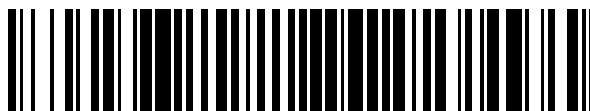


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 535**

51 Int. Cl.:

**F25B 5/02** (2006.01)

**F25B 9/08** (2006.01)

**F25B 41/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.01.2011 PCT/CN2011/000002**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.07.2012 WO12092686**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.01.2011 E 11854909 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018 EP 2661591**

54 Título: **Ciclo de eyección**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**01.03.2019**

73 Titular/es:  
**CARRIER CORPORATION (100.0%)**  
**One Carrier Place**  
**Farmington, CT 06034, US**

72 Inventor/es:  
**COGSWELL, FREDERICK, J.;**  
**LIU, HONGSHENG;**  
**VERMA, PARMESH y**  
**FINCKH, OLIVER, H.**

74 Agente/Representante:  
**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 702 535 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

Ciclo de eyección

### 5 Antecedentes

La presente descripción se refiere a refrigeración. Más en particular, se refiere a sistemas de refrigeración por eyector.

10 En los documentos US1836318 y US3277660 se encuentran propuestas anteriores para sistemas de refrigeración por eyector. La Fig. 1 muestra un ejemplo básico de un sistema de refrigeración por eyector 20. El sistema incluye un compresor 22 que tiene una entrada (puerto de succión) 24 y una salida (puerto de descarga) 26. El compresor y otros componentes del sistema están ubicados a lo largo de un circuito o vía de circulación de refrigerante 27 y conectados mediante diversos conductos (tuberías). Una tubería de descarga 28 se extiende desde la salida 26 hasta la entrada 32 de un intercambiador de calor (un intercambiador de calor con evacuación de calor en un modo normal de funcionamiento de sistema (p. ej., un condensador o refrigerador de gas)) 30. Una tubería 36 se extiende desde la salida 34 del intercambiador de calor con evacuación de calor 30 hasta una entrada principal (entrada de líquido, o supercrítica o bifásica) 40 de un eyector 38. El eyector 38 también tiene una entrada secundaria (entrada saturada o de vapor sobrecalentado o bifásica) 42 y una salida 44. Una tubería 46 se extiende desde la salida del eyector 44 hasta una entrada 50 de un separador 48. El separador tiene una salida de líquido 52 y una salida de gas 54. Una tubería de succión 56 se extiende desde la salida de gas 54 hasta el puerto de succión 24 de compresor. Las tuberías 28, 36, 46, 56 y los componentes entre ellas definen un bucle principal 60 del circuito de refrigerante 27. Un bucle secundario 62 del circuito de refrigerante 27 incluye un intercambiador de calor 64 (en un modo de funcionamiento normal, un intercambiador de calor con absorción de calor (p. ej., evaporador)). El evaporador 64 incluye una entrada 66 y una salida 68 a lo largo del bucle secundario 62 y un dispositivo de expansión 70 está ubicado en una tubería 72 que se extiende entre la salida de líquido 52 del separador y la entrada 66 del evaporador. Una tubería 74 de la entrada secundaria del eyector se extiende desde la salida 68 del evaporador hasta la entrada secundaria 42 del eyector.

30 En el modo normal de funcionamiento, el refrigerante gaseoso es arrastrado por el compresor 22 a través de la tubería de succión 56 y la entrada 24 y se comprime y descarga desde el puerto de descarga 26 hacia dentro de la tubería de descarga 28. En el intercambiador de calor con evacuación de calor, el refrigerante pierde/ elimina calor en un fluido térmico (p. ej., aire forzado por ventilador o agua u otro fluido). El refrigerante enfriado sale del intercambiador de calor con evacuación de calor a través de la salida 34 y entra por la entrada principal del eyector 40 a través de la tubería 36.

El eyector ejemplar 38 (Fig. 2) se forma como la combinación de una boquilla motora (principal) 100 encajada dentro de un miembro exterior 102. La entrada principal 40 es la entrada a la boquilla motora 100. La salida 44 es la salida del miembro exterior 102. El flujo de refrigerante principal 103 entra en la entrada 40 y a continuación pasa a una sección convergente 104 de la boquilla motora 100. Luego atraviesa una sección mínima de paso 106 y una sección de expansión (divergente) 108 a través de una salida 110 de la boquilla motora 100. La boquilla motora 100 acelera el flujo 103 y disminuye la presión del flujo. La entrada secundaria 42 forma una entrada del miembro exterior 102. La reducción de presión producida en el flujo principal por la boquilla motora ayuda a arrastrar el flujo secundario 112 hacia dentro del miembro exterior. El miembro exterior incluye un mezclador que tiene una sección convergente 114 y una sección mínima de paso alargada o sección de mezclado 116. El miembro exterior también tiene una sección divergente o difusor 118 aguas abajo de la sección mínima de paso alargada o sección de mezclado 116. La salida 110 de la boquilla motora está ubicada dentro de la sección convergente 114. A medida que el flujo 103 sale de la salida 110, comienza a mezclarse con el flujo 112 y se sigue mezclando a través de la sección de mezclado 116 que proporciona una zona de mezclado. En funcionamiento, el flujo principal 103 puede ser normalmente supercrítico tras entrar en el eyector y subcrítico tras salir de la boquilla motora. El flujo secundario 112 es gaseoso (o una mezcla de gas con una pequeña cantidad de líquido) tras entrar en el puerto de la entrada secundaria 42. El flujo combinado resultante 120 es una mezcla de líquido/ vapor y se desacelera y recupera presión en el difusor 118 sin dejar de ser una mezcla. Tras entrar en el separador, el flujo 120 se separa nuevamente en los flujos 103 y 112. El flujo 103 pasa como un gas a través de la tubería de succión del compresor como se describe más arriba. El flujo 112 pasa como un líquido a la válvula de expansión 70. El flujo 112 se puede expandir mediante la válvula 70 (p. ej., a una menor calidad (bifásica con una pequeña cantidad de vapor)) y pasar al evaporador 64. Dentro del evaporador 64, el refrigerante absorbe calor de un fluido térmico (p. ej., de un flujo de aire forzado por ventilador o agua u otro líquido) y se descarga de la salida 68 a la tubería 74 como el gas antes mencionado.

60 El uso de un eyector sirve para recuperar presión/ trabajo. El trabajo recuperado del proceso de expansión se utiliza para comprimir el refrigerante gaseoso antes de entrar en el compresor. Por consiguiente, la relación de presión del

- compresor (y, por ende, el consumo de energía) se puede reducir para una presión de evaporador deseada determinada. La calidad del refrigerante que entra en el evaporador también se puede reducir. Por lo tanto, el efecto de refrigeración por unidad de flujo de masa se puede aumentar (respecto del sistema sin eyección). La distribución de flujo que entra en el evaporador mejora (mejorando de este modo el rendimiento del evaporador). Puesto que el
- 5 evaporador no alimenta directamente el compresor, no se requiere que el evaporador produzca flujo saliente de refrigerante sobrecalentado. Por consiguiente, el uso de un ciclo de eyección permite reducir o eliminar la zona sobrecalentada del evaporador. Esto puede permitir que el evaporador funcione en un estado bifásico que proporcione un rendimiento de mayor transferencia de calor (p. ej., facilitando la reducción en el tamaño del evaporador para una capacidad determinada).
- 10 El eyector ejemplar puede ser un eyector de geometría fija o puede ser un eyector controlable. La Fig. 2 muestra la controlabilidad proporcionada por una válvula de aguja 130 que tiene una aguja 132 y un accionador 134. El accionador 134 mueve una porción de punta 136 de la aguja dentro y fuera de la sección mínima de paso 106 de la boquilla motora 100 para modular el flujo que atraviesa la boquilla motora y, a su vez, el eyector en general. Los
- 15 accionadores ejemplares 134 son eléctricos (p. ej., solenoide o similar). El accionador 134 puede acoplarse a y ser controlado por un controlador 140 que puede recibir entradas de usuarios de un dispositivo de entrada 142 (p. ej., interruptores, teclado, o similar) y sensores (no se muestran). El controlador 140 puede acoplarse al accionador y a otros componentes de sistema controlables (p. ej., válvulas, el motor del compresor, y similares) mediante tuberías de control 144 (p. ej., vías de comunicación cableadas o inalámbricas). El controlador puede incluir uno o más de los
- 20 siguientes: procesadores; memoria (p. ej., para almacenar información de programas para que ejecute el procesador para llevar a cabo procedimientos operativos y para almacenar datos utilizados o generados por el o los programas); y dispositivos de interfaz de hardware (p. ej., puertos) para crear una interfaz con dispositivos de entrada/ salida y otros componentes de sistema.
- 25 Se han propuesto diversas modificaciones de dichos sistemas de eyección. Un ejemplo que se menciona en el documento US20070028630 conlleva colocar un segundo evaporador a lo largo de la tubería 46. El documento US20040123624 describe un sistema que tiene dos pares de eyector/ evaporador. Otro sistema de dos evaporadores y un único eyector se muestra en el documento US20080196446. Otro procedimiento propuesto para controlar el eyector es el desvío de gases calientes. En este procedimiento una pequeña cantidad de vapor se
- 30 desvía alrededor del refrigerador de gas y se inyecta justamente después de la boquilla motora, aguas arriba, o dentro de la parte convergente de la boquilla motora. Las burbujas que en consecuencia se introducen en el flujo motor disminuyen la zona efectiva de sección mínima de paso y reducen el flujo principal. Para reducir más el flujo se introduce más flujo de desvío.
- 35 Para hacer funcionar un ciclo de refrigeración de eyección sin deteriorar la vida útil duradera de un compresor incluso en condiciones de funcionamiento que pueden producir la fluctuación de caudal de un flujo impulsor de un eyector, el documento JP 2010 159944 A propone un ciclo de refrigeración de eyección que incluye un canal de retorno de aceite para interconectar el lado del puerto de descarga de un segundo compresor (segundo medio de compresión) y el lado del puerto de succión de un primer compresor (primer medio de compresión), y una válvula de
- 40 encendido/ apagado, que se dispone en el canal de retorno de aceite. En el modo de funcionamiento normal, la válvula de encendido/ apagado está cerrada y en un modo de funcionamiento de retorno de aceite, la válvula de encendido/apagado está abierta. Por lo tanto, el aceite que fluye junto con un refrigerante de descarga del segundo compresor en el modo de funcionamiento de retorno de aceite es succionado al primer compresor para eliminar la escasez de lubricación del primer compresor.
- 45 Para obtener tanto efectos de mejora en la eficiencia de compresión de los medios de compresión como efectos de reducción de fuerza motriz en un ciclo de refrigeración de eyección, de acuerdo con el documento JP 2010 133605 A, el calor de un refrigerante descargado de un primer medio de compresión de un compresor de compresión en dos etapas se libera mediante un radiador, y el refrigerante se descomprime mediante una boquilla de un eyector. Un
- 50 flujo de un refrigerante evaporado mediante un evaporador del lado de la succión se bifurca mediante una pieza ramificada del lado de la succión. Un refrigerante se succiona desde un puerto de succión de refrigerante del eyector y el otro refrigerante se succiona a un segundo medio de compresión del compresor mediante una válvula reguladora de flujo. Un refrigerante de descarga del segundo medio de compresión y un refrigerante que se hace fluir fuera del eyector se mezclan entre sí y se succionan al primer medio de compresión.
- 55 En «Performance of the two-phase ejector expansion refrigeration cycle», INTERNATIONAL JOURNAL OF HEAT AND MASS TRANSFER, PERGAMON PRESS, GB, vol. 48, N.º 19-20, 1 de septiembre de 2005 (01-09-2005), páginas 4282-4286, XP027602012, ISSN: 0017-9310 S. Wongwiset al. presentan datos experimentales del rendimiento de sistema del ciclo de refrigeración por eyector bifásico (TPERC, por su sigla en inglés). El TPERC
- 60 utiliza un eyector bifásico como dispositivo de expansión mientras que el ciclo de refrigeración convencional (CRC) utiliza una válvula de expansión. El TPERC permite que el evaporador se inunde con refrigerante, dando como

resultado un coeficiente de transferencia de calor del lado del refrigerante más elevado. El estudio experimental muestra que el TPERC proporciona una mayor capacidad de refrigeración y un coeficiente de rendimiento más elevado. Asimismo, la relación de presión y la temperatura de descarga del compresor del TPERC son menores que las del CRC.

5

### Resumen

Un aspecto de la descripción contempla un sistema que tiene un compresor. Un intercambiador de calor con evacuación de calor se acopla al compresor para recibir refrigerante comprimido por el compresor. Un eyector tiene una entrada principal acoplada al intercambiador de calor con evacuación de calor para recibir refrigerante, una entrada secundaria y una salida. Un separador tiene una entrada acoplada a la salida del eyector para recibir refrigerante desde el eyector, una salida de gas y una salida de líquido. Una o más válvulas están ubicadas para permitir que el sistema cambie entre el primer y segundo modo. En el primer modo: el refrigerante pasa del intercambiador de calor con evacuación de calor, a través de la entrada principal del eyector, fuera de la salida del eyector, al separador; un primer flujo desde la salida de gas del separador pasa a través del compresor al intercambiador de calor con evacuación de calor; y un segundo flujo desde la salida de líquido del separador pasa a través de un intercambiador de calor con absorción de calor y a través del puerto secundario del eyector. En el segundo modo: el refrigerante pasa del intercambiador de calor con evacuación de calor, a través de la entrada principal del eyector, fuera de la salida del eyector, al separador; un primer flujo desde la salida de gas del separador pasa al compresor; y un segundo flujo desde la salida de líquido del separador pasa a través del intercambiador de calor con absorción de calor al compresor sorteando el eyector.

Otros aspectos de la descripción contemplan procedimientos para hacer funcionar el sistema.

25 Los detalles de una o más realizaciones se exponen en los dibujos adjuntos y la descripción que se incluye más adelante. Otras características, objetos y ventajas resultarán evidentes a partir de la descripción y los dibujos, y a partir de las reivindicaciones.

### Breve descripción de los dibujos

30

La Fig. 1 es una vista esquemática de un sistema de refrigeración por eyector de la técnica anterior.

La Fig. 2 es una vista seccional axial de un eyector.

La Fig. 3 es una vista esquemática de un primer sistema de refrigeración en un primer modo de funcionamiento.

La Fig. 4 es una vista esquemática del primer sistema de refrigeración en un segundo modo de funcionamiento.

35 La Fig. 5 es un diagrama simplificado de presión-entalpía del primer sistema de refrigeración en el primer modo de funcionamiento.

La Fig. 6 es un diagrama simplificado de presión-entalpía del primer sistema de refrigeración en el segundo modo de funcionamiento.

La Fig. 7 es una vista esquemática de un segundo sistema de refrigeración en un primer modo de funcionamiento.

40 La Fig. 8 es una vista esquemática del segundo sistema de refrigeración en un segundo modo de funcionamiento.

La Fig. 9 es un diagrama simplificado de presión-entalpía del segundo sistema de refrigeración en el primer modo de funcionamiento.

La Fig. 10 es un diagrama simplificado de presión-entalpía del segundo sistema de refrigeración en el segundo modo de funcionamiento.

45 La Fig. 11 es una vista esquemática de un tercer sistema de refrigeración en un primer modo de funcionamiento.

La Fig. 12 es una vista esquemática del tercer sistema de refrigeración en un segundo modo de funcionamiento.

La Fig. 13 es una vista esquemática de un cuarto sistema de refrigeración en un primer modo de funcionamiento.

La Fig. 14 es una vista esquemática del cuarto sistema de refrigeración en un segundo modo de funcionamiento.

50 La Fig. 15 es un diagrama simplificado de presión-entalpía del cuarto sistema de refrigeración en el primer modo de funcionamiento.

La Fig. 16 es un diagrama simplificado de presión-entalpía del cuarto sistema de refrigeración en el segundo modo de funcionamiento.

La Fig. 17 es una vista esquemática de un quinto sistema de refrigeración en un primer modo de funcionamiento.

La Fig. 18 es una vista esquemática del quinto sistema de refrigeración en un segundo modo de funcionamiento.

55

Números de referencia y designaciones iguales en los diversos dibujos indican elementos iguales.

### Descripción detallada

60 La Fig. 3 muestra un sistema (de refrigeración) por compresión de vapor con ciclo de eyección 200. El sistema 200 se puede fabricar como una modificación del sistema 20 o de otro sistema o como una fabricación/ configuración

original. En la realización ejemplar, los componentes iguales que se pueden conservar del sistema 20 se muestran con números de referencia iguales. El funcionamiento puede ser similar al del sistema 20 (u otro sistema de base) salvo, como se describe más adelante, por el funcionamiento de control del controlador que responde a entradas de diversos sensores de temperatura y sensores de presión. El sistema puede funcionar en dos modos: un primer modo se comporta de manera relativamente similar al sistema de eyección de base (funcionando el eyector como eyector); el segundo modo funciona más como un sistema sin eyección economizado.

Para proporcionar los modos de funcionamiento duales (son posibles más modos, especialmente con implementaciones más complicadas), el compresor 22 se reemplaza por un primer compresor 220 y un segundo compresor 221 que tienen entradas respectivas 222, 223 y salidas 224, 225. La realización ejemplar utiliza esta división de compresión para añadir un refrigerador intermedio 230 entre los compresores. En una realización ejemplar, los compresores 220 y 221 representan secciones de un compresor único más grande. Por ejemplo, el primer compresor 220 puede representar dos cilindros de un compresor de tres cilindros con movimiento alternativo acoplados en paralelo o en serie entre sí. El segundo compresor 221 puede representar el tercer cilindro. En esa realización, la velocidad de los dos compresores siempre será la misma. En realizaciones alternativas, los compresores pueden tener motores separados y pueden controlarse por separado (p. ej., a velocidades relativas diferentes dependiendo del estado de funcionamiento).

Asimismo para proporcionar los modos duales de funcionamiento se añaden dos ramas de vía de circulación adicionales 240 y 242 para pasar refrigerante en el segundo modo (Fig. 4) y se proporcionan las válvulas 244 y 246 (p. ej., válvulas solenoides de encendido/ apagado biestáticas) a lo largo de estas ramas para bloquear (primer modo) y desbloquear (segundo modo) de manera selectiva dichas ramas. De manera similar, las válvulas 248 y 250 (p. ej., válvulas solenoides de encendido/ apagado biestáticas) se proporcionan para desbloquear (primer modo) y bloquear (segundo modo) de manera selectiva porciones asociadas de la vía de circulación de base. La válvula 248 está ubicada para bloquear el flujo secundario a través del eyector en el segundo modo (p. ej., está en el bucle secundario aguas abajo del evaporador 64). La válvula 250 está posicionada entre la salida de gas 54 y el puerto de succión 222 del primer compresor para bloquear el flujo de la salida de gas al primer compresor en el segundo modo.

La rama de vía de circulación 240 proporciona (con la válvula 244 abierta) una rama para pasar refrigerante desde la salida del evaporador hasta la entrada del primer compresor en el segundo modo. De manera similar, la rama de vía de circulación 242 proporciona (con la válvula 246 abierta) una rama para pasar refrigerante desde la salida de gas 54 hasta la entrada del segundo compresor en el segundo modo.

Las Fig. 5 y 6 son diagramas de presión-entalpía respectivos para el sistema 200 en el primer y segundo modo. La Fig. 5 muestra presiones y entalpías de primer modo ejemplares en distintos sitios del sistema. La presión de succión del primer compresor se muestra como P1. El segundo compresor comprime el gas a una presión de descarga P2 con una entalpía aumentada. El refrigerador de gas 30 disminuye la entalpía a una presión esencialmente constante P2 (la presión «del lado de alta»). El evaporador 64 funciona a una presión P3 (presión «del lado de baja») inferior a la presión de succión P1. El separador 48 funciona a la presión P1. La relación de incremento de presión es proporcionada por el eyector 38. El eyector 38 aumenta la presión de P3 a P1. En la implementación ejemplar, el separador 48 expulsa gas y líquido puros (o esencialmente puros (fase única)) de las salidas respectivas 54 y 52. En las implementaciones alternativas, la salida de gas puede descargar un flujo que contiene una cantidad pequeña (p. ej., menos de 50 % en masa, o mucho menos) de líquido y/ o la salida de líquido puede, de manera similar, descargar una cantidad pequeña de gas.

En esta representación simplificada, el primer compresor descarga a una presión P4. El segundo compresor tiene una presión de succión P5 que es esencialmente igual. El refrigerador intermedio 230 puede producir una pequeña sacudida o perturbación en la gráfica de P-H entre los dos compresores, reduciendo la entalpía a una presión esencialmente constante.

Al proporcionar el incremento de presión adicional de P3 a P1, el uso de un eyector recupera pérdidas de expansión de refrigerante y facilita el funcionamiento a una temperatura ambiente más elevada. Por ejemplo, para muchos sistemas, la temperatura ambiente es la variable de entrada más dinámicamente cambiante/ variable. Un ejemplo se da en contenedores de carga refrigerados o en camiones o remolques refrigerados. La naturaleza del cargamento puede determinar limitadamente la temperatura de compartimento deseada (y, por ende, la temperatura y presión meta del evaporador en funcionamiento). Sin embargo, en distintos momentos, un contenedor determinado puede ser utilizado para un cargamento distinto y, por ende, puede ser capaz de funcionar, ventajosamente, con una variedad moderada de distintas temperaturas y presiones de evaporador. No obstante, esa temperatura normalmente es preconfigurada, mientras que la temperatura ambiente varía continuamente y en grandes cantidades. A medida que la temperatura disminuye, las ventajas del eyector también disminuyen.

El segundo modo de funcionamiento puede estar configurado para proporcionar ventajas a temperaturas ambiente inferiores u otros estados de carga parcial. Por ejemplo, un estado de carga plena puede estar caracterizado por una temperatura ambiente elevada con una capacidad de refrigeración requerida elevada; mientras que un estado de carga parcial puede estar caracterizado por una temperatura ambiente inferior y una capacidad requerida inferior. El eyector (especialmente un eyector no controlable o fijo) se puede dimensionar o de otra forma optimizar para funcionamiento con carga plena. Dicho eyector puede ser ineficiente en funcionamiento con carga parcial. Por lo tanto, el segundo modo puede ser un modo más eficiente con carga baja según el eyector en particular (pero puede ser menos eficiente que el funcionamiento con un eyector dimensionado específicamente para el estado de carga inferior). Este modo puede asemejarse a un modo economizador. En el modo de funcionamiento de la Fig. 6, la presión del lado de alta se muestra como P2', la presión del lado de baja se muestra como P3', y la presión de succión del primer compresor se muestra como P1' que es esencialmente igual a P3'. El primer compresor descarga a una presión P4'. El segundo compresor tiene una presión de succión P5' que es esencialmente igual a P4'. La Fig. 6 también muestra una salida de refrigerador intermedio 232 con una entalpía ligeramente superior que la salida de gas 54 del separador (tanque de purga). Se calcula la media de los flujos fusionados ejemplares para formar la entalpía en la entrada 223 al segundo compresor 221.

El controlador optimiza la eficiencia del sistema para determinado estado de funcionamiento (p. ej., temperatura ambiente, temperatura de contenedor, y capacidad deseada). El controlador hace esto de la siguiente forma: a) pasando de un modo a otro como se explica más arriba; y b) optimizando los parámetros de sus dispositivos controlables. Optimizando continuamente la eficiencia del sistema se minimiza el consumo de energía requerido para una aplicación determinada. Durante el funcionamiento en estado no variable, el sistema de control puede seleccionar el modo y optimizar de manera sistemática la configuración de los parámetros controlables dentro del modo seleccionado para alcanzar un objetivo deseado (p. ej., minimizar el consumo de energía) que se puede medir de manera directa o indirecta. Como alternativa, el control puede estar sujeto a normas preprogramadas para alcanzar los resultados deseados en ausencia de optimización en tiempo real. La misma optimización se puede utilizar durante estados variables (p. ej., temperatura externa variable de un sistema de refrigeración). Incluso se pueden utilizar otros procedimientos en otras situaciones de transición (p. ej., situaciones de enfriamiento, situaciones de descongelamiento y otras similares).

Cambiar entre el primer y segundo modo puede responder a valores de referencia ingresados por el usuario y responde a condiciones detectadas. Las condiciones detectadas comprenden o consisten en: la temperatura ambiente exterior; la temperatura real del contenedor (opcionalmente); y la velocidad del compresor (que es representativa de capacidad). Por ejemplo, los umbrales particulares dependerán de la temperatura meta del contenedor (o caja o compartimento) (que puede depender de las mercancías particulares que se están transportando).

Una progresión de control ejemplar puede ser como se indica a continuación. La unidad se inicia con la temperatura de contenedor igual a la temperatura ambiente y la temperatura ambiente es calor (38 °C). La temperatura de valor de referencia del contenedor es -33 °C. La unidad se inicia en el primer modo (eyector) porque un economizador no funciona correctamente cuando la presión del lado de baja es elevada (si la presión intermedia P4' es supercrítica entonces el tanque de purga no puede funcionar para separar las fases de líquido y de vapor). A medida que la temperatura del contenedor disminuye, el controlador verifica sus valores de referencia cambiantes (p. ej., un mapa de qué modo es más eficiente como función de temperatura ambiente, temperatura del contenedor y velocidad de compresor; dicho mapa puede preprogramarse cuando el sistema se fabrica y puede estar basado en datos experimentales o calculados) para determinar cuándo es más eficiente estar en el segundo modo (economizador). En un ejemplo el modo economizador es más eficiente únicamente a temperaturas de contenedor bajas. Cuando la temperatura del contenedor disminuye por debajo de este umbral (-21 °C en este ejemplo) el controlador cambia del primer modo al segundo modo.

En otro ejemplo, la temperatura ambiente es inferior y el modo economizador es más eficiente a temperaturas de contenedor por debajo de -4 °C. En este caso, el controlador cambia cuando la temperatura del contenedor alcanza 2 °C.

En otro ejemplo, la temperatura ambiente es elevada pero el valor de referencia del contenedor es a 2 °C (p. ej., una situación de mercancías perecederas no congeladas). Cuando el contenedor se refrigera a 2 °C, el controlador reduce la capacidad del sistema reduciendo la velocidad del compresor. Cuando la velocidad del compresor alcanza 50 %, la eficiencia del ciclo de eyección se iguala a la eficiencia del economizador y el modo cambia de primero a segundo.

En el sistema ejemplar los siguientes accionadores pueden ser variables: 1) la velocidad del compresor; 2) el tamaño

de orificio del dispositivo de expansión 70; 3) la aguja del eyector 38; 4) la velocidad del ventilador del refrigerador de gas; y 5) la velocidad del ventilador del evaporador. Además, si el compresor de dos etapas consiste en dos compresores separados (en vez de un compresor único con múltiples cilindros que llevan a cabo etapas separadas), entonces cada etapa de compresor también se puede controlar de manera independiente. Estos dispositivos controlables (accionadores variables) junto con las válvulas biestáticas 244, 246, 248, 250 constituyen los accionadores que el controlador puede utilizar para optimizar la eficiencia del sistema.

Las cuatro válvulas 244, 246, 248 y 250 se utilizan conjuntamente para que el sistema cambie entre el primer y segundo modo. En el primer modo (ciclo de eyección), las válvulas 248 y 250 están abiertas y las válvulas 240 y 246 están cerradas. En el segundo modo (economizador), las válvulas 240 y 246 están abiertas mientras que las válvulas 248 y 250 están cerradas.

Un ventilador de evaporador variable se puede utilizar para afectar la capacidad y la eficiencia del sistema. Con baja capacidad, el ventilador se puede desacelerar para reducir su consumo de energía sin que afecte mucho el consumo de energía del compresor.

Un ventilador de refrigerador de gas (condensador) variable se puede utilizar para afectar la capacidad y la eficiencia del sistema. La velocidad del ventilador más elevada reduce la temperatura de salida del refrigerador de gas y de este modo mejora la eficiencia del sistema, pero a expensas de un aumento en el consumo de energía del ventilador. En condiciones de funcionamiento de baja capacidad y baja temperatura ambiente, puede resultar ventajoso reducir la velocidad del ventilador.

La válvula 70 (p. ej., válvula de expansión variable) se puede modificar para controlar el estado del refrigerante que sale de la salida 68 del evaporador 64. El control se puede llevar a cabo para mantener un sobrecalentamiento meta en dicha salida 68. El sobrecalentamiento real se puede determinar en respuesta a entradas de controlador recibidas de los sensores pertinentes (p. ej., en respuesta a salidas de un sensor de temperatura y un sensor de presión entre la salida 68 y la entrada secundaria 42 del eyector). Para aumentar el sobrecalentamiento, la válvula 70 se cierra; para disminuir el sobrecalentamiento, la válvula 70 se abre (p. ej., en etapas o de forma continua). En una realización alternativa, la presión se puede estimar a partir de un sensor de temperatura (no mostrado) a lo largo de la región saturada del evaporador. El control para proporcionar un nivel adecuado de sobrecalentamiento garantiza el buen rendimiento y la eficiencia del sistema. Un valor de sobrecalentamiento demasiado elevado da como resultado una diferencia de temperatura elevada entre el refrigerante y el aire y, por ende, da como resultado una presión de evaporador inferior. Si la válvula 70 está demasiado abierta, el sobrecalentamiento puede llegar a cero y el refrigerante que abandona el evaporador se saturará. Un valor de sobrecalentamiento demasiado bajo indica que el refrigerante líquido está saliendo del evaporador. Dicho refrigerante líquido no proporciona refrigeración y debe ser re-bombado por el eyector. El valor de sobrecalentamiento meta puede diferir según el modo de funcionamiento. En el primer modo, el valor meta puede ser bajo (normalmente 2K), mientras que en el segundo modo el valor meta puede ser más elevado (normalmente 5 K o más). La razón de esta diferencia es que en el primer modo la salida del evaporador está conectada con la entrada secundaria del eyector (puerto de succión), mientras que en el segundo modo está conectada con el puerto de succión del compresor. El eyector tolera la ingestión de refrigerante líquido mientras que es posible que el compresor no la tolere.

El eyector variable puede actuar como una válvula de control de alta presión (VAP) para tanto el modo eyector como el modo economizador.

Para ciclos transcíticos como CO<sub>2</sub>, elevar la presión del lado de alta disminuye la entalpía fuera del refrigerador de gas y aumenta la refrigeración disponible para un caudal másico de compresor determinado. Sin embargo, aumentar la presión del lado de alta también aumenta la potencia del compresor. Hay un valor de presión óptimo que maximiza la eficiencia del sistema en un estado de funcionamiento determinado. Como regla general, este valor meta varía con la temperatura del refrigerante que abandona el refrigerador de gas. En el controlador se puede programar una curva de temperatura-presión del lado de alta.

En la realización ejemplar con dos compresores accionados conjuntamente (p. ej., como grupos separados de cilindros de un compresor único), la velocidad del compresor se puede modificar para controlar la capacidad general del sistema. Aumentar la velocidad del compresor aumentará el caudal al eyector y, por ende, al evaporador. Un mayor flujo al evaporador aumenta directamente la capacidad del sistema. La capacidad deseada y, por ende, la velocidad del compresor, se pueden determinar por la diferencia entre la temperatura de la caja y el valor de referencia de la temperatura de la caja. Se puede utilizar una lógica PI (proporcional-integral) estándar para determinar la velocidad del compresor del historial de tiempo de la temperatura del contenedor con error en la medición menos el valor de referencia de temperatura.

La Fig. 7 muestra un sistema alternativo 300 que puede compartir detalles operativos básicos con el sistema 20 y ciertas modificaciones con el sistema 200. Los modos duales de funcionamiento se proporcionan añadiendo válvulas pero no dividiendo o añadiendo compresores. Una modificación adicional añade un intercambiador de calor con economizador 302 con una primera pierna 304 que tiene una entrada/ extremo aguas arriba 310 y una salida/ extremo aguas abajo 312 a lo largo de la tubería/ conducto 72 entre la salida de líquido 52 del separador y el dispositivo de expansión 70. El intercambiador de calor 302 tiene una segunda pierna 306 (que tiene una entrada/ extremo aguas arriba 314 y una salida/ extremo aguas abajo 316) en relación de intercambio de calor con la primera pierna. La pierna secundaria está ubicada a lo largo de una tubería (p. ej., la tubería de succión 56 del compresor) entre la salida de gas/ vapor 54 del separador y el puerto de succión 24 del compresor. Un segundo dispositivo de expansión 308 (p. ej., EEV) está ubicado en la tubería 56 entre la salida de gas 54 del separador y la segunda pierna 306.

En una modificación similar a la que se encuentra en el sistema 200, se añade una rama de vía de circulación adicional 240 con una válvula 244 ubicada para bloquear y desbloquear de forma selectiva el flujo a lo largo de esa rama. Se proporciona una rama 248 para desbloquear y bloquear de forma selectiva el flujo secundario a través del eyector. En el primer modo de funcionamiento (un modo de eyección puro), la válvula 244 está cerrada y la válvula 248 está abierta. El flujo continúa como en el sistema 20. No obstante, la presencia del intercambiador de calor con economizador 302 se desactiva de manera eficiente manteniendo la válvula 308 completamente abierta. Por lo tanto, la temperatura a lo largo de ambas piernas 306 y 304 será esencialmente la misma y no se producirá transferencia de calor.

En el segundo modo de funcionamiento (un modo de tanque de purga), la válvula 248 se cierra y la válvula 244 se abre (Fig. 8). Sin embargo, el intercambiador de calor con economizador 302 se utiliza en primer lugar expandiendo el flujo a lo largo de la tubería 56 en el segundo dispositivo de expansión 308. A continuación ese flujo se calienta mediante transferencia de calor de refrigerante que pasa a lo largo de la pierna 304 a refrigerante que pasa a lo largo de la pierna 306.

Las Fig. 9 y 10 son diagramas de presión-entalpía respectivos para el sistema 300 en el primer y segundo modo. Como con el sistema 200, el primer modo se puede utilizar para condiciones de carga relativamente elevada o temperatura ambiente elevada mientras que el segundo modo se puede utilizar para condiciones de carga o temperatura inferiores. El ciclo de la Fig. 9 es similar a un ciclo de eyección básico. En el modo de la Fig. 10, el dispositivo de expansión 308 y el intercambiador de calor 302 entran en juego. Para el ciclo de la Fig. 10, el dispositivo de expansión 308 se regula para soportar la presión en el separador a un valor que permitirá una diferencia de presión suficiente en todo el dispositivo de expansión 70 para que funcione correctamente (p. ej., al menos dos bares); y el intercambiador de calor 302 está activo sub-refrigerando el refrigerante en la tubería 304 mientras calienta la tubería 306. El estado del refrigerante que entra en el compresor en 24 resulta de la mezcla de la salida 314 del intercambiador de calor y la salida del evaporador 68. Las salidas respectivas de la pierna 306 y el evaporador 64 podrían estar en condiciones ligeramente diferentes que se promedien para formar el estado de succión.

Un uso ejemplar del sistema 300 es en una aplicación de refrigeración de supermercado. El o los compresores y el refrigerador de gas están lejos del uno o más evaporadores. Por ejemplo, una unidad central única (p. ej., de techo o de otro tipo exterior) que tiene el o los compresores, refrigerador de gas y eyector se puede utilizar para alimentar uno o más evaporadores remotos (p. ej., en expositores refrigerados individuales).

En un sistema sin eyección de base de la técnica anterior que utiliza CO<sub>2</sub> como refrigerante, se utiliza un tanque de purga para tolerar una caída de presión entre el refrigerador de gas y los evaporadores. Una válvula reguladora de contrapresión se utiliza en la salida de vapor para controlar la presión del tanque de purga a 35 bares. El propósito de esto es proporcionar líquido refrigerante a relativamente baja presión a las tuberías de suministro del evaporador que discurren por la tienda. Si, en su lugar, se utilizara la presión completa del CO<sub>2</sub> en la salida del refrigerador de gas, el coste de las tuberías (que son muchas y largas) sería muy superior. No obstante, para garantizar que haya suficiente presión para hacer funcionar las válvulas de control del evaporador (normalmente EXV) que están ubicadas en el mismo sitio que los evaporadores, no se permite que la presión en el tanque caiga por debajo de 35 bares.

En el modo sin eyección de las Fig. 8 y 10, el flujo/ corriente de refrigerante que entra en el compresor se forma fusionando dos corrientes: una corriente proviene del intercambiador de calor 302 después de la expansión en el dispositivo de expansión 308 y la otra corriente proviene del evaporador 64. Las presiones del refrigerante de los dos flujos están al mismo nivel pero la temperatura es distinta antes del mezclado.

El perfil de carga en un supermercado se puede clasificar en las siguientes tres categorías: 1) temperatura mínima (o



- inicio); 2) funcionamiento diurno; y 3) funcionamiento nocturno. Como regla general, la categoría de temperatura mínima lleva poco tiempo, y no contribuye de manera significativa al consumo de energía anual. Los funcionamientos tanto diurno como nocturno son estados de funcionamiento no variables. El funcionamiento diurno, en comparación con el nocturno, se caracteriza por temperaturas ambiente más elevadas y cargas mayores. Las cargas mayores resultan mayormente de la actividad del cliente. Durante el día los clientes pueden abrir y cerrar los expositores refrigerados con frecuencia, mientras que durante la noche los expositores permanecen cerrados. Otra característica de las aplicaciones en supermercados es que el valor de referencia de temperatura del evaporador permanece constante.
- 10 Durante el funcionamiento en estado no variable, el ciclo de eyección tiene una eficiencia significativamente superior que el ciclo de base cuando la temperatura ambiente es elevada, ya que una temperatura ambiente elevada produce una gran diferencia de temperatura entre el refrigerador de gas y las temperaturas de los expositores refrigerados. Asimismo, el ciclo de eyección puede tener una eficacia significativamente superior que el de base cuando las cargas son elevadas. Con cargas bajas y temperatura ambiente baja, el ciclo de base (el segundo modo) es casi tan eficiente como el ciclo de eyección (el primer modo). Si bien desde una perspectiva de eficiencia el ciclo de eyección podría llevarse a cabo en estas condiciones, su uso podría ser no deseado debido al hecho de que es posible que el eyector no soporte un aumento de presión suficiente entre los evaporadores remotos y el tanque de purga como para permitir el funcionamiento adecuado de los dispositivos de expansión. Esto se debe a que, como la presión de la entrada motora cae y la diferencia de temperatura entre el refrigerador de gas y los evaporadores disminuye, el potencial de recuperación de trabajo también disminuye.

El cambio de modo se acciona en respuesta al aumento de presión desde la entrada secundaria del eyector al tanque de purga (que es nominalmente igual a la presión en la salida del eyector). El fabricante del sistema puede determinar un aumento de presión mínimo que sea admisible para una aplicación determinada. Dichas presiones mínimas pueden ser una función de los dispositivos de expansión utilizados y las longitudes y diámetros de las tuberías (puesto que las tuberías más largas de diámetro menor producirán una mayor caída de presión dejando, de este modo, menos caída de presión para el funcionamiento de la válvula propiamente dicha). Un valor normal puede ser 3 bares. Se crea un modelo para el sistema que predice el aumento potencial de presión del eyector como una función de temperatura ambiente, temperatura de refrigerante saturado del evaporador y velocidad del compresor. Si está en el segundo modo, el controlador detecta estos tres valores y predice el aumento de presión del eyector. Si es mayor que el valor de referencia mínimo de aumento de presión, entonces el controlador cambia al primer modo. Los parámetros de modelo pueden ser autoajustados por el controlador; es decir, el aumento de presión real producido por el eyector en distintos estados de funcionamiento en el primer modo se puede utilizar para calcular a la inversa los parámetros de modelo adecuados. Si el sistema está en el primer modo, entonces el controlador detecta el aumento de presión del eyector. Si es inferior al valor de referencia mínimo de aumento de presión, entonces el controlador cambia al modo economizador.

Los accionadores de control de variables del sistema ejemplar 300 son: 1) la velocidad del ventilador del refrigerador de gas 30; 2) la aguja del eyector variable 38; 3) la velocidad del compresor 22; 4) el orificio del dispositivo de expansión del evaporador 70; y 5) el orificio del regulador de presión del tanque de purga (308). El refrigerador de gas, el eyector y el compresor se utilizan de forma compatible con el sistema (200), y con el ciclo de eyección de la técnica anterior de base. Su control no se ve afectado por el modo de funcionamiento del sistema.

En el modo economizador, el eyector 38 actúa como la VAP (válvula de alta presión) que se utiliza para mantener la presión del lado de alta a un valor meta preconfigurado óptimo que responda a la temperatura del refrigerante detectada a la salida del refrigerador de gas. Este control es compatible con el descrito para el sistema 200.

En un sistema de base, sin un eyector, la presión del tanque de purga se puede mantener a 35 bares mediante una válvula reguladora de presión. En el sistema ejemplar 300, esta válvula 308 es reemplazada por ya sea una EXV con una abertura de gran tamaño, o por alguna otra válvula o conjunto de válvulas que puedan cumplir su propósito doble. En el primer modo, debería producirse la menor restricción posible en esta tubería. Una EXV debería estar completamente abierta. En el segundo modo, la EXV se puede utilizar para controlar la presión del tanque de purga. Cuanto más grande es la abertura de la EXV 308, menor es la presión del tanque de purga y viceversa.

La Fig. 11 muestra un sistema alternativo 400 que puede compartir rasgos operativos y estructurales básicos con los sistemas 20 y 200. En este sistema, una VAP 402 separada está aguas abajo del intercambiador de calor con evacuación de calor/ refrigerador de gas 30 y se utiliza para controlar la presión del lado de alta, y el eyector 38 puede ser controlable o no controlable. La VAP ejemplar está ubicada en la salida del refrigerador de gas 34. Se añaden dos válvulas 404, 406 (p. ej., válvulas solenoides biestáticas), junto con una tubería adicional 408 que conecta/ se bifurca desde la salida de la VAP directamente hacia dentro del tanque de purga/ separador 48. Una de las válvulas biestáticas está ubicada en esta tubería, mientras que la otra está ubicada en la tubería 36 entre la

- salida de la VAP y la entrada principal 40 del eyector. En el primer modo de funcionamiento (eyección), la válvula 406 está cerrada y la válvula 404 está abierta. En el segundo modo de funcionamiento (economizador) (Fig. 12), la válvula biestática 406 está abierta y la válvula biestática 404 está cerrada. En el primer modo, si el eyector es controlable, entonces la VAP puede permanecer completamente abierta mientras el eyector 38 cumple la función de controlar la presión del lado de alta. En el segundo modo, o en el primer modo con un eyector no controlable, la VAP se utiliza para controlar la presión del lado de alta. El resto de los accionadores se controlan igual que en el sistema 200. Los ciclos termodinámicos respectivos de estos dos modos también se representan esencialmente en las Fig. 5 y 6.
- 10 La Fig. 13 muestra un sistema alternativo 500 que puede compartir rasgos operativos y estructurales básicos con los sistemas 20 y 200. En este sistema los dos compresores 220 y 221 discurren en paralelo en vez de en serie. En este modo, los compresores 220 y 221 están efectivamente en paralelo en vez de en una serie interrumpida. Una tubería 502 desde la salida de gas 54 del separador se bifurca en una rama 504 que alimenta el puerto de succión 223 del segundo compresor y una rama 506 que alimenta el puerto de succión del primer compresor a través de la válvula
- 15 250. El compresor 220 comprime el refrigerante de P1 a P2 (o P1' a P2'). No hay refrigerador intermedio. La válvula solenoide biestática 246 se puede eliminar. En el primer modo, con la válvula biestática 250 abierta y la válvula biestática 244 cerrada, ambos compresores reciben refrigerante desde la salida del separador 54 a la presión P1 y ambos compresores comprimen el refrigerante a la presión P2. En un diagrama de presión-entalpía actúan como un único compresor. En el segundo modo de la Fig. 14, con la válvula biestática 244 abierta y la válvula biestática 250
- 20 cerrada, el compresor 220 recibe refrigerante desde el evaporador a la presión P3' y lo comprime a la presión P2'. El compresor 221 recibe refrigerante de la salida 54 del separador a la presión P4' y lo comprime a la presión P2'. Antes de entrar en el refrigerador de gas los dos flujos se mezclan.
- Las Fig. 17 y 18 muestran un sistema alternativo 600 (en los respectivos primer modo (eyección) y segundo modo
- 25 (economizador)) que es igual al sistema 200 excepto porque se ha añadido un intercambiador de calor de la tubería de succión (SLHX, por su sigla en inglés) 602. El SLHX intercambia calor desde el fluido templado en la salida del refrigerador de gas (en una pierna 604) hasta el vapor del refrigerador en la entrada de succión del compresor (en una pierna 606). Al hacerlo aumenta la refrigeración disponible a partir de un caudal determinado de refrigerante, pero a expensas de un aumento de consumo de energía en el compresor. Según el sistema y sus condiciones de
- 30 funcionamiento, un SLHX puede tener un efecto positivo neto en la eficiencia del sistema. De manera similar, un intercambiador de calor de la tubería de succión también se puede añadir al sistema 300.
- Los sistemas se pueden fabricar a partir de componentes convencionales utilizando técnicas convencionales apropiadas para los usos previstos particulares.
- 35 Aunque anteriormente se describe en detalle una realización, tal descripción no pretende limitar el alcance de la presente descripción. Se entenderá que pueden realizarse varias modificaciones sin apartarse del alcance de la descripción. Por ejemplo, cuando se implementan en la refabricación de un sistema existente o el rediseño de una configuración de un sistema existente, los detalles de la configuración existente pueden influir en, o determinar los
- 40 detalles de, cualquier implementación particular. Por consiguiente, otras realizaciones están comprendidas dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de compresor de vapor (200; 300; 400; 500; 600) que comprende:  
 un compresor (22; 220, 221);
- 5 un intercambiador de calor con evacuación de calor (30) acoplado al compresor para recibir refrigerante comprimido por el compresor;  
 un eyector (38) que tiene:  
 una entrada principal (40);  
 una entrada secundaria (42); y
- 10 una salida (44);  
 un intercambiador de calor con absorción de calor (64);  
 un separador (48) que tiene:  
 una entrada (50) acoplada a la salida del eyector para recibir refrigerante del eyector;  
 una salida de gas (54); y
- 15 una salida de líquido (52); y  
 una o más válvulas (244, 246, 248, 250) ubicadas para permitir que el sistema cambie entre:  
 un primer modo en el que:  
 el refrigerante pasa desde el intercambiador de calor con evacuación de calor, a través de la entrada principal del eyector, fuera de la salida del eyector, al separador;
- 20 un primer flujo desde la salida de gas del separador pasa a través del compresor al intercambiador de calor con evacuación de calor; y  
 un segundo flujo desde la salida de líquido del separador pasa a través del intercambiador de calor con absorción de calor y a través del puerto secundario del eyector; y  
 un segundo modo en el que:
- 25 el refrigerante pasa desde el intercambiador de calor con evacuación de calor al separador;  
 un primer flujo desde la salida de gas del separador pasa al compresor; y  
 un segundo flujo desde la salida de líquido del separador pasa a través del intercambiador de calor con absorción de calor al compresor
- caracterizado porque** el sistema (200; 300; 400; 500; 600) además comprende un controlador (140) que está
- 30 configurado para cambiar entre el primer y el segundo modo en respuesta a condiciones detectadas que comprenden al menos una de temperatura ambiente exterior y velocidad del compresor.
2. Un sistema de compresor de vapor transcrito (200; 300; 400; 500; 600) que comprende:  
 un compresor (22; 220, 221);
- 35 un intercambiador de calor con evacuación de calor (30) acoplado al compresor para recibir refrigerante comprimido por el compresor;  
 un eyector (38) que tiene:  
 una entrada principal (40);  
 una entrada secundaria (42); y
- 40 una salida (44);  
 un intercambiador de calor con absorción de calor (64);  
 un separador (48) que tiene:  
 una entrada (50) acoplada a la salida del eyector para recibir refrigerante del eyector;  
 una salida de gas (54); y
- 45 una salida de líquido (52); y  
 una o más válvulas (244, 246, 248, 250) ubicadas para permitir que el sistema cambie entre:  
 un primer modo en el que:  
 el refrigerante pasa desde el intercambiador de calor con evacuación de calor, a través de la entrada principal del eyector, fuera de la salida del eyector, al separador;
- 50 un primer flujo desde la salida de gas del separador pasa a través del compresor al intercambiador de calor con evacuación de calor; y  
 un segundo flujo desde la salida de líquido del separador pasa a través del intercambiador de calor con absorción de calor y a través del puerto secundario del eyector; y  
 un segundo modo en el que:
- 55 el refrigerante pasa desde el intercambiador de calor con evacuación de calor al separador;  
 un primer flujo desde la salida de gas del separador pasa al compresor; y  
 un segundo flujo desde la salida de líquido del separador pasa a través del intercambiador de calor con absorción de calor al compresor **caracterizado porque** el sistema (200; 300; 400; 500; 600) además comprende un controlador (140) que está configurado para cambiar entre el primer y el segundo modo en respuesta a una presión del lado de
- 60 alta medida en un lado de la salida del intercambiador de calor con evacuación de calor (30).

3. El sistema de compresor de vapor (200; 600) de la reivindicación 1 o 2 en el que:  
 el compresor comprende un primer compresor (220) y un segundo compresor (221);  
 en el primer modo:  
 el refrigerante pasa desde el intercambiador de calor con evacuación de calor; a través de la entrada principal del  
 5 eyector, fuera de la salida del eyector, al separador;  
 el primer flujo del separador pasa a través del primer compresor y el segundo compresor al intercambiador de calor  
 con evacuación de calor; y  
 el segundo flujo desde el separador pasa a través del intercambiador de calor con absorción de calor y a través del  
 puerto secundario del eyector; y  
 10 en el segundo modo:  
 el refrigerante pasa desde el intercambiador de calor con evacuación de calor, a través de la entrada principal del  
 eyector, fuera de la salida del eyector, al separador;  
 el primer flujo del separador pasa al segundo compresor, sorteando el primer compresor; y  
 el segundo flujo del separador pasa a través del intercambiador de calor con absorción de calor y el primer  
 15 compresor para unirse al primer flujo y pasar a través del segundo compresor al intercambiador de calor con  
 evacuación de calor.
4. El sistema de compresor de vapor (400) de la reivindicación 1 o 2 en el que:  
 el compresor comprende un primer compresor (220) y un segundo compresor (221);  
 20 en el primer modo:  
 el refrigerante pasa desde el intercambiador de calor con evacuación de calor, a través de la entrada principal del  
 eyector, fuera de la salida del eyector, al separador;  
 el primer flujo del separador pasa a través del primer compresor y el segundo compresor al intercambiador de calor  
 con evacuación de calor; y  
 25 el segundo flujo desde el separador pasa a través del intercambiador de calor con absorción de calor y a través del  
 puerto secundario del eyector; y  
 en el segundo modo:  
 el refrigerante pasa desde el intercambiador de calor con evacuación de calor al separador, sorteando el eyector;  
 el primer flujo del separador pasa al segundo compresor, sorteando el primer compresor; y  
 30 el segundo flujo del separador pasa a través del intercambiador de calor con absorción de calor y el primer  
 compresor para unirse al primer flujo y pasar a través del segundo compresor al intercambiador de calor con  
 evacuación de calor.
5. El sistema de compresor de vapor (500) de la reivindicación 1 o 2 en el que:  
 35 el compresor comprende un primer compresor (220) y un segundo compresor (221);  
 en el primer modo:  
 el refrigerante pasa desde el intercambiador de calor con evacuación de calor, a través de la entrada principal del  
 eyector, fuera de la salida del eyector, al separador;  
 el primer flujo del separador se divide en porciones pasando respectivamente a través del primer compresor y el  
 40 segundo compresor al intercambiador de calor con evacuación de calor; y  
 el segundo flujo desde el separador pasa a través del intercambiador de calor con absorción de calor y a través del  
 puerto secundario del eyector; y  
 en el segundo modo:  
 el refrigerante pasa desde el intercambiador de calor con evacuación de calor, a través de la entrada principal del  
 45 eyector, fuera de la salida del eyector, al separador;  
 el primer flujo del separador pasa al segundo compresor, sorteando el primer compresor; y  
 el segundo flujo del separador pasa a través del intercambiador de calor con absorción de calor y el primer  
 compresor para unirse al primer flujo y pasar a través del intercambiador de calor con evacuación de calor,  
 sorteando el segundo compresor.  
 50
6. El sistema de compresor de vapor de la reivindicación 3 en el que:  
 el primer y el segundo compresor tienen fuentes de alimentación separadas, o en el que:  
 el primer y el segundo compresor son etapas separadas de un único compresor.
- 55 7. El sistema de compresor de vapor de la reivindicación 1 o 2 que comprende además:  
 un dispositivo de expansión controlable (70) entre la salida de líquido del separador y el intercambiador de calor con  
 absorción de calor.
8. El sistema de compresor de vapor de la reivindicación 7 que comprende además:  
 60 un intercambiador de calor de refrigerante-refrigerante (308) que tiene:  
 una primera pierna (304) entre la salida de líquido del separador y el dispositivo de expansión controlable; y

una segunda pierna (306) entre la salida de gas del separador y el compresor; y un segundo dispositivo de expansión controlable (260) entre la salida de gas del separador y la segunda pierna.

9. El sistema de compresor de vapor de la reivindicación 1 o 2 en el que:
- 5 el separador es un separador por gravedad;  
un flujo de gas de fase única sale de la salida de gas tanto en el primer como en el segundo modo; y  
un flujo de líquido de fase única sale de la salida de líquido tanto en el primer como en el segundo modo.
10. El sistema de compresor de vapor de la reivindicación 1 o 2 en el que:
- 10 el sistema no tiene otro separador, o en el que:  
el sistema no tiene otro eyector.
11. El sistema de compresor de vapor de la reivindicación 1 o 2 en el que la al menos una válvula comprende una o más de:
- 15 una válvula controlable (248) que tiene: un estado abierto que permite el flujo desde el intercambiador de calor con absorción de calor a la entrada secundaria del eyector; y un estado cerrado que evita dicho flujo; y  
una válvula controlable (244) que tiene: un estado abierto que permite el flujo desde el intercambiador de calor con absorción de calor al compresor; y un estado cerrado que evita dicho flujo.
- 20 12. El sistema de compresor de vapor de la reivindicación 1 o 2 en el que:  
el refrigerante comprende dióxido de carbono, al menos 50 % en peso.
13. Un procedimiento para hacer funcionar un sistema de compresor de vapor, comprendiendo el sistema:
- 25 un intercambiador de calor con evacuación de calor (30); un eyector (38) que tiene:  
una entrada principal (40);  
una entrada secundaria (42); y  
una salida (44);  
un intercambiador de calor con absorción de calor (64);
- 30 un separador (48) que tiene:  
una entrada (50);  
una salida de gas (54); y  
una salida de líquido (52); y  
una o más válvulas (244, 246, 248, 250) ubicadas para permitir que el sistema cambie entre un primer modo y un
- 35 segundo modo,  
comprendiendo el procedimiento:  
funcionar en el primer modo en el que:  
el refrigerante pasa desde el intercambiador de calor con evacuación de calor, a través de la entrada principal del eyector, fuera de la salida del eyector, al separador;
- 40 un flujo desde la salida de gas del separador pasa a través del compresor al intercambiador de calor con evacuación de calor; y  
un flujo desde la salida de líquido del separador pasa a través del intercambiador de calor con absorción de calor y a través del puerto secundario del eyector; y  
cambiando el sistema a un segundo modo en el que:
- 45 el refrigerante pasa desde el intercambiador de calor con evacuación de calor a la entrada del separador;  
un flujo desde la salida de gas del separador pasa al compresor; y  
un flujo desde la salida de líquido del separador pasa a través del intercambiador de calor con absorción de calor y al compresor, sorteando el puerto secundario del eyector;
- 50 **caracterizado porque** el sistema cambia entre el primer y el segundo modo en respuesta a condiciones detectadas que comprenden al menos una de temperatura ambiente exterior y velocidad del compresor.
14. Un procedimiento para hacer funcionar un sistema de compresor de vapor transcrítico, comprendiendo el sistema:
- 55 un compresor (20; 220, 221);  
un intercambiador de calor con evacuación de calor (30); un eyector (38) que tiene:  
una entrada principal (40);  
una entrada secundaria (42); y  
una salida (44);  
un intercambiador de calor con absorción de calor (64);
- 60 un separador (48) que tiene:  
una entrada (50);

una salida de gas (54); y  
una salida de líquido (52); y  
una o más válvulas (244, 246, 248, 250) ubicadas para permitir que el sistema cambie entre un primer modo y un segundo modo,

5 comprendiendo el procedimiento:

funcionar en el primer modo en el que:

el refrigerante pasa desde el intercambiador de calor con evacuación de calor, a través de la entrada principal del eyector, fuera de la salida del eyector, al separador;

un flujo desde la salida de gas del separador pasa a través del compresor al intercambiador de calor con evacuación de calor; y

10

un flujo desde la salida de líquido del separador pasa a través del intercambiador de calor con absorción de calor y a través del puerto secundario del eyector; y

cambiando el sistema a un segundo modo en el que:

el refrigerante pasa desde el intercambiador de calor con evacuación de calor a la entrada del separador;

15

un flujo desde la salida de gas del separador pasa al compresor; y

un flujo desde la salida de líquido del separador pasa a través del intercambiador de calor con absorción de calor y al compresor, sorteando el puerto secundario del eyector;

**caracterizado porque** el sistema cambia entre el primer y el segundo modo en respuesta a una presión del lado de alta medida en un lado de la salida del intercambiador de calor con evacuación de calor (30).

20

15. El procedimiento de la reivindicación 13 o 14 en el que:

el flujo a través de la entrada principal del eyector consiste esencialmente en estados supercrítico o líquido; y

el flujo a través de la entrada secundaria del eyector consiste esencialmente en gas.

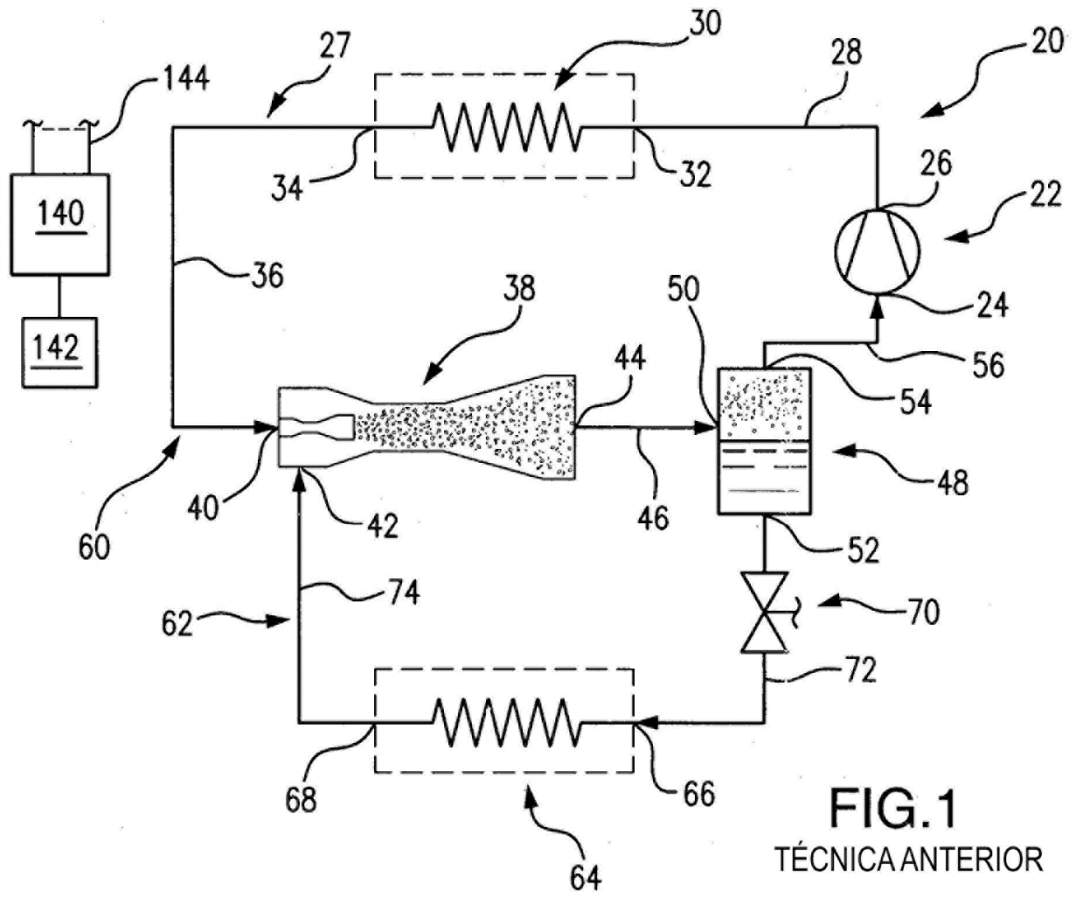


FIG. 1  
TÉCNICA ANTERIOR

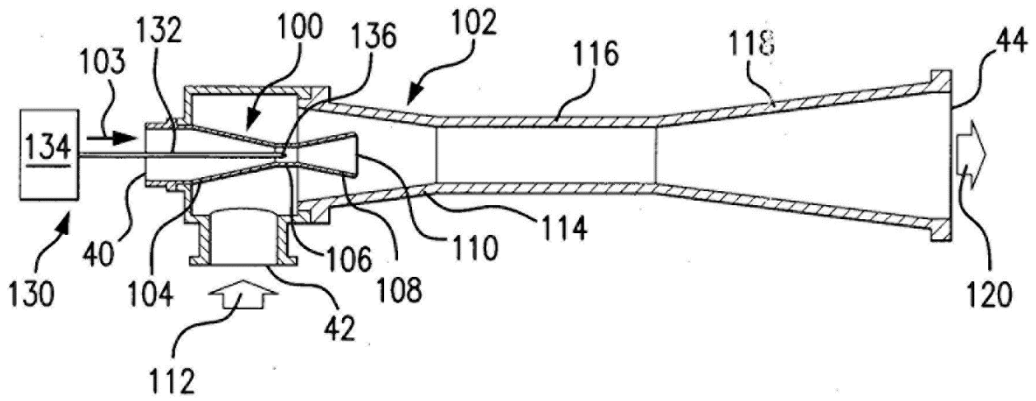


FIG. 2  
TÉCNICA ANTERIOR

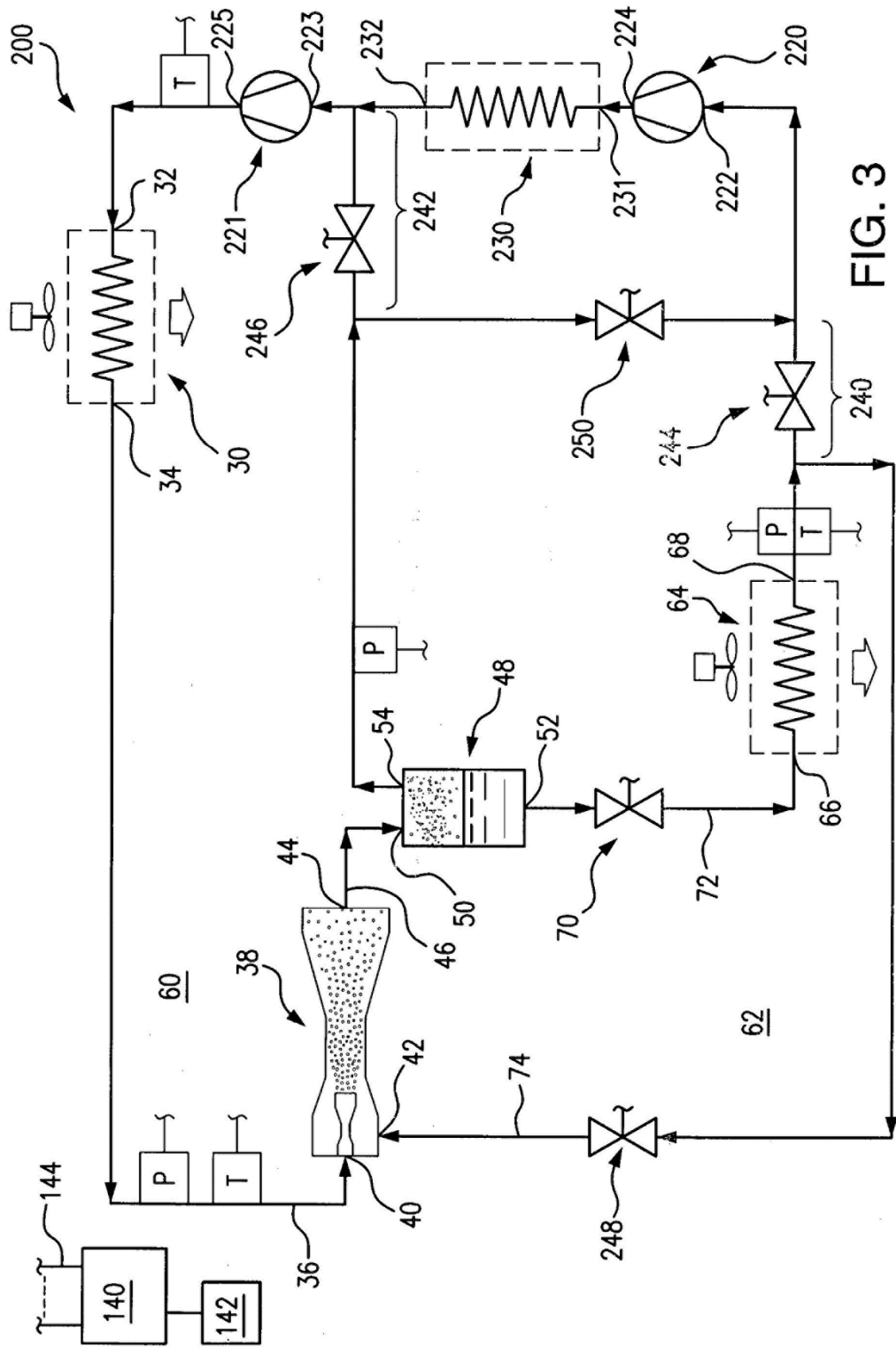


FIG. 3



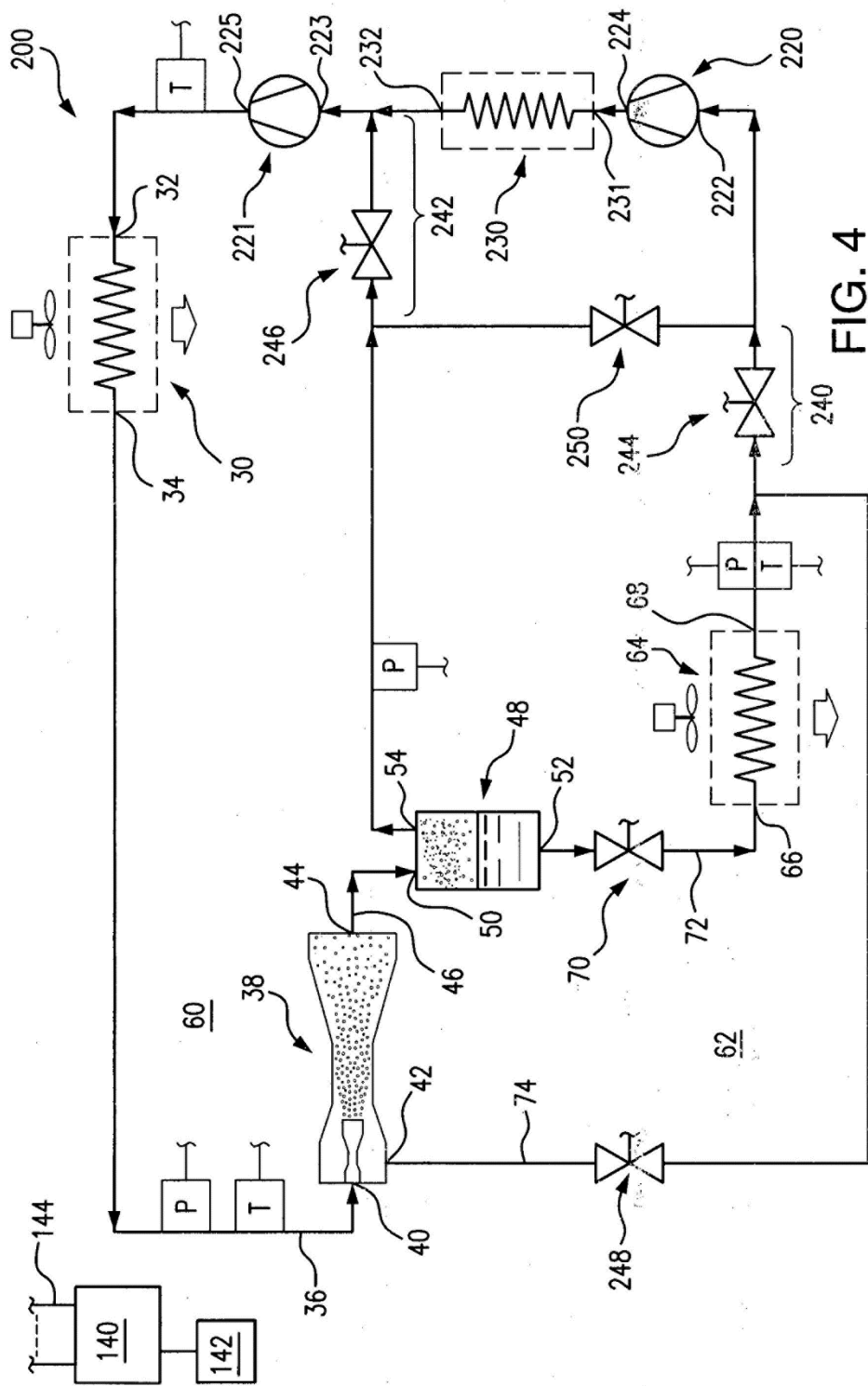


FIG. 4

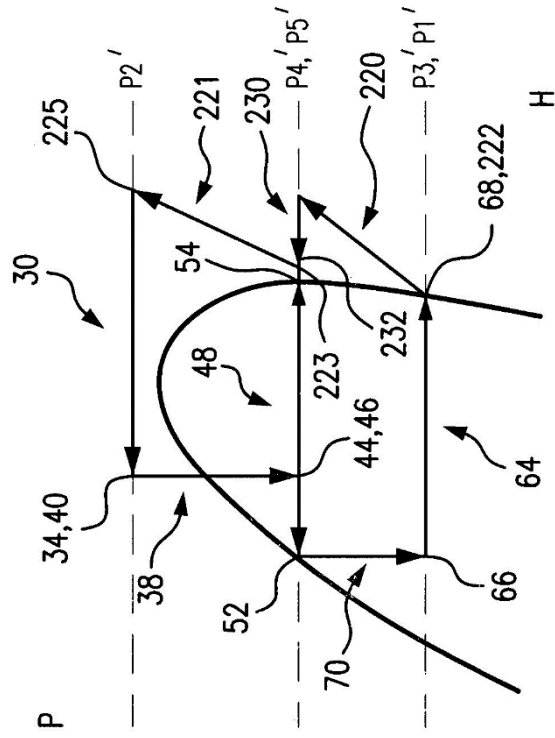


FIG. 5

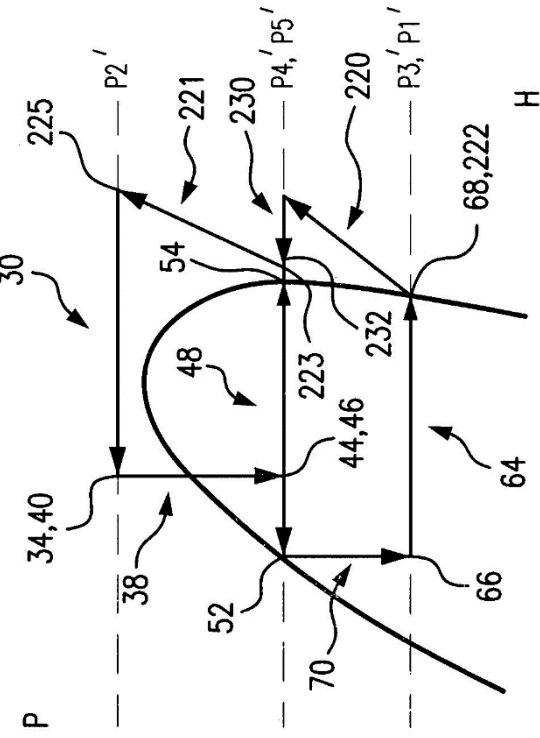


FIG. 6

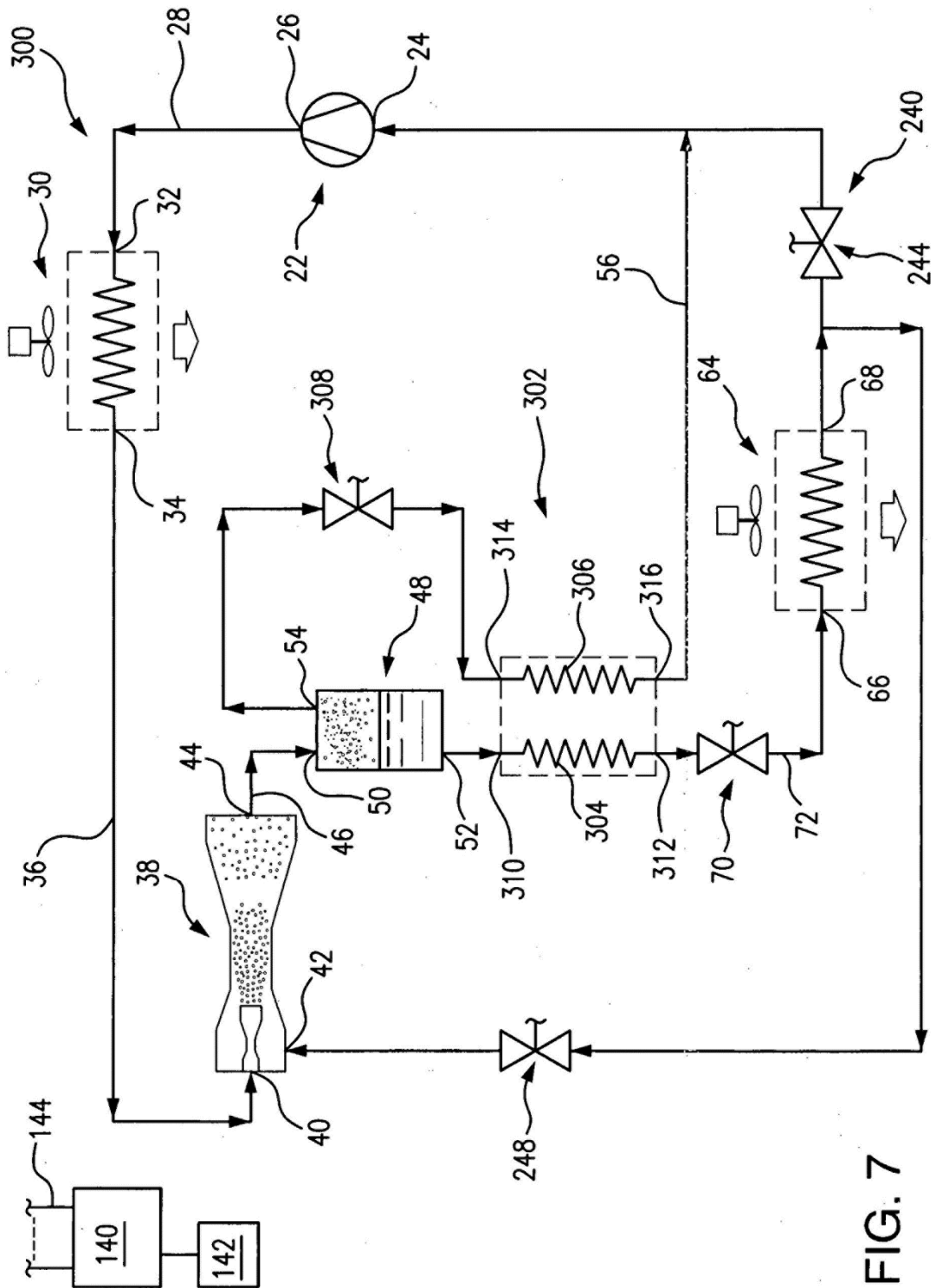


FIG. 7



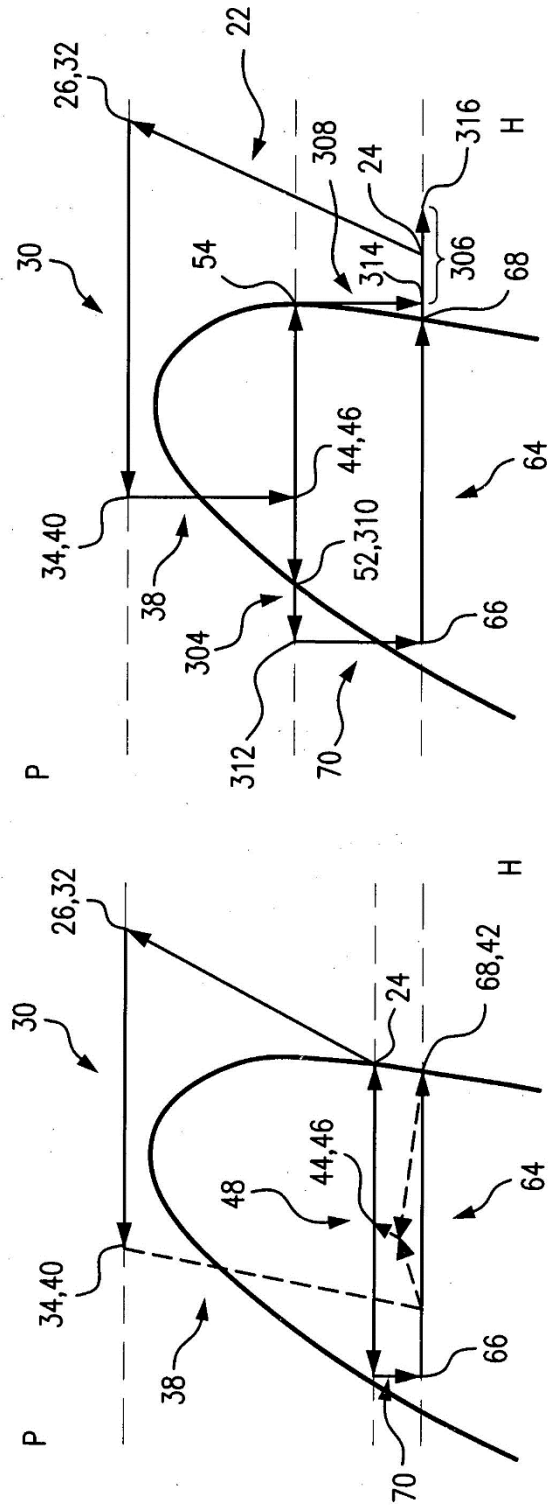


FIG. 10

FIG. 9









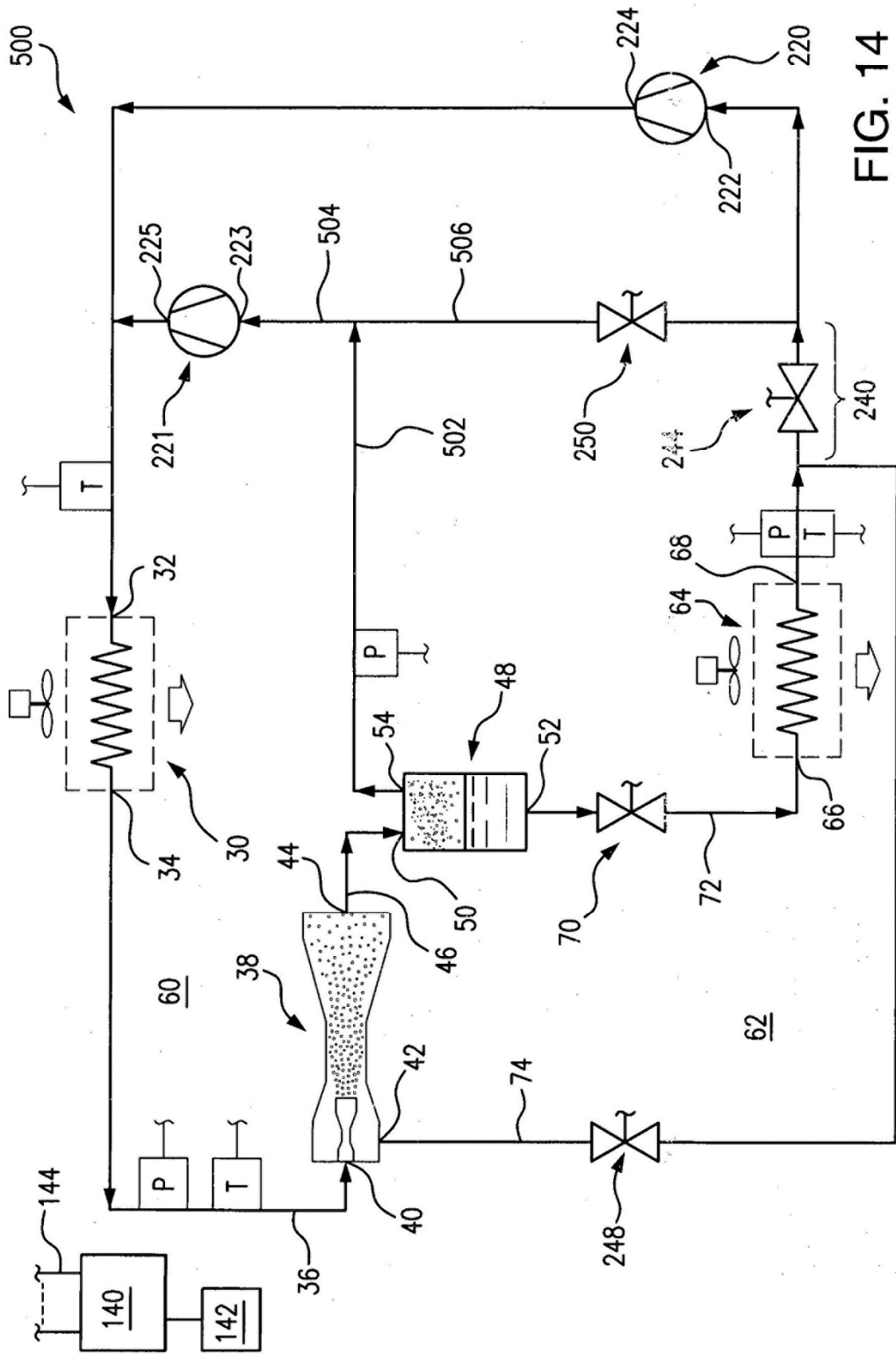


FIG. 14



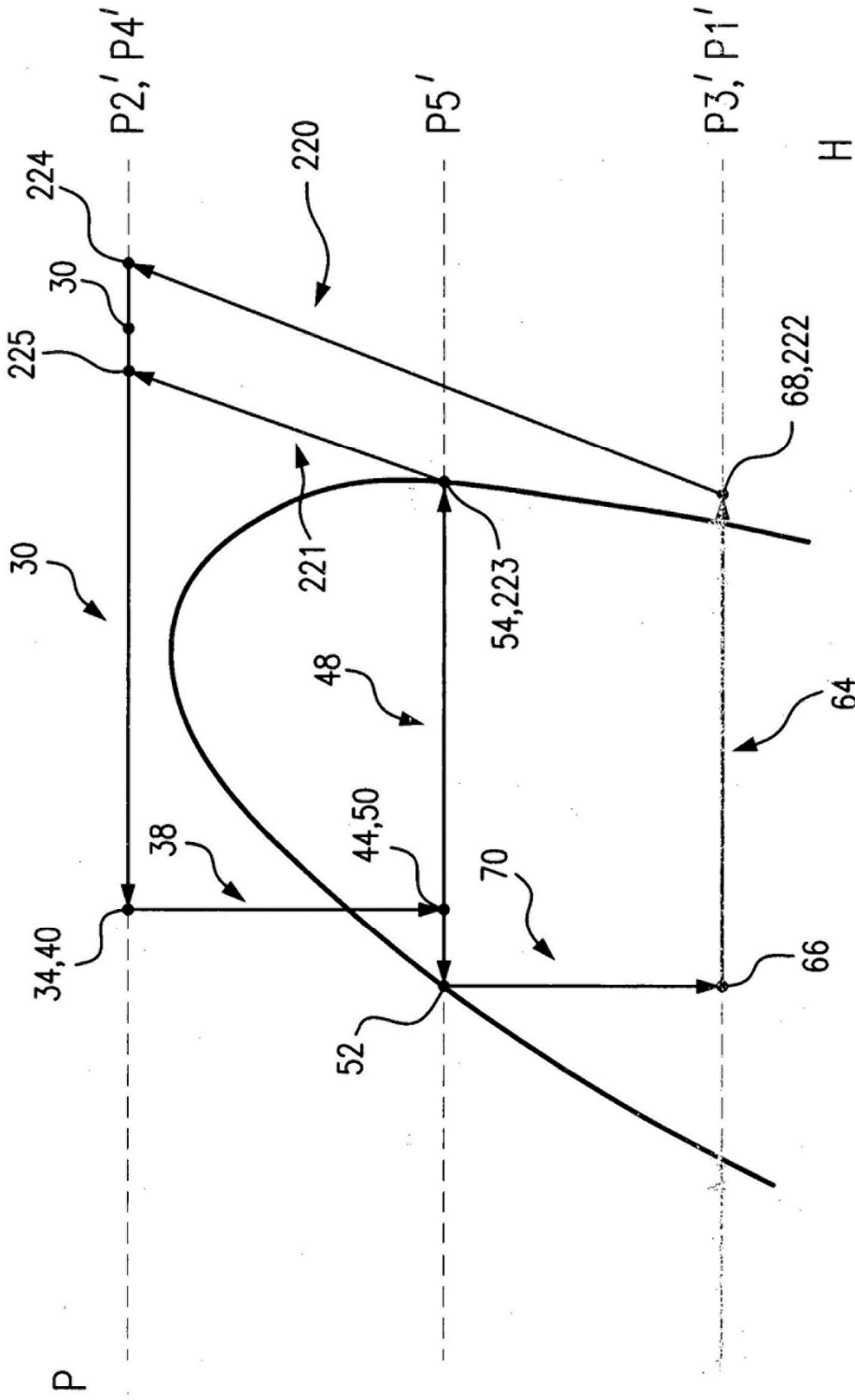


FIG. 16

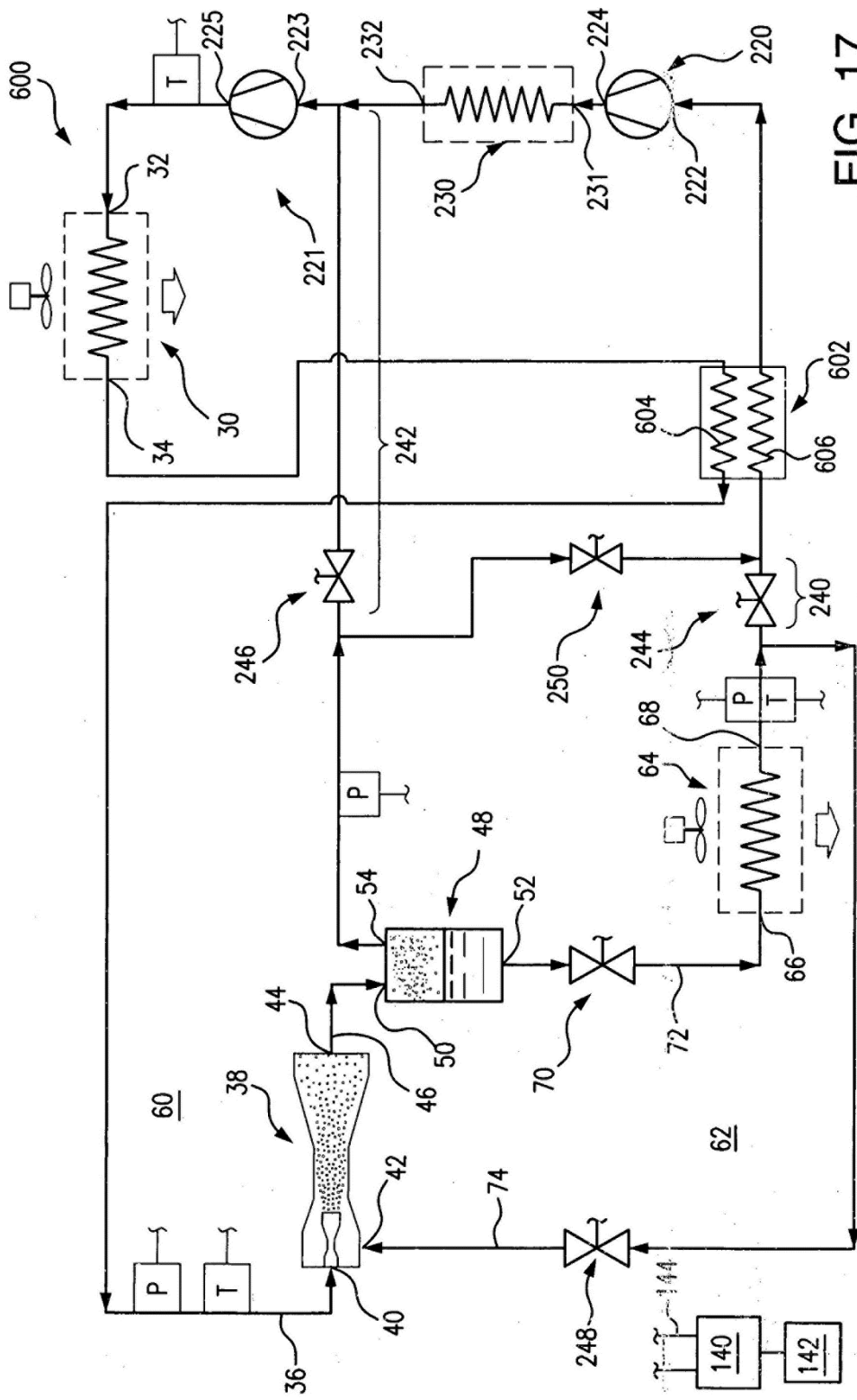


FIG. 17

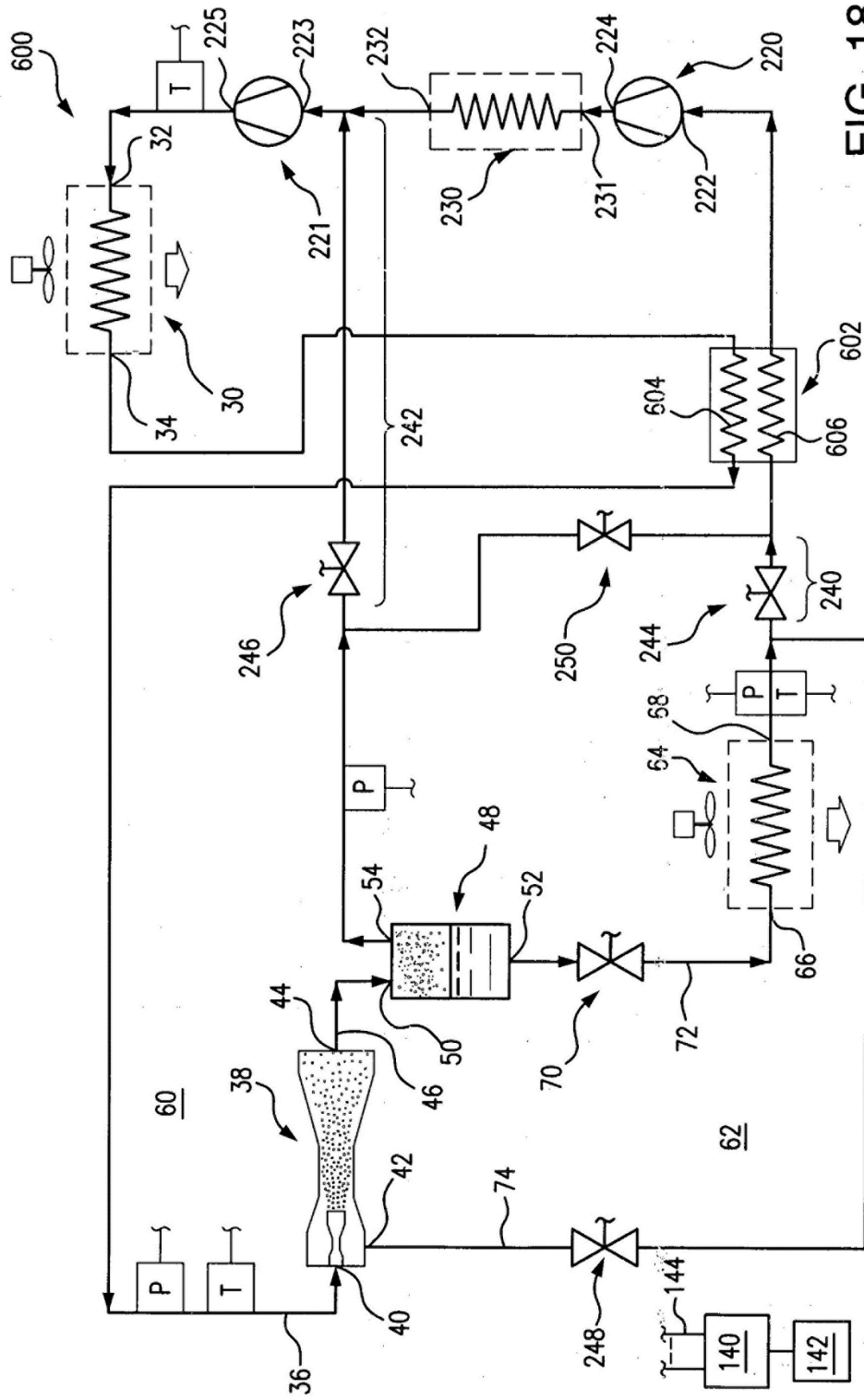


FIG. 18