

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 432**

51 Int. Cl.:

**H01M 10/613** (2014.01)

**H01M 10/6566** (2014.01)

**H01M 10/052** (2010.01)

**H01M 50/209** (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.09.2018 PCT/EP2018/075028**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.03.2019 WO19057656**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2018 E 18779257 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2023 EP 3685454**

54 Título: **Sistema de escape**

30 Prioridad:  
**22.09.2017 GB 201715391**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.06.2024**

73 Titular/es:  
**SIEMENS ENERGY AS (100.0%)  
Oestre Aker Vei 88  
0596 Oslo, NO**

72 Inventor/es:  
**BØRSHEIM, EIRIK;  
TORGERSEN, HAAKON y  
HAUGAN, ESPEN**

74 Agente/Representante:  
**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 974 432 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

## Sistema de escape

5 Esta invención se refiere a un sistema de escape para módulos de almacenamiento de energía, en particular para módulos que comprenden una celda electroquímica, o batería, que suministra energía eléctrica a un usuario final. Los documentos de la técnica anterior relacionados son US2015/004458A1, JP2009225526A y JP2016018636A.

10 Los módulos de energía eléctrica almacenada, o unidades de alimentación de varios tipos, son cada vez más comunes en muchas aplicaciones, en particular para su uso cuando existen preocupaciones medioambientales relacionadas con las emisiones en entornos sensibles, o problemas de salud pública. Las unidades de alimentación de energía eléctrica almacenada se suelen utilizar para suministrar energía eléctrica para el funcionamiento de equipos, con el fin de evitar las emisiones en el punto de uso, aunque esa energía almacenada puede haberse generado de muchas formas diferentes. La energía eléctrica almacenada también puede utilizarse para proporcionar un ahorro de picos en sistemas que, de otro modo, se abastecerían de la red, o de varios tipos de sistemas de generación de energía, incluidos los generadores diésel, las turbinas de gas o las fuentes de energía renovables. Aviones, vehículos, barcos, plataformas marinas o plataformas y otros equipos motorizados en lugares remotos son ejemplos de usuarios de energía eléctrica almacenada a gran escala. Los conductores de vehículos pueden utilizar la unidad de alimentación de energía almacenada en los centros de las ciudades y cargar desde un motor de combustión interna en las carreteras principales, para reducir las emisiones nocivas en pueblos y ciudades, o pueden cargar desde un suministro eléctrico. Los transbordadores que realizan la mayor parte de su travesía relativamente cerca de zonas habitadas o en entornos sensibles se están diseñando con sistemas de propulsión híbridos o totalmente eléctricos. Los transbordadores pueden funcionar con energía almacenada para propulsar el buque cuando está cerca de la costa, utilizando generadores diésel en alta mar para recargar las baterías. En algunos países, la disponibilidad de electricidad procedente de fuentes de energía renovables para utilizarla en la carga de la unidad de energía almacenada permite utilizar un buque totalmente eléctrico, siempre que las unidades de energía almacenada sean lo suficientemente fiables para las distancias que se cubren, sin utilizar en absoluto gasóleo ni ninguna otra fuente de energía no renovable. Ya sean híbridas o totalmente eléctricas, las unidades de energía almacenada pueden cargarse desde un suministro en tierra cuando están atracadas. El desarrollo de la tecnología para conseguir unidades de energía almacenada que sean lo suficientemente fiables para un uso prolongado como fuente de alimentación primaria debe abordar ciertas cuestiones técnicas.

20 La presente invención es un dispositivo de almacenamiento de energía de vapor o sistema de escape de gas producido de acuerdo con la reivindicación independiente 1 y el método de acuerdo con la reivindicación independiente 5. Las realizaciones preferidas son aquellas definidas en las reivindicaciones dependientes.

35 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, un sistema de escape de vapores o gases producidos de un dispositivo de almacenamiento de energía que comprende una pluralidad de módulos de almacenamiento de energía, conectados eléctricamente en serie en un cubículo y una pluralidad de cubículos de almacenamiento de energía, conectados eléctricamente en paralelo, comprende un conducto de escape del cubículo conectado a cada uno de los módulos de almacenamiento de energía de un cubículo y una abertura entre cada uno de los módulos de almacenamiento de energía y el conducto de escape; el sistema comprende además un conducto de extracción común conectado a cada conducto de escape de cubículo de la pluralidad de cubículos; un ventilador extractor, una entrada de fluido para el ventilador extractor que comprende un conducto conectado a una fuente de aire y una salida de fluido para el ventilador extractor; en los que el ventilador extractor, la entrada de fluido y la salida de fluido están situados en un extremo de salida del conducto de escape común; en los que la sección transversal de la entrada de fluido es menor que la sección transversal de la salida de fluido; en el que un extremo de entrada de fluido y un extremo de salida de fluido están situados fuera del dispositivo de almacenamiento de energía y fuera de un compartimento en el que se encuentra el dispositivo de almacenamiento de energía; y en el que el ventilador extractor hace circular el aire de la fuente de aire y crea una presión negativa en el conducto de escape común y en los conductos de escape del cubículo en funcionamiento normal para guiar el vapor o el gas producido fuera de los conductos de escape.

45 El hecho de que la entrada de fluido esté conectada a una fuente de aire situada fuera del recinto en el que se encuentra el dispositivo de almacenamiento de energía permite fabricar un sistema sellado, sin conexión con la sala de baterías del recipiente o la estructura, lo que evita la posibilidad de que se produzcan fugas de gas a la sala de baterías. Disponer de un conducto de entrada de fluido con una sección transversal menor que la del conducto de escape común, ayuda a generar una diferencia de presión en la entrada del ventilador. Esto ayuda al flujo de aire del sistema y reduce la posibilidad de que el aire exterior dañe los componentes del sistema.

50 La abertura entre cada uno de los módulos de almacenamiento de energía y el conducto de escape puede ser relativamente pequeña, sin cubierta, lo que permite cierto flujo de gas o aire desde el módulo al conducto de escape. Alternativamente, la abertura comprende además un elemento de cierre.

55 El elemento de cierre puede proporcionar una junta estanca al gas para evitar la entrada de gas de otros módulos, pero estar diseñado para abrirse en caso de sobrepresión dentro de un módulo específico en caso de avería.

65

El compartimento en el que se encuentra el dispositivo de almacenamiento de energía puede comprender un recinto herméticamente sellado en un buque o una estructura en alta mar. El recinto puede estar en una sala de baterías del buque o de la estructura en alta mar.

El dispositivo de almacenamiento de energía puede instalarse en un buque o plataforma en alta mar.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, un método de escape de gases de un sistema de escape de vapores o gases producidos de un dispositivo de almacenamiento de energía según el primer aspecto comprende suministrar aire desde la fuente de aire situada fuera de un compartimento en el que se encuentra el dispositivo al ventilador extractor; de este modo, el ventilador extractor hace circular el aire y crea una presión negativa en el conducto de escape común y en el conducto de escape del cubículo en funcionamiento normal para guiar los vapores o gases producidos fuera de los conductos de escape.

En caso de sobrepresión en uno o varios de los módulos de almacenamiento de energía, el gas producido puede ser expulsado a través del sistema de escape.

En un sistema en el que se proporciona una junta estanca al gas, la abertura puede estar adaptada para abrirse cuando una presión en el interior del módulo de almacenamiento de energía supere una presión umbral predeterminada y para cerrarse de nuevo cuando la presión en el interior del módulo de almacenamiento de energía descienda por debajo de la presión umbral.

A continuación se describirá un ejemplo de un sistema de escape para módulos de almacenamiento de energía, según la presente invención, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

Las figuras 1a y 1b son diagramas de bloques que ilustran un primer ejemplo de un sistema de escape para un sistema modular de energía almacenada, visto de frente y de lado respectivamente;

La figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento del ejemplo de las Figs. 1a y 1b;

Las figuras 3a y 3b son diagramas de bloques que ilustran un ejemplo de un sistema de escape y ventilación para un sistema modular de energía almacenada, visto de frente y de un lado respectivamente; y

La figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento del ejemplo de las Figs. 3a y 3b.

Las primeras baterías a gran escala eran de plomo-ácido, pero más recientemente se han desarrollado baterías de iones de litio para el almacenamiento de energía eléctrica en aplicaciones a gran escala. Las baterías de iones de litio suelen estar presurizadas y el electrolito es inflamable, por lo que requieren cuidado en su uso y almacenamiento. Un problema que puede ocurrir con las baterías de iones de litio es el embalamiento térmico, que puede estar causado por un cortocircuito interno en una celda de la batería, creado durante la fabricación. Otras causas, como los daños mecánicos, la sobrecarga o la corriente incontrolada también pueden provocar un embalamiento térmico, pero el diseño del sistema de la batería suele estar adaptado para evitarlos. Los problemas de fabricación de las celdas no pueden descartarse por completo, por lo que es necesario tomar precauciones para minimizar el efecto en caso de que se produzca un desbocamiento térmico. En un sistema de baterías de iones de litio a gran escala, la cantidad de energía que se libera durante un embalamiento térmico es un reto a contener. Un evento térmico puede aumentar las temperaturas en una sola celda desde una temperatura de funcionamiento estándar en el rango de 20 °C a 26 °C hasta tanto como 700 °C a 1000 °C. Las temperaturas de funcionamiento seguras son inferiores a 60 °C, por lo que se trata de un problema importante.

Existen normas estrictas en las industrias marítima y de alta mar en relación con el riesgo para el buque o la plataforma, siendo uno de los requisitos que no haya transferencia de exceso de temperatura de una celda a otra. Si se produce un sobrecalentamiento, debe contenerse en una sola celda y no permitir que se propague. Además, en las aplicaciones marinas y en alta mar, el peso y el volumen de cualquier equipo están muy limitados, por lo que se prefieren los sistemas compactos y ligeros. Es un reto producir un sistema compacto y ligero que consiga el aislamiento térmico necesario y enfríe la celda en la que se produce el exceso de calentamiento, de forma rápida y eficaz.

En un sistema de baterías de iones de litio, es muy importante que la temperatura de las celdas de la batería no supere la temperatura de funcionamiento prescrita y que la temperatura de las celdas en todo el sistema sea uniforme. El funcionamiento sostenido fuera de la ventana de temperatura de funcionamiento prescrita puede afectar gravemente a la vida útil de las celdas de la batería y aumenta el riesgo de que se produzca un embalamiento térmico.

En el caso de las aplicaciones marinas, se hace especial hincapié en utilizar los módulos de almacenamiento de energía, como las baterías, a su velocidad máxima de carga o descarga debido al coste de instalación y al peso y espacio que ponderan los módulos cuando se encuentran en un buque o en una plataforma en alta mar. Además, el mantenimiento y la reparación, o la sustitución, son complicados y caros en comparación con los usos en tierra firme de los sistemas de energía almacenada, por lo que prolongar la vida útil de los módulos de energía almacenada es especialmente importante.

En el caso de las baterías de iones de litio, por ejemplo, éstas son sensibles a las altas temperaturas, por lo que es importante garantizar el control de la temperatura de funcionamiento y ambiente de todas las celdas de un sistema de baterías de iones de litio para asegurar el cumplimiento de la vida útil de diseño. Las variaciones locales o los puntos calientes en una sola celda también pueden comprometer la vida útil total alcanzable.

Un enfoque común para los sistemas de energía almacenada a gran escala, marinos o en alta mar, es utilizar la refrigeración por aire, con aire que fluye entre las celdas de un sistema de baterías. Un ejemplo de sistema de baterías

refrigeradas por aire para un vehículo se describe en JP2009225526. Otra opción es utilizar la refrigeración por agua en combinación con aletas de refrigeración de aluminio. El agua se refrigera haciéndola fluir sobre intercambiadores de calor y bloques refrigeradores y las aletas de refrigeración de aluminio se colocan entre cada celda del sistema de baterías. Sin embargo, este sistema no es especialmente eficaz a la hora de eliminar el calor y, además, añade un peso considerable al sistema de almacenamiento de energía. El aluminio se elige por su conductividad térmica y su coste relativamente bajo, más que por su ligereza. El calor de las baterías debe pasar a las aletas de refrigeración de aluminio y esas aletas son enfriadas por el líquido que pierde su calor en el intercambiador de calor y se recircula.

Otro problema es que en un evento térmico también puede producirse la liberación de una gran cantidad de gases inflamables, que pueden autoinflamarse a temperaturas elevadas. Es necesario asegurarse de que estos gases se eliminan de forma segura antes de que puedan causar daños a los trabajadores, o al equipo, en la sala donde se encuentran los módulos de almacenamiento de energía. Permitir que módulos enteros entren en embalamiento térmico y simplemente controlar las llamas y el fuego resultantes con un sistema externo de extinción de incendios no es satisfactorio, ya que esto significa que hay llamas abiertas en el espacio de la batería y controlar las llamas y el fuego resultantes no garantiza un funcionamiento y almacenamiento seguros. Puede utilizarse material aislante para aislar térmicamente las celdas entre sí, pero esto puede resultar caro y comprometer el rendimiento del sistema de enfriamiento, además de añadir volumen. El problema de la liberación de gas inflamable puede solucionarse instalando una válvula de presión en la carcasa del módulo, que libere el gas a una determinada presión, ya sea en la sala o en un sistema de escape independiente. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, la liberación en la sala no protege a los trabajadores ni a otros equipos. Se incurriría en costes adicionales significativos debido a las limitaciones en la construcción de la sala y el equipo en ella, para poder manejar la liberación de gases de los módulos de almacenamiento de energía directamente en la sala. Así pues, se requiere un sistema de escape eficaz y, en particular, capaz de responder a los aumentos bruscos de temperatura, como los que pueden producirse durante el embalamiento térmico.

Además, las sociedades de clasificación pueden aplicar el requisito de que un sistema de almacenamiento de energía refrigerado por agua debe incluir un sistema de escape o ventilación independiente para eliminar los posibles vapores. Lo normal es que en caso de incendio fuera del sistema de almacenamiento de energía, por ejemplo, un incendio eléctrico en los cables de la sala, el sistema de ventilación de la sala se apague, mientras que en caso de embalamiento térmico de la batería, es necesario que el ventilador de un sistema de escape o ventilación siga funcionando. Existe un conflicto entre estos dos requisitos y, normalmente, esto significa que se debe impedir que el sistema de escape de la batería tome aire de la sala de baterías en caso de incendio exterior.

En cuanto a la eliminación de los gases de escape de un sistema de almacenamiento de energía, la liberación de gas en un sistema de gases de escape que ventila el gas directamente a la sala no es deseable en aplicaciones marinas y en alta mar. El uso de sistemas de ventilación separados es una opción, pero si una entrada de aire de los dos sistemas de ventilación separados está conectada al sistema de ventilación de la batería y la otra entrada de aire está en la sala de baterías, tanto la sala de baterías como la temperatura de entrada deben tener un control de temperatura y humedad para garantizar que no se produzca condensación dentro del sistema de baterías con una temperatura del agua de refrigeración de aproximadamente 15 °C a 20 °C. Debe evitarse la condensación, ya que tiene el potencial de causar daños en el equipo, con el correspondiente tiempo inactivo, si las condiciones meteorológicas, como el tiempo cálido y la humedad relativa, elevan la temperatura del sistema por encima del punto de rocío del aire, de modo que el agua se condense en el sistema. El sistema de escape de la batería debe tener una salida de aire que atraviese el casco, o la estructura exterior, del buque o de la plataforma y se abra bien lejos de cualquier punto de reunión. Lo mismo se aplica al sistema de ventilación de la sala de baterías, cualquier salida de aire a través del casco, o de la estructura exterior del buque o de la plataforma debe abrirse bien lejos de cualquier punto de reunión. Utilizar dos sistemas de ventilación separados, añade costes y volumen al sistema para el constructor naval.

En una primera realización, la presente invención aborda estos problemas proporcionando un sistema de escape cerrado, que es hermético en la interfaz entre la batería y el módulo y en los bordes de los canales de escape y la ventilación de la sala de baterías, de modo que el escape puede aislarse completamente de la ventilación de la sala de baterías. El sistema de escape de la batería incluye un ventilador de escape que siempre hace circular el aire de los alrededores del buque y crea una presión negativa en las tuberías de la batería. Típicamente, esta presión puede estar en el rango de 200 Pa a 360 Pa, pero no se limita a ello. La presión negativa ayuda a guiar el gas producido fuera de la tubería de escape y hacia el tubo de escape. La tubería de entrada del ventilador de escape tiene una sección transversal más pequeña que la tubería de salida y la relación entre las dos secciones transversales se define para dar la presión negativa deseada en el sistema de batería. Por ejemplo, puede utilizarse una tubería de entrada de 80 mm de diámetro y una de salida de 100 mm, o aumentarla o reducirla según sea necesario en función de la longitud de la tubería desde la sala de baterías, siempre que la tubería de entrada tenga una sección transversal menor que la de salida. Por ejemplo, las plataformas marinas suelen tener tuberías de mayor longitud que los transbordadores.

En caso de incendio externo, el sistema de escape de los módulos del sistema de almacenamiento de energía, por ejemplo los módulos de baterías, no se ve afectado. La interfaz entre los módulos de baterías y el escape y la sala de baterías está sellada, de modo que el escape queda aislado de la sala de baterías en caso de incendio exterior. El sellado de la interfaz hace que el sistema sea más seguro al garantizar que no se produzcan fugas de gases en la sala en una situación de embalamiento térmico. La entrada de aire y la salida de aire para el sistema de escape están preferiblemente ambas en el exterior del buque, o estructura, situadas en un área no crítica del buque, o estructura y dirigidas lejos del personal

de trabajo, o lugares donde el personal pueda reunirse. Opcionalmente, después de un evento de embalamiento térmico, el sistema puede limpiarse abriendo una tapa en el escape del cubículo y haciendo funcionar el ventilador extractor.

Las figuras 1a y 1b ilustran un ejemplo de la primera realización. Una pluralidad de cubículos de almacenamiento de energía 1, que normalmente comprenden una pluralidad de módulos de almacenamiento de energía conectados en serie, por ejemplo baterías 2, conectadas en paralelo, están situados en una sala 3 del buque, o plataforma. Por comodidad, varios cubículos pueden tener un cubículo común de control y conexión de cables 10 dentro del recorrido de los cubículos. Los cables de alimentación 25 conectan el sistema de baterías al resto del sistema de alimentación del buque. Este cubículo de control permite la transferencia de energía entre los cubículos de baterías y los consumidores del buque o la estructura, así como el intercambio de datos para supervisar el estado de carga y descarga de las baterías.

La sala de baterías 3 se ventila mediante una entrada de aire 4 que comprende conductos, o tuberías 5 que sobresalen fuera de la sala 3 y un ventilador en los conductos para impulsar el aire hacia el interior de la sala. En el extremo de la tubería de la sala se instala una compuerta cortafuegos 7, para que en caso de incendio en la sala de baterías, el fuego no pueda propagarse fuera de la sala a través de la tubería 5. Se utiliza una construcción similar para la salida de aire 17 de la sala de baterías 3 con un conducto 8 que sobresale fuera de la sala y un ventilador 9 en el conducto para impulsar el aire fuera de la sala 3. El conducto 26 indica la separación entre la sala de baterías y el resto del buque. La línea 27 indica el casco del buque. Aunque, para mayor claridad, las figuras muestran las tuberías 5, 8, 14, 15 sobresaliendo del casco, en la práctica esto puede no ser así, sino que es simplemente una indicación de la exposición al aire fuera del casco del buque.

Cada cubículo de almacenamiento de energía 1 comprende una pluralidad de módulos de almacenamiento de energía 2, en este ejemplo, baterías, conectados en serie dentro del cubículo. Las baterías 2 de cada cubículo 1 ventilan hacia un conducto de escape del cubículo 11 y de ahí a un conducto de escape común 12. Se ha previsto un ventilador 13 en una salida situada en el extremo del tubo de escape común 12 para favorecer el flujo de gases de escape de los cubículos de baterías en la dirección a la salida. Sin un ventilador, sería necesario confiar simplemente en la sobrepresión que expulsa el gas por las tuberías de escape. La sobrepresión se produce en un sistema en el que el ventilador no está en marcha, confiando simplemente en el aumento de presión creado por la producción de gas en el módulo para guiar los gases fuera del sistema. Este será el caso si el ventilador no está en marcha. Sin embargo, si el ventilador no funciona en condiciones normales, el aire húmedo o salino del exterior del buque o la plataforma puede entrar por la entrada de aire 15 o la salida de aire 14 y pasar por los conductos hasta los módulos, provocando corrosión en el sistema o daños en los componentes electrónicos. Así, incluso en funcionamiento normal, es conveniente poner en marcha el ventilador. Las dimensiones de las tuberías de escape en los cubículos, el escape común, la entrada y la salida se eligen para lograr una presión negativa deseada en el sistema para ayudar al flujo. Las dimensiones típicas de la tubería de entrada oscilan entre 80 mm y 100 mm, y las de la tubería de salida entre 100 mm y 120 mm. Como se ha indicado anteriormente, el tubo de entrada tiene una sección transversal menor que el tubo de salida, pero los valores precisos no se limitan a este rango. La presión negativa se establece en la tubería del lado de la batería del ventilador, y se distribuirá por todo el sistema hasta el último cubículo de la batería.

La salida 14 pasa a un lugar fuera de la sala de baterías y preferiblemente fuera del casco o estructura, bastante lejos de cualquier lugar crítico para la seguridad en uso por el personal. Una entrada 15 permite que un flujo de aire de entrada, como indica la flecha 18, procedente del exterior del casco, o estructura, alimente el ventilador 13 para ayudar al flujo de gases de escape de los cubículos. Este aire de entrada sólo se toma desde el lado del casco, o desde el exterior de la estructura, y no desde la sala de baterías, o a través de ella. Se utiliza un paquete de juntas para asegurarse de que el lugar en el que se unen la placa de plástico del lado del módulo y el metal del canal de escape es hermético.

El diseño tiene la ventaja de que el sistema de escape de la batería 11, 12, 14 está separado del espacio de la batería, lo que reduce la necesidad de dos entradas de aire separadas 4 para la sala de baterías, con control de temperatura. Esto reduce los costes y las necesidades de espacio. Al introducir un flujo de aire de entrada 18 en el ventilador 13, se pueden evitar los problemas de regulación del ventilador extractor 9 de la sala de baterías. Sin la entrada de aire 18 directamente al ventilador de escape, el aire aspirado por el ventilador 13 tendría que proceder de la sala 3. Si la entrada de aire a la sala y la entrada de aire al ventilador tienen capacidades o condiciones de alimentación diferentes, puede haber un problema de regulación entre los dos ventiladores. Normalmente, este tipo de ventilador no dispone de variadores de frecuencia para regular las RPM del ventilador. Si los dos ventiladores no estuvieran sincronizados en términos de potencia y caudal, m<sup>3</sup>/h, podría producirse una presión negativa o una sobrepresión en la sala y una situación de ventilación imprevisible en la sala. Puede evitarse el tiempo inactivo del sistema debido a la condensación o a los efectos del agua salada.

La Fig. 2 es un diagrama de flujo de un método de funcionamiento del sistema de la primera realización mostrada en las Figs. 1a y 1b. Para la ventilación de la sala, el aire, que se encuentra a la temperatura del ambiente exterior (por lo general relativamente frío, comparado con la temperatura dentro de la sala de baterías) es extraído 30 a través del ventilador 6 y la compuerta cortafuegos 7 de la entrada de aire 4 hacia la sala de baterías 3. El flujo de aire se genera dentro de la sala 3 mediante el circuito formado por tener un ventilador de extracción en la salida de aire 17, que extrae el aire de la sala (por lo general relativamente caliente, comparado con la temperatura del aire de entrada) a través de la compuerta cortafuegos 7 para ventilar 31 el aire de la tubería de salida 8 a un lugar seguro fuera del casco o estructura. En caso de incendio fuera de la sala, puede cerrarse la compuerta cortafuegos de entrada. En caso de incendio en el interior de la

sala, la compuerta cortafuegos de salida puede cerrarse. Independientemente de la ventilación de la sala, se ha previsto un sistema de extracción para los cubículos de los módulos de almacenamiento de energía. La ventilación de la sala de baterías a través de la entrada 5 y la salida 8 suele formar parte de un sistema de ventilación mayor (HVAC) que ventila otras diversas salas del buque. La temperatura del espacio/sala de baterías suele estar entre 5 °C y 40 °C, ya que es la norma para otros espacios de maquinaria. Puede haber algunas limitaciones de humedad en el espacio de la batería, pero no siempre. Los buques suelen tener climatizador en la ventilación para poder controlar la temperatura.

Durante el funcionamiento del sistema de almacenamiento de energía, algunas de las baterías pueden generar gases que deben extraerse del módulo de almacenamiento de energía de forma segura. Los gases se ventilan 32 desde el alojamiento de la batería hacia el conducto de escape del cubículo 11, bien a través de una pequeña abertura presente en el alojamiento, bien forzando la apertura de un elemento de cierre, o válvula, previsto para impedir la entrada de gases procedentes de otro módulo. Por ejemplo, en la unión del alojamiento del módulo de almacenamiento de energía con el conducto de escape del cubículo 11, las válvulas de cierre pueden estar dispuestas para evitar que los gases o las llamas del conducto de escape de un módulo de baterías entren en otro módulo de baterías, como se describe con más detalle a continuación. Los gases de cada conducto de escape del cubículo 11 alimentan 33 a un conducto de escape común 12, que suele tener una sección transversal mayor que cada uno de los conductos de escape del cubículo por separado. El aire procedente del exterior del casco o estructura se introduce 34 en la base del ventilador de extracción 13 y ayuda a la extracción generando una diferencia de presión para extraer los gases de los conductos 11, 12 hacia el exterior, a través del ventilador 13 y la tubería de salida 14.

Convencionalmente, las baterías han estado libres para ventilar gases, o para recibir aire de la sala de baterías para enfriarlas, pero esto tiene el potencial de permitir la entrada de gases peligrosos en la sala de baterías si se produjera un evento térmico. Además, el uso de refrigeración por aire, o ventilación, de naturaleza convencional en la sala de baterías de una instalación en alta mar, por ejemplo a través de una entrada de aire designada desde el exterior del buque o plataforma, expone los delicados sistemas electrónicos a la sal y a una elevada humedad, lo que reduce la vida útil general de los componentes. También existe el riesgo de que, en caso de incendio en otra parte del buque o de la estructura, el humo, el fuego o las temperaturas elevadas pongan en peligro las celdas de la batería.

Como se ha descrito anteriormente, la presente invención aborda este problema mediante el uso de módulos que ventilan hacia el sistema de escape, confiando en la presión negativa creada por la entrada de aire y el ventilador extractor y no necesitan utilizar la sala de baterías como entrada de aire para el sistema de escape. De este modo, el humo o las llamas procedentes de sucesos ocurridos en otros lugares del buque o la plataforma no son arrastrados hacia los módulos de almacenamiento de energía a través de un sistema de ventilación. El ejemplo de la Fig. 1a no permite ningún flujo de aire entre el sistema de baterías 50 y la sala de baterías 3. La presión negativa inicial que se forma en el sistema para favorecer la eliminación de vapores, por ejemplo de condensación, en condiciones normales de funcionamiento, se convierte rápidamente en una sobrepresión si un fallo en un módulo 2 hace que éste se ventile a uno de los canales de escape 11, 12. Esta sobrepresión fuerza entonces la salida de la mayor parte de los gases del sistema 50. La disposición de la entrada de aire y el ventilador extractor también puede utilizarse para ayudar a limpiar esos gases del sistema. La presión negativa también puede impedir que el aire exterior que entre en el conducto de escape común fluya hacia los módulos de la batería y provoque corrosión u otros daños.

En el ejemplo de la Fig. 3a, descrito con más detalle a continuación, hay un flujo de aire constante entre la sala de baterías y el sistema de ventilación en funcionamiento normal, pero si un módulo ventila a uno de los canales 21, 22, entonces hay una compuerta cortafuegos, válvula unidireccional o válvula de sobrepresión 7a entre la sala de baterías y el canal de ventilación 22 que se cierra y de nuevo la sobrepresión en el sistema forzará a la mayoría de la atmósfera gaseosa a salir por el escape. Este ejemplo no tiene la ventaja de mantener la sala de baterías y el sistema de almacenamiento de energía completamente separados.

En las Figs. 3a y 3b se ilustra una alternativa al sistema de escape cerrado de las Figs. 1a y 1b. Como en el ejemplo anterior, una pluralidad de cubículos 1 están conectados en paralelo, cada cubículo contiene una pluralidad de módulos de almacenamiento de energía 2 conectados en serie. Por comodidad, los cubículos múltiples pueden tener un cubículo común de control y conexión de cables 10 dentro de la serie de cubículos para permitir la transferencia de energía entre los cubículos de baterías y los consumidores en el buque o la estructura, así como el intercambio de datos para supervisar el estado de carga y descarga de las baterías.

La sala de baterías 3 puede ventilarse mediante una entrada de aire 4 que comprende una tubería 5 que sobresale de la sala 3 y un ventilador 6 en la tubería para impulsar el aire hacia la sala. En el extremo de la tubería de la sala se instala una compuerta cortafuegos 7, para que en caso de incendio en la sala de baterías, el fuego no pueda propagarse fuera de la sala a través de la tubería 5. Una construcción similar se utiliza para la salida de aire 17 de la sala de baterías 3 con tubería 8 que sobresale fuera de la sala y un ventilador 9 en la tubería para impulsar el aire fuera de la sala 3.

El ejemplo de las Figs. 3a y 3b está provisto de una válvula de sobrepresión 19 en forma de respiradero ajustable para la entrada de aire, que se cerrará si la presión en el interior del cubículo llega a ser elevada y una compuerta cortafuegos 7 incorporada en la entrada de aire del sistema de ventilación de la batería 20, que toma aire de la sala de baterías 3 para impulsar el extractor 23 en la tubería de salida 24. Así, los cubículos de baterías y sus sistemas de escape pueden separarse completamente del sistema de ventilación de la sala de baterías, si es necesario. El sistema de escape de la

batería comprende un ventilador extractor que está siempre en funcionamiento, creando una cierta presión negativa en las tuberías de la batería 21, 22, 24, extrayendo así una cantidad predefinida de aire a través de la entrada de aire 20. Así, la circulación de aire en la sala de baterías hacia el sistema de ventilación de los cubículos de baterías está permitida en funcionamiento normal, pero en caso de embalamiento térmico, la válvula de sobrepresión 19 cierra el sistema de ventilación de los cubículos de la sala de baterías, para evitar que entren gases inflamables, o tóxicos, en la sala de baterías.

En caso de que se produzca un incendio exterior, la compuerta cortafuegos 7a se cerrará y aislará el ventilador extractor 23 y los escapes de batería 21, 22, 24 del fuego exterior. La sobrepresión aumentará en el sistema de canales, es decir, en la tubería de escape dentro del sistema de baterías o en el lado de la batería del ventilador 23. Además, puede preverse un control de frecuencia en el ventilador extractor 23 para regular la velocidad de rotación del ventilador (rpm) y el caudal de aire a través del sistema de escape. Una interfaz (no mostrada) entre los módulos de cada cubículo y el escape 21 debe estar sellada (abriéndose sólo en caso de embalamiento térmico en el módulo), para que el escape 21, 22, 24 quede aislado de la sala de baterías 3 en caso de incendio exterior. La junta de la interfaz añade seguridad al sistema al garantizar que no se produzcan fugas de gases a la sala 3 en una situación de embalamiento térmico. Después de un evento de embalamiento térmico, el sistema de ventilación 21, 22, 24 puede limpiarse abriendo una tapa en el escape del cubículo y haciendo funcionar el ventilador extractor 23, o retirando un módulo del sistema, abriendo la interfaz de escape y exponiendo el sistema de escape a la sala de baterías. Entonces, al poner en marcha el ventilador, el aire fluye desde la sala hasta el escape y sale al exterior.

El sistema de escape de la batería en esta realización hace uso de la entrada de aire de la sala 5, reduciendo la necesidad de dos entradas de aire separadas con control de temperatura, pero aborda las preocupaciones sobre la propagación de fuego o gases nocivos mediante la inclusión de una compuerta cortafuegos 7a y una válvula de sobrepresión 19 en la entrada de aire 20 del sistema de ventilación. Sellar la interfaz entre el módulo y el tubo de escape, como se ha mencionado anteriormente, aumenta la seguridad y reduce el riesgo de fuga de gases inflamables al espacio de la batería. El diseño reduce el tiempo inactivo debido a posibles problemas de condensación, en comparación con otras opciones para el sistema de ventilación.

La Fig. 4 es un diagrama de flujo de un método de funcionamiento del sistema de la segunda realización mostrada en las Figs. 3a y 3b. Para la ventilación de la sala, el aire, que está a la temperatura del ambiente exterior (por lo general relativamente frío, comparado con la temperatura dentro de la sala de baterías) se extrae 40 a través del ventilador 6 y la compuerta cortafuegos 7 de la entrada de aire 4 hacia la sala de baterías 3. El flujo de aire se genera dentro de la sala 3 mediante el circuito formado por tener un ventilador de extracción en la salida de aire 17, que extrae el aire de la sala (por lo general relativamente caliente, comparado con la temperatura del aire de entrada) a través de la compuerta cortafuegos 7 para ventilar 41 el aire de la tubería de salida 8 a un lugar seguro fuera del casco o estructura. En caso de incendio fuera de la sala, la compuerta cortafuegos de entrada puede cerrarse 42. En caso de incendio en el interior de la sala, la compuerta cortafuegos de salida puede cerrarse 42.

Además, se ha previsto un sistema de ventilación para los cubículos de los módulos de almacenamiento de energía, que es capaz de extraer 44 aire de la sala de baterías 3 a través de una entrada 20 provista de una compuerta cortafuegos 7a, siempre que las condiciones sean las adecuadas, es decir, que no haya un incendio u otra situación que pueda provocar el cierre de las compuertas cortafuegos 47 de la entrada de aire 20 al sistema de almacenamiento de energía. Durante el funcionamiento del sistema de almacenamiento de energía, los gases que deban extraerse del módulo de almacenamiento de energía se ventilan 43 hacia el conducto de ventilación del cubículo 21, que puede estar provisto de válvulas de cierre dispuestas para impedir que los gases o las llamas del conducto de ventilación de un módulo de baterías entren en otro módulo de baterías. Los gases de cada conducto de ventilación de cubículo 21 se extraen 45 hacia el conducto de ventilación común 22, que suele tener una sección transversal mayor que cada uno de los conductos de ventilación del cubículo por separado. Una válvula de sobrepresión 19 puede cerrar el conducto de ventilación del cubículo 21 de la entrada de aire 20 de la sala de baterías en caso de que los módulos de almacenamiento de energía 2 produzcan gases inflamables. El ventilador sigue funcionando normalmente. El gas producido sale del módulo al escape del cubículo y hacia el exterior. Cuando se haya eliminado el gas producido, ya no habrá sobrepresión en el cubículo, ni en el escape común, y la válvula de sobrepresión se abrirá para permitir de nuevo el flujo de aire desde la sala de baterías hasta el ventilador de escape 23. En funcionamiento normal, el aire de la sala de baterías circula por el conducto de ventilación común 22 y el ventilador extractor 23 extrae los gases de los conductos de ventilación de los cubículos hacia el conducto de ventilación común y los ventila 46 al exterior a través de la tubería de salida 24.

Aunque los ejemplos detallados se han dado con respecto a celdas electroquímicas, como baterías, por ejemplo de iones de litio, alcalinas o de NiMh, u otras, la invención se aplica a otros tipos de unidades de energía almacenada, en particular condensadores no cilíndricos, ultracondensadores o supercondensadores, celdas de combustible u otros tipos de almacenamiento de energía que tengan una superficie que pueda enfriarse mediante un refrigerador y que también puedan sufrir si la temperatura de los módulos de las unidades de energía almacenada sale regularmente de un rango de funcionamiento preferido, reduciendo la vida útil general y aumentando los costes de mantenimiento. Para un buque, o sistema, que depende de la energía almacenada como su principal, o única, fuente de energía, la fiabilidad es particularmente importante y es deseable optimizar las condiciones de funcionamiento.

5 Un sistema de ventilación de dispositivos de almacenamiento de energía para un dispositivo que comprende una pluralidad de módulos de almacenamiento de energía, conectados eléctricamente en serie en un cubículo y una pluralidad de cubículos de almacenamiento de energía, conectados eléctricamente en paralelo puede comprender un conducto de ventilación del cubículo conectado a cada uno de los módulos de almacenamiento de energía; un conducto de ventilación común conectado a cada conducto de ventilación del cubículo; una entrada de fluido y una salida de fluido, en donde la salida de fluido comprende un ventilador extractor y un conducto de salida; y en donde la entrada de fluido alimenta aire al ventilador extractor. La entrada de fluido puede comprender un conducto conectado a una fuente de aire dentro de un recinto en el que se encuentre el dispositivo de almacenamiento de energía. Esto reduce el número de pasacascos para las entradas de aire al aprovechar el aire ya arrastrado a la sala de baterías. El conducto puede ser integral con un extremo del conducto de ventilación común alejado del ventilador extractor y comprende una abertura hacia el recinto. El conducto de ventilación común puede comprender además al menos uno de una compuerta cortafuegos en la abertura o una válvula de sobrepresión.

15 Un método para ventilar un dispositivo de almacenamiento de energía que comprende una pluralidad de módulos de almacenamiento de energía, conectados eléctricamente en serie en un cubículo y una pluralidad de cubículos de almacenamiento de energía, conectados eléctricamente en paralelo; puede comprender proporcionar un conducto de ventilación del cubículo conectado a cada uno de los módulos de almacenamiento de energía; un conducto de ventilación común conectado a cada conducto de ventilación del cubículo; una entrada de fluido y una salida de fluido; la alimentación de aire a un ventilador extractor en un conducto de salida de fluido mediante el cual los gases de cada módulo de almacenamiento de energía son arrastrados hacia el conducto de ventilación del cubículo y desde el conducto de ventilación del cubículo hacia el conducto de ventilación común; a través del ventilador extractor hacia una salida. El aire puede introducirse en el ventilador extractor desde el interior de un recinto en el que se encuentre el dispositivo de almacenamiento de energía. Se puede detectar un aumento de la temperatura, en el recinto, o recibir una señal de una alarma de incendio, o de gas, y hacer que una compuerta cortafuegos cierre el suministro de aire al ventilador extractor. Una válvula de sobrepresión puede cerrarse cuando en el conducto de escape exista una sobrepresión relativa al espacio de la batería, para evitar la transmisión de los gases al interior del recinto.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema de escape de vapores o gases producidos de un dispositivo de almacenamiento de energía, el dispositivo que comprende una pluralidad de cubículos de almacenamiento de energía conectados eléctricamente en paralelo, cada cubículo de almacenamiento de energía comprende una pluralidad de módulos de almacenamiento de energía (2), conectados eléctricamente en serie en los cubículos (1); el sistema de escape comprende además un conducto de escape de cubículo (11) conectado a cada uno de los módulos de almacenamiento de energía y el conducto de escape (11); el sistema comprende además un conducto de escape común (12) conectado a cada conducto de escape de cubículo (11) de la pluralidad de cubículos (1); un ventilador extractor (13), una entrada de fluido (15) para el ventilador extractor que comprende un conducto (16) conectado a una fuente de aire (18) y una salida de fluido (14) para el ventilador extractor; en donde el ventilador extractor (13), la entrada de fluido (15) y la salida de fluido (14) están situados en un extremo de salida del conducto de escape común (12); donde la sección transversal de la entrada de fluido es menor que la sección transversal de la salida de fluido; donde un extremo de entrada de la entrada de fluido (15) y un extremo de salida de la salida de fluido (14) están situados fuera del dispositivo de almacenamiento de energía y fuera de un compartimento en el que se encuentra el dispositivo de almacenamiento de energía; y donde el ventilador extractor (13) hace circular aire desde la fuente de aire (18) y crea una presión negativa en el conducto de escape común y en los conductos de escape de los cubículos en funcionamiento normal para guiar el vapor o el gas producido fuera de los conductos de escape (11).
- 10
- 15
- 20 2. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde la abertura comprende además un elemento de cierre.
3. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde el compartimento en el que se encuentra el dispositivo de almacenamiento de energía comprende un recinto herméticamente cerrado en un buque o una estructura en alta mar.
- 25
4. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el dispositivo de almacenamiento de energía está instalado en un buque o plataforma en alta mar.
- 30
5. Un método de escape de gases de un sistema de escape de vapores o gases producidos de un dispositivo de almacenamiento de energía, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores; el método comprende el suministro de aire (18) desde la fuente de aire situada fuera de un compartimento en el que se encuentra el dispositivo al ventilador extractor (13); mediante el cual el ventilador extractor hace circular el aire y crea una presión negativa en el conducto de escape común (12) y en el conducto de escape del cubículo (11) en funcionamiento normal para conducir el vapor o el gas producido fuera de los conductos de escape.
- 35
6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, donde, en caso de sobrepresión en uno o varios de los módulos de almacenamiento de energía (2), el gas producido se expulsa a través del sistema de escape.

FIG 1B

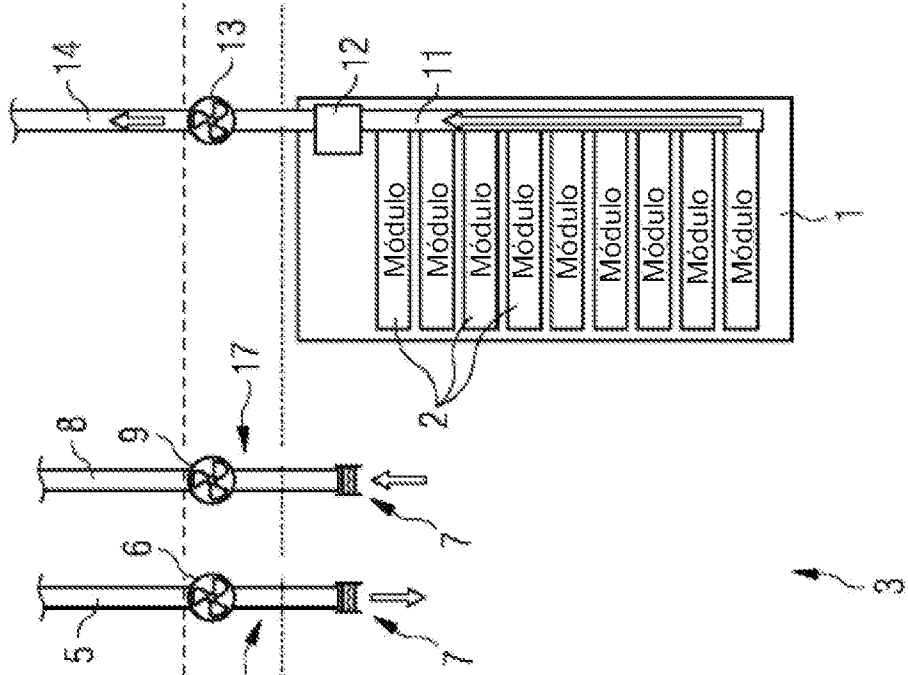


FIG 1A

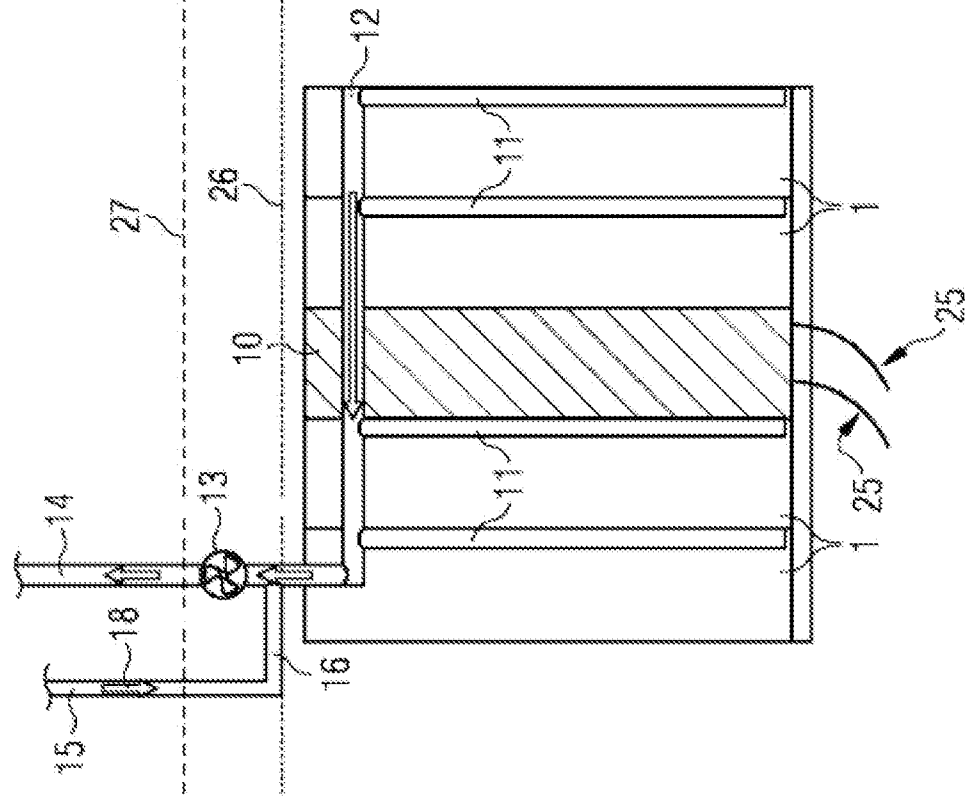


FIG 2

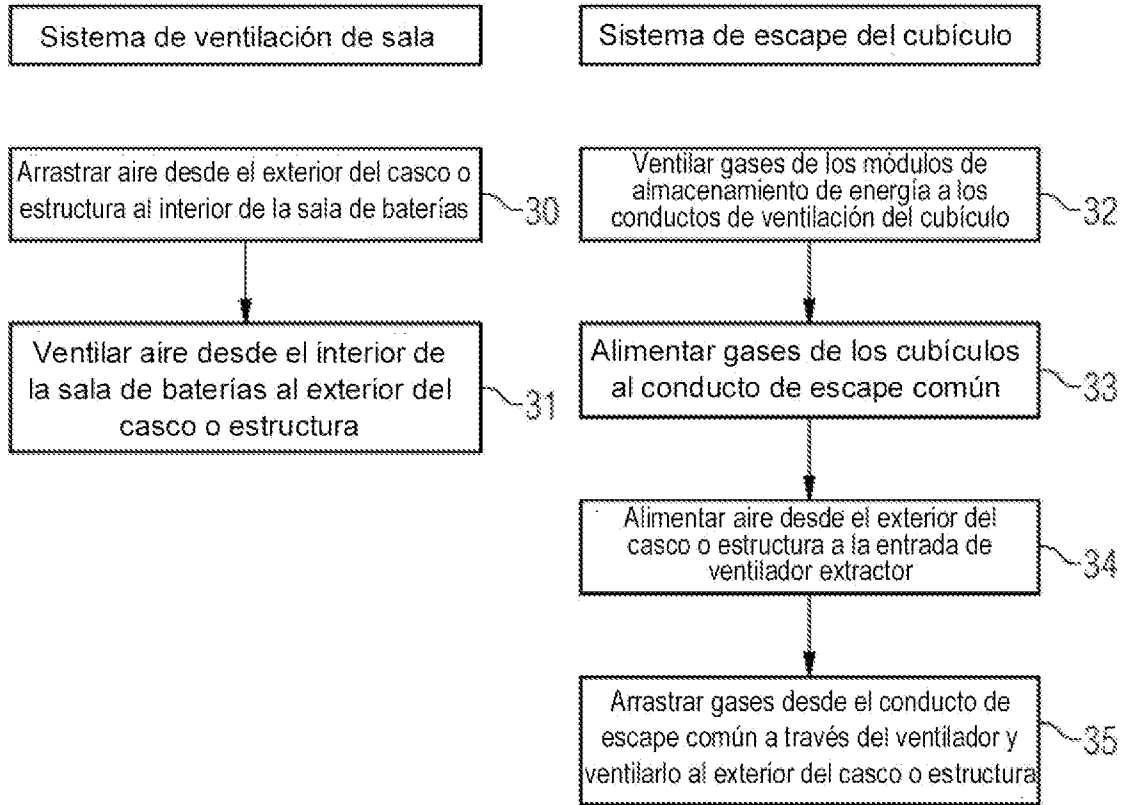


FIG 3B

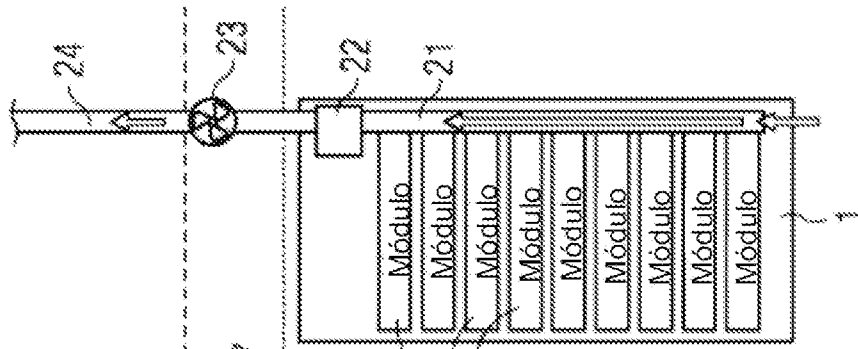


FIG 3A

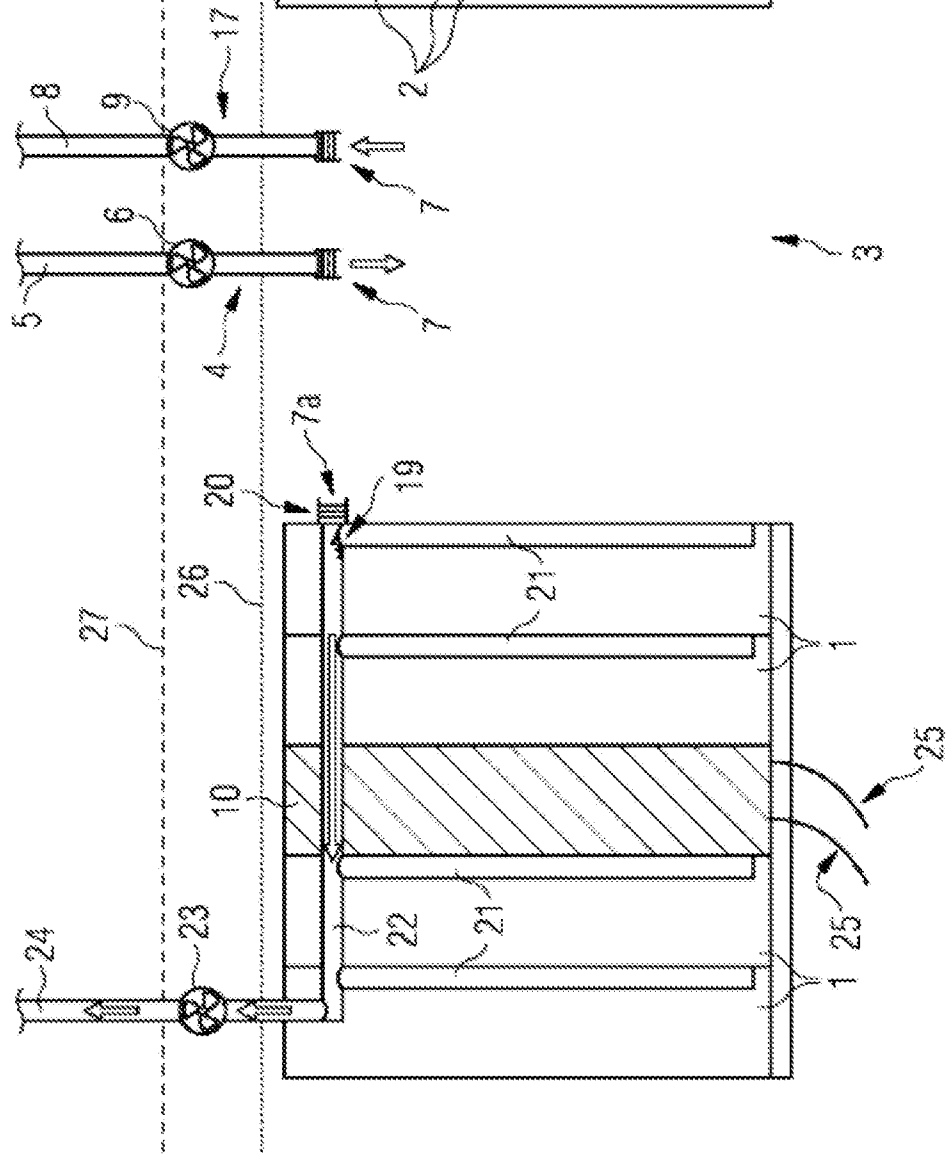


FIG 4

