

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 493**

51 Int. Cl.:

<b>F25B 15/02</b>	(2006.01) <b>F28D 21/00</b>	(2006.01)
<b>B60H 1/32</b>	(2006.01) <b>F28F 1/30</b>	(2006.01)
<b>F02G 5/02</b>	(2006.01) <b>B60H 1/20</b>	(2006.01)
<b>F25B 15/12</b>	(2006.01)	
<b>F25B 27/02</b>	(2006.01)	
<b>F25B 30/04</b>	(2006.01)	
<b>F25B 41/04</b>	(2006.01)	
<b>F25B 49/04</b>	(2006.01)	
<b>F28D 7/10</b>	(2006.01)	
<b>F28D 20/00</b>	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.03.2011 PCT/CA2011/000315**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **06.10.2011 WO11120132**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2011 E 11761855 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018 EP 2553356**

54 Título: **Sistema y método para almacenar energía térmica como potencia auxiliar en un vehículo**

30 Prioridad:

**01.04.2010 US 319923 P**

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

**19.04.2018**

73 Titular/es:

**ENERMOTION INC. (100.0%)  
1 Marconi Court Unit 1  
Bolton, Ontario L7E 1E2, CA**

72 Inventor/es:

**STANNARD, JOHN HAMILTON;  
GIBBS, DAVID ROBERT y  
BACHALO, CHRISTOPHER**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**Observaciones:**

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes**

ES 2 664 493 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 y método para almacenar energía térmica como potencia auxiliar en un vehículo

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere en general a almacenamiento de energía, y más en concreto a un sistema y método para almacenar energía térmica como potencia auxiliar en un vehículo.

10 **Antecedentes**

Los vehículos convencionales que usan motores de combustión interna, como los camiones de transporte, precisan el calor de un motor en funcionamiento para alimentar un sistema de calefacción del vehículo con el fin de suministrar calor durante el invierno o precisan energía mecánica generada por un motor en funcionamiento para hacer girar un compresor para alimentar un sistema de aire acondicionado con el fin de suministrar refrigeración durante el verano. Los conductores de camiones a menudo dejan funcionando los motores mientras el camión está aparcado durante períodos de tiempo prolongados con el fin de suministrar dicho calentamiento o enfriamiento mientras se toman un descanso o duermen durante la noche. Dado que los camiones suelen tener motores diésel, esta marcha prolongada al ralentí da lugar a que se liberen a la atmósfera cantidades significativas de contaminantes. Adicionalmente, muchas jurisdicciones están implementando ahora normas anti-ralentí, que prohíben dejar los camiones al ralentí y dejan a los conductores pocas opciones para el calentamiento o el enfriamiento mientras toman un descanso dentro de la cabina.

Sería deseable tener un sistema y método para capturar y almacenar energía térmica como potencia auxiliar en un vehículo, que resuelvan al menos algunos de los inconvenientes de los sistemas convencionales.

La Solicitud alemana DE 10 200006 039347 describe un método de usar el calor residual de un barco para generación, que incluye las características del preámbulo de la reivindicación 1. Como refrigerante se puede usar amoníaco. El amoníaco congelado puede almacenarse para uso posterior.

30

**Resumen**

Un aspecto de la presente invención proporciona un sistema para capturar energía del calor expulsado en el escape de un motor de un vehículo de motor y almacenar la energía capturada. El sistema incluye un generador, un condensador, un evaporador, y un absorbedor. El generador captura calor del escape del motor y puede estar configurado para hacer circular una primera solución que tiene un soluto que es vaporizable por el calor capturado por el generador. El condensador puede estar acoplado al generador para recibir soluto vaporizado y condensar el soluto vaporizado a un líquido. El evaporador puede estar acoplado al condensador y tener un orificio entre el condensador y el evaporador, teniendo el evaporador un primer paso de fluido para hacer circular el soluto y un segundo paso de fluido para hacer circular una segunda solución. Los pasos de fluido primero y segundo pueden estar configurados de tal manera que el soluto que pasa a través del primer paso de fluido sea vaporizable por el calor absorbido de la segunda solución que pasa a través del segundo paso de fluido, enfriando por ello la segunda solución. El absorbedor puede estar acoplado al evaporador y al generador. El absorbedor puede estar configurado para hacer volver el soluto a la solución mezclando el soluto con un solvente de la primera solución suministrada por el generador, y para hacer volver la primera solución al generador para completar un ciclo del sistema.

45

Otro aspecto de la presente invención proporciona un método para operar en modo de almacenamiento de frío un sistema para capturar energía del calor expulsado en el escape de un motor de un vehículo de motor y almacenar la energía capturada. El método incluye absorber calor del escape de motor a una solución y vaporizar un soluto de la solución, dejando atrás el solvente de la solución; enfriar y condensar el soluto de nuevo a un líquido; inyectar el soluto líquido a un evaporador, permitiendo que el soluto absorba energía térmica, enfriando por ello una segunda solución que fluye a través del evaporador; y absorber más el soluto de nuevo al solvente para reconstituir la solución para uso adicional en el paso de absorción.

50

Otro aspecto de la presente invención proporciona un método para operar en modo de almacenamiento de calor un sistema para capturar energía del vapor expulsado en el escape de un motor de un vehículo de motor y almacenar la energía capturada. El método incluye absorber calor del escape de motor a una solución y vaporizar un soluto de la solución, dejando atrás un solvente de la solución; hacer circular el soluto a través de un evaporador para que el soluto pueda disipar energía térmica, calentando por ello una segunda solución que fluye a través del evaporador; y absorber el soluto de nuevo al solvente y reconstituir la solución para uso adicional en el paso de absorción.

60

Otro aspecto de la presente invención proporciona un controlador para controlar un sistema para capturar energía de calor expulsado en el escape de un motor de un vehículo y almacenar la energía capturada. El controlador puede tener al menos un procesador acoplado a una memoria para almacenar dentro de la memoria instrucciones ejecutables por el al menos único procesador y una pluralidad de entradas y una pluralidad de salidas. El controlador puede estar configurado para ejecutar instrucciones almacenadas en la memoria y por ello recibir señales en una o

65

varias entradas y generar señales en una o varias salidas para controlar componentes del sistema para capturar energía del calor expulsado en el escape del motor del vehículo y almacenar la energía capturada.

5 Otro aspecto de la presente invención proporciona un intercambiador de calor para uso en un sistema para capturar energía del calor expulsado en el escape de un motor de un vehículo y almacenar la energía capturada. El intercambiador de calor puede tener un conducto exterior y un conducto interior. El intercambiador de calor captura calor del escape del motor que pasa a través del conducto interior y transfiere el calor a una solución que circula a través del conducto exterior, vaporizándose un soluto de la solución cuando el calor es absorbido por la solución.

10 **Breve descripción de los dibujos**

Ahora se hará referencia a los dibujos, que muestran a modo de ejemplo realizaciones de la presente invención, y en los que:

15 La figura 1 representa en forma de diagrama de bloques una unidad de potencia auxiliar térmica según un aspecto de la presente descripción.

20 La figura 2a representa en forma de diagrama de bloques una unidad de potencia auxiliar térmica que opera en un modo de almacenamiento de frío según un aspecto de la presente descripción.

La figura 2b representa en forma de diagrama de flujo el proceso de una unidad de potencia auxiliar térmica que opera en un modo de almacenamiento de frío según un aspecto de la presente descripción.

25 La figura 3a representa en forma de diagrama de bloques una unidad de potencia auxiliar térmica que opera en un modo de almacenamiento de calor según un aspecto de la presente descripción.

La figura 3b representa en forma de diagrama de flujo el proceso de una unidad de potencia auxiliar térmica que opera en un modo de almacenamiento de calor según un aspecto de la presente descripción.

30 La figura 4 representa en forma de diagrama de bloques un proceso ejecutado por el controlador de la unidad de potencia auxiliar térmica según un aspecto de la presente descripción.

35 Y la figura 5 representa una vista frontal y una vista en sección relacionada de un generador para uso con una unidad de potencia auxiliar térmica según un aspecto de la presente descripción.

**Descripción detallada**

40 Se describen sistemas de unidad de potencia auxiliar térmica que almacenan y liberan energía térmica de manera controlada para que un vehículo, tal como un camión, siga proporcionando calentamiento y enfriamiento al compartimiento de pasajeros y/o a otros sistemas dentro del vehículo cuando el motor principal no esté funcionando. Tales sistemas pueden reducir por ello el consumo de combustible y las emisiones, y hacer más fácil que los conductores cumplan las normas anti-ralentí existentes y/o futuras. Durante los meses de invierno, puede capturarse calor del escape del motor y/o del sistema de refrigeración del motor y puede almacenarse en un depósito aislado para uso posterior. Durante los meses de verano, el calor del sistema de escape del vehículo puede ser usado para mover una unidad de refrigeración por absorción que enfría un líquido y/o crea hielo, que se almacenan. Algunos aspectos del funcionamiento de los sistemas pueden ser similares a un ciclo combinado usado en centrales eléctricas, pero se han modificado adecuadamente y se aplican a un vehículo de motor. El hielo puede fundirse en un tiempo posterior cediendo su calor latente para proporcionar una fuente de enfriamiento. En ningún caso se usa ningún combustible adicional significativo para crear el almacenamiento de calor o frío, reduciendo así el costo de combustible impuesto al operador que desea disponer de calor o frío durante el tiempo que normalmente tendría que dejar el motor en marcha al ralentí mientras el vehículo no circula. Por lo tanto, el sistema puede utilizar el calor residual expulsado por un motor de combustión interna capturando el calor en un ciclo de compresión y almacenándolo en un ciclo de absorción.

55 El término ciclo de compresión se usa aquí para hacer referencia al proceso de capturar energía del calor de escape y el término ciclo de absorción se usa aquí para describir un tipo de refrigeración, que es un proceso térmico y no un proceso mecánico. Por ejemplo, un refrigerador de absorción es un refrigerador que usa una fuente de calor para proporcionar la energía necesaria para accionar un sistema de refrigeración.

60 Los sistemas según la invención pueden incluir un depósito de almacenamiento aislado capaz de almacenar hasta, por ejemplo, 10 kWh de energía térmica, una unidad de refrigeración por absorción, una batería para almacenar suficiente electricidad para bombeo, circulación de aire y control, e intercambiadores de calor para adquirir y dispensar la energía térmica a través de un ciclo de absorción bajo el control de un controlador de gestión de energía. Una forma de tales sistemas puede incluir una matriz fotovoltaica que genera electricidad durante las horas del día para almacenamiento en la batería. Otra forma de tales sistemas puede utilizar simplemente un alternador de acoplamiento mecánico y salida alta que carga la batería durante el uso del vehículo.

Los sistemas según la invención pueden proporcionar una ventaja sobre los sistemas convencionales de calentamiento, ventilación y climatización (HVAC) de camiones que usan algún combustible durante la marcha para alimentar un sistema de refrigeración o calefacción y que también usan combustible en un calentador de encendido directo durante los períodos en los que el motor principal está apagado. Otros sistemas usan un pequeño motor auxiliar y presentan problemas de ruido y vibración, mantenimiento, y también utilizan combustible y crean más emisiones. Los sistemas según la invención también pueden proporcionar un costo del ciclo de vida que usa y guarda energía térmica directamente con poca o nula reducción operativa de la operación del vehículo. Tales sistemas pueden usar poco o nada de combustible y, en algunas realizaciones, pueden incluso reducir el consumo de combustible durante la marcha. En camiones de largo recorrido, el sistema puede amortizarse en tan solo dos años debido a la disminución del consumo de combustible a causa de la reducción de la marcha al ralentí. El sistema propiamente dicho puede estar libre de emisiones y su operación puede ser silenciosa o casi silenciosa.

Con referencia ahora a la figura 1, se representa un diagrama de bloques que ilustra una unidad o sistema de potencia auxiliar térmica 100 según un aspecto de la presente descripción. El sistema 100 incluye en general una válvula de desviación de escape 102, un generador 104, una válvula 106, un condensador 108, un preenfriador de evaporador o intercambiador de calor 110, un orificio de pulverización 112, un evaporador 114, un absorbedor 116, un preenfriador de absorbedor o intercambiador de calor 118, un depósito de almacenamiento térmico 120, un serpentín y circuito de entrada de depósito térmico 122, un serpentín y circuito de salida de depósito térmico 126, un controlador 128 y una válvula 130.

La válvula de desviación de escape 102 puede estar acoplada a un tubo de escape de un vehículo y el generador 104 y la válvula 102 pueden asegurar la energía térmica del escape de motor apropiada para el sistema 100 regulando el flujo de escape al generador 104. En la figura 1, el escape que llega del motor al sistema 100 se indica con la flecha 103 y el escape que sale del sistema 100 después de pasar a través del generador 104 se indica con la flecha 105. Un recorrido de derivación controlable por la válvula 102 se indica con la flecha 107. En un ejemplo, la válvula 102 puede ser una válvula del tipo de tres vías y dos posiciones y puede ser capaz de desviar completamente el escape a o lejos del generador 104 o de mezclar entre el generador 104 y recorrido de derivación 107 para lograr la carga de calor apropiada que pasa a través del generador 104. Opcionalmente, la válvula 102 puede omitirse, pero esto puede poner en peligro el rendimiento en diferentes ciclos de accionamiento.

El generador 104 puede incluir un intercambiador de calor que recibe el escape caliente del motor y captura el calor expulsado en el escape del motor del vehículo y transfiere dicha energía a una solución (por ejemplo, agua/amoníaco ( $H_2O/NH_3$ )) que circula a través del generador 104. La solución puede calentarse a un punto donde el soluto (por ejemplo, el amoníaco) se evapora del agua enviando el amoníaco a presión y temperatura altas a través de una línea al componente siguiente del sistema (por ejemplo, el condensador 108 en modo de enfriamiento o el evaporador 114 en modo de calentamiento). En un ejemplo, el componente intercambiador de calor del generador 104 puede ser del tipo de líquido a aire y puede capturar el calor del escape del motor del vehículo. Sin embargo, un intercambiador de calor de líquido a líquido también puede realizar la misma tarea y recuperar la energía térmica de otras fuentes de calor del motor tales como el circuito de refrigeración del motor. Aunque al generador 104 se hace referencia como un generador, es igualmente aplicable el término intercambiador de calor y el generador 104 puede denominarse exactamente un intercambiador de calor. El generador 104 se describe con más detalle más adelante en conexión con la figura 5.

Según la invención, la válvula de derivación (106) proporciona al sistema 100 la capacidad de conmutar entre el modo de calentamiento y enfriamiento cambiando el recorrido de flujo de fluido a través del sistema 100. Por ejemplo, la válvula 106 puede ser del tipo de tres vías y dos posiciones y puede dirigir el flujo de amoníaco a través del condensador 108 antes del orificio de pulverización 112 y el evaporador 114 y el sistema 100 puede funcionar usando un ciclo de absorción cuando se desea enfriamiento. Si se desea calentamiento, la válvula 106 puede estar configurada para dirigir el flujo de amoníaco a través de un circuito secundario poniendo en derivación el condensador 108 y el orificio de pulverización 112, lo que elimina la porción de enfriamiento del sistema 100 y envía amoníaco caliente directamente al evaporador 114. Los modos de calentamiento y de enfriamiento del sistema 100 se describirán con más detalle más adelante en conexión con las figuras 2 y 3.

El condensador 108 puede incluir un intercambiador de calor que condensa el gas amoníaco caliente de nuevo a un líquido mientras todavía está a presión alta enfriando el amoníaco por debajo de su punto de ebullición mientras el sistema 100 está operando en modo de enfriamiento. En una realización, la porción de intercambiador de calor del condensador 108 puede ser del tipo de líquido a aire y puede quitar energía térmica del amoníaco y liberarla al entorno circundante. También es posible implementar el condensador 108 como el tipo de líquido a líquido y desechar la energía térmica excesiva en otro lugar a un líquido; sin embargo, esto podría disminuir el coeficiente de rendimiento del condensador 108. El condensador 108 puede tener opcionalmente un ventilador (no representado) configurado para pasar aire a través del condensador 108 incrementando por ello la eficiencia del condensador 108.

El preenfriador de evaporador 110 puede incluir un intercambiador de calor y tiene la finalidad de aumentar el coeficiente de rendimiento del sistema 100, permitiendo por lo tanto que otros componentes operen más eficientemente. En una realización, la porción de intercambiador de calor del preenfriador de evaporador 110 es del

tipo de líquido a líquido y transfiere energía térmica entre un paso de fluido que va desde el condensador 108 al evaporador 114 y desde un paso de fluido que se extiende entre el evaporador 114 y el absorbedor 116. En un ejemplo, los pasos de fluido pueden implementarse usando serpentines de fluido dentro de la porción de intercambiador del preenfriador de evaporador 110. También es posible omitir el preenfriador de evaporador 110 del sistema 100, pero el rendimiento puede reducirse.

El orificio de pulverización 112 puede incluir una restricción colocada en el paso de flujo en el circuito de refrigeración. Dado que el amoníaco sale del preenfriador de evaporador 110 antes de que el amoníaco llegue al evaporador 114, el orificio 112 hace que el amoníaco a presión alta sea pulverizado a la cavidad a presión relativamente baja del evaporador 114, dando lugar a que el amoníaco se vaporice. La pérdida de presión del amoníaco también produce una caída de temperatura del amoníaco.

El evaporador 114 incluye un intercambiador de calor para transferir energía térmica entre el sistema de absorción conteniendo el amoníaco y un circuito que transfiere dicha energía térmica al depósito de almacenamiento térmico 120. En una realización, la porción de intercambiador de calor del evaporador 114 es del tipo de gas a líquido, fluyendo el amoníaco a través de un primer paso de fluido (por ejemplo, un serpentín de fluido) del evaporador 114 y fluyendo la solución (por ejemplo, glicol/agua) a través de un segundo paso de fluido (por ejemplo, un serpentín de fluido) del evaporador 114.

El absorbedor 116 incluye un intercambiador de calor que permite que el soluto de amoníaco se disuelva de nuevo al solvente de agua enfriando ambos fluidos a una temperatura donde eso pueda tener lugar. El absorbedor 116 puede incluir una barra de pulverización en su extremo inferior. El amoníaco es alimentado a través de la barra de pulverización y, dado que el amoníaco es más ligero que el agua, el amoníaco burbujea a través del agua a la parte superior y en gran parte es absorbido en el agua. En una realización, la porción de intercambiador de calor del absorbedor 116 es del tipo de líquido a aire. También es posible utilizar un intercambiador de calor del tipo de líquido a líquido en el absorbedor 116 con un rendimiento general inferior del sistema.

El preenfriador de absorbedor 118 puede incluir un intercambiador de calor para incrementar el coeficiente de rendimiento del sistema 100 y, por lo tanto, permitir que otros componentes operen más eficientemente. En una realización, la porción de intercambiador de calor del preenfriador de absorbedor 118 es del tipo de líquido a líquido y transfiere energía térmica entre el paso de fluido de amoníaco/agua conectado entre el absorbedor 116 y el generador 104 y el paso de fluido de agua de retorno que vuelve desde el generador 102 al absorbedor 116; sin embargo, puede ser posible crear un sistema que opere sin que el preenfriador 118 tenga un coeficiente de rendimiento más bajo.

El depósito de almacenamiento térmico 120 puede ser, por ejemplo, un depósito de almacenamiento sellado que aloja y aísla fluido de almacenamiento térmico y la energía térmica que el fluido guarda hasta que haya que transferir dicha energía a otro lugar en un tiempo posterior. En un ejemplo, el fluido de almacenamiento térmico puede ser una mezcla de agua/glicol. El depósito de almacenamiento térmico 120 puede incluir un paso de fluido de entrada 122 (por ejemplo, un serpentín y circuito de fluido) y un paso de fluido de salida 124 (por ejemplo, un serpentín y circuito de fluido).

El paso de fluido de entrada 122 puede formar parte de un intercambiador de calor y puede tener un circuito de fluido correspondiente y una bomba para transferir energía térmica desde el evaporador 114 al depósito de almacenamiento térmico 120, o viceversa. En un ejemplo, la porción de intercambiador de calor del paso de fluido de entrada 122 puede ser del tipo de líquido a líquido usando, por ejemplo, una mezcla de glicol/agua para el fluido en el paso de fluido 122 que fluye en ambos sentidos desde el evaporador 114 al depósito de almacenamiento térmico 120. El depósito de almacenamiento térmico 120 puede contener un fluido en el que el paso de fluido de entrada 122 esté sumergido. En un ejemplo, los fluidos del paso de fluido 122 y el depósito de almacenamiento térmico 120 son de diferentes concentraciones para lograr efectos diferentes. Sin embargo, puede usarse cualquier concentración de glicol en el agua para cumplir los criterios de diseño de una aplicación concreta.

El paso de fluido de salida 124 del depósito térmico puede formar parte del intercambiador de calor y el paso de fluido 124 puede ser movido por una bomba y puede ser responsable de la transferencia de energía térmica desde el depósito de almacenamiento térmico 120 a la unidad HVAC 126 de un vehículo. En un ejemplo, la porción de intercambiador de calor del depósito térmico que tiene el paso de fluido de salida 124 y el paso de fluido de entrada 122 puede ser del tipo de líquido a líquido, por ejemplo, siendo una mezcla de glicol/agua tanto el fluido del paso de fluido 124 como el fluido de almacenamiento térmico presente dentro del depósito térmico 120 en el que el paso de fluido 124 del depósito térmico está sumergido. En un ejemplo, los fluidos del paso de fluido de salida 124 del depósito y del depósito de almacenamiento térmico 120 son de diferentes concentraciones para lograr efectos diferentes. Sin embargo, se puede usar cualquier concentración de glicol en el agua para cumplir los criterios de diseño de una aplicación concreta.

La válvula 130 puede ser, en un ejemplo, una válvula del tipo de circuito doble de tres vías y tres posiciones y puede dirigir el flujo de la solución (por ejemplo, glicol/agua) entre el HVAC 126 del vehículo, el motor del vehículo, y el depósito de almacenamiento térmico 120. Por ejemplo, si la solución del depósito de almacenamiento térmico 120

- está caliente porque el vehículo está funcionando actualmente en un entorno frío, por ejemplo, en el invierno, la válvula 130 puede controlar tres modos operativos posibles. Primero: la válvula 130 puede estar cerrada, conectando el motor con la unidad HVAC 126, por ejemplo, cuando el vehículo está circulando y la fuente de calor del depósito de almacenamiento térmico se necesita actualmente mientras que el sistema 100 está calentando la solución del depósito de almacenamiento térmico 120 para uso posterior. Segundo: la válvula puede estar en una primera posición abierta que permite que la solución pase desde el depósito de almacenamiento térmico 120 a la unidad HVAC 126, permitiendo por ello que el HVAC 126 utilice el calor almacenado, por ejemplo, cuando el vehículo está aparcado con el motor apagado y el usuario del sistema 100 desea calentar la cabina del vehículo. Tercero: la válvula puede estar en una segunda posición abierta dirigiendo el flujo de solución al motor del vehículo. Esto puede ser útil durante un arranque en frío del motor en condiciones frías, permitiendo que el usuario del sistema 100 precaliente el motor antes de arrancar el motor, reduciendo por ello el desgaste del motor y las emisiones que emite el motor durante un arranque en frío y permitiendo que el usuario utilice inmediatamente el sistema de calentamiento del vehículo una vez que el motor arranca.
- El sistema 100 incluye además un controlador 128 programado con un código adecuado para controlar la operación general del sistema 100. El controlador 128 incluye en general un procesador acoplado a una memoria para almacenar y/o ejecutar el código de programa almacenado en la memoria y un número de entradas y salidas para comunicar con varias partes del sistema 100. Aunque las interconexiones entre los componentes del sistema 100 y el controlador 128 se representan en la figura 1 en detalle limitado, las salidas del controlador 128 pueden conectarse eléctricamente a cualquier parte del sistema 100 controlado por el controlador 128 y las entradas del controlador 128 están conectadas eléctricamente a cualesquiera transductores adecuados o deseados, bucles de realimentación, u otros componentes del sistema 100 responsables de suministrar señales de entrada al controlador 128.
- También se pueden usar bombas en el sistema 100 donde los gases o fluidos tienen que contribuir al flujo en una dirección concreta, por ejemplo, donde los gradientes de presión no hacen automáticamente que el flujo de fluido se produzca en una dirección deseada. Las bombas pueden implementarse adecuadamente en cualquier lugar, según los criterios de diseño de una aplicación concreta. Por ejemplo, la bomba 128a se representa contribuyendo al flujo de la mezcla de agua/glicol en el paso de fluido de salida 124, la bomba 128b se representa contribuyendo al flujo de la mezcla de agua/glicol en el paso de fluido de entrada 122, y la bomba 128c se representa contribuyendo al flujo de la mezcla de agua/amoníaco desde el absorbedor 116 hacia la porción de presión más alta del sistema 100 donde se encuentran el preenfriador de absorbedor 118 y el generador 104.
- El sistema 100 también puede tener una batería (no representada) para almacenar suficiente electricidad para bombeo, circulación de aire (por ejemplo, ventiladores) y/o control. Opcionalmente, el sistema 100 puede tener una matriz fotovoltaica que genere electricidad durante las horas del día para almacenarla en la batería.
- Con referencia ahora a las figuras 2a y 2b, denominadas en conjunto la figura 2, la figura 2a representa en forma de diagrama de bloques una unidad o sistema de potencia auxiliar térmica 100 que opera en un modo de almacenamiento de frío según un aspecto de la presente descripción. En la figura 2a, la línea desde la válvula 106 al evaporador 114 se ha atenuado ilustrando que este recorrido no se usa cuando el sistema 100 opera en modo de almacenamiento de frío. La figura 2b representa en forma de diagrama de flujo el proceso 200 de una unidad de potencia auxiliar térmica que opera en un modo de almacenamiento de frío según un aspecto de la presente descripción. En un primer bloque 202, el escape del motor de un vehículo fluye a través del generador 104, como indican las flechas 103 y 105, y el generador absorbe calor de los gases de escape y transfiere dicho calor a una solución, por ejemplo, agua con amoníaco disuelto, que se hace circular a través de la porción de intercambiador de calor del generador 104. Como resultado, el soluto (por ejemplo, el amoníaco) se evapora de la solución y se vaporiza y el gas amoníaco prosigue a través de la válvula 106, que está configurada para dirigir el gas amoníaco hacia el condensador 108 mientras el sistema 100 opera en el modo de almacenamiento de frío. El solvente de la solución (por ejemplo, agua) queda en el generador 104. Por ejemplo, la línea divisoria 130 ilustra la división entre la porción del sistema 100 donde se hace circular una solución de amoníaco/agua (por ejemplo, a través del absorbedor 116, el preenfriador de absorbedor 118 y el generador 104) y la porción del sistema 100 donde se hace circular sustancialmente sólo amoníaco (la válvula 106, el condensador 108, el preenfriador de evaporador 110, el orificio 112 y el evaporador 114).
- Además, resultados de pruebas ejemplares proporcionan una indicación aproximada de las temperaturas y las presiones que pueden observarse en varias etapas del proceso 200 y en el sistema 100 cuando opera en un modo de refrigeración. Por ejemplo, los gases de escape típicos de un camión con motor diésel pueden entrar en el generador 104 a una temperatura de aproximadamente 400 grados Celsius y pueden salir del generador 104 a una temperatura de aproximadamente 300 a 380 grados Celsius, suponiendo que la válvula de desviación 102 no desvía los gases de escape a través del recorrido de derivación 107. La presión en la porción de intercambiador de calor del generador 104 puede llegar a aproximadamente de 120 a 250 psig, dando lugar a que el gas amoníaco avance hacia el condensador 108 a una presión de aproximadamente 120-250 psig y una temperatura de aproximadamente 130 grados Celsius. Aunque aquí y en la descripción siguiente se ofrecen ejemplos específicos y/o rangos de las temperaturas y/o presiones observadas, dichas temperaturas y presiones dependen del diseño exacto y del modo operativo del sistema 100 y pueden variar sustancialmente dependiendo de los criterios de diseño deseados y el

modo operativo del sistema 100. En otros términos, los ejemplos de las presiones y temperaturas observadas en el sistema 100 se ofrecen como ejemplos solamente y no pretenden ser limitativos. Además, aunque se proporciona una solución de amoníaco/agua como un ejemplo como un solvente/soluto adecuado para operar el sistema 100, se puede usar cualquier combinación de solvente/soluto adecuada, dependiendo de los criterios de diseño de una aplicación concreta.

A continuación, en el bloque 204, el amoníaco que llega al condensador 108 se enfría y condensa a un líquido entregando parte del calor transportado por el gas amoníaco. En un modo de refrigeración del sistema 100, puede ser deseable que la presión del gas amoníaco actúe como una fuente de energía en el evaporador 114; sin embargo, la temperatura alta resultante que asume el amoníaco no es necesaria y, por lo tanto, el amoníaco se enfría antes de llegar al evaporador 114. Por ejemplo, el condensador 108 puede enfriar el amoníaco a aproximadamente de 50 a 60 grados Celsius transfiriendo el calor al aire circundante usando un intercambiador de calor de líquido a aire con un diseño de serpentín y ventilador. El amoníaco puede permanecer a 120-250 psig al salir del condensador 108 y avanzar hacia el preenfriador de evaporador 110.

A continuación, en el bloque 206, el amoníaco líquido se enfría más, por ejemplo, en un primer paso de fluido (por ejemplo, un serpentín de fluido) en el preenfriador de evaporador 110. La porción de intercambiador de calor del preenfriador de evaporador 110 puede ser del tipo de líquido a líquido y transfiere energía térmica entre el primer paso de fluido que va desde el condensador 108 al evaporador 114 (por ejemplo, el primer serpentín) y desde el paso de fluido que se extiende entre el evaporador 114 y el absorbedor 116 (por ejemplo, un segundo serpentín). El amoníaco que sale del primer serpentín del preenfriador de evaporador 110 estará más frío que el amoníaco líquido que entra en el segundo serpentín del preenfriador de evaporador 110. Por ejemplo, el amoníaco líquido que sale del primer serpentín del preenfriador de evaporador 110 puede estar a una temperatura de aproximadamente 50 grados Celsius y una presión de aproximadamente 120-250 psig.

A continuación, en el bloque 208, el gas amoníaco pasa a través del orificio de pulverización 112 y pasa o es inyectado al evaporador 114. El orificio 112 crea un límite entre el lado de presión alta del sistema 100 y el lado de presión baja del sistema 100, ilustrado con la línea 132. Cuando el amoníaco pasa a través del orificio 112 a la cavidad del evaporador 114 (por ejemplo, a través de un primer paso de fluido del evaporador 114), el amoníaco se vaporiza porque el amoníaco encuentra una zona de presión más baja, que también disminuye de forma significativa la temperatura del amoníaco. En el proceso de vaporización, el amoníaco absorbe energía térmica a través de la porción de intercambiador de calor del evaporador 114 de la mezcla de agua/glicol que circula a través de un segundo paso de fluido (por ejemplo, un serpentín de fluido) del evaporador 114, enfriando por ello la mezcla de agua/glicol, que sigue al paso de fluido de entrada del depósito térmico (por ejemplo, un serpentín y circuito) 122. El amoníaco que entra en el evaporador 114 después de pasar a través del orificio 112 puede tener una temperatura de aproximadamente -10 a -5 grados Celsius y una presión de aproximadamente 0-5 psig. El gas amoníaco que sale del evaporador 114 y vuelve al preenfriador de evaporador 110 puede tener, por ejemplo, una temperatura de entre -5 y 0 grados Celsius y una presión de aproximadamente 40 a 55 psig.

A continuación, en el bloque 210, el gas amoníaco pasa de nuevo a través del preenfriador de evaporador 110, esta vez a través del segundo paso de fluido y absorbe calor cedido por el primer paso de fluido en el bloque 206. El gas amoníaco puede salir del segundo serpentín del preenfriador de evaporador 110 a una temperatura de aproximadamente 10 grados más alta que al entrar en el segundo paso de fluido del preenfriador de evaporador 110, y el gas amoníaco sigue a través del lado de presión baja del sistema 100 hacia el absorbedor 116. Los bloques 206 y 210 del proceso 200 operan en unión uno con otro dado que los bloques 206 y 210 utilizan el preenfriador de evaporador 110 y son opcionales y tienen la finalidad de aumentar el rendimiento del sistema 100.

A continuación, en el bloque 212, el amoníaco es absorbido de nuevo en el agua. El agua en la que el amoníaco es absorbido puede ser el agua casi libre de amoníaco producida en el bloque 202 cuando el amoníaco se evapora de la solución de amoníaco/agua. El gas amoníaco avanza a través del absorbedor 116 que incluye un intercambiador de calor que permite que el gas amoníaco se disuelva de nuevo en el agua enfriando ambos fluidos a una temperatura donde eso puede tener lugar. El absorbedor 116 puede incluir una barra de pulverización en su extremo inferior, a través de la que el amoníaco es alimentado donde el amoníaco burbujea a la parte superior y es absorbido en gran parte en el agua. La solución de agua/amoníaco puede ser bombeada hasta una presión y temperatura más altas (por ejemplo, a través de la línea 132 por la bomba 128c) y llegar después al preenfriador de absorbedor 118.

A continuación, en el bloque 214, la solución de agua/amoníaco pasa a través del preenfriador de absorbedor 118. El bloque 214 que usa el preenfriador de absorbedor 118 puede ser un paso opcional en el proceso 200 que tiene la finalidad de aumentar la eficiencia del sistema 100 y el preenfriador de absorbedor 118 puede ser un elemento opcional del sistema 100. Por lo tanto, el bloque 214 y el preenfriador de absorbedor 118 pueden no ser necesarios para el funcionamiento del sistema 100. En realizaciones que utilizan el preenfriador 118, la solución de agua/amoníaco que avanza hacia el generador 104 a través de un primer paso de fluido (por ejemplo, un primer serpentín) del preenfriador 118 absorbe calor mientras que el agua que avanza desde el generador 104 al absorbedor 116 (por ejemplo, agua de la que el amoníaco se evaporó de la solución) a través de un segundo paso de fluido (por ejemplo, un segundo serpentín) del preenfriador 118 es enfriada para poner el agua más próxima a la

temperatura donde se producirá reabsorción de amoníaco en el absorbedor 116. La solución de agua/amoníaco que llega al generador 104 completa el ciclo del proceso 200 y el proceso 200 vuelve al bloque 202.

5 Con referencia ahora a las figuras 3a y 3b, denominadas en conjunto la figura 3, la figura 3a representa en forma de diagrama de bloques una unidad o sistema de potencia auxiliar térmica 100 que opera en un modo de almacenamiento de calor según un aspecto de la presente descripción. En la figura 3a, se ha atenuado el recorrido desde la válvula 106 al condensador 108, al preenfriador 110, al evaporador 114, para ilustrar que este recorrido no se usa cuando el sistema 100 opera en modo de almacenamiento de calor. La figura 3b representa en forma de diagrama de flujo el proceso 300 de la unidad o sistema de potencia auxiliar térmica 100 operando en un modo de almacenamiento de calor según un aspecto de la presente descripción.

10 En un primer bloque 302, el escape del motor de un vehículo fluye a través del generador 104, como indican las flechas 103 y 105, y el generador absorbe calor de los gases de escape y transfiere este calor a la solución de amoníaco/agua que circula a través de la porción de intercambiador de calor del generador 104. Como resultado, el amoníaco es vaporizado y se evapora de la solución y fluye gas amoníaco a través de la válvula 106, que en el ejemplo presente está configurada ahora para dirigir el gas amoníaco directamente hacia el evaporador 114 mientras el sistema 100 opera en el modo de almacenamiento de calor. Como ejemplo, la línea divisoria 130 ilustra la división entre la porción del sistema 100 donde una solución de amoníaco/agua se hace circular (por ejemplo, a través del absorbedor 116, el preenfriador de absorbedor 118, y el generador 104) y la porción del sistema 100 donde sustancialmente sólo se hace circular amoníaco (por ejemplo, a través de la válvula 106 y el evaporador 114). El solvente de agua queda atrás y es dirigido hacia el preenfriador de absorbedor 118. La línea divisoria de presión baja/presión alta 132 representada en la figura 3a deberá ignorarse, puesto que hay presiones diferenciales relativamente pequeñas en el sistema 100 cuando opera en el modo de almacenamiento de calor en contraposición a cuando opera como un ciclo de absorción.

15 Resultados de pruebas ejemplares proporcionan una indicación aproximada de las temperaturas y presiones que pueden observarse en varias etapas en el proceso 300 y en el sistema 100. Por ejemplo, los gases de escape ordinarios de un camión diésel pueden entrar en el generador 104 a una temperatura de aproximadamente 400 grados Celsius y pueden salir del generador 104 a una temperatura de aproximadamente 300 a 380 grados Celsius, suponiendo que la válvula de desviación 102 no desvíe los gases de escape a través del recorrido de derivación 107. La presión en la porción de intercambiador de calor del generador 104 puede llegar a aproximadamente 120-150 psig, dando lugar a que el gas amoníaco avance hacia el evaporador 114 a una presión de aproximadamente 120-150 psig y una temperatura de aproximadamente 100 grados Celsius. Aunque aquí y en la descripción se ofrecen ejemplos específicos y/o rangos de las temperaturas y/o presiones observadas, estas temperaturas y presiones dependen del diseño y el modo operativo del sistema 100 y pueden variar dependiendo de los criterios de diseño concretos y del modo operativo del sistema 100. En otros términos, los ejemplos de presiones y temperaturas observadas en el sistema 100 se ofrecen como ejemplos solamente y no se ha previsto que sean limitativos.

20 A continuación, en el bloque 304, el gas amoníaco pasa a un primer paso de fluido (por ejemplo, un primer serpentín) de un intercambiador de calor, por ejemplo, en el evaporador 114, donde el gas cede energía térmica y se enfría. En el proceso de enfriamiento, el amoníaco cede energía térmica a través de la porción de intercambiador de calor del evaporador 114 a la mezcla de agua/glicol que circula a través de un segundo paso de fluido (por ejemplo, un segundo serpentín) del evaporador 114, calentando por ello la mezcla de agua/glicol, que avanza al serpentín y el circuito de entrada 122 del depósito térmico. El amoníaco que entra en el evaporador 114 puede tener una temperatura de aproximadamente 100 grados Celsius y una presión de aproximadamente 120-250 psig.

25 A continuación, en el bloque 306, el gas amoníaco pasa a través del preenfriador de evaporador 110. En un modo de almacenamiento de calor el flujo de amoníaco puede poner en derivación no solamente el orificio 112 en su camino al evaporador 114, sino también el preenfriador 110 de modo que casi no tiene lugar transferencia de calor en este punto. En el proceso 300, el preenfriador de evaporador 110 puede ser usado como un intercambiador de calor de líquido a aire, proporcionando simplemente la función de enfriar el gas amoníaco para expulsar el exceso de calor. El amoníaco puede salir del preenfriador de evaporador 110 a una temperatura de aproximadamente 10 grados más baja que al entrar en el preenfriador de evaporador 110, y el gas amoníaco avanza a través del sistema 100 hacia el absorbedor 116. El bloque 306 del proceso 300 es opcional, como también la dirección del amoníaco a través del preenfriador de evaporador representado en la figura 4. Alternativamente, el amoníaco puede proseguir directamente desde el evaporador 114 al absorbedor 116 cuando el sistema 100 opera en un modo de almacenamiento de calor.

30 A continuación, en el bloque 308, el amoníaco es absorbido de nuevo al agua de la solución de amoníaco/agua. El agua a la que se absorbe el amoníaco puede ser el agua casi libre de amoníaco producida en el bloque 302 cuando el amoníaco es vaporizado de la solución de amoníaco/agua. El gas amoníaco avanza a través del absorbedor 116 que incluye un intercambiador de calor que permite que el gas amoníaco se disuelva de nuevo en el agua enfriando ambos fluidos (por ejemplo, el amoníaco y el agua) a una temperatura adecuada donde eso puede tener lugar. El absorbedor 116 puede incluir en su extremo inferior una barra de pulverización, a través de la que el amoníaco es alimentado donde el amoníaco burbujea a través del agua a la parte superior y es absorbido en gran parte en el agua.

A continuación, en el bloque 310, la solución de agua/amoníaco pasa a través del preenfriador de absorbedor 118. El bloque 310 que usa el preenfriador de absorbedor 118 puede ser un paso opcional en el proceso 300 que tiene la finalidad de aumentar la eficiencia del sistema 100 y el preenfriador de absorbedor 118 puede ser un elemento opcional del sistema 100. Por lo tanto, el bloque 310 y el preenfriador de absorbedor 118 pueden no ser necesarios para el funcionamiento del sistema 100. En realizaciones que usan el preenfriador 118, la solución de agua/amoníaco que avanza hacia el generador 104 a través de un primer paso de fluido (por ejemplo, un primer serpentín) del preenfriador 118 absorbe calor mientras que el agua que avanza desde el generador 104 al absorbedor 116 (por ejemplo, agua de la que se evaporó el amoníaco de la solución) pasa a través de un segundo paso de fluido (por ejemplo, un segundo serpentín) del preenfriador 118 y se enfría para poner el agua más próxima a la temperatura donde la reabsorción de amoníaco se logra mejor en el absorbedor 116. La solución de agua/amoníaco que llega al generador 104 completa el ciclo del proceso 300 y el proceso 300 vuelve al bloque 302.

A continuación, se hace referencia a la figura 4, que ilustra en forma de diagrama de flujo un proceso 400 ejecutado por el controlador 128 al controlar el sistema 100. En un ejemplo, el controlador 128 puede implementarse como un módulo de control electrónico (UCE) diseñado para facilitar la operación deseada del sistema 100, también denominado Unidad de Potencia Auxiliar Híbrida (HAPU), supervisando y controlando varios aspectos del sistema 100 para lograr la función de proporcionar calentamiento y/o enfriamiento a un vehículo y capturando y reutilizando lo que de otro modo sería energía perdida expulsada como calor en el escape del vehículo en un esfuerzo por reducir la huella general de carbono del vehículo. El controlador 128 puede ser integral al sistema 100 y puede permitir que el sistema 100 funcione según los criterios de diseño de la aplicación prevista. Como se representa en un primer bloque 402, el controlador puede supervisar y/o recoger datos relativos a parámetros operativos del sistema 100 y/o el vehículo en el que el sistema 100 está instalado, incluyendo, aunque sin limitación, la presión, la temperatura, el voltaje, el nivel de líquido, el flujo y/o las entradas del operador de vehículo. Usando datos recogidos de estas entradas y procesando la información usando lógica de control, el controlador 128 dirige las acciones de los componentes del sistema 100 para mantener un funcionamiento apropiado del sistema 100. Los componentes del sistema 100 que son supervisados o controlados por el controlador 128 incluyen, aunque sin limitación, válvulas, ventiladores, accionadores, relés, contactores, controladores de carga, bombas y/o salidas. Un uso posible de las salidas puede ser para ilustrar aspectos de la operación del sistema para el usuario.

En un ejemplo, el controlador 128 supervisa aspectos de la operación del sistema 100 y permite que el ciclo térmico (por ejemplo, ilustrado en conexión con las figuras 2 y 3) y el sistema eléctrico funcionen en armonía para suministrar aire acondicionado a la cabina del vehículo, tal como un camión. El controlador 128 puede ser responsable de controlar varias funciones primarias del sistema 100, como se describe más adelante. En general, como indica el bloque 403, el controlador 128 controla un número de componentes del sistema 100 acoplados a las salidas del controlador 128 para lograr el funcionamiento apropiado del sistema 100.

El controlador 128 puede estar acoplado eléctricamente a la válvula de desviación de escape 102, que puede ser una válvula de tres vías y dos posiciones configurada por el controlador 128 para asegurar que la energía térmica suministrada al generador 104 del escape sea apropiada para el sistema 100 y desviar el escape alejándolo del generador 104 si el sistema 100 está demasiado caliente o está en peligro de estar demasiado caliente. Como se ilustra en el bloque 404, el controlador 128 controla la posición de la válvula de desviación de escape 102 según entradas relevantes recibidas, por ejemplo, de transductores del sistema 100. En un ejemplo, la válvula 102 puede desviar completamente el escape a o lejos del generador 104 o mezclar el flujo de escape entre el generador 104 y el recorrido de derivación 107 para lograr la distribución de calor adecuada al generador 104. En un ejemplo, el controlador 128 supervisa señales eléctricas de transductores que indican las temperaturas y/o las presiones en varias posiciones en el sistema 100 y genera una decisión en base a estas señales según la lógica de control almacenada en el controlador 128 y decide si aumentar o disminuir la cantidad de energía térmica distribuida al generador 104 comparando las señales que el controlador 128 recibe de uno o varios transductores de entrada con objetivos específicos programados en la lógica de control. El controlador genera consiguientemente una señal de salida para la válvula de desviación 102 y consiguientemente opera la válvula de desviación 102. Si el controlador 128 detecta un fallo en base a una o varias señales de entrada, el controlador 128 puede generar una señal de salida para cerrar la válvula de desviación 102 alejando toda la energía térmica del generador 104 y a través del recorrido de derivación 107 como parte de una secuencia de parada de seguridad.

El controlador 128 también puede estar acoplado eléctricamente a la válvula 106, que puede ser una válvula de tres vías y dos posiciones responsable de proporcionar al sistema 100 la capacidad de conmutar entre un modo de calentamiento y otro de enfriamiento. Como se ilustra en el bloque 406, el controlador 128 controla la posición de la válvula 106 seleccionando por ello el modo operativo del sistema 100 en base a entradas relevantes. Cuando se desea enfriamiento, la válvula 106 dirige el flujo de amoníaco a través del condensador 108 y el sistema 100 funciona como un ciclo de absorción, como se ha descrito anteriormente en conexión con la figura 2. Si se desea calentamiento, la válvula 106 dirige el flujo de amoníaco a través de un circuito secundario poniendo en derivación el condensador 108 y el orificio de pulverización 112, lo que elimina la porción de enfriamiento del sistema 100 y envía amoníaco caliente al evaporador 114, como se ha descrito anteriormente en conexión con la figura 3. En un ejemplo, el controlador 128 genera una decisión acerca de qué modo es apropiado, por ejemplo, recibiendo señales generadas por entradas manuales acopladas a las entradas del controlador 128 tal como un botón accionado por un

usuario. En otro ejemplo, el controlador 128 genera una decisión acerca de qué modo es apropiado detectando automáticamente la temperatura, por ejemplo, recibiendo señales de un transductor eléctrico de temperatura acoplado a una entrada del controlador 128 que puede residir en la cabina y/o fuera del vehículo. El controlador 128 puede leer una señal generada por el transductor de temperatura acoplado a una entrada y anticipar la acción apropiada para mantener la comodidad del usuario en base a lógica de control almacenada en el controlador 128 y el controlador 128 puede generar una señal de salida para la válvula 106 haciendo que la válvula 106 se desplace a la posición deseada para poner el sistema 100 en modo de almacenamiento de frío o en modo de almacenamiento de calor.

El controlador 128 también puede estar acoplado eléctricamente a cualquiera de las bombas (por ejemplo, las bombas 128a, 128b y/o 128c) representadas en la figura 1. Por ejemplo, el controlador 128 puede estar acoplado eléctricamente a la bomba 128c, que puede ser una bomba de solución de amoníaco/agua responsable de crear el flujo de retorno de la solución de agua/amoníaco desde el absorbedor 116 al generador 104 en las etapas finales de los procesos 200 o 300 descritos en conexión con las figuras 2 y 3. Como se ha indicado en el bloque 408, el controlador 128 controla las bombas usadas para mantener el funcionamiento del sistema 100. En un ejemplo, el controlador 128 puede controlar si las bombas están encendidas o apagadas y a qué velocidad operan las bombas. En un ejemplo, el controlador 128 controla la operación de la bomba, por ejemplo, generando una señal de salida apropiada para controlar un relé acoplado a la bomba 128c, para mantener el nivel adecuado de líquido en ambos depósitos de presión (por ejemplo, el absorbedor 116 y el generador 104) reuniendo información de varios sensores o transductores que proporcionan señales que indican, por ejemplo, el flujo de fluido en varias etapas del sistema 100, la temperatura en varias secciones del sistema 100, la presión en varias secciones del sistema 100, y/o los indicadores de nivel de líquido en varias secciones del sistema 100. El controlador 128 puede usar una o varias de estas entradas para comparar las lecturas que el controlador 128 obtiene de los sensores o transductores con objetivos específicos programados en la lógica de control del controlador 128 y generar una señal de salida apropiada para controlar la bomba 128c con el fin de cumplir las condiciones de salida dictadas por la lógica de control.

El controlador 128 también puede estar acoplado eléctricamente a la bomba 128a y/o la bomba 128b, que puede ser responsable de hacer circular la solución (por ejemplo, agua/glicol) entre dos o más intercambiadores de calor con el fin de transferir energía térmica de un componente al siguiente en el sistema 100. En un ejemplo, el controlador 128 supervisa las señales que indican las temperaturas suministradas por transductores de temperatura acoplados a intercambiadores de calor (por ejemplo, el evaporador 114 y/o los pasos de fluido 122, 124 del depósito de almacenamiento térmico) y determina a través de lógica de programación almacenada en el controlador 128 si la transferencia de energía térmica es apropiada para alcanzar los objetivos térmicos finales del sistema 100 comparando las temperaturas indicadas por los transductores de temperatura contra objetivos almacenados en el código. El controlador 128 opera entonces las bombas consiguientemente.

El controlador 128 también puede estar acoplado eléctricamente a varios ventiladores de enfriamiento (no representados). Cualquiera de los componentes del sistema 100 que incorporan un intercambiador de calor puede incluir opcionalmente un ventilador de enfriamiento, por ejemplo, el condensador 108. Un ventilador que sopla aire a través del condensador 108 puede ser responsable de permitir que dicho intercambiador de calor de líquido a aire funcione más eficientemente y rechazar la carga de calor apropiada al entorno circundante enfriando el medio fluido dentro (por ejemplo, el amoníaco, en el caso del condensador 108). Como indica el bloque 410, el controlador 128 controla los ventiladores de enfriamiento instalados en el sistema 100 en base a las señales de entrada relevantes recibidas por el controlador 128. En un ejemplo, el controlador 128 puede controlar la operación del ventilador para mantener el efecto de enfriamiento deseado en el intercambiador de calor, tal como el condensador 108, supervisando las señales de entrada generadas por los transductores de temperatura y comparando dichas entradas con objetivos codificados en la lógica de control del controlador 128. La operación del ventilador puede ajustarse consiguientemente. Por ejemplo, el ventilador puede encenderse o apagarse completamente y, cuando está encendido, la velocidad del ventilador puede establecerse consiguientemente. En un ejemplo, un ventilador acoplado al condensador 108 puede operar cuando el sistema 100 está en el modo de almacenamiento de frío, pero no cuando el sistema 100 está en el modo de almacenamiento de calor dado que el condensador 108 no se usa en el modo de almacenamiento de calor. Además, en un ejemplo, la velocidad del ventilador puede ser controlada adecuadamente por el controlador 128 para lograr la tasa de enfriamiento deseada del fluido que pasa a través del intercambiador de calor.

El controlador 128 también puede estar acoplado a una válvula 130 que controla el flujo de solución que fluye a través del paso de fluido de salida 124 del depósito térmico. Como indica el bloque 412, el controlador 128 controla la posición de la válvula 130 en base a entradas relevantes, que controla el uso de la energía almacenada en el depósito de almacenamiento térmico 122. La válvula 130 puede ser del tipo de circuito doble de tres vías y tres posiciones y puede dirigir el flujo de la solución (por ejemplo, glicol/agua) entre el HVAC 126 del vehículo, el motor del vehículo y el depósito de almacenamiento térmico 120. En un ejemplo, el controlador 128 decide qué recorrido de flujo es apropiado recibiendo señales de entrada, por ejemplo, generadas por entradas manuales de un usuario usando un botón, que indica el modo operativo deseado del sistema 100. El controlador también puede recibir entradas de transductores de temperatura que indican las temperaturas en alguno de los componentes previamente mencionados y el controlador 128 puede decidir entonces la acción más apropiada para lograr el objetivo del

sistema 100 y enviar la señal de salida apropiada a la válvula 130. Como se ha explicado previamente en el contexto ejemplar del sistema 100 que opera en modo de almacenamiento de calor, la válvula 130 puede tener tres posiciones posibles. La válvula 130 puede estar cerrada, por ejemplo, cuando el vehículo se está moviendo y la fuente de calor procedente del depósito de almacenamiento térmico se necesita actualmente mientras el sistema 100 está calentando la solución en el depósito de almacenamiento térmico 120 para almacenar energía térmica para uso posterior y por lo tanto restaurando la entrada de calor convencional del motor al HVAC 126. En segundo lugar, la válvula puede estar en una primera posición abierta dejando pasar la solución a la unidad HVAC 126, permitiendo por ello que el HVAC 126 utilice el calor almacenado tal como cuando el vehículo está aparcado con el motor apagado y el usuario del sistema 100 desea calentar la cabina del vehículo. En tercer lugar, la válvula puede estar en una segunda posición abierta que dirige el flujo de solución al motor del vehículo. Esto puede ser útil durante un arranque en frío del motor en condiciones frías, permitiendo al usuario del sistema 100 precalentar el motor antes de arrancar el motor, reduciendo por ello las emisiones emitidas por el motor durante un arranque en frío y permitiendo al usuario usar inmediatamente el sistema de calefacción del vehículo una vez que el motor arranca.

El controlador 128 también puede estar acoplado a uno o varios controladores de carga que proporcionan una función de control de carga eléctrica. El controlador de carga es responsable, aunque sin limitación, de regular el flujo de entrada y salida de electricidad de las baterías del sistema 100 (no representadas) situadas dentro de un número de componentes opcionales del sistema 100, tal como un sistema de almacenamiento de energía, un cargador de batería, una matriz fotovoltaica, y/o el bus del vehículo o componentes del vehículo. En un ejemplo, el controlador 128 supervisa el voltaje que entra y sale del sistema 100 y regula el flujo de electricidad teniendo en cuenta al mismo tiempo muchos parámetros diferentes. Por ejemplo, la hora del día, el estado de carga de la batería (SOC), la operación del vehículo, y la cantidad de potencia disponible para captura. El controlador 128 recibe señales que indican parte o toda esta información y decide la acción del controlador de carga en base a la lógica de programación programada en el controlador 128. Como se ha indicado en el bloque 414, el controlador 128 controla uno o varios controladores de carga (no representados) en base a entradas relevantes.

Aunque el proceso o método 400 se muestran teniendo lugar en un orden concreto, cualquiera de los bloques 402, 404, 406, 408, 410, 412 y 414 puede reordenarse puesto que el orden de los bloques no es crítico para el funcionamiento del sistema 100. Además, los expertos en la técnica relevante entenderán que el método 400, cuando es ejecutado por el controlador 128, es cíclico y/o iterativo, y el controlador 128 ejecuta típicamente el proceso 400 varias veces por segundo. Además, se ha previsto que las funciones ilustradas en los bloques 402, 404, 406, 408, 410, 412 y 414 sean ejemplares y uno o varios bloques pueden ser opcionales, dependiendo de los criterios de diseño de una aplicación concreta. Además, se ha previsto que el método 400 ilustre algunos de los principales aspectos de control del sistema 100. Los expertos en la técnica relevante entenderán que el controlador 128 realiza más funciones de las que ilustra el método 400.

A continuación, se hace referencia a la figura 5, que representa una vista inferior y una vista en sección correspondiente del generador 104 para uso con una unidad de potencia auxiliar térmica según un aspecto de la presente descripción. La figura 5 ilustra un ejemplo del generador 104 que puede ser adecuado para uso con el sistema 100 y no se ha previsto que sea limitativo. Se puede usar cualquier generador según los criterios de diseño de una aplicación concreta. El generador 104 incluye en general un tubo exterior o envuelta 502, chapas de extremo 504, 506, un tubo interior 508, un paso de gases de escape 509, aros anulares 510, un aro de separación 512, una zona de separación 514, y una línea de salida de amoníaco 516.

La porción de envuelta exterior 502 del generador 104 contiene el fluido presurizado y calentado, por ejemplo, la solución de amoníaco y agua. En un ejemplo, la solución puede tener una concentración que varía de un pequeño porcentaje de amoníaco en peso a hasta 20% de amoníaco en peso. En un ejemplo, el generador 104 está diseñado como un depósito de presión según las normas apropiadas de la jurisdicción donde se use el generador. La presión interna del generador 104 puede subir a 250 psig mientras que opera a 50 psig en un estado quiescente. El rango de temperatura del generador puede variar de -40 grados Celsius mientras que es inoperativo a 130 grados Celsius o más en su interior durante la operación normal. Durante una condición de sobrecalentamiento, la envuelta exterior 502 puede llegar a 250 grados Celsius. El límite del depósito de presión incluye el tubo exterior 502 como se representa en la figura 5 y dos chapas de extremo 504, 506 que están formadas de tal manera que las chapas de extremo 504, 506 actúen como cierres entre el tubo exterior 502 y el tubo concéntrico interior 508. La envuelta exterior 502 puede hacerse de acero al carbono, tal como tubos sin costura, que tiene propiedades apropiadas para las condiciones y la composición de los fluidos contenidos, tal como, aunque sin limitación, ASTM A516, y en algunas aplicaciones se puede usar un grado de acero inoxidable tal como SS304.

El tubo interior 508 puede formar parte del paso de escape de gas 509 desde el motor a la atmósfera. La función del tubo interior puede ser proporcionar un paso para los gases de escape calientes que proporcionan la energía recogida por el sistema 100 y también resistir en el exterior del tubo interior 508 las altas presiones generadas por el fluido operativo a presión (por ejemplo, la solución) en el circuito de absorción. El tubo interior 508 puede conducir calor desde los gases de escape en circulación a la solución con la ayuda de los aros anulares 510, descritos más adelante. En un ejemplo, el tubo interior 508 puede hacerse de acero al carbono, tal como tubos sin costura, y puede tener propiedades apropiadas para las condiciones y la composición de los fluidos contenidos, tal como, aunque sin limitación, ASTM A516, y en algunas aplicaciones se puede usar un grado de acero inoxidable tal como SS304.

5 Estos aros anulares 510 rodean el tubo interior 508 y sirven para aumentar la cantidad de calor conducida desde los gases de escape calientes que fluyen a través del tubo interior 508 a la solución que fluye a través del tubo exterior 502 incrementando la cantidad de área superficial disponible para transferencia de calor y contribuyendo a elevar la temperatura y la presión de la solución, incrementando, por lo tanto, la efectividad del generador 104 y su capacidad de vaporizar mejor el soluto de la solución. En un ejemplo, los aros 510 tienen un ajuste apretado en el tubo interior 508, pero tienen una holgura radial con relación al tubo exterior 502 que permite la fraccionación de la solución al mismo tiempo que estabilizan la columna de fluido contra el burbujeo violento y el derrame cuando el vehículo se mueve. Los aros 510 pueden hacerse de un material compatible con el tubo interior 508 y el tubo exterior 502. En un ejemplo, todos los componentes metálicos del generador 104 se pueden hacer de los mismos materiales para facilitar la fabricación.

15 El aro de separación 512 sirve para separar el espacio inferior (por ejemplo, a la izquierda del aro de separación 512 como se representa en la figura 5) que es una zona de calentamiento y ebullición de fluido por lo que un gas húmedo (por ejemplo, amoníaco) con algo de agua arrastrada desde la zona de separación es sacado de la solución (por ejemplo, agua y amoníaco) y un espacio superior (por ejemplo, a la derecha del aro de separación 512 como se representa en la figura 5) donde las gotitas de fluido se quitan en gran parte dejando que un gas en su mayor parte seco (por ejemplo, amoníaco) salga del depósito. En un ejemplo, el aro 512 puede tener un ajuste apretado tanto con el tubo interior 508 como con el tubo exterior 502 y puede soldarse al tubo interior 508 para facilidad de montaje. El aro 512 puede hacerse de materiales compatibles con los tubos 502 y 508 como se ha descrito previamente. El aro 512 puede incluir una chapa anular penetrada por una serie de agujeros que pueden tener, en un ejemplo, un diámetro de aproximadamente 25% del intervalo anular. La zona abierta de la chapa creada por los agujeros puede ser, aunque sin limitación, de 10 a 20% de la zona anular total.

25 La zona de separación 514 incluye un volumen. En un ejemplo, el volumen puede estar empaquetado con un material de coalescencia de gotitas tal como lana de acero inoxidable u otro material análogo que proporcione un área superficial muy alta. Se forman gotitas de soluto (por ejemplo, agua líquida) en estas superficies y se drenan de nuevo al espacio de líquido debajo del aro de separación 512. El gas (por ejemplo, amoníaco vaporizado) que sale del depósito a través de la línea de salida de amoníaco 516 en la parte superior es casi todo gas amoníaco (por ejemplo, hasta 99% de gas amoníaco con muy poco vapor de agua, por ejemplo, 1% de vapor de agua).

35 Las realizaciones de la presente invención descrita anteriormente se consideran ejemplos solamente. Los expertos en la técnica pueden efectuar alteraciones, modificaciones y variaciones en las realizaciones concretas sin apartarse del alcance previsto de la presente invención definido en las reivindicaciones anexas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema (100) para capturar y almacenar energía procedente del calor expulsado en el escape de motor en un vehículo de motor, incluyendo el sistema:
- 5 un generador (104) configurado para recibir el escape de motor y hacer circular una primera solución incluyendo un soluto, pudiendo vaporizarse el soluto a un estado gaseoso por el calor absorbido del escape de motor recibido;
- 10 un condensador (108) acoplado fluidamente al generador para recibir soluto vaporizado de la primera solución, estando configurado el condensador para condensar el soluto vaporizado a un estado líquido;
- 15 un evaporador (114) acoplado fluidamente al condensador, incluyendo el evaporador un primer paso de fluido para hacer circular el soluto condensado y un segundo paso de fluido para hacer circular una segunda solución, estando dispuestos los pasos de fluido primero y segundo para realizar intercambio térmico entre ellos de modo que el soluto condensado que circula dentro del primer paso de fluido sea vaporizable al estado gaseoso por el calor absorbido de la segunda solución que circula dentro del segundo paso de fluido para enfriar por ello la segunda solución; y
- 20 un depósito de almacenamiento térmico (120) configurado para alojar una tercera solución para almacenar energía térmica, incluyendo el depósito de almacenamiento térmico un tercer paso de fluido acoplado al segundo paso de fluido del evaporador para realizar intercambio térmico entre la segunda solución y la tercera solución; **caracterizado porque** incluye:
- 25 una válvula de desviación (106) configurada para acoplar fluidamente de forma selectiva el generador en un modo de almacenamiento de frío al condensador o en un modo de almacenamiento de calor al evaporador, de tal manera que el condensador se ponga en derivación cuando el generador esté acoplado fluidamente al evaporador con la válvula de desviación donde, cuando el condensador se pone en derivación, el soluto vaporizado que circula dentro del primer paso de fluido disipa energía térmica a la segunda solución que circula dentro del segundo paso de fluido para calentar por ello la segunda solución;
- 30 un controlador interconectado con la válvula de desviación para conmutación entre el modo de almacenamiento de frío y el modo de almacenamiento de calor.
2. El sistema de la reivindicación 1, incluyendo además:
- 35 un absorbedor (116) acoplado fluidamente al evaporador y al generador, estando configurado el absorbedor para disolver el soluto vaporizado recibido del evaporador a un solvente residual recibido del generador para formar una solución reconstituida, y para suministrar la solución reconstituida al generador.
- 40 3. El sistema de la reivindicación 2, incluyendo además:
- 45 un intercambiador de calor (110) acoplado entre el condensador y el evaporador, estando destinado el intercambiador de calor para intercambiar calor entre un primer flujo incluyendo el soluto condensado que fluye desde el condensador al evaporador y un segundo flujo incluyendo el soluto vaporizado que fluye desde el evaporador al absorbedor para enfriar por ello el primer flujo y calentar el segundo flujo.
- 50 4. El sistema de la reivindicación 3, donde el intercambiador de calor está configurado, cuando el condensador se pone en derivación, para intercambiar calor entre el segundo flujo y un tercer flujo incluyendo aire para enfriar por ello el segundo flujo.
- 55 5. El sistema de la reivindicación 2, incluyendo además:
- un intercambiador de calor (118) acoplado entre el absorbedor y el generador, estando destinado el intercambiador de calor para intercambiar calor entre un primer flujo incluyendo el solvente que fluye desde el generador al absorbedor y un segundo flujo incluyendo la solución reconstituida que fluye desde el absorbedor al generador para enfriar por ello el primer flujo y calentar el segundo flujo.
- 60 6. El sistema de la reivindicación 1, donde el depósito de almacenamiento térmico incluye un tercer paso de fluido (122) térmicamente acoplado al segundo paso de fluido del evaporador, estando destinado el tercer paso de fluido a hacer circular la segunda solución a través del depósito de almacenamiento térmico para realizar dicho intercambio de energía térmica entre la segunda solución y la tercera solución.
- 65 7. El sistema de la reivindicación 6, donde el depósito de almacenamiento térmico incluye un cuarto paso de fluido (124) configurado para realizar intercambio térmico con la tercera solución, pudiendo conectarse fluidamente el cuarto paso de fluido a una unidad de calentamiento y enfriamiento (128) de un vehículo de motor para transferir la energía térmica almacenada en el depósito de almacenamiento térmico al vehículo de motor.

8. El sistema de la reivindicación 7, donde el tercer paso de fluido y el cuarto paso de fluido están sumergidos al menos parcialmente en la tercera solución para proporcionar recorridos de intercambio térmico entre ellos.
- 5 9. El sistema de la reivindicación 1, donde la segunda solución y la tercera solución tienen diferentes concentraciones de soluto para facilitar la transferencia de calor entre ellas.
10. Un método de capturar y almacenar energía del calor expulsado en el escape de motor en un vehículo de motor, incluyendo el método:
- 10 absorber (202; 302) el calor del escape de motor a una primera solución incluyendo un soluto;
- vaporizar (202; 302) el soluto a un estado gaseoso por el calor absorbido del escape de motor;
- 15 operar una válvula de desviación (106) para seleccionar entre un modo de operación de almacenamiento de frío y un modo de operación de almacenamiento de calor, donde: el modo de operación de almacenamiento de frío incluye:
- condensar (204) el soluto vaporizado a un estado líquido;
- 20 a dicha condensación, volver a vaporizar (208) el soluto al estado gaseoso mediante despresurización; y
- disponer (208) una segunda solución para realizar intercambio de energía térmica entre la segunda solución y el soluto revaporizado, de tal manera que el soluto revaporizado absorba energía térmica de la segunda solución para enfriar por ello la segunda solución; y
- 25 hacer circular la segunda solución a través de un depósito de almacenamiento térmico (120) para realizar intercambio de energía térmica entre la segunda solución y una tercera solución alojada en el depósito de almacenamiento térmico para almacenar energía térmica; y
- el modo de operación de almacenamiento de calor incluye:
- 30 disponer (304) la segunda solución para realizar intercambio de energía térmica entre la segunda solución y el soluto vaporizado que no se ha condensado y revaporizado, de tal manera que el soluto vaporizado disipe energía térmica a la segunda solución para calentar por ello la segunda solución.
- 35 11. El método de la reivindicación 10, incluyendo además:
- en el modo de operación de almacenamiento de frío, disolver (212) el soluto revaporizado a un solvente residual de la primera solución para formar una solución reconstituida;
- 40 en el modo de operación de almacenamiento de calor, disolver (308) el soluto vaporizado que no se ha condensado y revaporizado al solvente residual para formar la solución reconstituida; y
- absorber (202; 302) calor del escape de motor a la solución reconstituida para vaporizar el soluto al estado gaseoso.
- 45 12. El método de la reivindicación 11, incluyendo además:
- intercambiar (214; 308) calor entre un primer flujo incluyendo el solvente residual y un segundo flujo incluyendo la solución reconstituida para enfriar por ello el primer flujo y calentar el segundo flujo.
- 50 13. El método de la reivindicación 10, incluyendo además:
- en el modo de operación de almacenamiento de frío, intercambiar (214) calor entre un primer flujo incluyendo el soluto condensado y un segundo flujo incluyendo el soluto revaporizado para enfriar por ello el primer flujo y calentar el segundo flujo.
- 55 14. El método de la reivindicación 10, incluyendo además:
- en el modo de operación de almacenamiento de calor, intercambiar (308) calor entre un primer flujo incluyendo el soluto revaporizado y un segundo flujo incluyendo aire para enfriar por ello el primer flujo.
- 60 15. El método de la reivindicación 10, incluyendo además:
- transferir la energía térmica almacenada en el depósito de almacenamiento térmico a una unidad de calentamiento y enfriamiento de un vehículo de motor.
- 65

16. El método de la reivindicación 10, donde la segunda solución y la tercera solución tienen diferentes concentraciones de soluto para facilitar la transferencia de calor entre ellas.



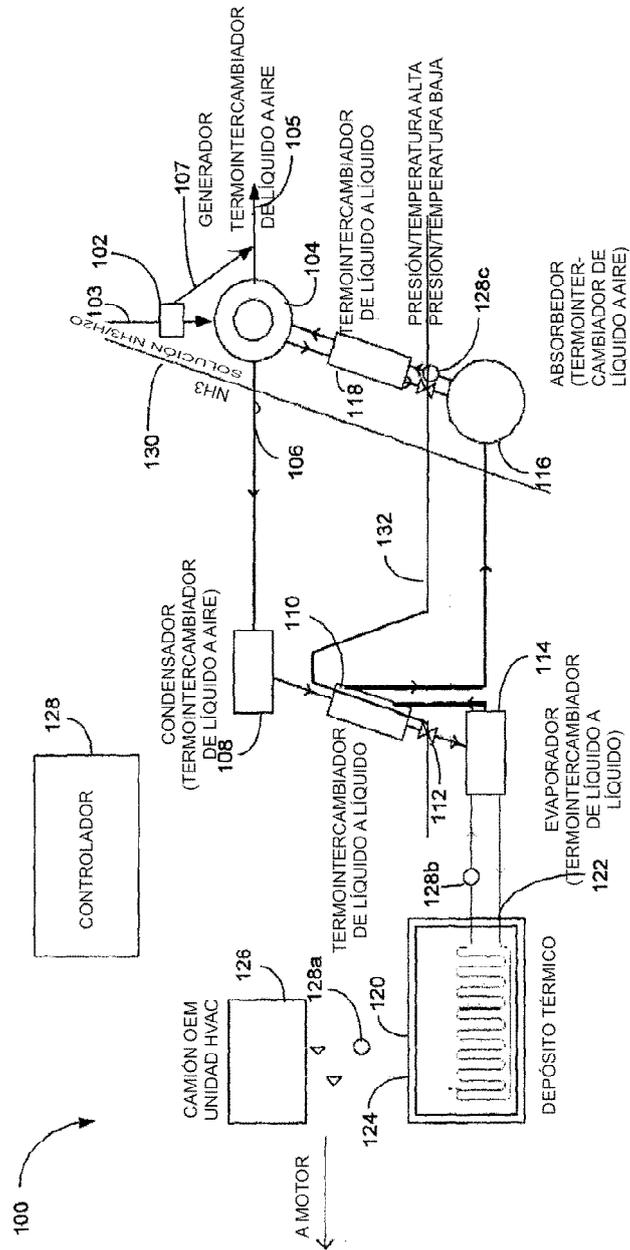


FIG. 2A

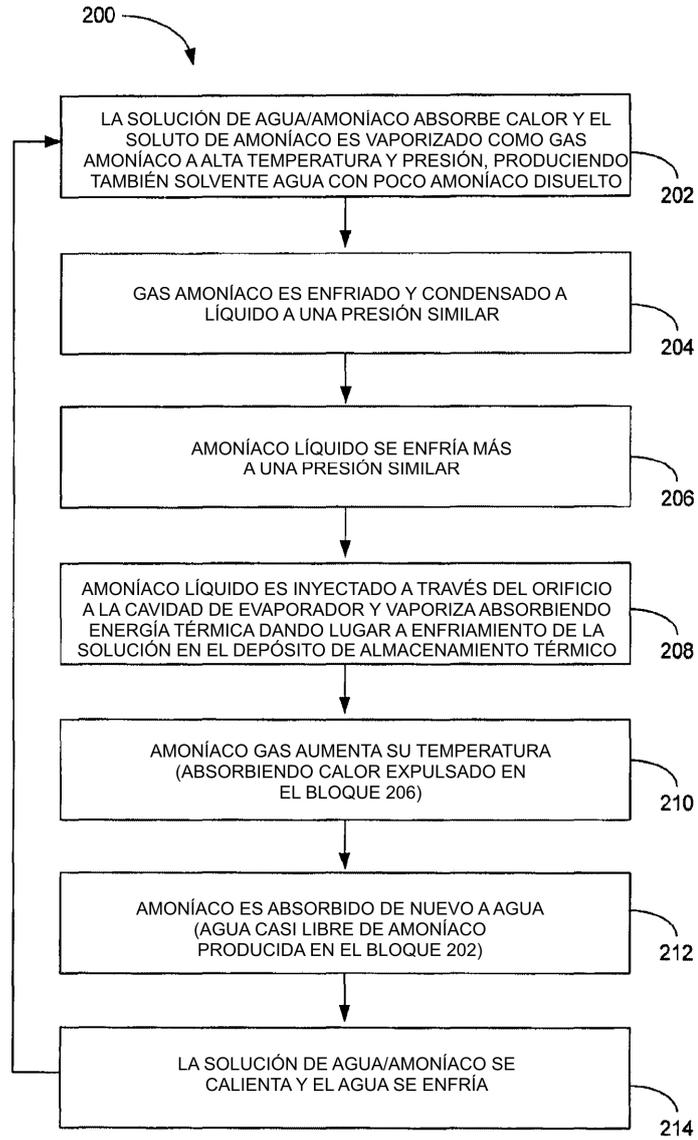


FIG. 2B

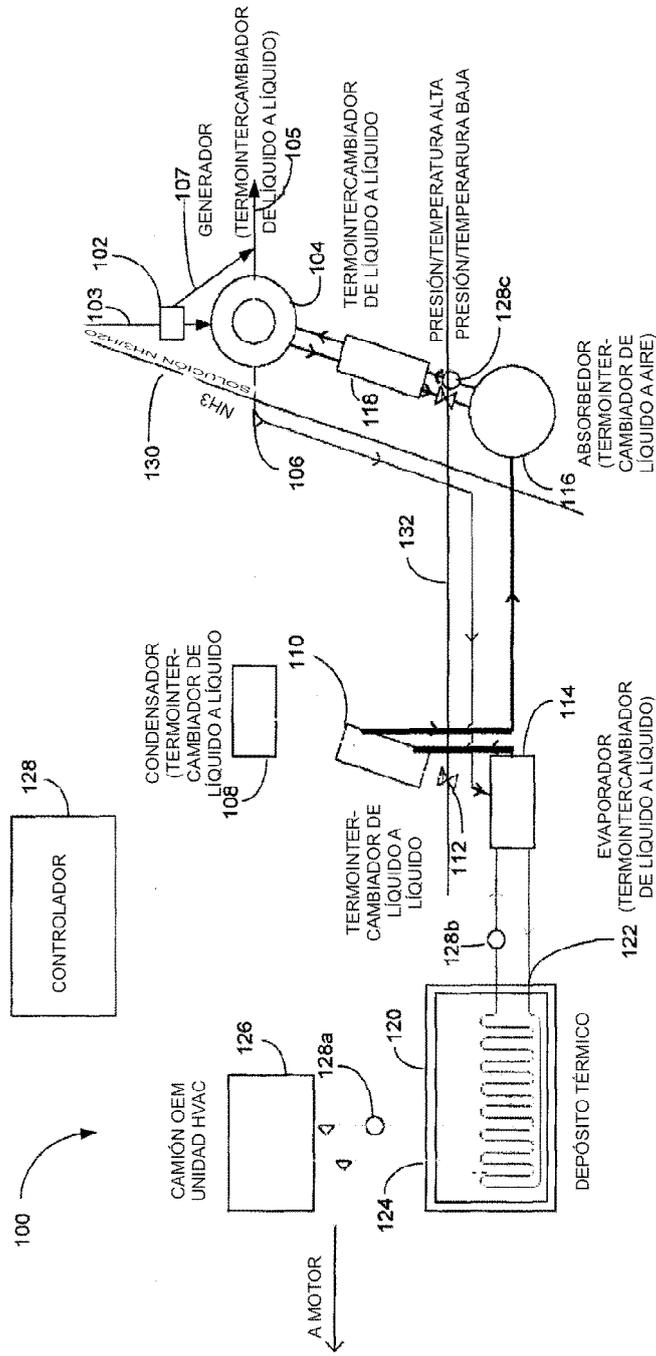


FIG. 3A

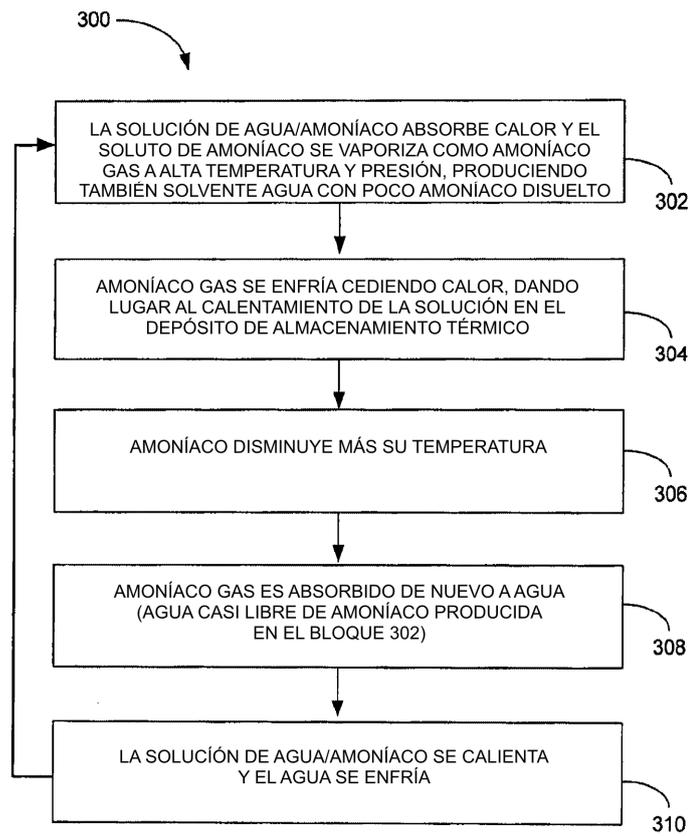


FIG. 3B

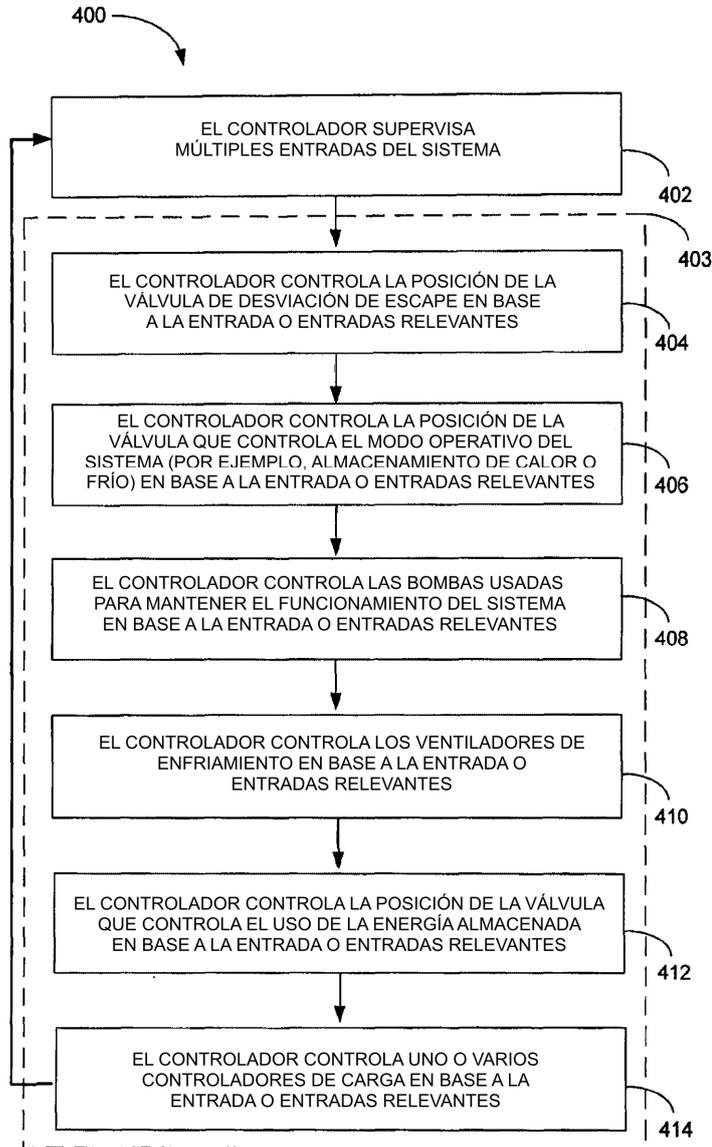


FIG. 4

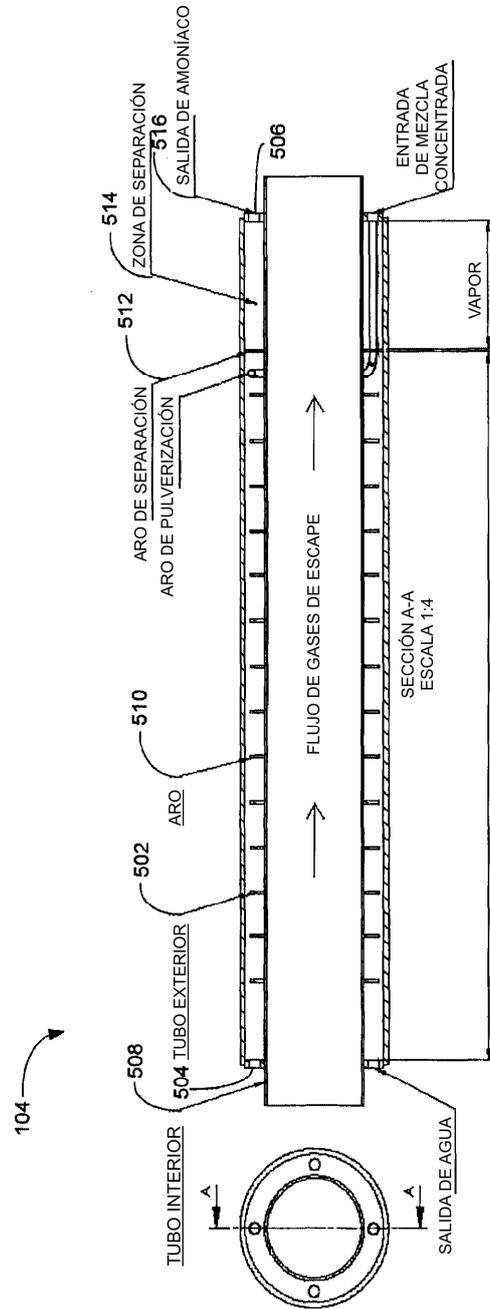


FIG. 5