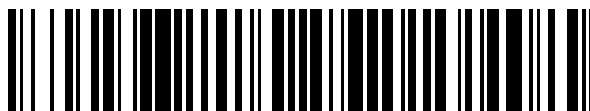


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 947 219**

51 Int. Cl.:

F25B 9/00 (2006.01)
F25B 9/06 (2006.01)
F25B 19/00 (2006.01)
F25B 27/00 (2006.01)
F25D 19/00 (2006.01)
F01K 25/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.11.2013** **PCT/GB2013/053056**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2014** **WO14076508**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.11.2013** **E 13796132 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2023** **EP 2920526**

54 Título: **Mejoras en la refrigeración**

30 Prioridad:

19.11.2012 GB 201220788

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
03.08.2023

73 Titular/es:

CLEAN COLD POWER UK LIMITED (100.0%)
Unit 5 Stafford Cross Business Park, Stafford
Road
Croydon CR0 4TU, GB

72 Inventor/es:

AYRES, MICHAEL;
CLARKE, HENRY y
DEARMAN, MICHAEL

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 947 219 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

Mejoras en la refrigeración

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un sistema que comprende un motor criogénico y un sistema de refrigeración.

Antecedentes de la invención

10

La mayoría de los sistemas de refrigeración de vehículos de transporte que se utilizan en la actualidad funcionan con un motor de combustión interna que funciona con combustible diésel, ya sea directamente con un generador auxiliar montado en el remolque refrigerado, o indirectamente tomando energía de la unidad de motor del tractor mecánicamente o eléctricamente a través de un alternador. A continuación, el enfriamiento se logra mediante el uso

15

Normalmente, tanto la toma de fuerza como la unidad de refrigeración están sobreespecificadas para el nivel de enfriamiento que normalmente se requiere para mantener la temperatura del compartimiento en tránsito. Esto se debe a varias razones:

20

i) La unidad de refrigeración debe ser capaz de enfriar el contenedor después de que se hayan abierto las puertas;

ii) El rendimiento de aislamiento de dichos compartimentos fríos se degrada en un 3 - 5 % por año, aumentando la potencia de enfriamiento requerida a lo largo del ciclo de vida; y

25

iii) APT exige que la unidad de refrigeración debe poder extraer calor de 1,35 a 1,75 veces la transferencia de calor a través de la pared del contenedor a una temperatura ambiente de 30 °C.

30

El resultado de esto es que las unidades de refrigeración de los vehículos móviles pasan gran parte de su vida útil funcionando en un punto ineficiente. La consecuencia de esto es que los coeficientes de rendimiento de las unidades de refrigeración móviles normalmente son bastante bajos en comparación con otros equipos de refrigeración (por ejemplo, aproximadamente de 0,5 para compartimentos congelados a -20 °C a 1,5-1,75 para compartimentos refrigerados a 3 °C).

35

En la actualidad, se estima que aproximadamente el 0,05 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en el Reino Unido provienen de los equipos de refrigeración utilizados para el transporte de alimentos. Esta es una pequeña proporción pero representa una cantidad significativa. En consecuencia, existe la necesidad de reducir las emisiones de las unidades de transporte refrigeradas. El uso ineficiente de combustibles de hidrocarburo para estas unidades de refrigeración también es desventajoso y, por lo tanto, se requiere un método para reducir su consumo en esta aplicación.

40

Se han propuesto varios métodos de enfriamiento alternativos. Estos incluyen el almacenamiento de energía a través de pilas de combustible o baterías eléctricas para las cuales los inconvenientes de coste, infraestructura y tiempo de carga se sabe que son indeseables. Se han utilizado vigas eutécticas que emplean materiales de cambio de fase para almacenar frío, pero estos imponen una penalización de peso significativa. Los métodos de adsorción y absorción que utilizan el calor residual de la unidad de alimentación de tractor son conocidos, pero tienden a ser voluminosos y dependen del calor de alta calidad de la unidad de alimentación de tractor que puede no estar disponible al ralentí. Los sistemas de refrigeración de ciclo de aire que usan aire del compartimiento frío como fluido de trabajo eliminan la necesidad de refrigerantes, pero aún requieren una fuente de alimentación.

50

Se han descrito diversos sistemas criogénicos en los que un fluido criogénico tal como nitrógeno líquido se almacena en un recipiente aislado y se usa como fuente de frío. Estos se pueden agrupar generalmente como sistemas que usan el criógeno directamente rociándolo en el compartimiento frío, tal y como se describe en los documentos WO 2011/126581 y US 3699694, sistemas que usan el criógeno indirectamente a través de un intercambiador de calor, tal y como se describe en los documentos WO 2010/128233 y WO 01/53764, o una mezcla de ambos. También se conoce el uso de un criógeno con un sistema de refrigeración accionado de forma independiente para reducir la cantidad de criógeno que debe transportarse. En el documento EP 0599612, el criógeno intercambia calor directamente con el refrigerante en un tanque de suspensión. En los documentos WO 2007/116382 y EP 0599626 se ha considerado la posibilidad de usar un vapor calentado o de ventilación procedente del intercambio de calor indirecto para accionar un ventilador de desplazamiento de aire.

60

El documento US 3451342 divulga un sistema de motor criogénico para convertir el potencial de energía térmica entre un depósito de un fluido criogénico y un entorno ambiente. El sistema de motor criogénico acciona una bomba criogénica principal para forzar el gas licuado desde el depósito a través de un conducto de suministro hasta un dispositivo de utilización. La energía para la bomba se suministra a través de un árbol común que interconecta la bomba con tres motores de expansión y con una bomba auxiliar. El depósito también está acoplado al puerto de

65

entrada de la bomba auxiliar por medio de una línea de suministro de combustible criogénico. Entre la bomba auxiliar y cada uno de los motores de expansión hay intercambiadores de calor para expandir el gas al recibir calor desde una fuente de calor.

5 Sin embargo, el uso directo del criógeno puede representar un peligro de asfixia con muchas opciones de fluido criogénico. Además, los sistemas de refrigeración existentes que usan sustancias criogénicas son ineficientes. Por lo tanto, existe la necesidad de un sistema de refrigeración comercialmente viable, eficiente, seguro y sostenible que emplea las propiedades beneficiosas de las sustancias criogénicas.

10 Es un objetivo de la invención abordar los problemas anteriores.

Sumario de la invención

15 La presente invención está definida por las reivindicaciones adjuntas. En particular, la presente invención está definida por un sistema de la reivindicación 1. Asimismo, la presente invención también está definida por un sistema de la reivindicación 2.

20 Una ventaja de acoplar un sistema de motor criogénico con un sistema de refrigeración es que el sistema de refrigeración puede reducirse y usarse sólo para mantener la temperatura de la unidad, mientras que el fluido criogénico también se puede usar directamente para lograr beneficios tales como un descenso rápido de la temperatura y un funcionamiento silencioso. Es más, el calor procedente del compartimiento de refrigeración puede usarse para calentar el fluido criogénico antes de la etapa de expansión y, por tanto, mejorar en gran medida la eficiencia del motor criogénico.

25 En una realización, el sistema de refrigeración puede comprender un ciclo de compresión de vapor.

En una realización, el sistema de circulación de fluido de transferencia de calor intermedio puede incluir un compresor para comprimir un fluido de transferencia de calor dentro del sistema. Dicho compresor puede ser accionado por los medios de accionamiento del motor criogénico.

30 En una realización, los primer y/o tercer miembros de transferencia de calor están configurados para intercambiar calor con el interior de la cámara.

35 En una realización, el sistema puede incluir un primer conducto para eliminar la atmósfera del interior de la cámara y para dirigir la atmósfera sobre los miembros de transferencia de calor y un segundo conducto para dirigir la atmósfera de vuelta a dicho interior de dicha cámara.

40 En una realización, el sistema también puede incluir un ventilador para hacer circular aire desde el compartimiento de refrigeración a través del primer y/o segundo conducto. Dicho ventilador puede ser accionado por los medios de accionamiento del motor criogénico.

45 En una realización, el sistema de circulación de fluido de transferencia de calor intermedio puede incluir además: un condensador formado por dicho segundo miembro de transferencia de calor; un expansor; y un evaporador formado por dicho tercer miembro de transferencia de calor.

En una realización, el compresor puede ser accionado por los medios de accionamiento del sistema de motor criogénico.

50 En una realización, el sistema puede comprender además un segundo medio de transferencia que se extiende entre un respiradero o escape del sistema de motor criogénico y un compartimiento de refrigeración del sistema de refrigeración para transferir fluido de trabajo desde el respiradero o escape al compartimiento de refrigeración.

En una realización, el sistema de refrigeración puede ser un ciclo de aire.

55 En una realización, un sistema de refrigeración por ciclo de aire puede comprender: un primer conducto para eliminar aire de un compartimiento de refrigeración; un compresor; un intercambiador de calor de refrigerador para calentar aire en el sistema de refrigeración antes de la expansión; un expansor y un segundo conducto para devolver aire enfriado expandido a un compartimiento de refrigeración.

60 En una realización, el compresor del ciclo de refrigeración por aire puede ser accionado por los medios de accionamiento del sistema de motor criogénico.

En una realización, al menos un intercambiador de calor del sistema de motor criogénico puede estar acoplado con al menos un intercambiador de calor del sistema de refrigeración.

65 En una realización, al menos uno del segundo intercambiador de calor y un intercambiador de calor de escape del

sistema de motor criogénico está acoplado con un intercambiador de calor de refrigerador.

En una realización, el fluido de trabajo del sistema de motor criogénico puede comprender al menos uno de nitrógeno líquido, aire líquido, gas natural licuado, dióxido de carbono, oxígeno, argón, aire comprimido o gas natural comprimido.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describirá la invención, únicamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- La figura 1 es un diagrama de flujo de bloques de un sistema de acuerdo con la divulgación;
- La figura 2 es una vista esquemática de un sistema de motor criogénico de acuerdo con la divulgación;
- La figura 3 es una vista esquemática de un sistema de motor criogénico de acuerdo con la divulgación;
- La figura 4 es una vista esquemática del sistema de motor criogénico que se muestra en la figura 2 y un primer sistema de refrigeración ilustrativo de acuerdo con la divulgación;
- La figura 5 es una vista esquemática de un sistema de acuerdo con la invención;
- La figura 6 es una vista esquemática de un sistema adicional de acuerdo con la invención;
- La figura 7 es una vista esquemática de un sistema adicional de acuerdo con la invención; y
- La figura 8 es una vista esquemática de un sistema adicional de acuerdo con la invención.

En los dibujos, las características similares se indican con números de referencia similares.

Descripción detallada de los dibujos

La figura 1 muestra un diagrama de flujo de bloques de un sistema 1 de acuerdo con la divulgación. El sistema 1 comprende un sistema de motor criogénico 10 y un sistema de refrigeración 60. El sistema de motor criogénico 10 comprende un ciclo de potencia termodinámico 12 y un tanque 14 para almacenar un fluido de trabajo criogénico, tal como nitrógeno líquido, aire líquido, gas natural licuado, dióxido de carbono, oxígeno, argón, aire comprimido o gas natural comprimido, o una mezcla de fluidos criogénicos, tal como aire líquido. El experto en la materia entenderá que podría usarse igualmente cualquier otro fluido de trabajo criogénico adecuado. El sistema de refrigeración 60 comprende un sistema de refrigeración 62 que se usa para refrigerar un compartimento de refrigeración 64. Un sistema de intercambio de calor 90 está formado por uno o más componentes cualesquiera que transfieren frío del fluido criogénico al interior 64i de un compartimento de refrigeración y/o calor del interior 64i del compartimento de refrigeración 64 al fluido criogénico WF para ayudar a la expansión del mismo.

Como se muestra en la figura 1, el sistema de motor criogénico 10 y el sistema de refrigeración 60 están mecánica y/o térmicamente acoplados entre sí. El sistema de motor criogénico 10 está mecánicamente acoplado al sistema de refrigeración 62 del sistema de refrigeración 60, y está térmicamente acoplado con el sistema de refrigeración 62 y/o directamente con el compartimento de refrigeración 64. El acoplamiento térmico es por medio de un sistema de intercambio de calor 90 analizado con más detalle más adelante en el presente documento. El acoplamiento mecánico significa que el sistema de motor criogénico 10 acciona mecánicamente el sistema de refrigeración 62. De manera alternativa, el acoplamiento mecánico puede permitir que el sistema de motor criogénico accione un generador de electricidad para accionar el sistema de refrigeración. El acoplamiento térmico significa que el calor generado por el sistema de refrigeración 60 se usa para expandir el fluido de trabajo en el sistema de motor criogénico 10, y el enfriamiento (resultado del fluido de trabajo criogénico) en el sistema de motor criogénico 10 actúa como un disipador de calor para eliminar calor del sistema de refrigeración 60. El sistema de motor criogénico 10 puede ser un disipador de calor directo o indirecto para el compartimento de refrigeración 64. En la disposición directa, el frío del motor criogénico pasa directamente a un intercambiador de calor en contacto directo con la atmósfera desde dentro del contenedor 64 mientras que en la disposición indirecta el frío del motor criogénico pasa primero a un fluido de transferencia de calor intermedio F que a continuación pasa el frío a la atmósfera desde dentro del compartimento 64. Ambas de estas disposiciones se describen en detalle más adelante en el presente documento. Las figuras 7 y 8 ilustran disposiciones indirectas.

La figura 2 muestra un sistema de motor criogénico 110 de acuerdo con la divulgación. Un ciclo de potencia termodinámico 112 del sistema de motor criogénico 110 implica el suministro de fluido de trabajo criogénico presurizado WF (por ejemplo, nitrógeno líquido) desde un tanque de almacenamiento aislado 114. Esto se logra usando una bomba criogénica 116 montada dentro del tanque 114 o externamente, o por presurización del tanque a través de un circuito de calentamiento, por ejemplo. El nitrógeno líquido se suministra a un primer intercambiador de calor 118 para transferencia de calor indirecta en la que el nitrógeno líquido se vaporiza a nitrógeno gaseoso y se calienta antes de expandirse en un primer expansor 120. Como la expansión es casi adiabática, hay una caída en la temperatura del nitrógeno gaseoso. Por lo tanto, el frío se captura antes y después de cada etapa de expansión. A la primera expansión le sigue cualquier número de etapas subsiguientes que implican un intercambiador de calor y una expansión adicionales. La disposición que se muestra en la figura 2 comprende un segundo intercambiador de calor 122 y un segundo expansor 124. El fluido de trabajo o nitrógeno gaseoso también pasa a través de un intercambiador de calor de escape indirecto 126 adicional después de la expansión final, antes de ventilar a la atmósfera a través de un respiradero 128. Los expansores en cada etapa son del tipo alternativo o de turbina que generan energía a través

de un medio de accionamiento que se muestra en las figuras en forma de un árbol de accionamiento 130. La salida de potencia mecánica a través del árbol de accionamiento 130 se usa para impulsar otros dispositivos o sistemas, tales como un sistema de refrigeración, como se describe en detalle más adelante.

Aunque el medio de accionamiento 130 se describe aquí como un árbol de accionamiento, el experto en la materia comprenderá que podrían usarse medios de accionamiento mecánicos alternativos. Además, también se podrían usar bombas o motores hidráulicos o eléctricos y otros medios de accionamiento no mecánicos. También se pueden proporcionar medios de almacenamiento intermedios, tales como una batería. Adicionalmente, cada expansor podría acoplarse con un medio de accionamiento o árbol de accionamiento separado, en cuyo caso los árboles de accionamiento están acoplados entre sí, por ejemplo mediante un acoplamiento eléctrico.

La figura 3 muestra un sistema de motor criogénico 210 de acuerdo con la divulgación. El sistema de motor criogénico 210 comprende un tanque 214, una primera bomba 216, un primer intercambiador de calor 218, un primer expansor 220 y un respiradero 228, tal y como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 2. Sin embargo, en esta disposición, la transferencia de calor por contacto directo se usa para transferir calor al nitrógeno usando un fluido de transferencia de calor (tal como glicol, agua, refrigerante o aire) que se introduce en el primer expansor 220 usando una segunda bomba 232 y un introductor 250. Por lo tanto, el nitrógeno es calentado dentro del primer expansor 220 por el fluido de transferencia de calor y puede vaporizarse. Después de la expansión, el fluido de transferencia de calor se separa del nitrógeno mediante un separador de fase ciclónico u otro 234, con el nitrógeno gaseoso ventilado a la atmósfera a través del respiradero 228. Una vez separado del nitrógeno, el fluido de transferencia de calor se pasa a través de un recalentador 236 y es bombeado de vuelta al primer expansor 220 por la segunda bomba 232 para su reutilización.

Como se muestra en la figura 3, la segunda bomba 232 es impulsada por un árbol de accionamiento 230 que genera potencia mecánica desde el primer expansor 220. Sin embargo, igualmente podría usarse cualquier otra fuente de alimentación convenientemente ubicada. El expansor 220 puede ser nuevamente del tipo alternativo o de turbina y consistir en etapas múltiples o individuales que generan salida de potencia a través del árbol de accionamiento 230. De manera alternativa, cada expansor puede generar trabajo mecánico a través de su propio árbol de accionamiento separado, en cuyo caso los árboles de accionamiento están acoplados entre sí, por ejemplo mediante un acoplamiento eléctrico.

Como se muestra en la figura 2 y la figura 3, el trabajo generado por el árbol de accionamiento a partir de etapas de expansión se usa para accionar la primera bomba. En las realizaciones del sistema de la presente invención que se muestran en las figuras 5 a 8, la potencia mecánica generada por las expansiones y generada por el árbol de accionamiento se usa para accionar un sistema de refrigeración para enfriar un compartimiento de refrigeración. El sistema de refrigeración es de cualquier disposición conocida que pueda hacer uso de la potencia del árbol, tal como el tipo de compresión de vapor o de ciclo de aire.

La figura 4 muestra un sistema 300 que comprende un sistema de motor criogénico 310 como el que se muestra en la figura 2 acoplado mecánicamente a través de un árbol de accionamiento 330 a un sistema de refrigeración 360. El sistema de refrigeración 360 comprende un ciclo de aire que comprende un primer conducto 366 para eliminar aire de un compartimiento de refrigeración, un compresor 368, un intercambiador de calor de refrigerador 370, un expansor 372 y un segundo conducto 374 para devolver aire frío a un compartimiento de refrigeración. La figura 4 muestra que el árbol de accionamiento 330 acciona el compresor 368 del sistema de refrigeración 360. El expansor 372 del sistema de refrigeración ayuda al accionamiento del árbol de accionamiento 330.

También es ventajoso lograr acoplamiento térmico, así como acoplamiento mecánico, entre el sistema de motor criogénico y el sistema de refrigeración. Las figuras 5 a 8 muestran realizaciones de la invención que logran esta ventaja. En estas realizaciones, los intercambiadores de calor en el sistema de motor criogénico están acoplados con los del sistema de intercambio de calor 90 a través de tuberías apropiadas u otros medios de interfaz. El propósito de esto es recuperar calor del compartimiento 64 para calentar el fluido criogénico en el sistema de motor criogénico listo para la expansión. El calor también puede provenir de la atmósfera (calor ambiental) o de cualquier otra fuente, como un motor de CI. El otro beneficio de este enfoque es mejorar el rechazo de calor del sistema de refrigeración, mejorando así las propiedades de refrigeración del sistema. Puede ser beneficioso que esta transferencia de calor sea adicional a la transferencia de calor con el entorno en un intercambiador de calor/radiador combinado.

La figura 5 muestra un sistema 400 que comprende un sistema de motor criogénico 410 (como el descrito anteriormente con referencia a la figura 2) que tiene un ciclo de potencia termodinámico de dos etapas acoplado a un sistema de refrigeración de ciclo de aire, como se describe con referencia a la figura 4. Los intercambiadores de calor segundo 422 y de escape 426 del sistema de motor criogénico están acoplados térmicamente con un intercambiador de calor 470 en el lado caliente del sistema de refrigeración. Esto puede ser adicional o usarse para reemplazar el intercambio de calor con la atmósfera en el sistema de refrigeración. Un intercambiador de calor de primera etapa 418 (o vaporizador) está acoplado con un flujo de aire de retorno 474 (es decir, aire frío que es devuelto al compartimiento de refrigeración) para permitir que el criógeno enfrie más el aire de retorno antes de volver al compartimiento frío. Si el fluido criogénico es aire líquido, también puede ser preferente ventilar el escape frío directamente al compartimiento. Como se ha descrito anteriormente, una primera bomba 416 del sistema de motor criogénico 410 y un compresor 468

del sistema de refrigeración 460 son accionados por un árbol de accionamiento 430 que genera trabajo mecánico proporcionado por los expansores del sistema de motor criogénico 410. El expansor 472 del sistema de refrigeración ayuda a accionar el árbol de accionamiento 430.

La figura 6 muestra un sistema 500 similar al de la figura 5, pero con el sistema de motor criogénico reemplazado por un sistema 510 como el que se muestra en la figura 3. En esta realización, un fluido de intercambio de calor (HEF) se usa para calentar nitrógeno en el sistema de motor criogénico 510 durante la expansión en un primer expansor 520, y beneficiosamente un recalentamiento de fluido de intercambio de calor (HEF) usa calor del lado caliente del ciclo de aire del sistema de refrigeración. El introductor 550 permite que el HEF se introduzca en el expansor 550. Esto permite temperaturas más altas que la temperatura ambiente en la expansión de nitrógeno, aumentando la salida de trabajo del ciclo de potencia del sistema de motor criogénico 510.

La figura 7 muestra una realización adicional en la que un sistema de motor criogénico 610 como el descrito anteriormente con referencia a la figura 2 está acoplado con un sistema de refrigeración por compresión de vapor 660 que comprende un primer conducto 666 para eliminar aire/atmósfera de un compartimento de refrigeración 64, un compresor 676, un condensador 678, una válvula de expansión 680, un evaporador 682, un segundo conducto 674 para devolver aire frío a un compartimento de refrigeración 64, y un ventilador 684 para hacer circular aire desde el compartimento de refrigeración 64 a través del primer y/o segundo conducto para enfriamiento. Los intercambiadores de calor segundo 622 y de escape 626 están acoplados térmicamente con el condensador 678 del sistema de refrigeración 660. Un intercambiador de calor de primera etapa 618 y el evaporador 682 están dispuestos para intercambiar secuencialmente calor con aire frío procedente de un compartimento de refrigeración 64. Se usa un sistema de circulación de fluido de transferencia de calor intermedio 690 entre los componentes del sistema de refrigeración 660 y contiene un fluido de transferencia de calor F. Como se ha descrito anteriormente, una primera bomba 616 del ciclo del motor criogénico y el compresor 676 del sistema de refrigeración son accionados por un árbol de accionamiento 630 que genera trabajo mecánico proporcionado por los expansores del sistema de motor criogénico 610. El ventilador 684 que impulsa el flujo de aire sobre los serpentines de enfriamiento también es accionado por el árbol de accionamiento 630.

La figura 8 ilustra una realización adicional más en la que se usa fluido de intercambio de calor (HEF) en la disposición de motor criogénico, como se ha analizado antes, mientras que se usa un fluido de transferencia de calor F en el circuito de refrigeración. Con más detalle, el fluido de trabajo WF se hace pasar a través del primer intercambiador de calor 718 para expandir el fluido de trabajo antes de introducirlo en el expansor 720. El fluido de intercambio de calor HEF se proporciona en un circuito separado que incluye un introductor 750 para introducir el HEF en el expansor 750, un separador de fase 734 para separar HEF de WF y permitir que el fluido de trabajo usado se ventile a la atmósfera a través del escape 728 y que el HEF se recircule a través de un condensador de intercambiador de calor 722, 726, 770, 778 en el que se recalienta antes de ser enviado de vuelta al expansor 720 para su reutilización. El intercambiador de calor 722 también actúa como el intercambiador de calor de condensador 778 en el circuito de sistema de refrigeración 790. El circuito 790 incluye además un compresor 776 que es accionado preferentemente por los medios de accionamiento 730 del motor criogénico 710, un expansor 780 para expandir el fluido circulante F y un evaporador 782 como se ha descrito con referencia a la figura 7 anteriormente. El fluido F que se ha expandido pasa a través del evaporador de intercambio de calor 782 antes de ser devuelto al compresor 776. La realización incluye además un primer conducto 666 para eliminar aire/atmósfera de un compartimento de refrigeración 64 y hacer que dicha atmósfera pase sobre el intercambiador de calor de expansor 782 para intercambiar calor entre la atmósfera procedente del compartimento 64 y el fluido F, para enfriar así la atmósfera y un segundo conducto 774 antes de devolver la atmósfera al contenedor 64. El primer intercambiador de calor 718 puede colocarse en la trayectoria de flujo de la atmósfera y, convenientemente, puede colocarse dentro del segundo conducto 774 para enfriar o enfriar aún más la atmósfera por medio de transferencia de calor. Los intercambiadores de calor 782 y 718 pueden estar dispuestos en serie o en paralelo dentro de uno u otro o ambos conductos 766, 774.

Se apreciará que los intercambiadores de calor 118, 122, 126, 218, 236, 318, 322, 326, 370, 418, 422, 426, 470, 518, 570, 618, 622, 626, 670, 718, 782, 770 de las disposiciones anteriores individualmente y/o en combinación entre sí forman efectivamente un sistema de intercambio de calor 90 para intercambiar calor entre el motor criogénico y uno u otro o ambos del sistema de refrigeración 60 o el propio compartimento de refrigeración 64. Uno o más de estos intercambiadores de calor pueden denominarse miembro de transferencia de calor cuando realizan la tarea de transferencia de calor. El intercambio de calor directo dentro de esta memoria descriptiva se refiere al intercambio de calor entre el motor criogénico y la atmósfera desde dentro de un compartimento de refrigeración 64 a través de un único intercambiador de calor, mientras que el intercambio de calor indirecto se refiere a disposiciones que emplean un fluido de transferencia de calor intermedio.

En todas las realizaciones descritas anteriormente, la potencia de árbol del motor criogénico generada por el árbol de accionamiento o los árboles de accionamiento (asistidos por cualquier expansor dentro del sistema de refrigeración) se usa para accionar los compresores, bombas y cualquier ventilador en el sistema de refrigeración. En una realización alternativa, la totalidad o parte de la salida de potencia de árbol por el eje de transmisión se usa como fuente de alimentación auxiliar y, por lo tanto, se usa, por ejemplo, para accionar un alternador con fines de iluminación o control o se usa como fuente primaria para suministrar potencia al tractor.

- Los ejemplos de aplicaciones para el sistema de la presente invención incluyen remolques refrigerados para vehículos pesados, sistemas de refrigeración para vehículos ligeros y furgonetas y sistemas para contenedores refrigerados usados en el transporte marítimo. El sistema también es beneficioso para algunas clases de contenedores y edificios refrigerados estáticos. En todas las aplicaciones mencionadas anteriormente, el término refrigerado se aplica a cualquier temperatura de mantenimiento inferior a la ambiente, incluyendo, pero sin limitación, la temperatura estándar para el transporte de productos perecederos ($\sim 0^{\circ}\text{C}$) y para productos congelados ($\sim -20^{\circ}\text{C}$). También existen aplicaciones potenciales para esta invención para todas las clases de sistemas de aire acondicionado, especialmente aquellos instalados en aplicaciones de transporte.
- 5
- 10 La presente invención se ha descrito anteriormente de forma ilustrativa con referencia a los dibujos adjuntos, de los cuales, las figuras 5 a 8, representan realizaciones de la invención. Se entenderá que existen muchas realizaciones diferentes de la invención, y que todas estas realizaciones están dentro del alcance de la invención como se define por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema que comprende:

- 5 un sistema de motor criogénico (410, 610) que comprende un fluido de trabajo (WF) y un expansor (420, 620) para expandir el fluido de trabajo (WF);
un sistema de refrigeración (460, 660), que comprende un sistema de intercambio de calor (90) en donde:
- 10 el sistema de motor criogénico (410, 610) y el sistema de refrigeración (660) están acoplados térmicamente entre sí a través del sistema de intercambio de calor (90) de modo que el fluido de trabajo (WF) en el sistema de motor criogénico (410, 610) actúa como un disipador de calor para eliminar calor del sistema de refrigeración (660) y el calor generado por el sistema de refrigeración (660) se usa para expandir el fluido de trabajo (WF) en el expansor (420, 620) del sistema de motor criogénico (610); comprendiendo el sistema
- 15 un compartimiento de refrigeración (64) conectado térmicamente al sistema de intercambio de calor (90); en donde el sistema de motor criogénico (410, 610) es un disipador de calor directo e indirecto para eliminar calor del compartimiento de refrigeración (64); y
en donde el sistema de intercambio de calor (90) comprende:
- 20 un primer intercambiador de calor (418, 618) en contacto térmico directo con fluido de trabajo (WF) procedente del sistema de motor criogénico (410, 610) y en contacto térmico directo con el compartimiento de refrigeración (64);
un segundo miembro de transferencia de calor (422, 426, 622, 626, 670, 678) en contacto térmico directo con el fluido de trabajo (WF) expandido en el expansor (420, 620) del sistema de motor criogénico (410, 610);
- 25 un tercer miembro de transferencia de calor (470, 682) en contacto térmico directo con el interior del compartimiento (64); y
un sistema de circulación de fluido de transferencia de calor intermedio (466, 474, 690) que comprende un fluido de transferencia de calor (F) en contacto térmico tanto con el segundo miembro de transferencia de calor (422, 426, 622, 626, 670, 678) como con el tercer miembro de transferencia de calor (470, 682).
- 30

2. Un sistema que comprende:

- un sistema de motor criogénico (510, 710) que comprende un fluido de trabajo (WF) y un fluido de intercambio de calor (HEF);
- 35 un expansor (520, 720) para expandir el fluido de trabajo (WF);
un introductor (550, 750) para proporcionar el fluido de intercambio de calor (HEF) al expansor (520, 720);
un separador de fases (534, 734) para separar el fluido de intercambio de calor (HEF) del fluido de trabajo (WF);
un sistema de refrigeración, que incluye un sistema de intercambio de calor (90) en donde:
- 40 el sistema de motor criogénico (510, 710) y el sistema de refrigeración están acoplados térmicamente entre sí a través del sistema de intercambio de calor (90) de modo que el fluido de trabajo (WF) y el fluido de intercambio de calor (HEF) en el sistema de motor criogénico (510, 710) actúan como un disipador de calor para eliminar calor del sistema de refrigeración y
el calor generado por el sistema de refrigeración se usa para expandir el fluido de trabajo (WF) en el expansor
- 45 (520, 720) del sistema de motor criogénico (510, 710); comprendiendo el sistema un compartimiento de refrigeración (64) conectado térmicamente al sistema de intercambio de calor (90);
en donde el sistema de motor criogénico (510, 710) es un disipador de calor directo e indirecto para eliminar calor del compartimiento de refrigeración (64); y
en donde el sistema de intercambio de calor (90) comprende:
- 50 un primer intercambiador de calor (518, 718) en contacto térmico directo con el fluido de trabajo (WF) procedente del sistema de motor criogénico (510, 710) y en contacto térmico directo con el compartimiento de refrigeración (64);
un segundo miembro de transferencia de calor (522, 722, 726, 770, 778) en contacto térmico directo con el
- 55 fluido de intercambio de calor (HEF) del sistema de motor criogénico (510, 710);
un tercer miembro de transferencia de calor (570, 782) en contacto térmico directo con el interior del compartimiento (64); y un sistema de circulación de fluido de transferencia de calor intermedio (566, 790) que comprende un fluido de transferencia de calor (F) en contacto térmico tanto con el segundo miembro de transferencia de calor (722, 726, 778) como con el tercer miembro de transferencia de calor (570, 782).
- 60

3. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el sistema de refrigeración (660) incluye un ciclo de compresión de vapor.

- 65 4. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde dicho sistema de circulación de fluido de transferencia de calor intermedio (466, 474, 566, 690, 790) incluye un compresor (468, 568, 676, 776) para comprimir el fluido de transferencia de calor dentro del sistema.

5. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 4, en donde dicho motor criogénico (410, 510, 610, 710) incluye un medio de accionamiento (430, 530, 630, 730) y dicho compresor (468, 568, 676, 776) es accionado por dicho medio de accionamiento (430, 530, 630, 730).
6. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dichos primer (418, 518, 618, 718) y/o tercer (470, 682, 570, 782) miembros de transferencia de calor están configurados para intercambiar calor con un interior (64i) de la cámara (64).
7. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye además un primer conducto (666, 766) para eliminar la atmósfera del interior (64i) de la cámara (64) y para dirigirla sobre el tercer miembro de transferencia de calor (682, 782) y un segundo conducto (674, 774) para dirigir la atmósfera de vuelta a dicho interior (64i) de dicha cámara (64).
8. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que incluye un ventilador (684, 784) para hacer circular la atmósfera desde el compartimiento de refrigeración (64) a través del primer y/o segundo conducto (666, 674, 766, 774).
9. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, en donde el sistema de circulación de fluido de transferencia de calor intermedio (690, 790) incluye además:
- un condensador (678, 778) formado por dicho segundo miembro de transferencia de calor (622, 722);
 - un expansor (680, 780); y
 - un evaporador formado por dicho tercer miembro de transferencia de calor (682, 782).
10. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un segundo medio de transferencia que se extiende entre un respiradero o escape (628, 728) del sistema de motor criogénico (610, 710) y un compartimiento de refrigeración (64) del sistema de refrigeración para transferir fluido de trabajo (WF) desde el respiradero o escape al compartimiento de refrigeración.
11. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el sistema de refrigeración es un ciclo de aire y comprende:
- un primer conducto (466, 566) para eliminar aire de un compartimiento de refrigeración (64);
 - un compresor (468, 568);
 - un intercambiador de calor de refrigerador (470, 570) para enfriar aire en el sistema de refrigeración antes de la expansión;
 - un expansor (472, 572); y un segundo conducto (474) para devolver aire enfriado expandido a un compartimiento de refrigeración (64).
12. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el compresor (468, 568) del sistema de refrigeración es accionado por los medios de accionamiento (430, 530) del sistema de motor criogénico (410, 510).
13. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 11 o la reivindicación 12, en donde al menos un intercambiador de calor (422, 522) del sistema de motor criogénico (410, 510) está acoplado con al menos un intercambiador de calor (470, 570) del sistema de refrigeración.
14. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 11 o la reivindicación 12, en donde al menos uno de un segundo intercambiador de calor (422, 522) y un intercambiador de calor de escape (426) del sistema de motor criogénico (110) está acoplado con el intercambiador de calor de refrigerador (470, 570).
15. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el fluido de trabajo (WF) comprende al menos uno de nitrógeno líquido, aire líquido, gas natural licuado, dióxido de carbono, oxígeno, argón, aire comprimido o gas natural comprimido.

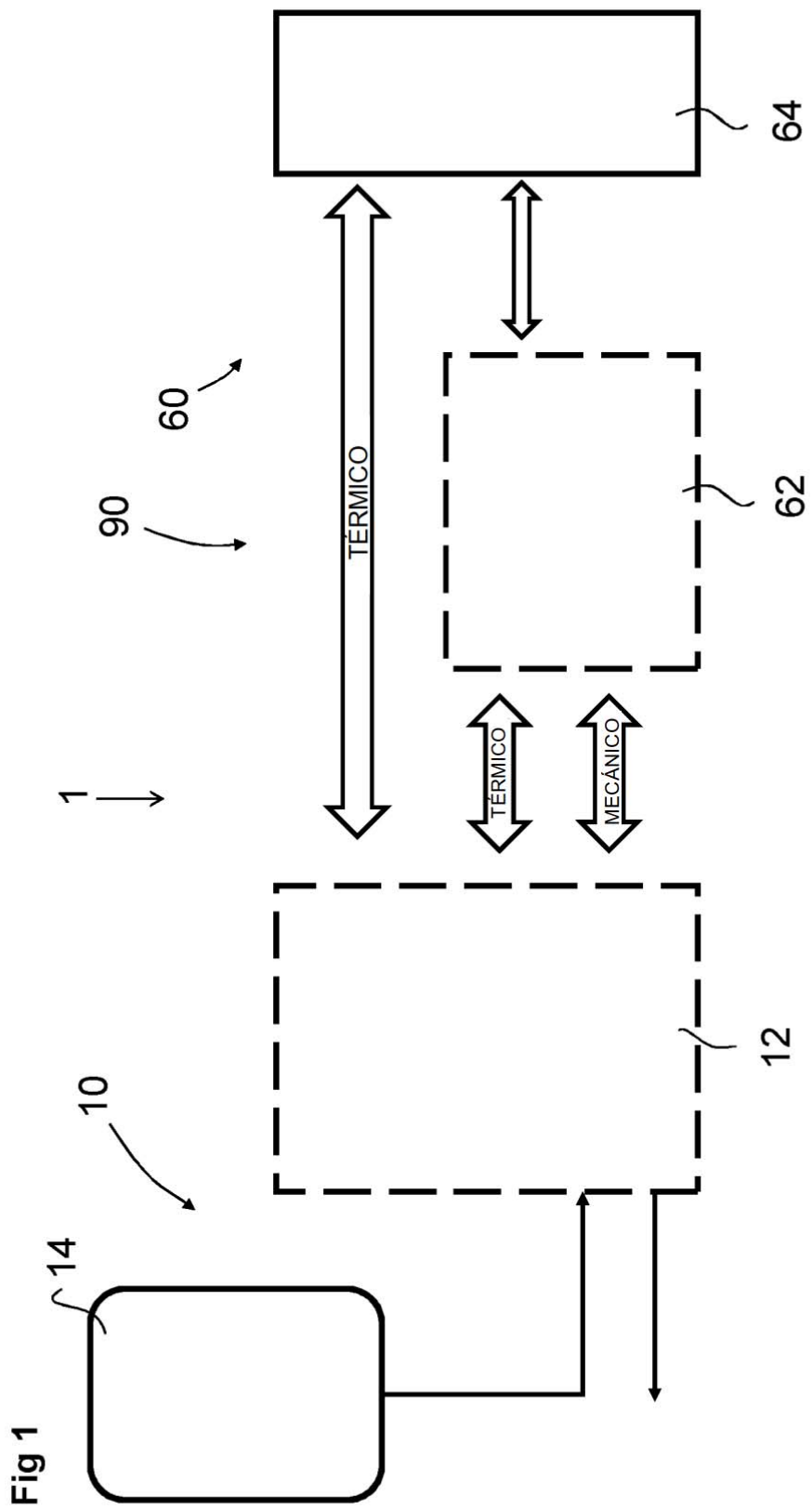


Fig 2

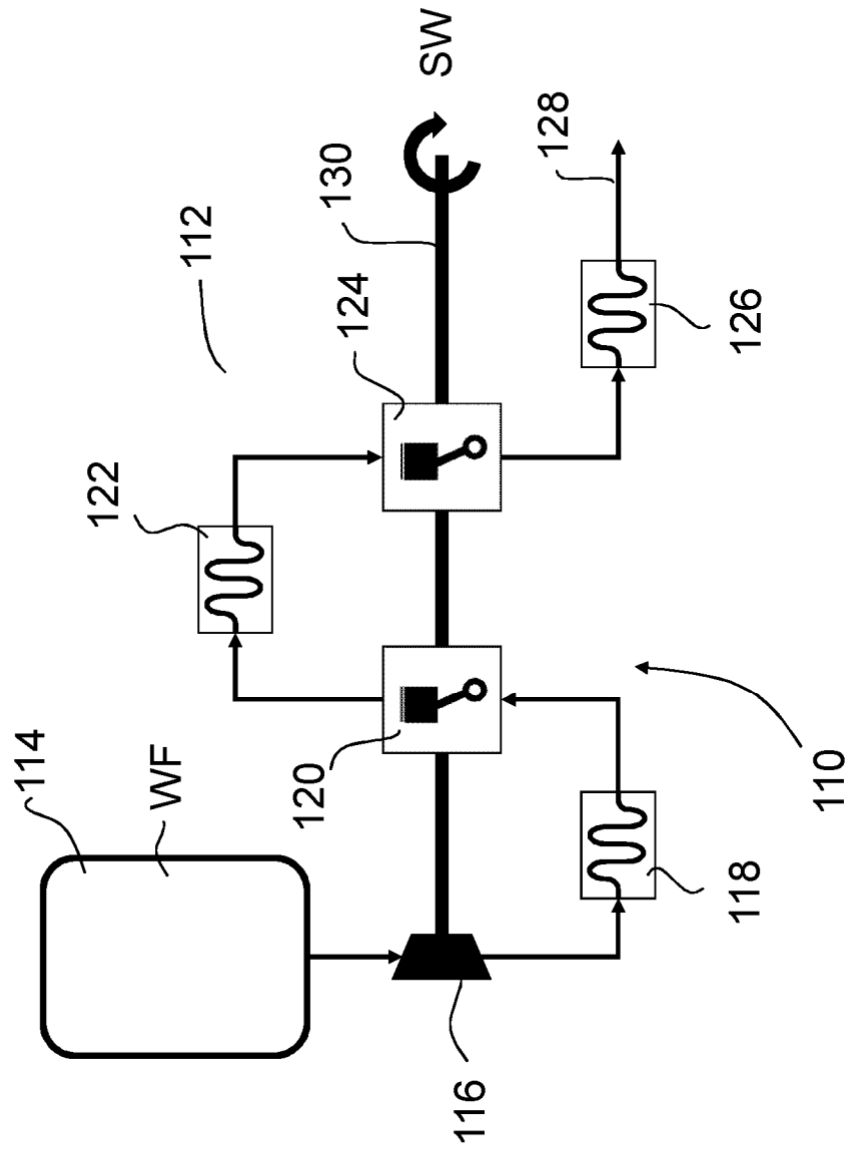
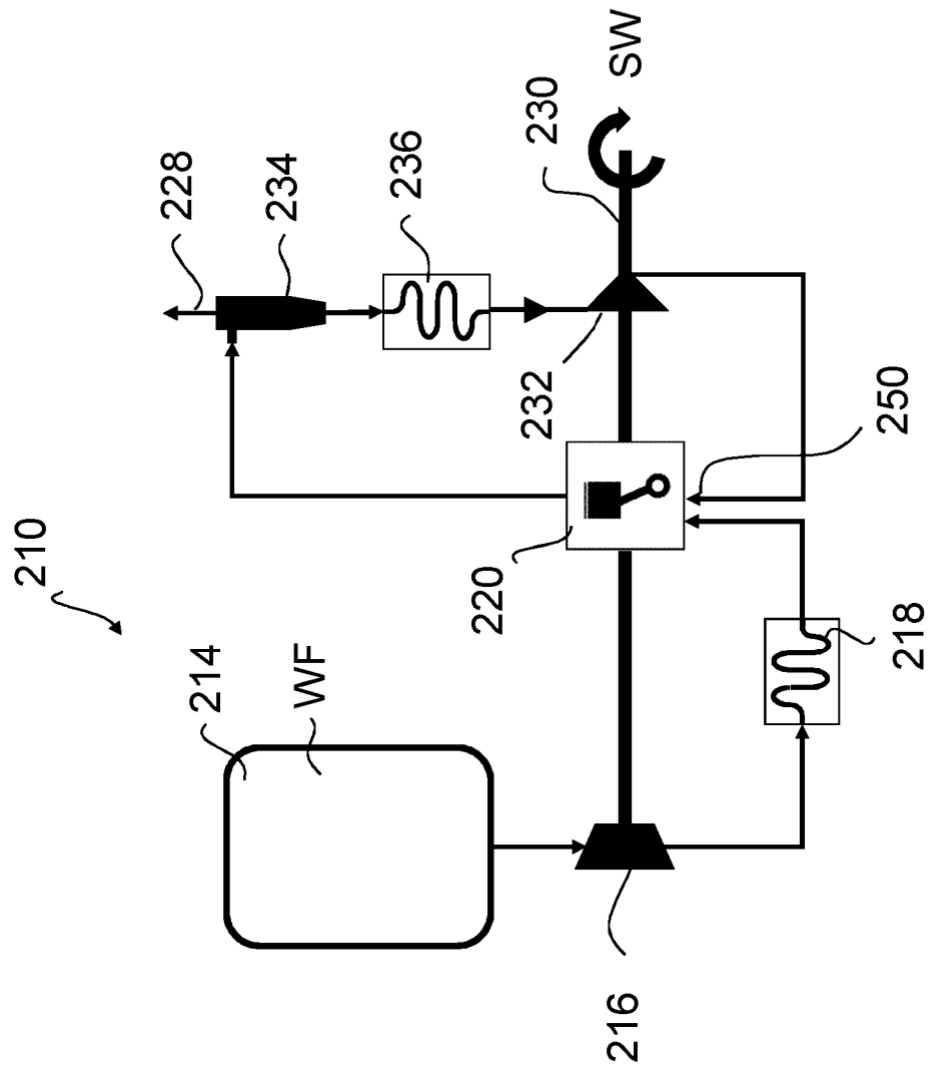


Fig 3



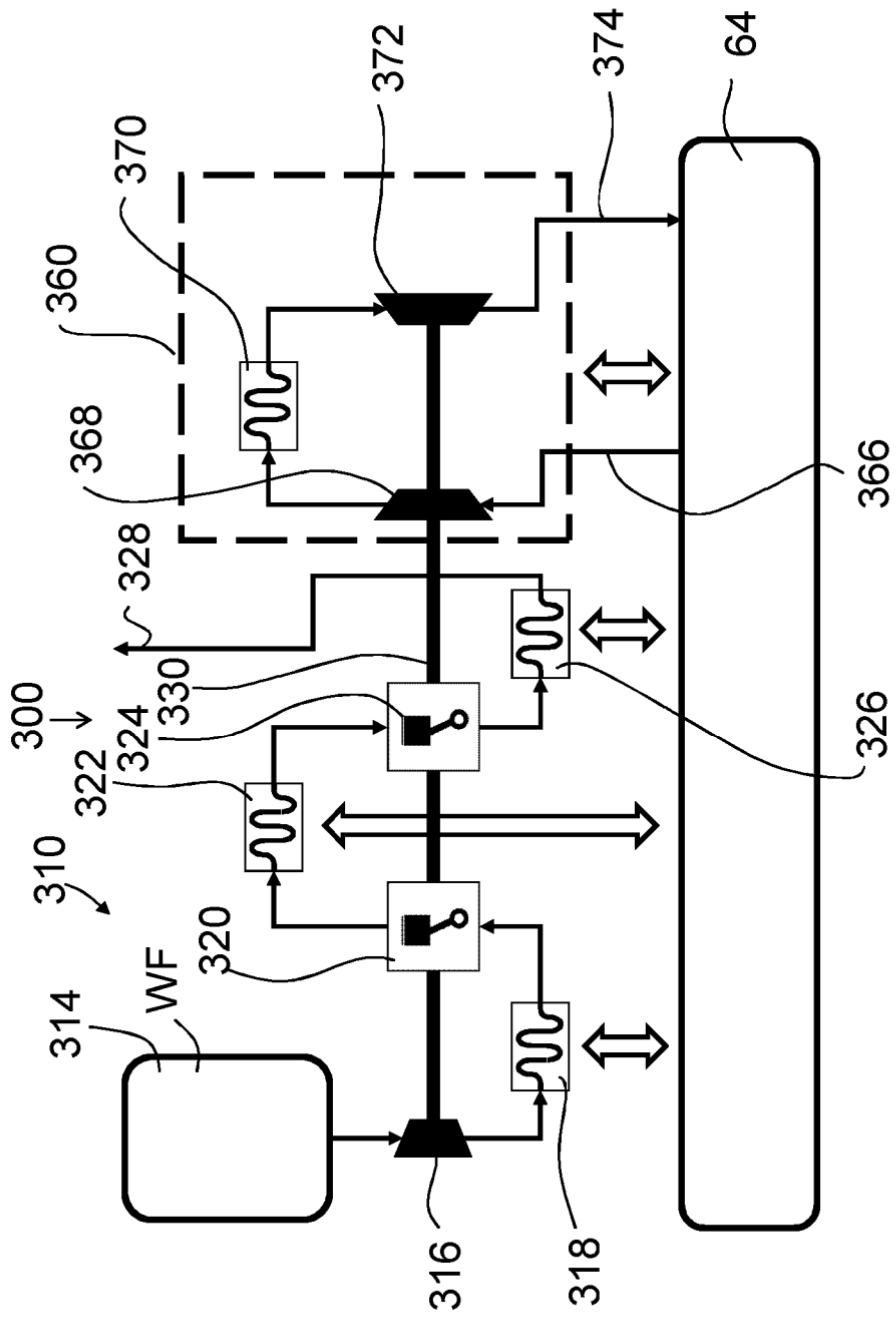
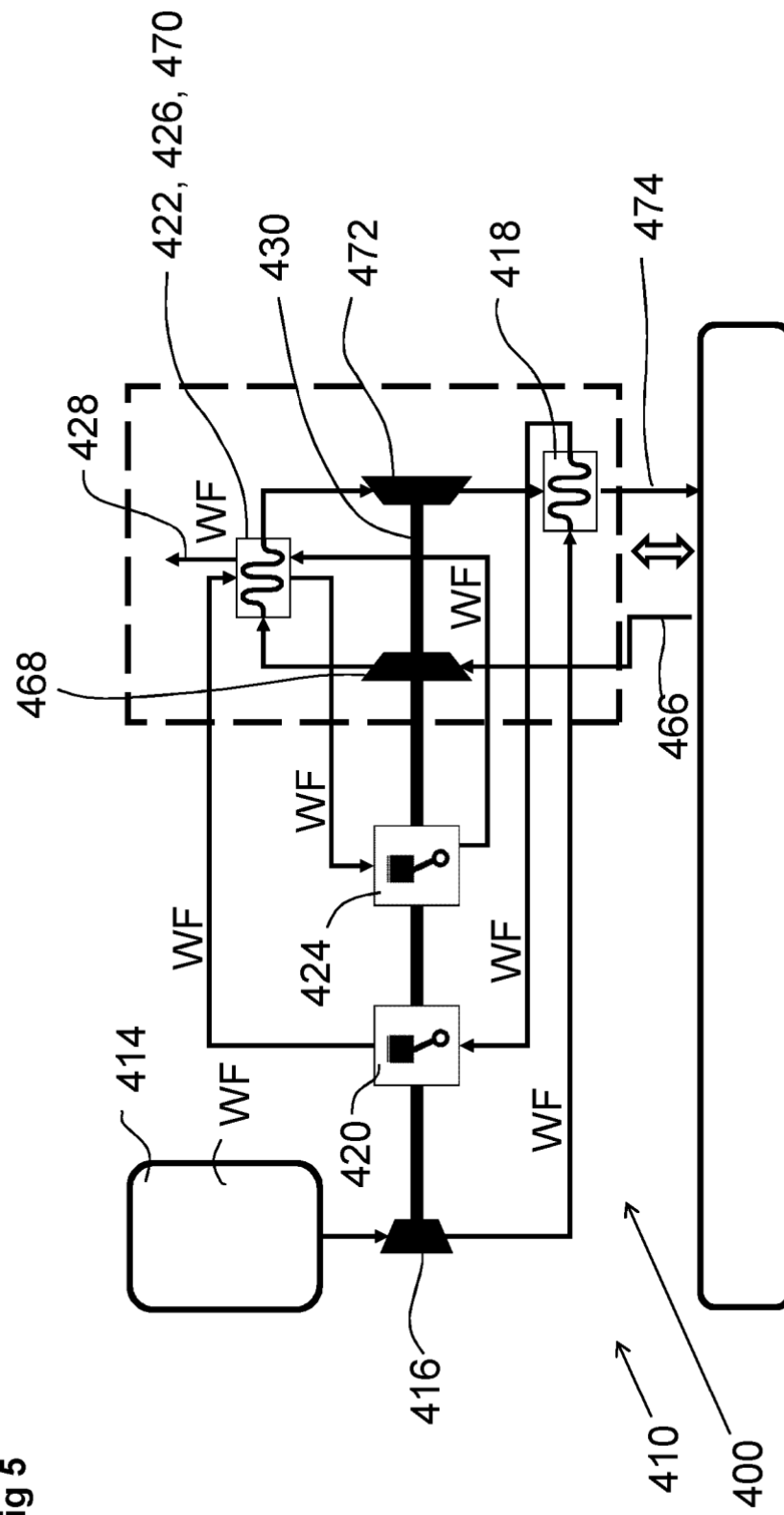


Fig 4

Fig 5



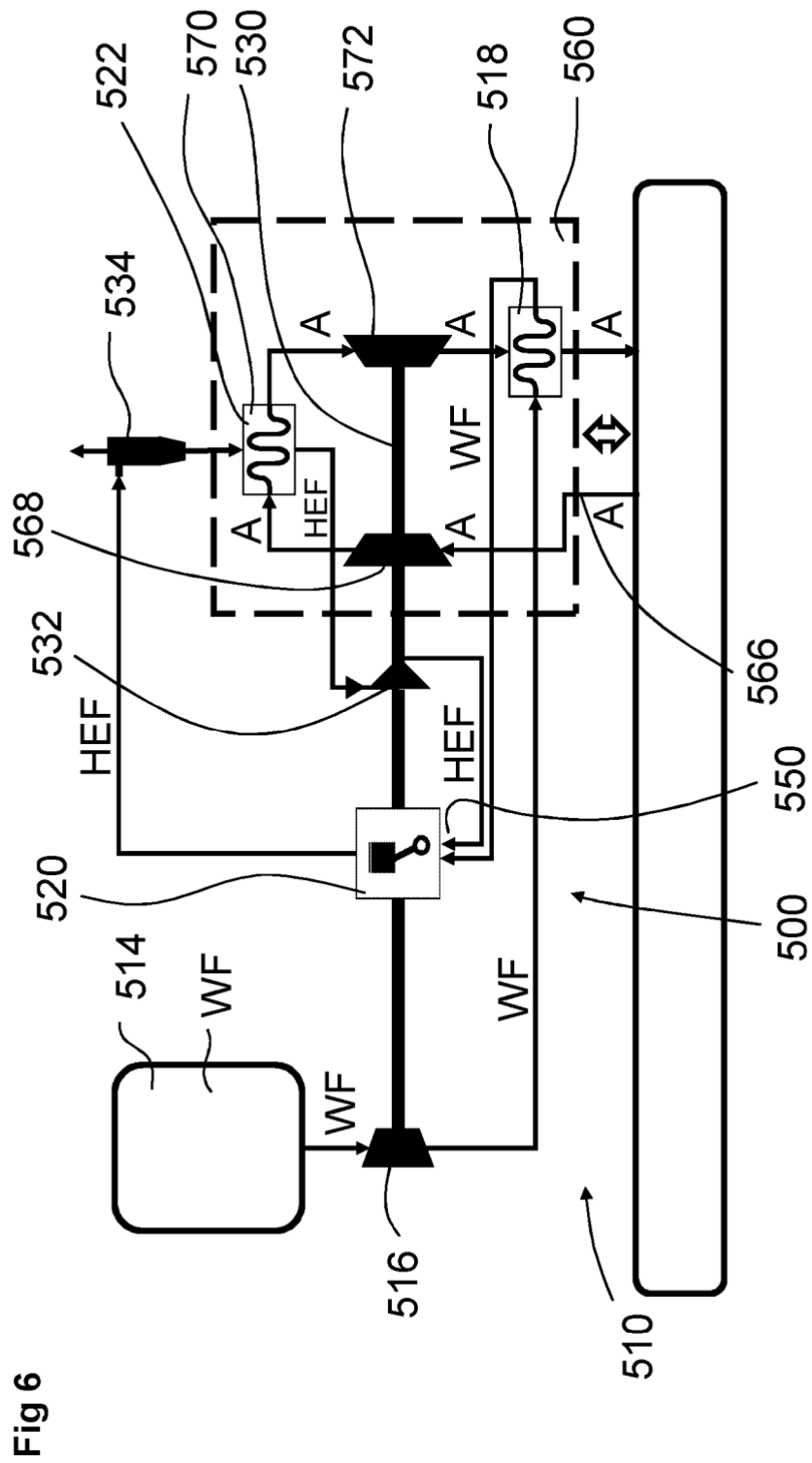


Fig 7

