ-45 como se muestra en la Figura 2. La segunda interfaz de comunicación 218 también puede ser cualquier otro tipo de conector de datos y puede incluir uno o más conectores. El subsistema de control 100 también incluye un conector de salida de CA libre 110 que puede ser, por ejemplo, un conector de CA IEC320 C13. El subsistema de potencia 408, mostrado en la Figura 4, incluye un convertidor de potencia 416, y el subsistema de potencia 408 se configura para conectarse a una línea eléctrica. El convertidor de potencia 416 puede ser un inversor de CA o CC, el inversor tiene la capacidad de conectarse o desconectarse a sí mismo. En la Figura 8 se muestra una realización ilustrativa del subsistema de potencia 408. Además del convertidor de potencia 416, el subsistema de potencia 408 puede incluir, por ejemplo, al menos un sensor 802, al menos un procesador 804, al menos un disyuntor 806, al menos un condensador 808, al menos una memoria 810, al menos un fusible 812 y al menos un contactor 814.

40 En una realización de ejemplo, el subsistema de control 100 puede incluir una tercera interfaz de comunicación y/o interfaces de potencia de control para un medidor de potencia usado para medir uno o más de: tensión, corriente y calidad de potencia.

45 El subsistema de control 100 de la Figura 1 también incluye una segunda interfaz de transferencia 114 que se configura para transmitir potencia al subsistema de potencia 408. Por ejemplo, la potencia transmitida puede ser potencia de control y/o auxiliar. La segunda interfaz de transferencia 114 puede ser, por ejemplo, un conector de CA IEC320 C13 como se muestra en la Figura 1. La segunda interfaz de transferencia 114 también puede ser cualquier otro tipo de conector de datos y puede incluir uno o más conectores. En una realización de ejemplo, uno o más de la primera interfaz de transferencia 112, la segunda interfaz de transferencia 114 y el conector de salida de CA libre 110 pueden no estar alimentados por la fuente de alimentación ininterrumpida 106.

55 El procesador 102 se configura para enviar señales que controlan la carga y descarga de al menos una batería 406 en el subsistema de almacenamiento 434. El subsistema de control 100 se usa para coordinar transferencia de potencia entre el subsistema de almacenamiento 434 y el subsistema de potencia 408. El subsistema de potencia 408 es responsable de extraer potencia de la red y transferir la misma a la batería o baterías 406. El sistema de potencia 408 también puede extraer potencia de la batería o baterías y transferir la misma a la red.

60 La fuente de alimentación ininterrumpida 106, mostrada en la Figura 1, proporciona potencia de CA de 120 V temporal en el caso de desconexión del subsistema de control 100 de líneas de potencia de instalaciones. La fuente de alimentación ininterrumpida 106 puede suministrar, por ejemplo, 250 W en CA de 120 V, tanto en un estado normal (es decir, CA de 120 V externa disponible) como un estado de pérdida de potencia (es decir, sin CA de 120 V externa disponible, funcionando a partir de baterías). La fuente de alimentación ininterrumpida 106 puede suministrar potencia temporal en cualquier otra tensión o nivel de potencia. Como se muestra en la Figura 5, la fuente de alimentación ininterrumpida 106 puede proporcionar potencia al módulo del subsistema de potencia 408 y a una unidad de gestión de batería (BMU) 404 (es decir, un procesador informático) del subsistema de potencia 434. La unidad de gestión de

batería 404 le dice al subsistema de potencia 408 cuando puede controlar (por ejemplo, cargar o descargar) la batería o baterías 406. La fuente de alimentación ininterrumpida 106 puede, por ejemplo, tener suficiente capacidad para proporcionar al menos cinco minutos de operación de salida de CA de 120 V, 250 W en condiciones de pérdida de potencia. La fuente de alimentación ininterrumpida 106 también puede incluir dispositivos protectores (fusibles, disyuntores, etc.) para cada terminal de salida de CA de 120 V de la fuente de alimentación ininterrumpida 106.

El subsistema de control 100 de la Figura 1 también incluye un sensor de proximidad 105 configurado para detectar una persona u objeto en la vecindad del subsistema de control 100, y cuando se detecta una persona u objeto en la vecindad del subsistema de control 100, se modifica el comportamiento del subsistema de control 100. Por ejemplo, puede detectarse una persona o robot cuando la persona o robot se ubica a varios metros (por ejemplo, 0,3-3 m (1-10 pies)) en frente del sensor de proximidad. También, cuando el sensor de proximidad 105 detecta una persona u objeto en una vecindad del nodo 410, y cuando se detecta una persona u objeto en la vecindad del nodo 410, se modifica el comportamiento del nodo 410, subsistema de control 100, subsistema de almacenamiento 434 o subsistema de potencia 408. En una realización de ejemplo, el comportamiento del nodo 410 puede modificarse apagando el nodo o poniéndolo fuera de línea para que pueda realizarse un mantenimiento. El comportamiento de uno, algunos o todos del subsistema de control 100, subsistema de almacenamiento 434 o subsistema de potencia 408 puede modificarse de modo que pueden realizarse operaciones de mantenimiento, por ejemplo, añadiendo baterías o almacenamiento de potencia al subsistema de almacenamiento 434, etc. En una realización ilustrativa, el comportamiento del nodo 410 o el subsistema de control 100 puede modificarse por el nodo 410 o el subsistema de control 100 emitiendo una señal (por ejemplo, ruido, luz, etc.) cuando la persona o robot pasa por el nodo 410 para ayudar a la persona o robot a identificar un nodo particular 410 que emite la señal. Esta característica podría permitir que una persona de mantenimiento identifique fácilmente un nodo 410 que necesita mantenimiento, o alguna otra acción a realizarse, entre una pluralidad de otros nodos 410.

En la Figura 7 se muestra una realización ilustrativa de la unidad de gestión de batería 404. La unidad de gestión de batería 404 puede incluir, por ejemplo, al menos un sensor 702, al menos un procesador 704, al menos un disyuntor 706, al menos un condensador 708, al menos una memoria 710, al menos un fusible 712 y al menos un contactor 714.

La fuente de alimentación de CA/CC 104 proporciona potencia a los componentes del subsistema de control 100 y se dimensiona para proporcionar operación continua de los componentes. El subsistema de control 100 se usa para coordinar interacciones entre el subsistema de almacenamiento 434 y el subsistema de potencia 408, y para controlar funciones operacionales generales de un nodo 410a, 410b, 410c, etc. incluyendo carga, descarga, reposo de CC, desconexión segura y modos de emergencia.

En una realización de ejemplo, el procesador 102 recibe datos de batería desde la unidad de gestión de batería 404 y, basándose en información en los datos de batería recibidos, el procesador 102 ordena al subsistema de potencia 408 que controle (por ejemplo, carga o descarga) la al menos una batería 406. Los datos de batería pueden indicar un nivel de carga de baterías gestionadas por la unidad de gestión de batería 404, indicar fallos/estado de las baterías, parámetros de rendimiento, parámetros de salud, etc. Los parámetros rendimiento y salud se analizarán en mayor detalle a continuación. El procesador 102 también puede ordenar al subsistema de almacenamiento 434 que lleve a cabo una acción según se requiera para cargar o descargar, por ejemplo, conectar o desconectar (en el caso de detener/evitar carga o descarga) el procesador 102 también puede ordenar al subsistema de almacenamiento 434 que realice automantenimiento. También, rendimiento del sistema optimizado seleccionando y usando baterías o nodos que son más adecuados para una aplicación particular (por ejemplo, corta duración y alta potencia frente a larga duración y alta energía, cantidad de potencia disponible desde el nodo, capacidades de corriente, coste de uso de la energía almacenada, coste de la degradación asociada de las baterías, etc.).

En una realización de ejemplo, el procesador 102 se configura para optimizar la salud y el rendimiento de la una o más baterías 406 en el subsistema de almacenamiento 434. La salud y el rendimiento de la una o más baterías 406 puede ser salud y rendimiento a largo plazo o salud y rendimiento a corto plazo. Parámetros que indican el estado de corriente, el rendimiento, o la salud a corto/largo plazo de las baterías, pueden incluir todos o algunos de los siguientes:

- estado/condición actual del nodo 410 (por ejemplo, si está en línea/fuera de línea, el modo de corriente, errores que se han producido y/o están presentes, etc.);
- temperatura del subsistema de potencia 408 (por ejemplo, temperatura mínima, temperatura máxima, temperatura mínima media, temperatura máxima media, etc.);
- exposición a temperatura del subsistema de potencia 408 (por ejemplo, número de veces de X grados durante Y cantidad de tiempo, etc.);
- temperatura de batería (por ejemplo, temperatura mínima, temperatura máxima, temperatura mínima media, temperatura máxima media, etc.);
- exposición a temperatura de la batería (por ejemplo, número de veces de X grados durante Y cantidad de tiempo, etc.);
- antigüedad de las baterías (por ejemplo, antigüedad media de las baterías, etc.);
- intervalo de expedición más eficiente de las baterías, posible intervalo de expedición de las baterías, intervalo de expedición actual de las baterías, etc.;
- estado de carga (SoC) de las baterías (por ejemplo, SoC medio);
- caudal (por ejemplo, caudal medio);

capacidad (por ejemplo, carga/descarga);  
 tiempo desde la última expedición;  
 tensión de célula (por ejemplo, mínima y/o máxima a nivel de armario, etc.);  
 tasa de carga (C-tasa);  
 5 número de equivalentes de ciclo completo;  
 información de garantía de las baterías;  
 curva de eficiencia de las baterías;  
 la máxima eficiencia del inversor; y  
 10 vida útil de los componentes, etc.

Algunos o todos los parámetros de estado/salud pueden usarse para optimizar el rendimiento y/o salud de las baterías. En una realización de ejemplo, el procesador 102 se configura para supervisar un estado operacional de la una o más baterías 406. El estado operacional podría indicar un fallo, carga del subsistema de almacenamiento 434, descarga del subsistema de almacenamiento 434, porcentaje de potencia disponible, etc. En una realización no limitante, el rendimiento de una o más baterías, un nodo y una pluralidad de nodos puede optimizarse teniendo en cuenta la cantidad de tiempo hasta la expiración de la garantía, uso distribuido entre baterías, nodos, nodos de potencia (por ejemplo, para uso equitativo de los nodos para garantizar que un nodo particular no se usa en exceso).

La Figura 4 muestra tres nodos ilustrativos 410a, 410b, 410c. Cada nodo 410a, 410b, 410c puede incluir un subsistema de almacenamiento 434 que incluye al menos una batería 406 y una unidad de gestión de batería 404 que incluye un procesador 432; un subsistema de control 100; y un subsistema de potencia 408 que incluye un convertidor de potencia 416, tal como un inversor. En una realización de ejemplo, los componentes del nodo (el subsistema de control 100, el subsistema de potencia 408 y el subsistema de almacenamiento 434) se configuran para montarse en un armario. En una realización de ejemplo, el armario de almacenamiento se ajusta a al menos una de normas de armarios ETSI, EIA, IEC, CEA, DIN o similares. Sin embargo, los componentes de un nodo podrían ubicarse dentro de un contenedor, recipiente, etc. y no necesitan montarse en un armario. También, un nodo podría comprenderse de un armario de componentes o múltiples armarios de componentes. La Figura 4 muestra que un nodo incluye un subsistema de almacenamiento 434, un subsistema de control 100 y un subsistema de potencia 408; sin embargo, un nodo podría contener cualquier número de subsistemas. Por ejemplo, un nodo podría contener múltiples subsistemas de almacenamiento, múltiples subsistemas de potencia 408 y múltiples subsistemas de control 100. También, en una realización de ejemplo, el nodo podría incluir otro subsistema distinto del subsistema de control 100, el subsistema de almacenamiento 434 y el subsistema de potencia 408, por ejemplo, un subsistema de potencia reactiva o un subsistema de generación de potencia. En otra realización de ejemplo, el nodo no incluiría un subsistema de potencia 408 que incluye baterías, ya que un nodo no tiene que incluir un subsistema de potencia.

En una realización ilustrativa mostrada en la Figura 1, el subsistema de control 100 incluye un indicador, por ejemplo una placa de controlador de LED 118 configurada para controlar una pluralidad de LED 222 que indican el estado del subsistema de control 100 y/o del nodo de almacenamiento de energía 410. Por ejemplo, en la Figura 3, la pluralidad de LED 222 pueden indicar carga o descarga, estado de contactor de CA, estado de contactor de DC y un fallo. El subsistema de control 100 puede incluir una placa de controlador de LCD en lugar de la placa de controlador de LED 118 o además de la placa de controlador de LED 118. Por ejemplo, la Figura 3 muestra una pantalla LCD que se controla mediante una placa de controlador de LCD. También, el indicador puede ser cualquier tipo de dispositivo con capacidad de indicar el estado del subsistema de control y/o el nodo de almacenamiento de energía 410.

B. Conexiones de datos de los componentes ubicados dentro del subsistema de control de nodo

La Figura 2 muestra el subsistema de control 100 y las conexiones de datos de diversos componentes ubicados dentro del subsistema de control 100. En la Figura 2, el conector de USB 220 se conecta al anfitrión de USB 210 en el ordenador de una sola placa 102 a través de una conexión de USB. El ordenador de una sola placa 102 también incluye un módulo de E/S digital 208 que se conecta a una placa de controlador de LED 118 a través de una conexión de E/S digital. La placa de controlador de LED 118 controla los indicadores LED 222 que emiten información de estado con respecto al subsistema de control 100 y/o el nodo 410a. En una realización de ejemplo, la potencia total requerida durante la operación normal y durante el encendido por el subsistema de control 100 es menor de 80 W. En otra realización ilustrativa, el subsistema de control 100 es capaz de realizar un ciclo de potencia de la salida de fuente de alimentación ininterrumpida 106.

La Figura 2 también muestra un módulo de USB 204 que se conecta a la fuente de alimentación ininterrumpida 106 a través de una conexión de USB. El ordenador de una sola placa 102 también incluye un controlador de Ethernet 206 que se conecta (por ejemplo a través de una conexión de Ethernet) a un conmutador de Ethernet 108 que se ubica fuera del ordenador de una sola placa o procesador 102. El conmutador de Ethernet 108 se conecta a cada uno de los conectores 214, 216 y 218 a través de líneas Ethernet separadas.

En una realización de ejemplo, el subsistema de control 100 incluye un puerto que permite que el procesador 102 se programe o re programe. Por ejemplo, el puerto podría ser un puerto USB 220 (USB 2.0, USB 3.0, etc.) como se muestra en la Figura 2. El puerto puede ser cualquier otro puerto de datos que recibe y/o transmite datos, por ejemplo, RS-232, puerto Ethernet, etc. En lugar de un puerto físico 220 o además del puerto físico 220, el procesador 102

podría programarse o reprogramarse remotamente a través de Wi-Fi, NFC, etc.

En una realización de ejemplo, el subsistema de control 100 incluye una interfaz de tarjeta de SD 212 configurada para aceptar una tarjeta de SD. La interfaz 212 podría aceptar en su lugar una tarjeta SDHC o micro SD, etc. La tarjeta de SD preferentemente almacena 4 GB o más de datos. El ordenador de una sola placa 102 podría incluir cualquier otro tipo de dispositivo de memoria (RAM, ROM, disco duro, unidad óptica, etc.) distinto de la interfaz de tarjeta de SD 212 y la tarjeta de SD.

El subsistema de control ilustrativo 100 de la Figura 2 también puede incluir un concentrador de USB 224 que se conecta al conector de USB-A 220, el UPS 106, la placa de controlador de LED 118 y el módulo de USB 204 a través de conexiones de USB. Las conexiones de E/S digital y USB mostradas en la Figura 2 son intercambiables.

### C. Panel frontal del subsistema de control de nodo

La Figura 3 muestra una realización ilustrativa de un panel frontal de un subsistema de control 100 usado, por ejemplo, para controlar un nodo. El panel frontal incluye un conmutador de encendido/apagado 302. El conmutador de encendido/apagado 302 puede ser un interruptor mecánico o un interruptor de membrana. El conmutador de encendido/apagado 302 permite que toda la potencia de salida de CA de 120 V de la fuente de alimentación ininterrumpida 106 se interrumpa. Por lo tanto, el conmutador de encendido/apagado 302 puede permitir que se corte toda la potencia de CA de 120 V para reiniciar el subsistema de control 100, el subsistema de potencia 408 y el subsistema de almacenamiento 434 para revisión/mantenimiento.

La Figura 3 muestra una pluralidad de LED 222 que son indicadores de estado visuales que indican, por ejemplo, estado de potencia, estado de carga/descarga, estado de carga de batería, estado de contactor de CA, estado de contactor de DC, estado de fallo/error, etc. El indicador de estado de potencia puede indicar la presencia de potencia de CA en la salida de fuente de alimentación ininterrumpida 106. El indicador de estado de carga/descarga puede ser un LED bicolor en el que un color indica carga y el otro color indica descarga. También, el indicador de estado de contactor de CA puede ser un LED bicolor en el que un color indica que el contactor de CA está abierto y el otro color indica que el contactor de CA está cerrado. De manera similar, el indicador de estado de contactor de CC puede ser un LED bicolor en el que un color indica que el contactor de CC está abierto y el otro color indica que el contactor de CC está cerrado.

La Figura 3 también muestra una pantalla LCD 304 que visualiza información de estado adicional. Por ejemplo, en la Figura 3, la pantalla LCD 304 indica que el subsistema de control 100 está operando como un controlador de nodo de potencia, es decir, que está supervisando los componentes de un nodo, por ejemplo, los componentes contenidos en un armario de almacenamiento. La pantalla LCD 304 también visualiza que las baterías se están cargando y cuál es el porcentaje actual de potencia de batería disponible. Finalmente, la pantalla LCD 304 indica que está encendido. La Figura 3 también contiene una pluralidad de teclas 306 que pueden presionarse para navegar a través de menús o información visualizada en la pantalla LCD 304. La Figura 3 también muestra un puerto 308 (por ejemplo, puerto USB-A) que se ubica en el panel frontal del subsistema de control 100. Este puerto 308 puede ser el mismo que el puerto 220 mostrado en la Figura 2 o un puerto diferente. La Figura 3 también muestra un puerto HDMI 310 que se ubica en el panel frontal del subsistema de control 100. En una realización de ejemplo, el puerto HDMI 310 puede usarse para emitir datos de vídeo, que incluyen diversos parámetros de operación, a un dispositivo de visualización tal como una pantalla LCD, etc. En otra realización ilustrativa, el puerto HDMI 310 puede usarse para programar o reprogramar el procesador 102.

### 2. Arquitectura de sistema de nodos de potencia

La Figura 4 ilustra un sistema de nodos de potencia que incluye tres sistemas de nodos 410a, 410b, 410c. Los múltiples nodos 410a, 410b, 410c forman una unidad o entidad que se denominará en lo sucesivo como un nodo de potencia. Podría usarse cualquier número de nodos en el sistema de nodos de potencia de la Figura 4, ya que el sistema es escalable desde unos cientos a miles de nodos paralelos 410a, 410b, 410c, etc. Cada nodo 410a puede incluir: un armario de almacenamiento u otro contenedor configurado para albergar de forma segura un subsistema de control 100, un subsistema de potencia 408 y un subsistema de almacenamiento 434 que incluye una o más baterías 406 que son extraíbles y cargables.

Por lo tanto, debido a la modularidad de los componentes en el nodo, existe una separación física y lógica, e independencia de los componentes. Debido a la escalabilidad del sistema de potencia, puede haber un escalado separado de características de potencia y duración. También, el tamaño del sistema de potencia puede adaptarse fácilmente basándose en requisitos de proyecto y cambios de negocio. La modularidad elimina un único punto de fallo, y minimiza la construcción en el sitio ya que los componentes pueden tener capacidad de enchufar y usar.

Las baterías 406 en el subsistema de almacenamiento 434 puede incluir baterías de diferentes fabricantes o pueden ser todas del mismo fabricante. También, las baterías pueden ser todas del mismo tipo (por ejemplo, NiCd) o pueden ser de diferentes tipos. El subsistema de almacenamiento 434 incluye una unidad de gestión de batería 404 que incluye un procesador informático 432 que se configura para supervisar al menos una batería de la una o más baterías 406

en el subsistema de almacenamiento 434, y la unidad de gestión de batería 404 se configura para comunicar con el subsistema de control 100. En una realización de ejemplo, la unidad de gestión de batería 404 contiene electrónica basada en ordenador y firmware responsable para carga/descarga segura de todas las baterías y comunica con el subsistema de control 100.

5 En la Figura 4, el subsistema de potencia 408 puede configurarse para conectarse a una línea eléctrica. Por ejemplo, La Figura 5 muestra que el subsistema de potencia 408 se conecta a, por ejemplo, un sistema eléctrico línea a línea de CA de 400 V. El sistema eléctrico línea a línea podría tener cualquier otra cantidad de tensión. El subsistema de potencia 408 incluye un convertidor de potencia (por ejemplo, un inversor) 416 que convierte potencia de CA a potencia de CC cuando se está cargando al menos una batería 406, y convierte la potencia de CC a potencia de CA cuando se está descargando al menos una batería.

10 En las Figuras 4 y 5, el subsistema de control 100 se conecta al subsistema de almacenamiento 434 y se conecta al subsistema de potencia 408. Como se muestra en la Figura 2, el subsistema de control 100 incluye un procesador 102, y el procesador 102 se configura para controlar la transferencia de potencia entre el subsistema de almacenamiento 434 y el subsistema de potencia 408. La Figura 5 muestra que la unidad de gestión de batería 404 se conecta eléctricamente en entre el subsistema de potencia 408 y los módulos de batería 406.

15 En una realización de ejemplo, el procesador 102 del subsistema de control 100 se configura para enviar señales que controlan la carga y descarga de al menos una batería 406 ubicada en el subsistema de almacenamiento 434. También, el procesador 102 se configura para supervisar un estado operacional de una o más baterías 406 ubicadas en el subsistema de almacenamiento 434.

20 Como se muestra en las Figuras 1 y 2, y se describe anteriormente, una realización ilustrativa del subsistema de control 100 incluye: una fuente de alimentación de CA/CC 104; una fuente de alimentación ininterrumpida 106; un procesador 102; un conmutador de Ethernet 108; una primera interfaz de comunicación 216 configurada para enviar y/o recibir datos desde el subsistema de almacenamiento 434; una primera interfaz de transferencia 112 configurada para transmitir potencia al subsistema de almacenamiento 434; una segunda interfaz de comunicación 218 configurada para enviar y/o recibir datos desde el subsistema de potencia 408; y una segunda interfaz de transferencia 114 configurada para transmitir potencia al subsistema de potencia 408.

25 En una realización de ejemplo, el procesador 102 recibe datos de batería desde el subsistema de almacenamiento 434 y, basándose en información en los datos de batería recibidos, el procesador 102 ordena al subsistema de potencia 408 que controle (por ejemplo, carga o descarga) la al menos una batería 406. Los datos de batería pueden ser, por ejemplo, estado de potencia, estado de carga/descarga, estado de carga de batería (por ejemplo, porcentaje de carga), estado de contactor de CA, estado de contactor de DC, estado de fallo/error, etc. Los datos de batería también pueden incluir cualquiera de los parámetros de estado/rendimiento/salud que se describieron anteriormente.

30 En una realización de ejemplo, el procesador 102 del subsistema de control 100 se configura para optimizar la salud y el rendimiento de la una o más baterías 406 supervisadas/gestionadas por el subsistema de almacenamiento 434 usando los parámetros de estado/salud/rendimiento descritos anteriormente.

A. Conexiones entre el subsistema de control, el subsistema de potencia y el subsistema de almacenamiento en un sistema de nodos

35 La Figura 5 ilustra como los diversos componentes que forman un nodo (subsistema de control 100, el subsistema de potencia 408 y el subsistema de almacenamiento 434) pueden conectarse entre sí. En la Figura 5, los protocolos mostrados en la leyenda son ilustrativos. En la Figura 5, el subsistema de control 100 se conecta al subsistema de potencia 408 a través de tres conexiones, por ejemplo. Dos de las conexiones son conexiones de CA de 120 V y una de las conexiones es una conexión de Ethernet que conecta el conmutador de Ethernet 108 del subsistema de control 100 al controlador de inversor 416 del subsistema de potencia 408. Una de las conexiones de CA de 120 V es una conexión entre la fuente de alimentación ininterrumpida 106 y un transformador de 400 V/120 V contenido en el subsistema de potencia 408. Además del transformador, el subsistema de potencia 408 incluye un contactor de AC, y puente de IGBT y un controlador de inversor 416. En una realización de ejemplo, potencia a la fuente de alimentación ininterrumpida 106 no tiene que provenir del subsistema de potencia 408.

40 El subsistema de potencia 408 se conecta al subsistema de almacenamiento 434 a través de dos conexiones de CC. El subsistema de almacenamiento 434 también incluye un contactor de CC, un relé de precarga, una unidad de gestión de batería 404 (por ejemplo, un procesador informático), y un fusible/disjuntor accesible desde el exterior. El subsistema de potencia 408 se conecta a las baterías 406 a través de conexiones de CC. El subsistema de potencia 408 también puede conectarse a uno o más ventiladores de armario que se usan para enfriar los componentes si se almacenan en un armario.

45 La Figura 5 también muestra que el subsistema de control 100 se conecta al subsistema de almacenamiento 434 a través de una conexión de Ethernet. Específicamente, el conmutador de Ethernet 108 se conecta a la unidad de gestión de batería 404 del subsistema de almacenamiento 434. La Figura 5 también muestra una línea de entrada de parada



de emergencia a la que puede conectarse un conmutador de botón de parada de emergencia. El conmutador de botón de parada de emergencia puede montarse en una ubicación accesible, y cuando se presiona, provoca que las fuentes de alimentación se desconecten. Por ejemplo, el subsistema de potencia 408 puede desconectarse del subsistema de almacenamiento 434 y del bus de CA de instalación de almacenamiento de energía.

5

### 3. Jerarquía y arquitectura de sistema de distribución y almacenamiento de potencia

#### A. Múltiples nodos

10 La Figura 4 ilustra un sistema de distribución y almacenamiento de potencia 400 que incluye más de un (por ejemplo, tres) nodo 410a, 410b y 410c. Cada uno de los nodos 410a, 410b, y 410c incluyen, como se ha descrito anteriormente: un armario de almacenamiento configurado para albergar de forma segura el subsistema de control 100, el subsistema de potencia 408 y el subsistema de almacenamiento 434 que incluye una o más baterías 406. La una o más baterías 406 son extraíbles y cargables. Por lo tanto, las baterías pueden cambiarse fácilmente cuando se necesite. Los nodos  
15 pueden almacenarse en armarios que pueden contener ruedas o cualquier otro dispositivo que hace que los nodos basados en armario se puedan mover fácilmente. Un nodo puede ser, por ejemplo, un sistema de 40 KW. También, cada nodo puede ser de una tensión divisible que puede ser escalable. En otras palabras, cada nodo podría tener un mismo nivel de tensión total. También es posible que los nodos tengan diferentes niveles de tensión.

#### B. Subsistema/subsistemas de control de unidad

El sistema de distribución y almacenamiento de potencia 400 mostrado en la Figura 4 también incluye un subsistema de control de unidad 420 que se conecta a cada uno de los tres nodos 410a, 410b y 410c. En otras palabras, el subsistema de control 100 de cada nodo 410a, 410b, 410c se conecta al subsistema de control de unidad 420. El  
25 subsistema de control de unidad 420 sirve a un número arbitrario de nodos. Por ejemplo, el subsistema de control de unidad 420 se configura para supervisar un estado actual de la pluralidad de nodos 410a, 410b, 410c en el sistema de distribución y almacenamiento de potencia 400 mostrado en la Figura 4. El subsistema de control de unidad 420 supervisa/mantiene, por ejemplo, el estado actual y capacidad de carga/descarga para el grupo de nodos a los que se asigna cubrir. Puede usarse cualquier número de nodos en el sistema de distribución y almacenamiento de potencia  
30 400 mostrado en la Figura 4. Las comunicaciones entre los subsistemas de control 100 de nodos y el subsistema de control de unidad 420 pueden ser, por ejemplo, a través de Modbus o DNP3. Modbus es un protocolo de comunicaciones en serie que se usa para conectar dispositivos electrónicos industriales. Modbus permite la comunicación entre muchos dispositivos conectados a la misma red.

35 En el sistema de distribución y almacenamiento de potencia 400 de la Figura 4, el subsistema de control de unidad 420 se configura para supervisar una capacidad de carga/descarga de la pluralidad de nodos 410a, 410b, 410c, etc. El subsistema de control de unidad 420 se configura también para optimizar la salud y el rendimiento de los subsistemas de almacenamiento 434, los subsistemas de potencia 408 y/o los subsistemas de control 100 en la pluralidad de nodos 410a, 410b, 410c, etc. usando, por ejemplo, los parámetros de estado/salud/rendimiento descritos  
40 anteriormente. También, los subsistemas de control 100 de cada nodo pueden enviar una curva de coste (por ejemplo, kilovatios frente a euros) al subsistema de control de unidad 420, y el subsistema de control de unidad 420 puede determinar qué nodo es el recurso más barato de usar, y usar la potencia almacenada en el nodo que es el recurso de potencia más barato. En otras palabras, el subsistema de control de unidad 420 puede apostar entre nodos para  
45 determinar que nodo o nodos son el recurso/recursos más baratos de potencia almacenada. En una realización de ejemplo, el subsistema de control de unidad 420 puede clasificar la pluralidad de nodos basándose en su curva de coste (por ejemplo, más barato a más caro o más caro o más barato).

Como se ha descrito anteriormente, en cada nodo 410a, 410b, 410c, la unidad de gestión de batería 404 incluye un procesador 432 que se configura para supervisar al menos una batería 406, y se configura para comunicar con el  
50 subsistema de control 100. También, en cada nodo, el subsistema de potencia 408 se configura para conectarse a una línea eléctrica, y el subsistema de potencia 408 incluye un convertidor de potencia 416 (por ejemplo, un inversor) que convierte potencia de CA a potencia de CC cuando la al menos una batería 406 está cargada, y convierte potencia de CC a potencia de CA cuando la al menos una batería está descargada.

55 En cada nodo 410a, 410b, 410c, el subsistema de control 100 del armario se conecta al subsistema de almacenamiento 434 del nodo y se conecta al subsistema de potencia 408 del nodo. El subsistema de control 100 del nodo incluye un procesador 102, y el procesador 102 se configura para controlar la transferencia de potencia entre el subsistema de almacenamiento 434 y el subsistema de potencia 408. En una realización de ejemplo, el procesador 102 del nodo se configura para enviar señales que controlan la carga y descarga de la al menos una batería 406 en  
60 el nodo, y el procesador 102 se configura para supervisar un estado operacional de una o más baterías 406 en el nodo.

El sistema de distribución y almacenamiento de potencia 400 de la Figura 4 incluye, por ejemplo, un sensor de frecuencia 606, una RTU 422 y un módulo de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) 424 que se  
65 conecta al subsistema de control de unidad 420. El sensor de frecuencia 606 podría ser un sensor de tensión, etc. El módulo de SCADA 424 es un sistema de control que realiza adquisición de datos y es la interfaz de usuario primaria

a los subsistemas de control de nodo 410d, 410e, etc., los subsistemas de control de unidad 602a, 602b, etc., el subsistema de control de sitio 604 y una unidad de expedición de mercado. Como se muestra en la Figura 4, el módulo de SCADA 424 puede enviar y/o recibir datos desde el subsistema de potencia 408, el subsistema de control 100 y el subsistema de almacenamiento 434 de nodo 410c. El módulo de SCADA 424 también puede enviar y/o recibir datos desde todos los subsistemas 100, 408, 434 en nodos de potencia 410a y 410b. Es decir, el módulo de SCADA 424 puede hablar con cada subsistema de forma separada. La unidad de expedición de mercado contiene inteligencia de mercado (por ejemplo, costes de potencia, etc.) y puede tomar decisiones inteligentes basándose en información de mercado que pertenece a la industria energética. Las comunicaciones entre el subsistema de control de unidad 420 y la RTU 422 y el módulo de SCADA 424 pueden ser, por ejemplo, a través de Modbus o DNP3. Todos los puntos de datos del subsistema de control de sitio 604, los subsistemas de control de unidad 420, 602a, 602b, 602c, y los subsistemas de control de nodo 410a, 410b, 410c están disponibles para el módulo de SCADA 424.

Los nodos 410a, 410b, 410c se conectan a un conmutador de alta tensión 436 de, por ejemplo, 480 V. Específicamente, el conmutador de alta tensión 436 puede conectarse a los subsistemas de potencia 408 de los nodos 410a, 410b, 410c. En la Figura 4, el conmutador de alta tensión 436 se conecta a un transformador de aislamiento 426. El transformador de aislamiento 426 se conecta a un conmutador de alta tensión 428 de, por ejemplo, 13,8 kV. El conmutador de alta tensión 428 también puede conectarse a un transformador de elevación de generador (GSU) 430. El transformador de GSU 430 puede ser por ejemplo, un transformador de GSU de 13,8/138 kV.

### C. Subsistema de control de sitio

La Figura 6 ilustra una arquitectura jerárquica de un sistema de potencia 600 que incluye una pluralidad de subsistemas de control de unidad 602a, 602b, 602c, etc. Cada subsistema de control de unidad (por ejemplo, el subsistema de control de unidad 602a) se conecta a múltiples subsistemas de control de nodo 410d y 410e que son subsistemas de control 100 ubicados en los nodos 410a, 410b, 410c. Es decir, un subsistema de control de nodo es un subsistema de control 100 que se ubica en un nodo. Por ejemplo, en la Figura 6, el subsistema de control de nodo 410d se ubica en un nodo que también incluye un subsistema de potencia 408, y un subsistema de almacenamiento 434 que incluye una o más baterías 406. De manera similar, el subsistema de control de nodo 410e se ubica en otro nodo que también incluye un subsistema de potencia 408, y un subsistema de almacenamiento 434 que incluye una o más baterías 406. El subsistema de control de unidad 602a se conecta a los subsistemas de control de nodo 410d y 410e. De manera similar, el subsistema de control de unidad 602b se conecta a los subsistemas de control de nodo 410f y 410g. También, el subsistema de control de unidad 602c se conecta a los subsistemas de control de nodo 410d y 410e.

También, en el sistema de potencia 600 de la Figura 6, un subsistema de control de sitio 604 se conecta a cada uno de la pluralidad de subsistemas de control de unidad 602a, 602b, 602c. El subsistema de control de sitio 604 puede servir a un número arbitrario de subsistemas de control de unidad. El subsistema de control de sitio 604 mantiene/supervisa el estado actual y la capacidad de carga/descarga para todos los nodos en el sitio, es decir la instalación de almacenamiento de potencia o porción de la instalación de almacenamiento de potencia.

En la Figura 6, el subsistema de control de sitio 604 se configura para supervisar una capacidad de carga/descarga de la pluralidad de subsistemas de control de unidad 602a, 602b, 602c. Además, el subsistema de control de sitio 604 se configura para optimizar y/o supervisar la salud y el rendimiento de los componentes en la pluralidad de subsistemas de control de unidad 602a, 602b, 602c (baterías, inversores, etc.).

El sistema de potencia 600 de la Figura 6 muestra tres subsistemas de control de unidad 602a, 602b, 602c, pero el sistema de potencia 600 podría contener cualquier número de subsistemas de control de unidad. El sistema de potencia 600 de la Figura 6 muestra seis subsistemas de control de nodo 410d, 410e, 410f, 410g, 410h, 410i, pero el sistema de potencia 600 podría contener cualquier número de subsistemas de control de nodo. Sin embargo, debido a la estructura jerárquica del sistema de potencia 600, habitualmente habrá más subsistemas de control de nodo que subsistemas de control de unidad, ya que cada subsistema de control de unidad habitualmente supervisa más de un subsistema de control de nodo. Por ejemplo, en la Figura 6, cada subsistema de control de unidad (por ejemplo, 602a) supervisa dos subsistemas de control de nodo (por ejemplo, 410d y 410e). Debido a la estructura jerárquica del sistema de potencia de la Figura 6, el subsistema de control de sitio 604, o cada subsistema de control de sitio 604, se conecta a múltiples subsistemas de control de unidad (por ejemplo, 602a, 602b, 602c), y cada subsistema de control de unidad se conecta a múltiples subsistemas de control de nodo. En una realización de ejemplo, como se muestra en la Figura 6, el subsistema de control de sitio puede conectarse a un sensor de frecuencia 606, y la RTU 422 puede conectarse a la expedición. La RTU 422 puede enviar señales al subsistema de control de sitio 604, los subsistemas de control de unidad 602a, 602b, 602c, etc., y los subsistemas de control de nodo 410d, 410e, 410f, 410g, 410h, 410i, etc. Pueden introducirse datos desde el sensor de frecuencia 606 en la unidad de expedición de almacenamiento de sitio 604, y estos datos pueden usarse en determinar cómo expedir el sitio además de o en lugar de la expedición mostrada en la Figura 6.

En una realización de ejemplo, el sistema de potencia 600 puede ser autorregistrable. Es decir, cada subsistema de control de nodo 410 almacena un conjunto mínimo de información acerca de sí mismo que identifica inequívocamente el nodo. En otras palabras, el nodo se conoce a sí mismo almacenando información acerca de sí mismo en el subsistema de control 100. El nodo puede registrarse a continuación a sí mismo (es decir, es autorregistrable) enviando

la información de identificación única a un subsistema de control de unidad 602, y a continuación al subsistema de control de sitio 604, etc. La información de identificación única permite que el subsistema de control de sitio 604 conozca que el subsistema de control de nodo que transmitió la información (por ejemplo, información de identificación) está presente y disponible. El subsistema de control de sitio 604 puede mantener a continuación una base de datos de subsistemas de control de nodo disponibles.

De manera similar, un subsistema de control de unidad 602 también conoce características de sí mismo y puede registrarse a sí mismo en el subsistema de control de sitio 604. Los sitios también se conocen a sí mismo y podrían registrarse a sí mismos con una flota. Por lo general, una flota en una región geográfica. También es posible que las flotas se aniden. De manera similar, las flotas también se conocen a sí mismas y pueden registrarse a sí mismas en una empresa, que puede ser el nivel más alto en la jerarquía.

En una realización de ejemplo, el sistema de potencia 600 puede ser autoensamblable. El sistema de potencia 600 es autoensamblable con respecto a que los nodos pueden decidir que son una unidad, y unidades pueden decidir que son un sitio, etc. Por ejemplo, cada subsistema de control 100 puede almacenar un perfil de preferencia que incluye algunos o todos los siguientes parámetros que pertenecen al nodo en el que están (los subsistemas de control de unidad también pueden almacenar perfiles de preferencia de múltiples nodos a los que se asignan para supervisar/gestionar y el subsistema de control de sitio puede almacenar perfiles de preferencia de una agrupación combinada de nodos que se supervisan/gestionan por un subsistema de control de unidad):

- tasas óptimas de carga/descarga de las baterías en el nodo;
- intervalo de expedición más eficiente de las baterías, posible intervalo de expedición de las baterías, intervalo de expedición actual de las baterías, etc.;
- curva de eficiencia de las baterías;
- estado/condición actual del nodo (por ejemplo, si está en línea/fuera de línea, el modo de corriente, errores que se han producido y/o están presentes, etc.);
- temperatura de operación preferida de subsistema de potencia (por ejemplo, temperatura mínima, temperatura máxima, etc.);
- temperatura de batería preferida (por ejemplo, temperatura mínima, temperatura máxima, etc.);
- la máxima eficiencia del inversor;
- historial de las baterías (por ejemplo, qué han estado haciendo las baterías durante un periodo de tiempo reciente, etc.);
- caudal (por ejemplo, caudal medio);
- información de garantía de las baterías; y
- vida útil de los componentes, etc.

Una pluralidad de nodos pueden autoensamblarse a continuación para crear una unidad basándose en los parámetros requeridos del sistema. También, el subsistema de control de sitio 604 puede seleccionar una agrupación específica de nodos supervisados por un subsistema de control de unidad particular o seleccionar múltiples grupos de nodos supervisados por dos o más subsistemas de control de unidad basándose en los perfiles de preferencia de los nodos para obtener las características de potencia requeridas que se requieren para el sistema.

En una realización de ejemplo, parámetros de perfil de preferencia descritos anteriormente podrían ponderarse de forma diferente de modo que algunos parámetros se consideran más importantes que otros cuando se selecciona un nodo basándose en su perfil de preferencia. Por ejemplo, cuando se necesita una cierta cantidad de potencia, el subsistema de control de sitio 604 puede iniciar un proceso de ofertas mirando a los perfiles de preferencia de los múltiples nodos en el sistema y seleccionar un nodo o una agrupación de múltiples nodos basándose en la potencia necesitada. Por ejemplo, pueden seleccionarse nodos que proporcionan la cantidad más barata de potencia. También es posible que los nodos seleccionados pueden ser nodos que contienen baterías que están a punto de quedarse fuera de la garantía, nodos que están operando a máxima eficiencia en su curva de eficiencia, nodos que se ubican cerca entre sí (es decir, localmente), etc.

En una realización de ejemplo, cada nodo puede contener software individual, y tras el autoensamblado para crear una unidad, el software individual de cada nodo se combina para crear un programa de software combinado que puede controlar todos los armarios en la unidad. Como alternativa, un nodo en la unidad puede contener el software que se usa para controlar todos los nodos de una unidad ensamblada. Se incorpora en este documento por referencia en su totalidad el expediente del mandatario No. 0080451-000080 titulado "Method and System for Self-Registration and Self-Assembly of Electrical Devices", que describe adicionalmente sistemas y métodos de autorregistro y autoensamblaje que puede usarse en los métodos y sistemas de almacenamiento de energía modular de la presente solicitud.

#### D. Interfaz de hombre a máquina

El sistema de potencia 600 de la Figura 6 también puede incluir una interfaz de hombre a máquina que puede conectarse al sistema de potencia 600 (por ejemplo, el módulo de SCADA 424, el subsistema de control de sitio 604 de la Figura 6, u otro componente en el sistema de potencia) para supervisar y/o controlar el sistema. La interfaz de

hombre a máquina puede ser, por ejemplo, una aplicación ejecutándose en una tableta, ordenador o teléfono inteligente. La interfaz de hombre a máquina puede emitir y visualizar diversos parámetros del sistema de potencia 600, por ejemplo, potencia, corriente, tensión, ritmo cardíaco, expedición desde armario a subsistema de potencia, estado actual, etc.

5 En una realización de ejemplo, un operador de sistema (por ejemplo, a través de la interfaz de hombre a máquina) envía expediciones que se reciben por el subsistema de control de sitio 604 y, a continuación, se distribuyen entre subsistemas de control de unidad (por ejemplo, 602a, 602b, 602c, etc.) y subsistemas de control de nodo (por ejemplo, 10 410d, 410e, 410f, 410g, 410h, 410i, etc.). Es decir, puede haber expediciones a través de nodos y a través de unidades (es decir, expedir a nivel de nodo o unidad).

Mientras diversas realizaciones ilustrativas del sistema y método divulgado se han descrito anteriormente debería entenderse que se han presentado para propósitos de ejemplo únicamente, no limitaciones. No es exhaustivo y no limita la divulgación a la forma precisa divulgada.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de distribución y almacenamiento de potencia, que comprende:

5 una pluralidad de nodos, incluyendo cada nodo un subsistema de almacenamiento (434), un subsistema de control (100) y un subsistema de potencia (408); y  
 al menos un subsistema de control de unidad (420, 602a, 602b, 602b) conectado a uno o más de la pluralidad de nodos y configurado para supervisar un estado actual del uno o más de la pluralidad de nodos, almacenando el al  
 10 menos un subsistema de control de unidad (420, 602a, 602b, 602b) un perfil de preferencia para cada nodo conectado, incluyendo el perfil de preferencia uno o más parámetros para proporcionar potencia a un sistema externo,  
 en el que:

15 el subsistema de almacenamiento (434) incluye una o más baterías que son extraíbles y cargables y/o descargables, y el subsistema de almacenamiento (434) incluye un procesador (432) que se configura para supervisar al menos una batería de la una o más baterías, y se configura para comunicar con el subsistema de control (100);  
 el subsistema de potencia (408) se configura para conectarse a una línea eléctrica, y el subsistema de potencia (408) incluye un convertidor de potencia que convierte potencia de CA a potencia de CC cuando se está  
 20 cargando la al menos una batería, y convierte potencia de CC a potencia de CA cuando se está descargando la al menos una batería; y  
 el subsistema de control (100) se conecta al subsistema de almacenamiento (434) y se conecta al subsistema de potencia (408), el subsistema de control (100) incluye un procesador (102), y el procesador se configura para controlar la transferencia de potencia entre el subsistema de almacenamiento (434) y el subsistema de  
 25 potencia (408),

en el que el procesador (102) del subsistema de control (100) de cada nodo se configura para enviar señales que controlan la carga y descarga de la al menos una batería, y  
 en el que el procesador (102) del subsistema de control (100) de cada nodo se configura para supervisar un estado  
 30 operacional de la una o más baterías, y  
 en el que el al menos un subsistema de control de unidad (420, 602a, 602b, 602b) tiene un procesador configurado para ponderar, de acuerdo con importancia, uno o más parámetros de los perfiles de preferencia para cada nodo conectado, y autoensamblar una unidad de potencia seleccionando, basándose en los parámetros ponderados, un grupo de la pluralidad de nodos a supervisar o gestionar.

35 2. El sistema de distribución y almacenamiento de potencia de la reivindicación 1, en el que el subsistema de control (100) de cada nodo incluye:

40 una fuente de alimentación de CA/CC;  
 una fuente de alimentación ininterrumpida;  
 un procesador;  
 un conmutador de Ethernet;  
 una primera interfaz de comunicación configurada para enviar y/o recibir datos desde el subsistema de almacenamiento (434);  
 45 una primera interfaz de transferencia configurada para transmitir potencia al subsistema de almacenamiento (434);  
 una segunda interfaz de comunicación configurada para enviar y/o recibir datos desde el subsistema de potencia (408); y  
 una segunda interfaz de transferencia configurada para transmitir potencia al subsistema de potencia (408).

50 3. El sistema de distribución y almacenamiento de potencia de la reivindicación 1, en el que el procesador (102) del subsistema de control (100) de cada nodo recibe datos de batería desde el subsistema de almacenamiento (434) y, basándose en información en los datos de batería recibidos y una petición desde un sistema de control central o distribuido, el procesador (102) del subsistema de control (100) ordena al subsistema de potencia (408) que controle la al menos una batería.

55 4. El sistema de distribución y almacenamiento de potencia de la reivindicación 1, en el que el procesador (102) del subsistema de control (100) de cada nodo se configura para optimizar la salud y el rendimiento de la una o más baterías en el subsistema de almacenamiento (434).

60 5. El sistema de distribución y almacenamiento de potencia de la reivindicación 1, comprendiendo adicionalmente un armario de almacenamiento configurado para albergar de forma segura el subsistema de almacenamiento (434), el subsistema de control (100) y el subsistema de potencia (408), y el armario de almacenamiento se ajusta a normas de armarios de ETSI, EIA, IEC, CEA o DIN.

65 6. El sistema de distribución y almacenamiento de potencia de la reivindicación 1, comprendiendo adicionalmente: un sensor de proximidad configurado para detectar una persona u objeto en una vecindad del nodo, y cuando se

detecta una persona u objeto en la vecindad del nodo, se modifica el comportamiento del nodo, subsistema de control (100), subsistema de almacenamiento (434) o subsistema de potencia (408).

5 7. El sistema de distribución y almacenamiento de potencia de la reivindicación 1, en el que el subsistema de control de unidad (420, 602a, 602b, 602b) se configura para supervisar una capacidad de carga/descarga de la pluralidad de nodos.

10 8. El sistema de distribución y almacenamiento de potencia de la reivindicación 1, en el que el subsistema de control de unidad (420, 602a, 602b, 602b) se configura para optimizar la salud y el rendimiento de los subsistemas de almacenamiento (434), los subsistemas de potencia (408) y los subsistemas de control en la pluralidad de nodos.

15 9. El sistema de distribución y almacenamiento de potencia de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procesador (102) del subsistema de control (100) se configura para enviar señales que controlan la carga y descarga de al menos una batería de la una o más baterías en el subsistema de almacenamiento (434).

20 10. El sistema de distribución y almacenamiento de potencia de la reivindicación 9, en el que el procesador (102) del subsistema de control (100) recibe datos de batería desde el subsistema de almacenamiento (434) y, basándose en información en los datos de batería recibidos, el procesador (102) del subsistema de control (100) ordena al subsistema de potencia (408) que controle la al menos una batería.

11. El sistema de distribución y almacenamiento de potencia de la reivindicación 9, en el que el procesador (102) del subsistema de control (100) se configura para supervisar un estado operacional de la una o más baterías.

25 12. El sistema de distribución y almacenamiento de potencia de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos uno del subsistema de control (100), el subsistema de potencia (408) y el subsistema de almacenamiento (434), se configura para montarse en un armario.

30 13. El sistema de distribución y almacenamiento de potencia de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo adicionalmente:

un puerto que permite que el procesador (102) del subsistema de control (100) se programe o re programe, y/o un indicador que indica el estado del subsistema de control (100) y/o de un nodo de almacenamiento de energía, y/o

35 una interfaz de tarjeta de memoria configurada para aceptar una tarjeta de memoria extraíble, y/o un sensor de proximidad configurado para detectar una persona u objeto en una vecindad del subsistema de control (100), y cuando se detecta una persona u objeto en la vecindad del subsistema de control (100), se modifica el comportamiento del subsistema de control (100).

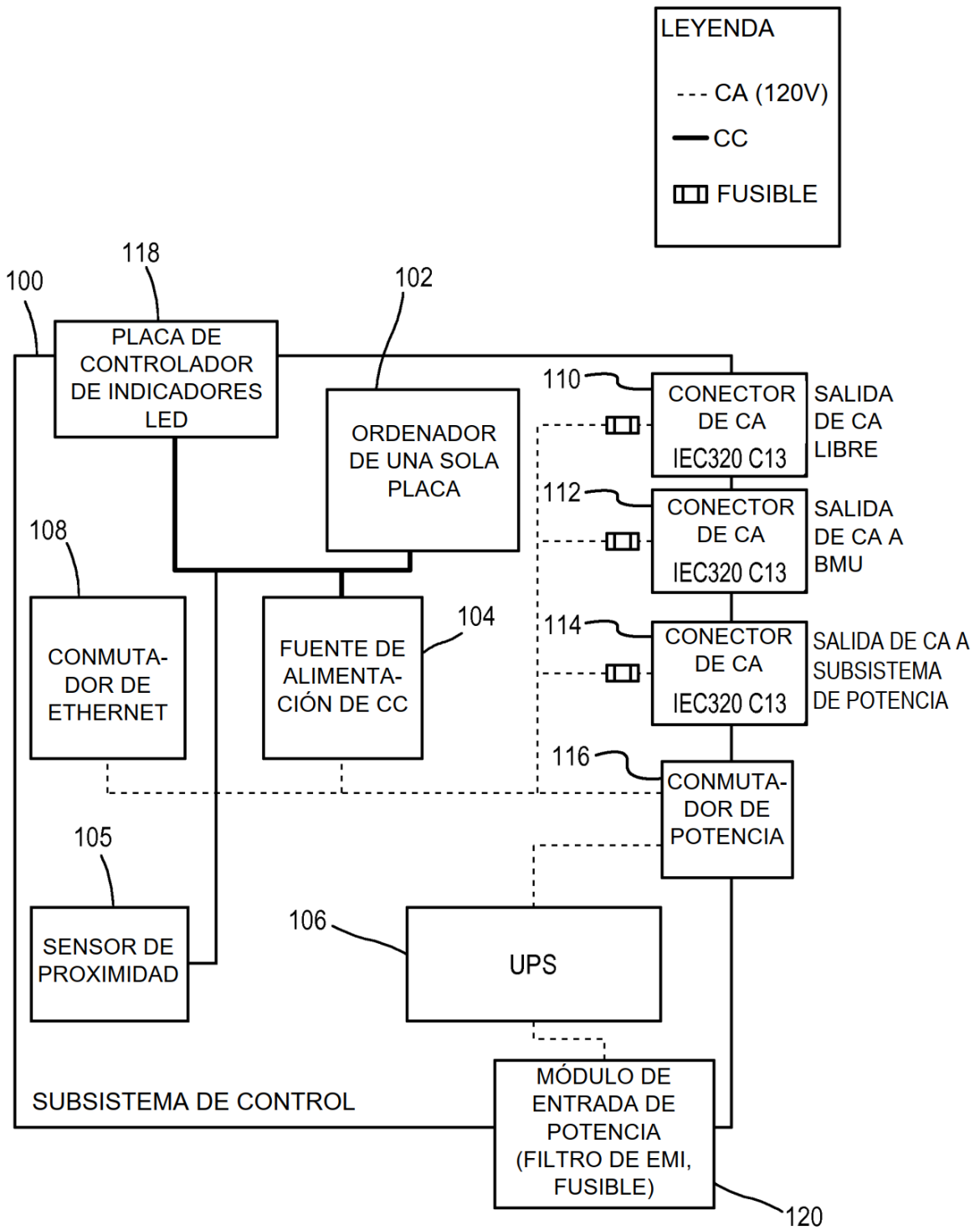


FIG.1

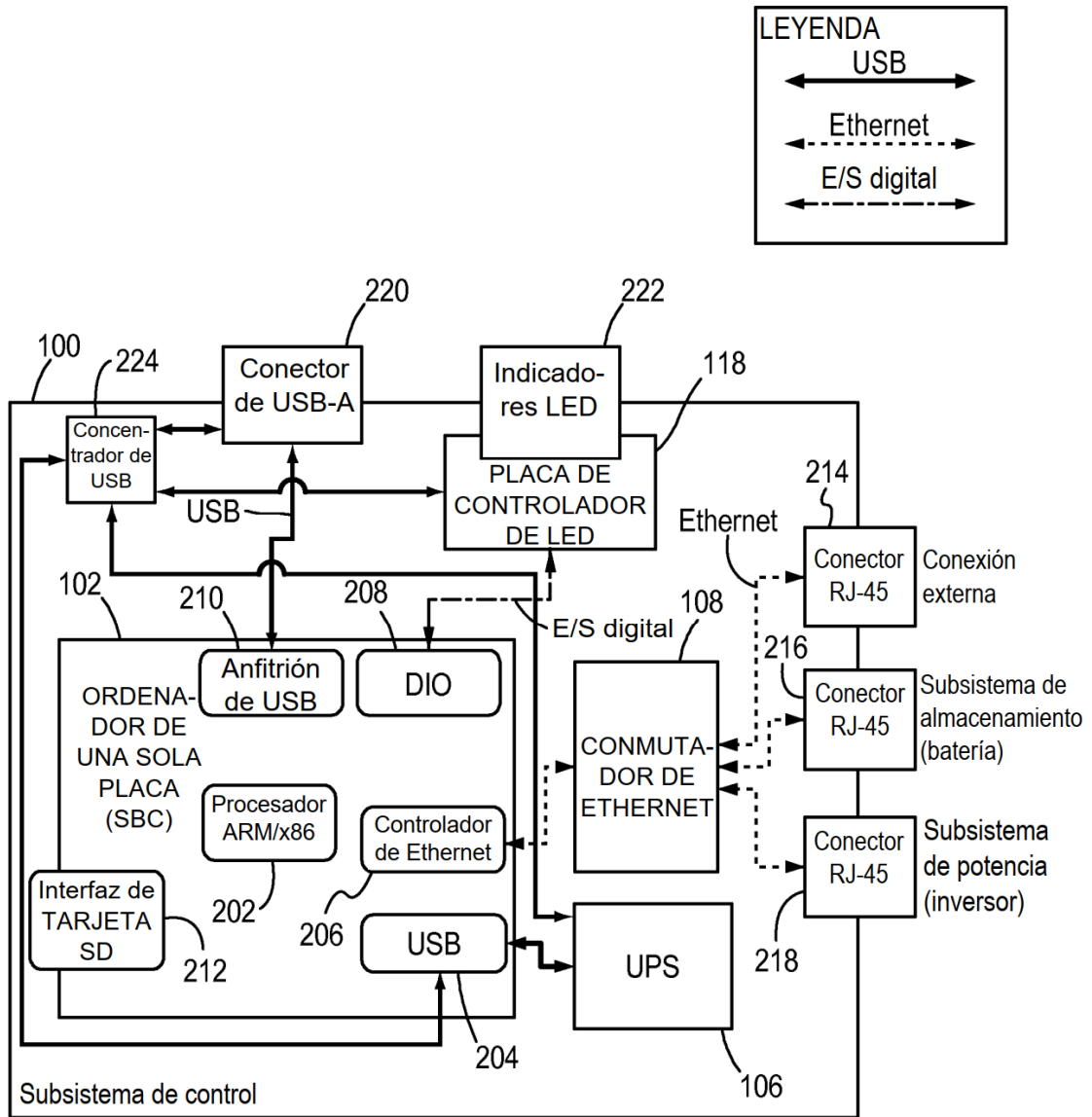


FIG.2



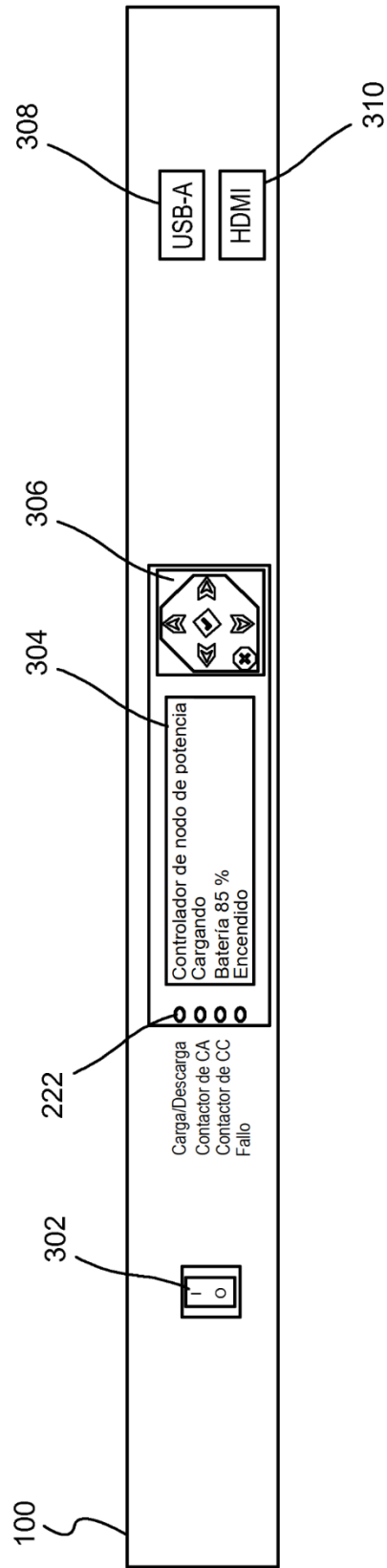


FIG.3

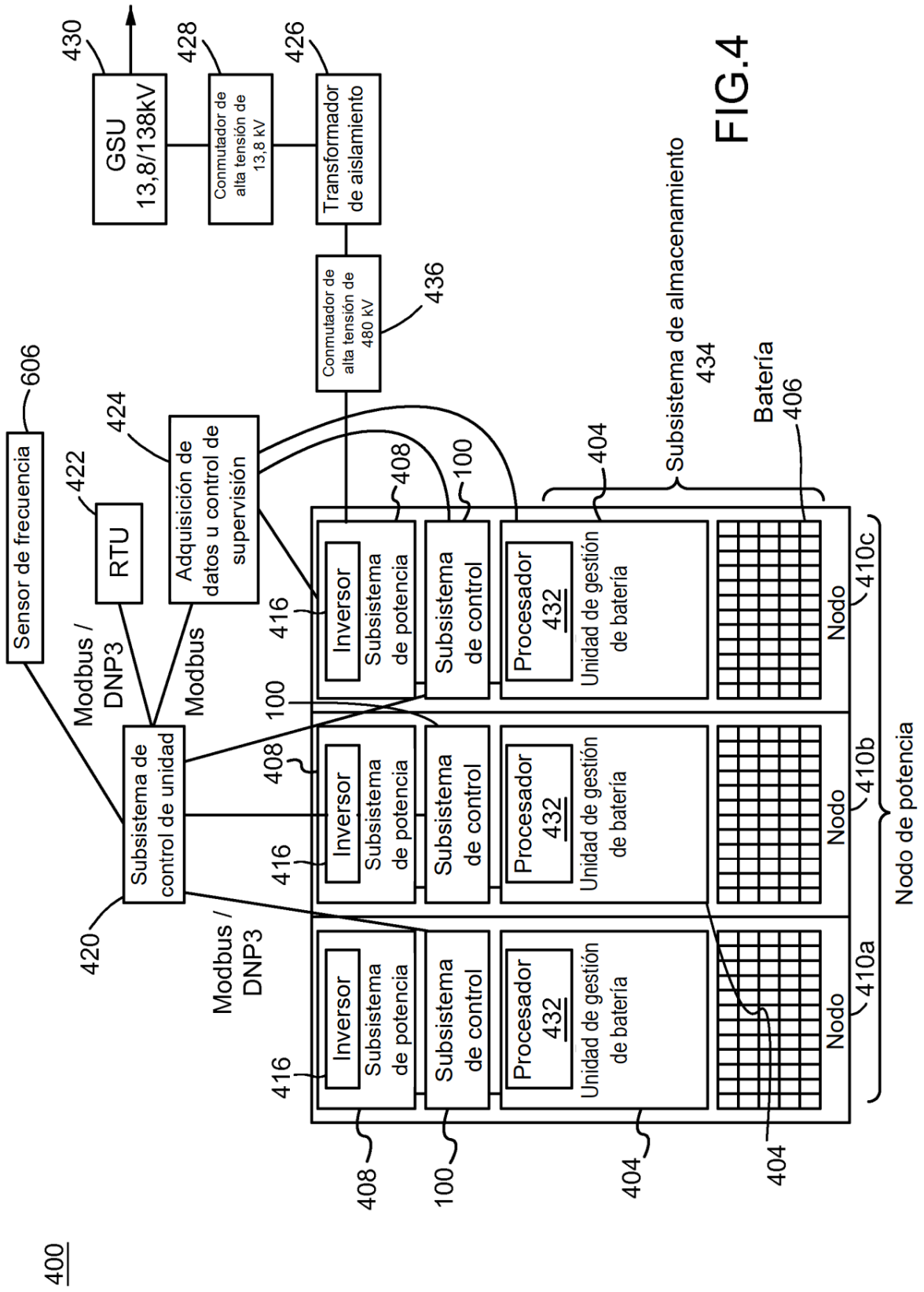
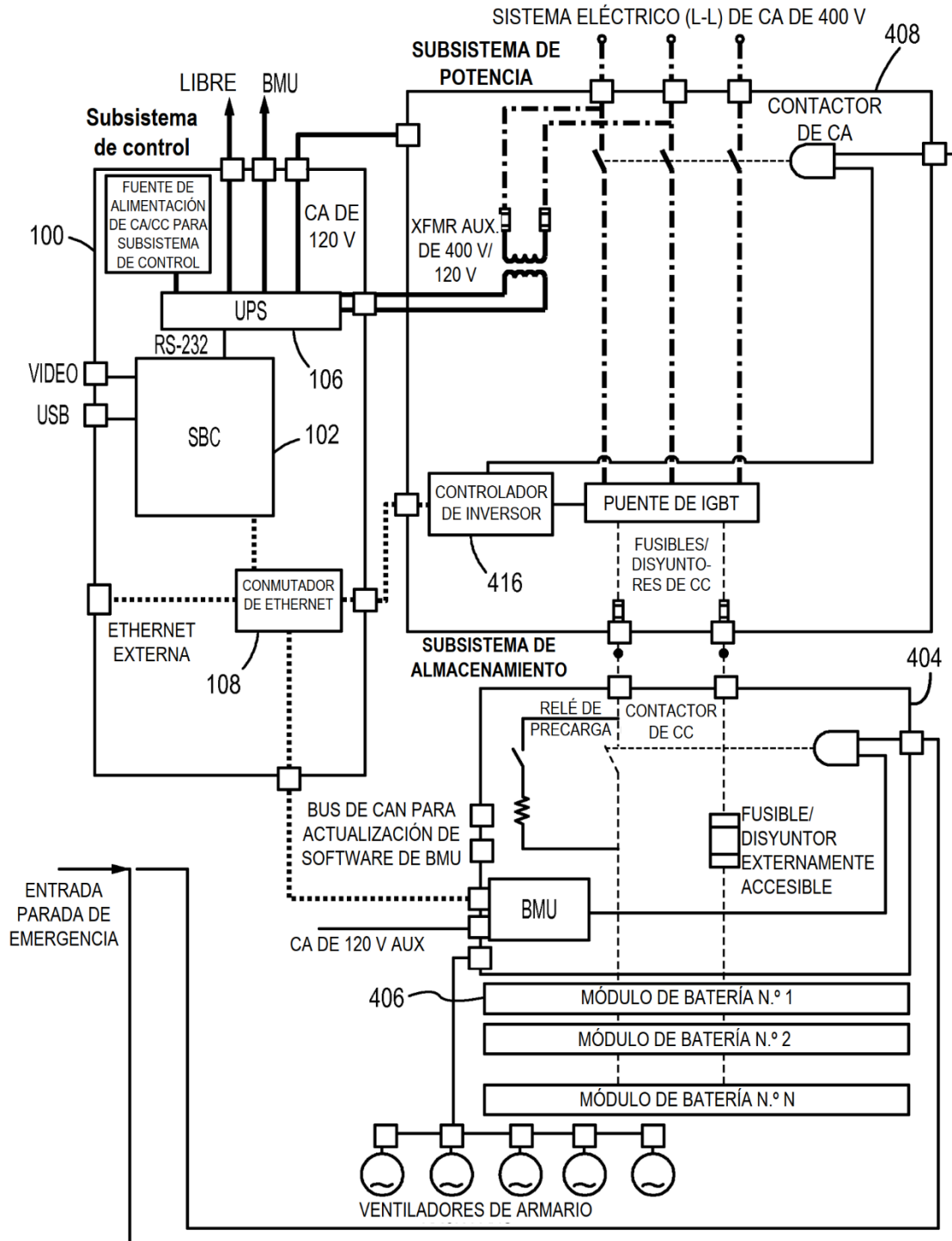


FIG.4

400



LEYENDA

---	CA DE 400 V
—	CA DE 120 V
.....	ETHERNET
- - - -	CC
□	CONECTOR

FIG.5

600

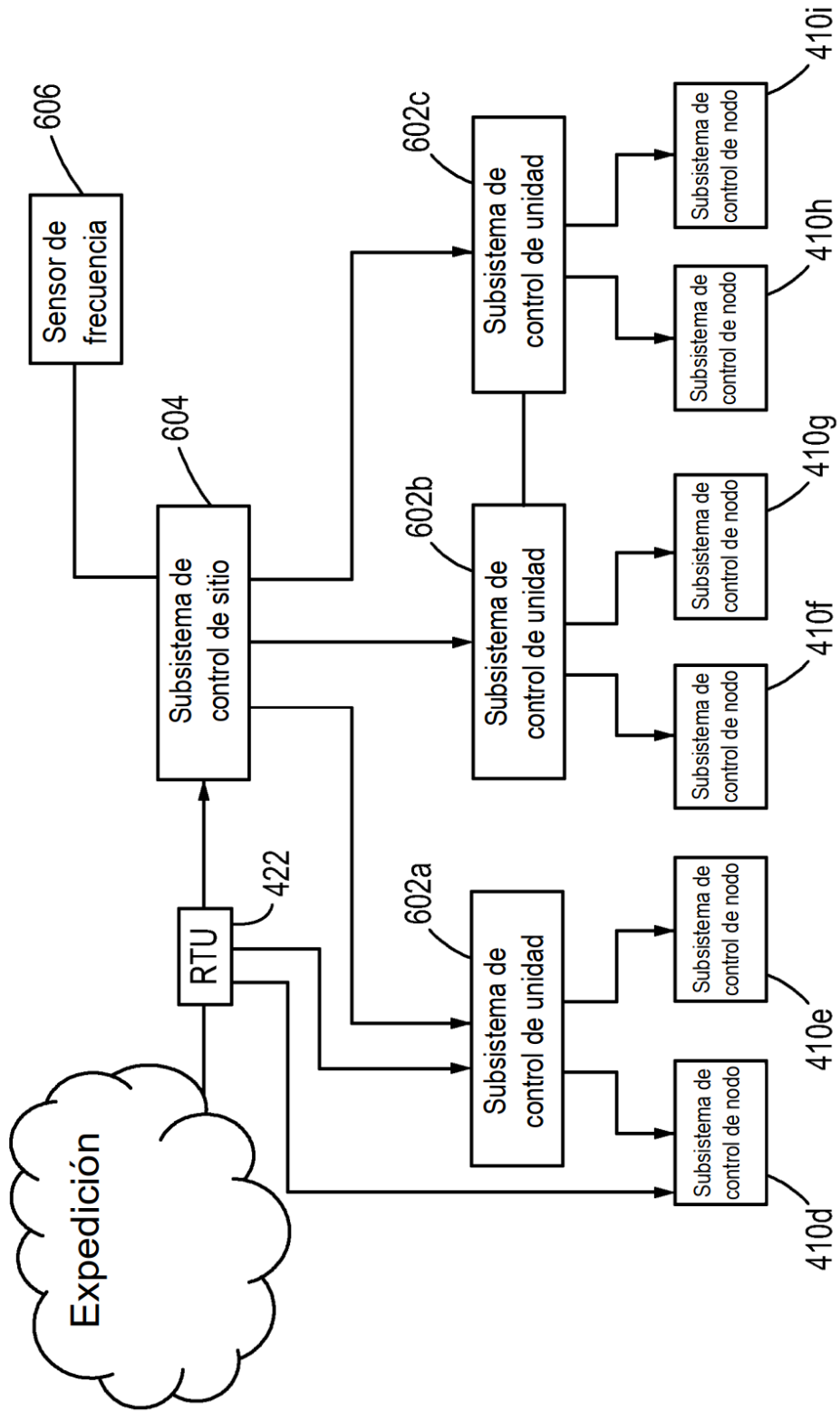


FIG.6

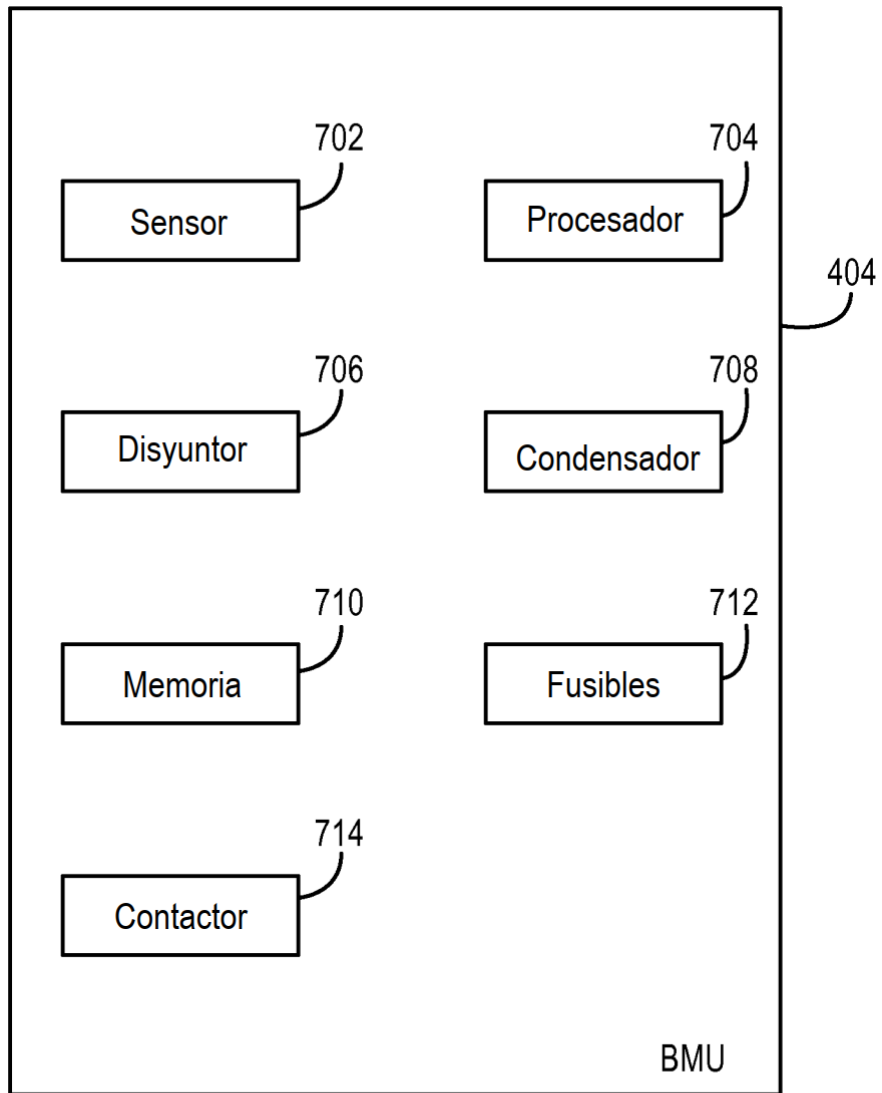


FIG.7

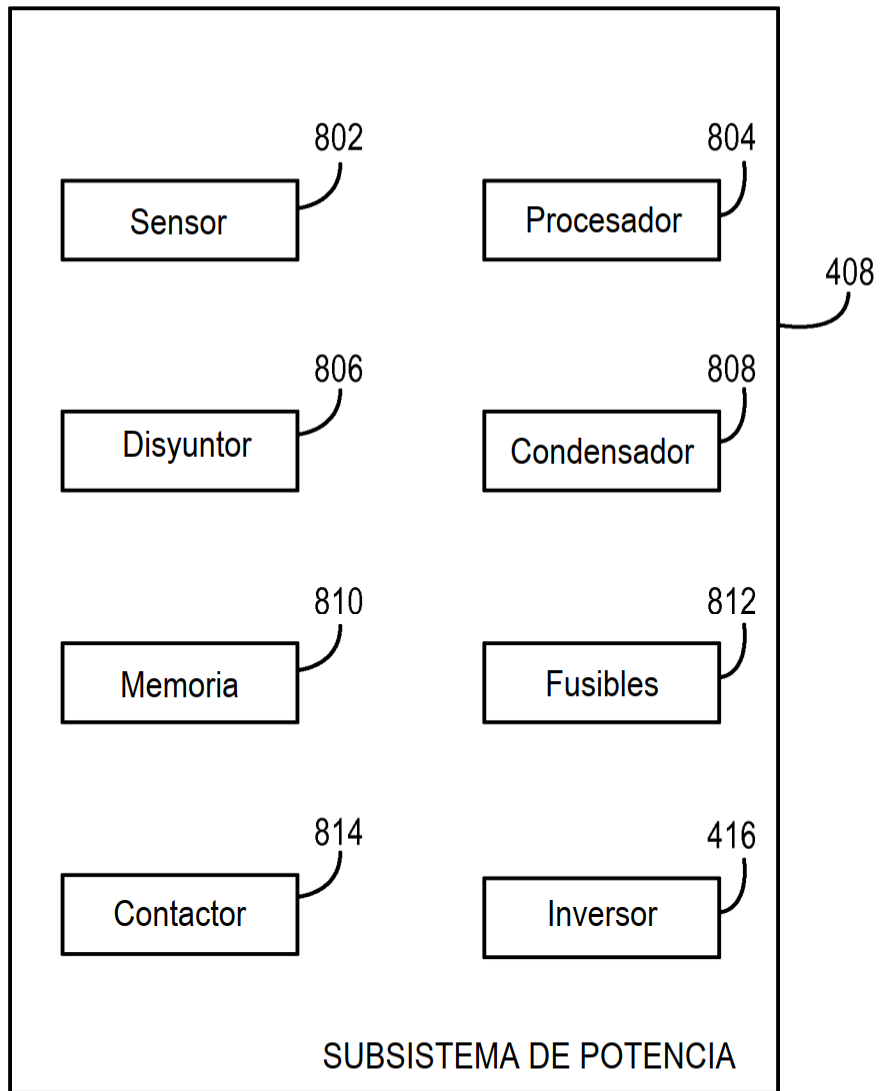


FIG.8