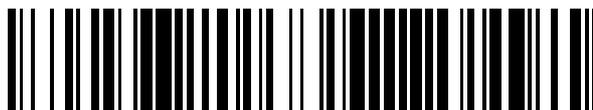


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 570 677**

51 Int. Cl.:

F25B 41/00 (2006.01)

F25B 1/10 (2006.01)

F25B 43/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.07.2011 E 11740768 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016 EP 2596305**

54 Título: **Ciclo de refrigeración de tipo eyector y dispositivo de refrigeración que utiliza el mismo**

30 Prioridad:

23.07.2010 US 367109 P

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

19.05.2016

73 Titular/es:

**CARRIER CORPORATION (100.0%)
One Carrier Place P.O.Box 4015
Farmington, CT 06034-4015, US**

72 Inventor/es:

**VERMA, PARMESH y
WANG, JINLIANG**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 570 677 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 refrigeración de tipo eyector y dispositivo de refrigeración que utiliza el mismo

Antecedentes

La presente descripción se refiere a la refrigeración. Más particularmente, se refiere a sistemas de refrigeración de eyector.

En los documentos US1836318 y US3277660 se describen las primeras propuestas de sistemas de refrigeración de eyector. La FIG. 1 muestra un ejemplo básico de un sistema 20 de refrigeración de eyector. 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 conocidos se posicionan a lo largo de un circuito de refrigerante o camino de flujo 27 y se conectan a través de varios conductos (líneas). Una línea 28 de descarga se extiende desde la salida 26 hasta la entrada 32 de un intercambiador de calor (un intercambiador de calor de rechazo de calor en un modo normal de operación de sistema (por ejemplo, un condensador o refrigerador de gas)) 30. Una línea 36 se extiende desde la salida 34 del intercambiador de calor de rechazo de calor hasta una entrada principal (entrada bifásica o líquida o supercrítica) 40 de un eyector 38. El eyector 38 también tiene una entrada secundaria (entrada bifásica o de vapor saturado o sobrecalentado) 42 y una salida 44. Una línea 46 se extiende desde la salida 44 del eyector hasta una entrada 50 de un separador 48. El separador tiene una salida 52 de líquido y una salida 54 de gas. Una línea de succión 56 se extiende desde la salida 54 de gas hasta el puerto 24 de succión de compresor. Las líneas 28, 36, 46 y 56, y los componentes entre las mismas definen un bucle 60 principal del circuito 27 refrigerante. Un segundo bucle 62 del circuito 27 refrigerante incluye un intercambiador 64 de vapor (que en un modo de operación normal es un intercambiador de calor de absorción de calor (por ejemplo, un evaporador)). El evaporador 64 incluye una entrada 66 y una salida 68 a lo largo del bucle 62 secundario y el dispositivo 70 de expansión está situado en una línea 72 que se extiende entre la salida 52 del líquido separador y la entrada 66 de evaporador. Una línea 74 de entrada secundaria de eyector se extiende desde la salida 68 hasta la entrada 42 secundaria de eyector.

En el modo normal de operación, un refrigerante gaseoso es absorbido por el compresor 22 a través de la línea 56 de succión y la entrada 24 y es comprimido y descargado desde el puerto 26 de descarga hacia la línea 28 de descarga. En el intercambiador de calor de rechazo de calor, el refrigerante pierde/rechaza calor a un fluido de transferencia de calor (por ejemplo, aire forzado por un ventilador o agua u otro fluido). El refrigerante enfriado sale del intercambiador de calor de rechazo de calor a través de la salida 34 y entra en la entrada 40 principal de eyector a través de la línea 36.

El eyector 38 de ejemplo (FIG. 2) está formado como la combinación de una boquilla 100 (principal) motriz alojada dentro de un miembro 102 exterior. La entrada 40 principal es la entrada a la boquilla 100 motriz. La salida 44 es la salida del miembro 102 exterior. El flujo 103 de refrigerante principal entra en la entrada 40 y luego pasa al interior de una sección 104 convergente de la boquilla 100 motriz. Luego pasa a través de una sección 106 de garganta y una sección 108 de expansión (divergente) a través de una salida 110 de la boquilla 100 motriz. La boquilla 100 motriz acelera el flujo 103 y disminuye la presión del flujo. La entrada 42 secundaria forma una entrada del miembro 102 exterior. La reducción de presión provocada en el flujo principal por la boquilla motriz ayuda a llevar el flujo 112 secundario hacia el interior del miembro exterior. El miembro exterior incluye un mezclador que tiene una sección 114 convergente y una sección 116 de mezclado o garganta alargada. El miembro exterior también tiene un difusor 118 o sección divergente aguas debajo de la sección 116 de mezclado o garganta alargada. La salida 110 de boquilla motriz está posicionada en el interior de la sección 114 convergente. A medida que el flujo 103 sale a través de la salida 110, comienza a mezclarse con el flujo 112, produciéndose un mezclado adicional a través de la sección 116 de mezclado que proporciona una zona de mezclado. Durante el funcionamiento, el flujo 103 principal puede típicamente ser supercrítico cuando entra el eyector y subcrítico cuando sale de la boquilla motriz. El flujo 112 secundario es gaseoso (o una mezcla de gas con una cantidad más pequeña de líquido) cuando entra en el segundo puerto 42 de entrada secundario. El flujo 120 combinado resultante es una mezcla líquido/vapor y decelera y recupera presión en el difusor 118 al mismo tiempo que sigue siendo una mezcla. Al entrar en el separador, el flujo 120 se vuelve a separar en los flujos 103 y 112. El flujo 103 pasa como un gas a través de la línea de succión del compresor, según se ha descrito anteriormente. El flujo 112 pasa como un líquido a la válvula 70 de expansión. El flujo 112 puede ser expandido por la válvula 70 (por ejemplo, hasta una baja calidad (dos fases con una pequeña cantidad de calor)) y ser conducido al evaporador 64. Dentro del evaporador 64, el refrigerante absorbe calor de un fluido de transferencia de calor (por ejemplo, de un flujo de aire forzado por ventilador o agua u otro líquido) y es descargado desde la salida 68 a la línea 74 como el gas anteriormente mencionado.

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. En consecuencia, la relación de presión del compresor (y por tanto el consumo de potencia) puede reducirse para una presión de evaporador deseada determinada. La calidad del refrigerante que entra en el evaporador también puede reducirse. Por tanto, el efecto de la refrigeración por unidad de flujo másico puede aumentarse (con relación al sistema sin eyector). La distribución del fluido que entra en el evaporador es mejorada (mejorando así el rendimiento del evaporador). Como el evaporador no alimenta directamente el compresor, no es necesario que el evaporador produzca un flujo de salida de refrigerante sobrecalentado. El uso de un ciclo de eyector puede por tanto permitir la reducción o eliminación de

la zona sobrecalentada del evaporador. Esto puede permitir que el evaporador opere en un estado bifásico que proporciona un rendimiento de transferencia de calor más elevado (por ejemplo, facilitando la reducción del tamaño del evaporador para una capacidad dada).

5 El ejemplo de eyector puede ser un eyector con una geometría fija o puede ser un eyector controlable. La FIG. 2 muestra la controlabilidad que proporciona una válvula 130 de aguja que tiene una aguja 132 y un actuador 134. El actuador 134 desplaza una porción 136 de punta de la aguja entrando y saliendo de la sección 106 de aguja de la boquilla 100 motriz para modular el flujo a través de la boquilla motriz y, a su vez, la totalidad del eyector. Ejemplos de actuadores 134 son eléctricos (por ejemplo, de tipo solenoide o similar). El actuador 134 puede estar acoplado y controlado por un controlador 140 que puede recibir entradas de usuarios desde un dispositivo 142 de entrada (por ejemplo, conmutadores, teclado, o similar) y sensores (no mostrados). El controlador 140 puede acoplarse al actuador y a otros componentes del sistema controlables (por ejemplo, válvulas, el motor del compresor, y similares) a través de líneas 144 de control (por ejemplo, rutas de comunicación cableadas o inalámbricas). El controlador puede incluir uno o más: procesadores; memoria (por ejemplo, para almacenar información de programa para su ejecución por el procesador para llevar a cabo los métodos de operación y para almacenar datos utilizados o generados por el(los) programa(s); y dispositivos de interfaz de hardware (por ejemplo, puertos) para la interfaz con dispositivos de entrada/salida y componentes de sistema controlables.

20 Se han propuesto varias modificaciones de los sistemas de eyector de este tipo. Un ejemplo en el documento US20070028630 implica colocar un segundo evaporador a lo largo de la línea 46. El documento US20040123624 describe un sistema que tiene dos pares de eyector/evaporador. Otro sistema de doble-evaporador y único-eyector se muestra en el documento US20080196446. Alternativamente, en los sistemas de no-eyección, se han propuesto sistemas economizados que dividen el proceso de compresión. Adicionalmente, el documento WO2008/130412 describe el uso de un circuito de refuerzo separado que puede utilizarse con sistemas economizados y no economizados. También, el documento WO2009/128271 propone el uso de un segundo compresor a lo largo de la línea 74 entre el intercambiador 64 de calor y la entrada 12 secundaria del eyector 38. Otro método propuesto para controlar el eyector es mediante el uso de un bypass de gas caliente. En este método, se desvía mediante un bypass una pequeña cantidad de vapor alrededor del enfriador de gas y se inyecta justo aguas arriba de la boquilla motriz, o dentro de la parte convergente de la boquilla motriz. Las burbujas así introducidas en el flujo motriz disminuyen el área efectiva de la garganta y reducen el flujo principal. Para reducir aún más el flujo se introduce más flujo de bypass.

30 La presente invención proporciona un sistema que comprende: un primer compresor; un intercambiador de calor de rechazo de calor acoplado al primer compresor para recibir refrigerante comprimido por el primer compresor; un eyector que tiene: una primera entrada acoplada al intercambiador de calor de rechazo de calor para recibir refrigerante; una segunda entrada; y una salida; un separador que tiene: una entrada acoplada a la salida del eyector para recibir refrigerante del eyector; una salida de gas acoplada al primer compresor para devolver refrigerante al primer compresor; y una salida de líquido acoplada a la segunda entrada del eyector para suministrar refrigerante al eyector; un intercambiador de calor de absorción de calor entre la salida del líquido del separador y la entrada secundaria del eyector; y un segundo compresor entre el intercambiador de calor de absorción de calor y la entrada secundaria del eyector, caracterizado por que el eyector es un primer eyector y el separador es un primer separador y el sistema comprende además: un segundo separador que tiene: una entrada; una salida de gas acoplada a la entrada secundaria del primer eyector a través del segundo compresor; y una salida de líquido; y un segundo eyector que tiene: una entrada principal acoplada a la salida de líquido del primer separador para recibir refrigerante; una segunda entrada acoplada a la salida del intercambiador de calor de absorción de calor; y una salida acoplada a la entrada del segundo separador.

45 Uno o ambos separadores pueden ser separadores de gravedad. El sistema puede no tener ningún otro separador (es decir, los dos separadores son los únicos separadores). El sistema puede no tener ningún eyector más. Este sistema puede no tener ningún otro intercambiador de calor de absorción de calor. Puede haber un dispositivo de expansión inmediatamente aguas arriba del intercambiador de calor de absorción de calor. El refrigerante puede comprender al menos un 50% de dióxido de carbono en peso.

Otros aspectos de la descripción implican métodos para operar el sistema.

50 Los detalles de una o más realizaciones se describen en los dibujos adjuntos y la descripción siguiente. Otras características, objetos y ventajas serán evidentes a partir de la descripción y dibujos, y de las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es una vista esquemática de un sistema de refrigeración de eyector de acuerdo con la técnica anterior.

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

55 La FIG. 3 es una vista esquemática de un primer sistema de refrigeración.

La FIG. 4 es un diagrama de presión-entalpía (Mollier) del sistema de la FIG. 3.

La FIG. 5 es una vista esquemática de un segundo sistema de refrigeración, que está dentro de alcance de las reivindicaciones.

La FIG. 6 es un diagrama de presión-entalpía del sistema de la FIG. 5.

5 La FIG. 7 es una vista esquemática de un tercer sistema de refrigeración que está dentro de alcance de las reivindicaciones.

Números de referencia y designaciones similares en los diferentes dibujos indican elementos similares.

Descripción detallada

10 La FIG. 3 muestra un sistema 170 de compresión (refrigeración) de vapor de ciclo de eyector. El sistema 170 puede hacerse como una modificación del sistema 20 u otro sistema o como una configuración/fabricación original. En el ejemplo, componentes similares que pueden mantenerse del sistema 20 se muestran con números de referencia similares. El funcionamiento puede ser similar al del sistema 20 excepto por lo descrito más abajo donde el controlador controla el funcionamiento en respuesta a entradas de diferentes sensores de temperatura y sensores de presión.

15 El compresor 22 es un primer compresor y el sistema incluye además un segundo compresor 180 que tiene un puerto (entrada) 182 de succión y un puerto (salida) 184 de descarga. El segundo compresor 180 está situado a lo largo de la línea 74 entre la salida 168 del evaporador y la entrada 42 secundaria del eyector. Con relación al sistema de base de la FIG. 1, el uso del segundo compresor 180 permite un aumento en la presión del vapor que entra en la entrada secundaria del eyector. El segundo compresor ejemplar funciona a una relación de presión más baja que el primer compresor 22 (por ejemplo, 10-80% o, más específicamente, 30-60% de la relación de presión del primer compresor) y con un flujo másico menor y (por ejemplo, 10-90% o, más específicamente, 30-70% del flujo másico del primer compresor) un menor incremento de presión (ΔP) que el primer compresor (por ejemplo, 5-45% o, más específicamente, 15-35% del ΔP del primer compresor).

20 La FIG. 4 es un diagrama de Mollier del sistema de la FIG. 3. P1 representa el ejemplo de presión de descarga del primer compresor 22 y la presión de operación del enfriador 30 de gas (presión del lado alto). P2 representa la presión de succión del primer compresor 22 y la presión de operación del separador. P3 representa la presión de operación del evaporador 64 (presión del lado bajo) y la presión de succión del segundo compresor 180. P4 representa la presión de descarga del segundo compresor. El funcionamiento puede contrastarse con el del sistema de la FIG. 1 configurado para proporcionar las mismas presiones de gas de enfriador y evaporador. En el sistema de la FIG. 1, el eyector puede proporcionar una subida aproximadamente similar a la subida de la FIG. 4 (P2 menos P4) de modo que el compresor de la FIG. 1 es responsable de aproximadamente el mismo cambio de presión total que los dos compresores de la FIG. 3. Sin embargo, cada uno de los compresores de la FIG. 3 opera a una relación de presión menor que el compresor de la FIG. 1. Esto puede proporcionar una eficiencia de compresor mejorada y, de ese modo, una mejor eficiencia total del ciclo. Además, las relaciones de presión de los primero y segundo compresor pueden optimizarse para maximizar la eficiencia total del ciclo. Para el primer compresor, el aumento de presión (P1-P2) puede ser de aproximadamente el 45%-90%, más específicamente el 55-75%, del aumento de presión total (P1-P3). Para el segundo compresor, el aumento de presión (P4-P3) puede ser aproximadamente el 10-50%, más específicamente el 20-40%, del aumento de presión total (P1-P3).

25 A velocidades de funcionamiento ambos compresores pueden ser bien fijos o bien variables. Sus velocidades pueden ser controladas por las entradas de funcionamiento o sensores de control del sistema. El compresor puede ser rotativo, en espiral, o alternativo, entre otros. Puede haber dos compresores separados o integrados de acuerdo con un diseño de dos etapas.

30 La FIG. 5 muestra un sistema 200. El sistema 200 puede estar hecho como otra modificación de los sistemas de las FIGS. 1 o 3 o de otro sistema o como una configuración/fabricación original. En los ejemplos de realización, componentes similares que pueden ser preservados del sistema 170 se muestran con números de referencia similares. El funcionamiento puede ser similar al del sistema 170 excepto por lo descrito más abajo.

35 El eyector 38 es un primer eyector y el sistema incluye además un segundo eyector 202 que tiene una entrada 204 principal, una entrada 206 secundaria, y una salida 208 y que puede estar configurado de manera similar al primer eyector 38.

40 Similarmente, el separador 48 es un primer separador. El sistema incluye además un segundo separador 210 que tiene una entrada 212, una salida 214 de líquido, y una salida 216 de gas. En el sistema del ejemplo, la salida 216 de gas está conectada a través de una línea 218 a la entrada 42 secundaria del primer eyector y el segundo compresor 180 se encuentra a lo largo de esa línea.

45 La entrada 204 principal del eyector secundario recibe refrigerante líquido del primer separador 48. Éste puede ser suministrado a través de un conducto 230. El flujo de salida del segundo eyector pasa a la entrada 212 del segundo separador a través de la línea 232. La válvula 70 de expansión se encuentra a lo largo de un conducto 234 que se

extiende desde la salida 214 de líquido del segundo separador hasta la entrada 66 del evaporador. Un conducto 236 conecta la salida 68 del evaporador a la entrada 206 secundaria del segundo eyector.

5 La FIG. 6 es un diagrama de Mollier del sistema de la FIG. 5. El lado de alta presión se muestra como P1'. El lado de baja presión se muestra como P3'. Este sistema puede ser particularmente útil para conseguir una P3' menor que P3 (de la FIG. 4) o puede utilizarse simplemente para conseguir una reducción adicional de los requisitos del compresor. P2' representa las condiciones de succión del primer compresor 22 y la condición de operación del primer separador 48. P5' representa las condiciones de succión del segundo compresor 180 y las condiciones de operación del segundo separador 200. P4' representa las condiciones de descarga del segundo compresor 180. Los eyectores 38 y 202 pueden ser responsables de las respectivas subidas (ΔP) de P2' menos P4' y P5' menos P3'.
 10 Esta ΔP combinada puede representar una presión total más alta una proporción más alta del DP total del sistema (P1'-P3') que lo que hace el eyector del sistema de único eyector de la FIG. 3. Dicha configuración puede ser particularmente útil para situaciones de elevación de alta presión (sistema DP) tales como ciertos sistemas de refrigeración para transporte (por ejemplo, contenedores refrigerados, tráileres refrigerados, y camiones refrigerados).

15 La FIG. 7 muestra un sistema 250 similar al sistema de la FIG. 200 pero que presenta un intercambiador 252 de calor de línea de succión que tiene una pata 254 (pata de absorción de calor o lado frío del flujo de refrigerante) a lo largo de la línea de succión entre la salida de gas del primer separador y la entrada del primer compresor. La pata 254 tiene una relación de intercambio de calor con una pata 256 (pata de rechazo de calor o lado caliente del flujo de refrigerante) en la línea de salida del intercambiador de calor de rechazo de calor entre la salida del intercambiador de calor de rechazo de calor y la entrada principal del primer eyector (para recibir calor de la pata 256).
 20

Entre otras variaciones, los dos compresores pueden estar físicamente separados (por ejemplo, ser accionados por separado mediante motores controlados por separado) o pueden representar dos secciones fluidamente independientes de un único compresor físico. Por ejemplo, en un compresor de tres cilindros, dos cilindros (en paralelo o en serie) podrían servir como el primer compresor mientras que el tercer cilindro podría servir como el segundo compresor. Dicho compresor puede estar hecho mediante la reconfiguración de las tuberías de un compresor alternativo existente que tiene un puerto economizador. En otras variaciones, pueden disponerse todavía más compresores.
 25

30 El sistema puede estar fabricado a partir de componentes convencionales utilizando técnicas convencionales adecuadas para los usos particulares deseados.

Aunque anteriormente se ha descrito una realización con detalle, no se pretende que dicha descripción limite el alcance de la presente invención. Se entenderá que se pueden realizar varias modificaciones sin salirse del alcance de la invención. Por ejemplo, cuando se implementa la re fabricación de un sistema existente o el rediseño de una configuración de un sistema existente, detalles de la configuración existente pueden influir o determinar detalles de cualquier implementación particular. En consecuencia, otras realizaciones están dentro del alcance de la invención, que está definida por las siguientes reivindicaciones.
 35

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (200; 250) que comprende:

- 5 un primer compresor (22);
un intercambiador (30) de calor de rechazo de calor acoplado al primer compresor para recibir un refrigerante comprimido por el primer compresor;
un primer eyector (38) que tiene:
una entrada (40) principal acoplada al intercambiador de calor de rechazo de calor para recibir refrigerante;
10 una entrada (42) secundaria; y
una salida (44);
un primer separador (48) que tiene:

una entrada (50) acoplada a la salida del primer eyector para recibir refrigerante del primer eyector;
una salida (54) de gas acoplada al primer compresor para devolver refrigerante al primer compresor; y
15 una salida (52) de líquido acoplada a la entrada secundaria del primer eyector para suministrar refrigerante al primer eyector;
un intercambiador (64) de calor de absorción de calor entre la salida de líquido del primer separador y la entrada secundaria del primer eyector; y
un segundo compresor (180) entre el intercambiador de calor de absorción de calor y la entrada secundaria del
20 primer eyector,
caracterizado por que el sistema además comprende:

un segundo separador (210) que tiene:
una entrada (212);
25 una salida (216) de gas acoplada a la entrada secundaria del primer eyector a través del segundo compresor; y
una salida (214) de líquido; y
un segundo eyector (202) que tiene:
una entrada (204) principal acoplada a la salida de líquido del primer separador para recibir refrigerante;
una entrada (206) secundaria acoplada a la salida del intercambiador (64) de calor de absorción de calor; y
30 una salida (208) acoplada a la entrada del segundo separador (210).

2. El sistema de la reivindicación 1 donde:

- 35 el primer y segundo separadores son separadores de gravedad.

3. El sistema de la reivindicación 1 que además comprende:

- 40 un dispositivo (70) de expansión inmediatamente aguas arriba de la entrada (66) del intercambiador (64) de calor de absorción de calor.

4. El sistema de la reivindicación 1 donde:

- el sistema no tiene otro separador.

5. El sistema de la reivindicación 1 donde:

- el sistema no tiene otro eyector.

6. El sistema de la reivindicación 1 donde:

- 50 el sistema no tiene otro compresor.

7. El sistema de la reivindicación 1 donde:

- 55 el primer compresor es un compresor alternativo; y
el segundo compresor es un compresor alternativo.

8. El sistema de la reivindicación 1 donde:

- 60 el primer compresor está controlado de manera separada con relación al segundo compresor.

9. El sistema de la reivindicación 1 donde:

- el segundo compresor tiene una relación de presión menor que una relación de presión del primer compresor.

10. El sistema de la reivindicación 1 donde:

- 65 el refrigerante comprende al menos un 50% de dióxido de carbono en peso.

11. Un método para operar el sistema de la reivindicación 1 que comprende operar el primer y segundo compresores en un primer modo en el que:

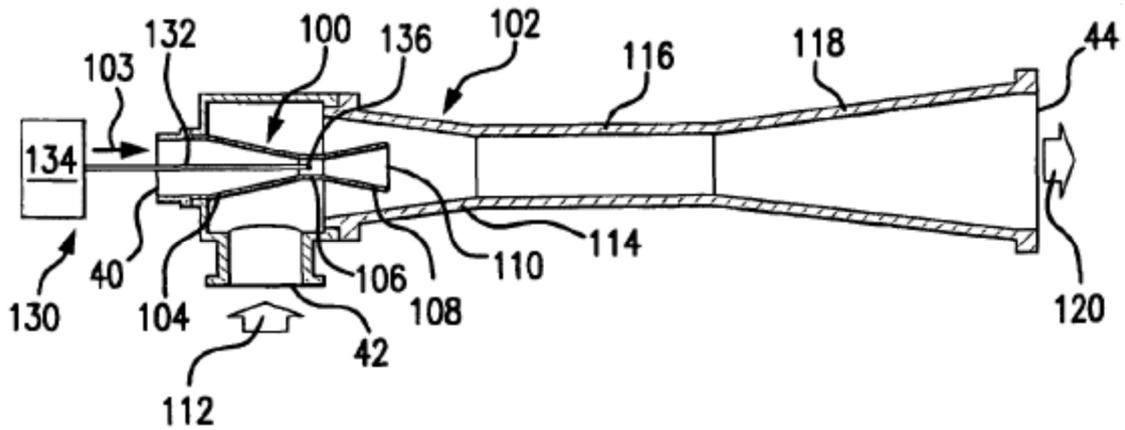
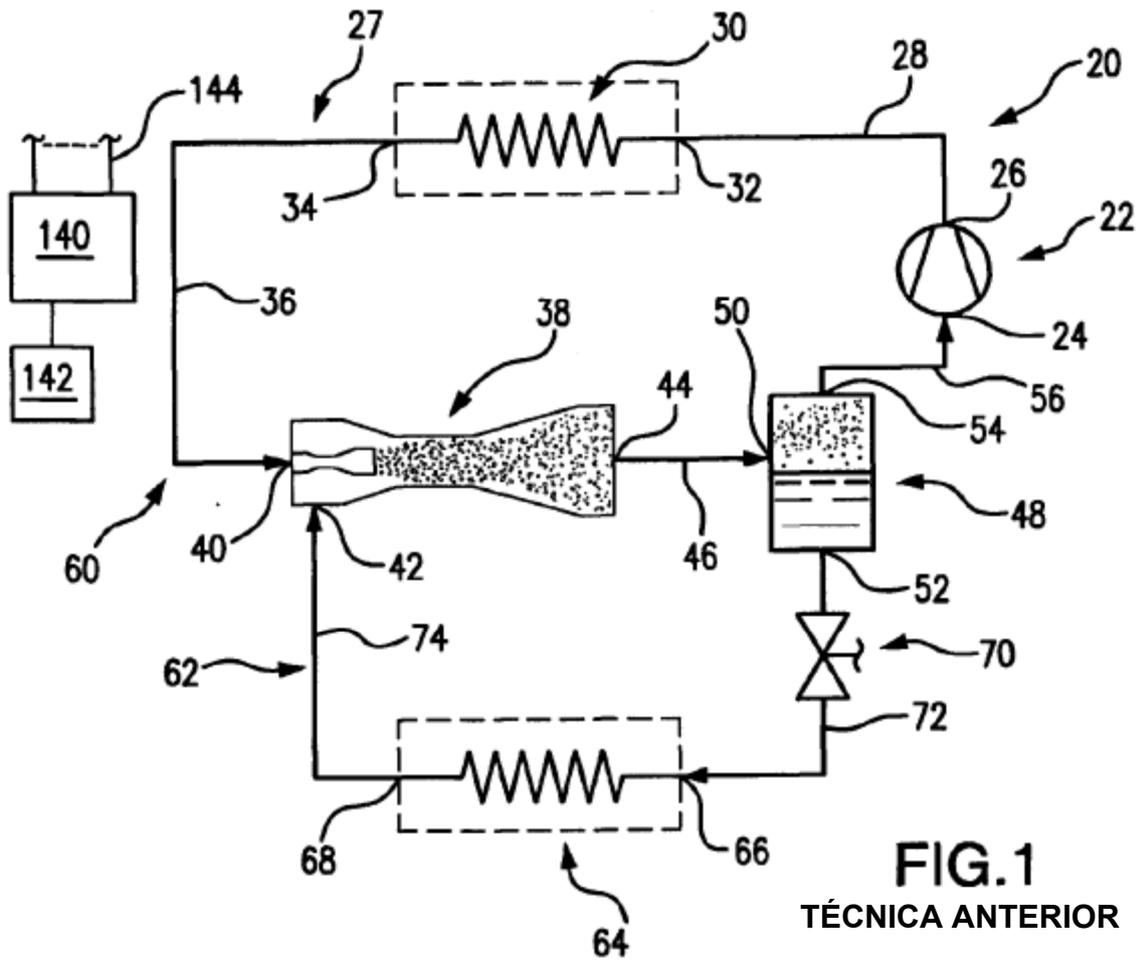
5 el refrigerante es comprimido en el primer compresor (22);
el refrigerante recibido del primer compresor por el intercambiador (30) de calor de rechazo de calor rechaza calor
en el intercambiador de calor de rechazo de calor para producir un refrigerante inicialmente enfriado;
el refrigerante inicialmente enfriado pasa a través del segundo eyector; y
10 una descarga de gas del segundo separador pasa a través del segundo compresor (180) hasta la entrada (42)
secundaria del primer eyector.

12. El método de la reivindicación 11 donde:

15 la descarga líquida del segundo separador pasa a la entrada (206) secundaria del segundo eyector a través de un
dispositivo (70) de expansión seguido del intercambiador (64) de calor de absorción de calor y luego, como un vapor,
al segundo compresor (180); y
la descarga de gas del primer separador pasa a la entrada del primer compresor (22).

13. El método de la reivindicación 11 donde:

20 una relación de presión del segundo compresor es del 10-80% de una relación de presión del primer compresor; y
un aumento de presión a través del segundo compresor es el 5-45% de un aumento de presión a través del primer
compresor.



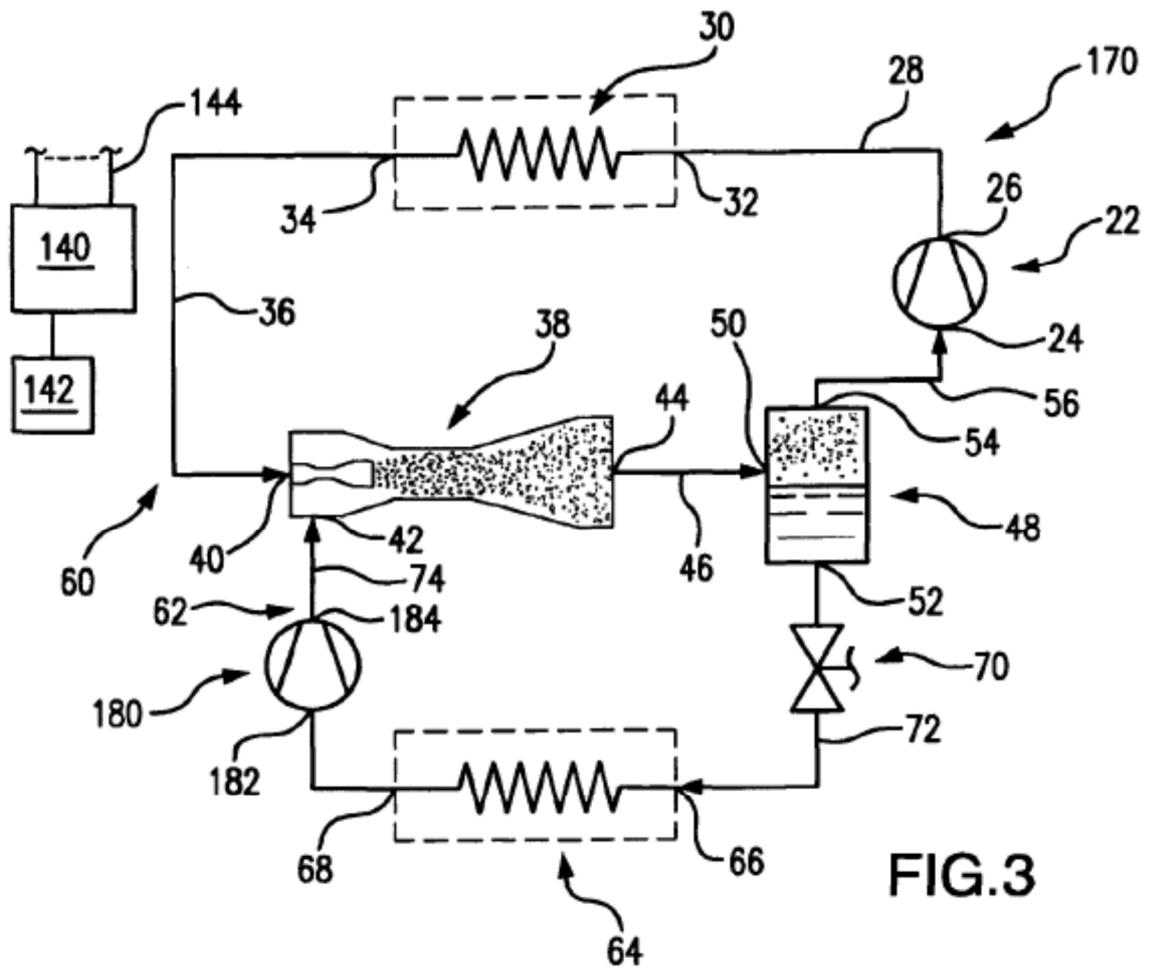


FIG.3

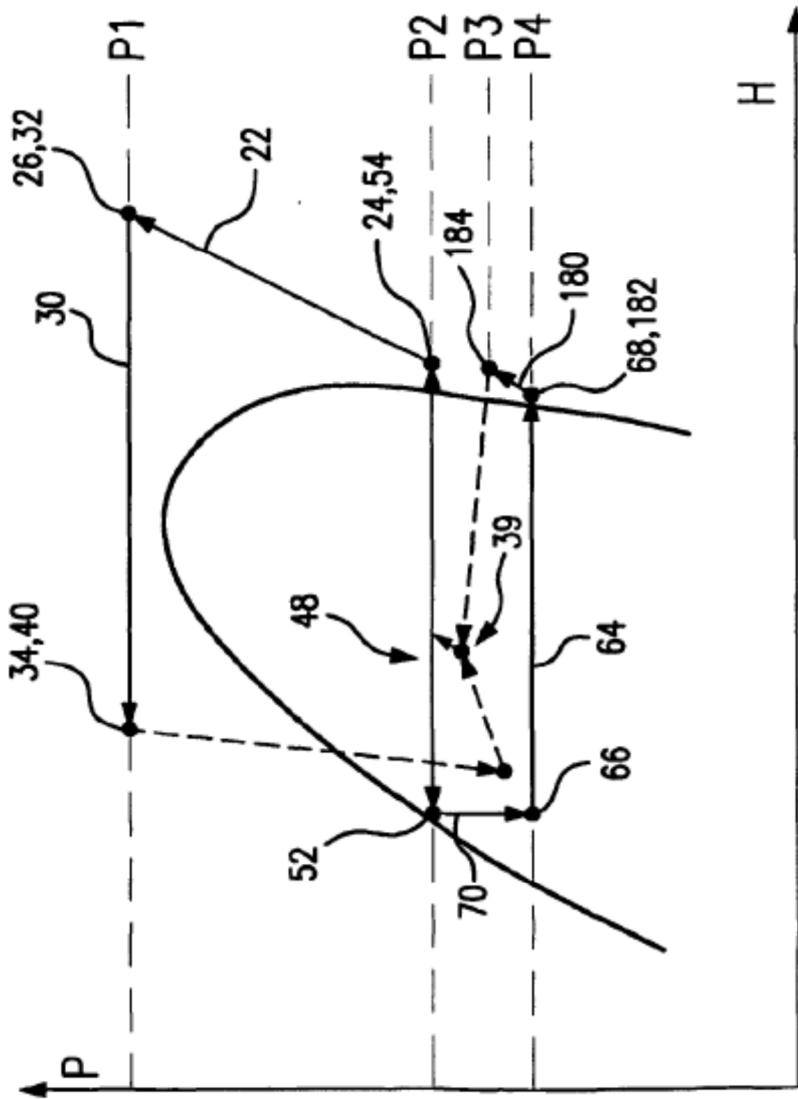


FIG. 4

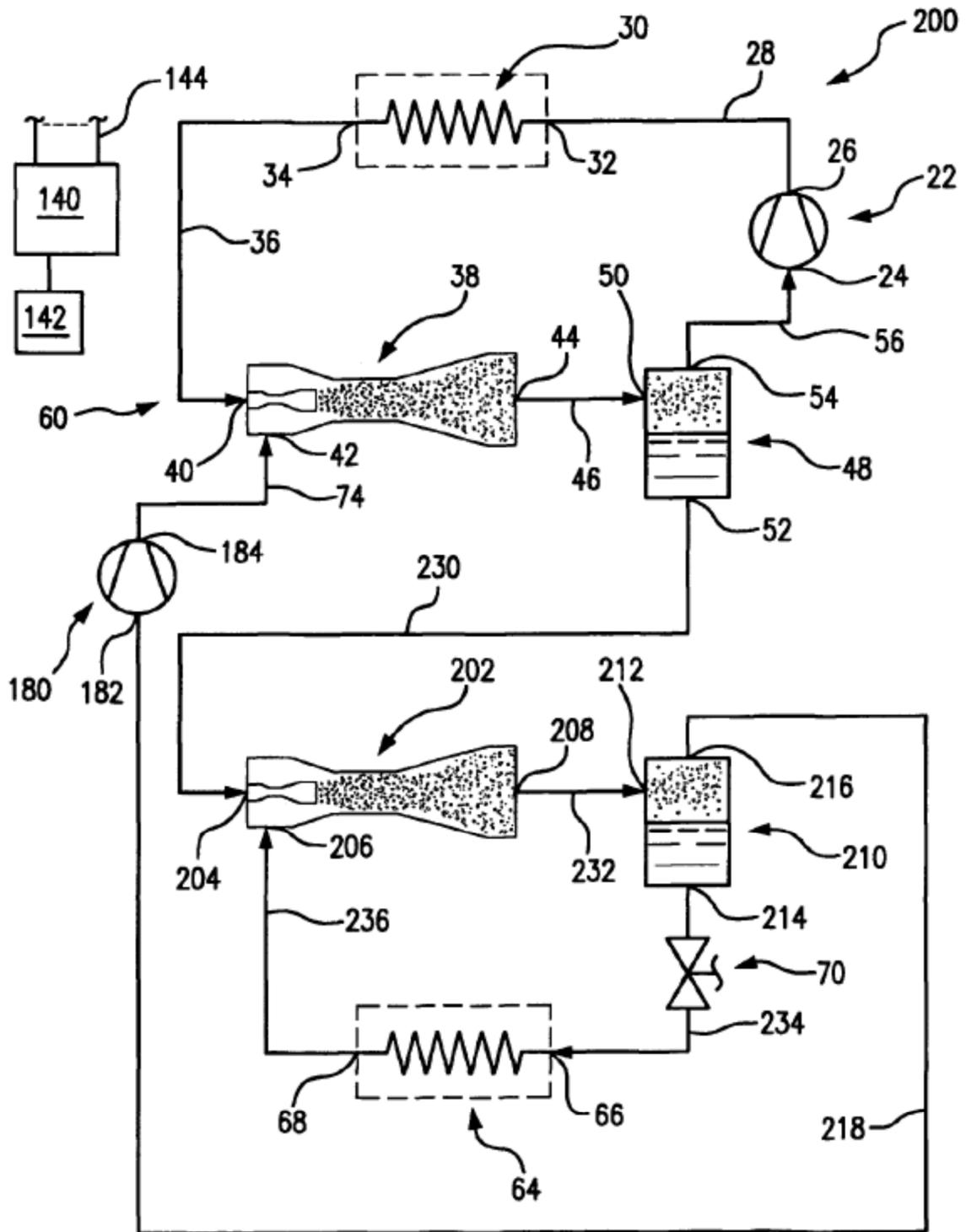


FIG. 5

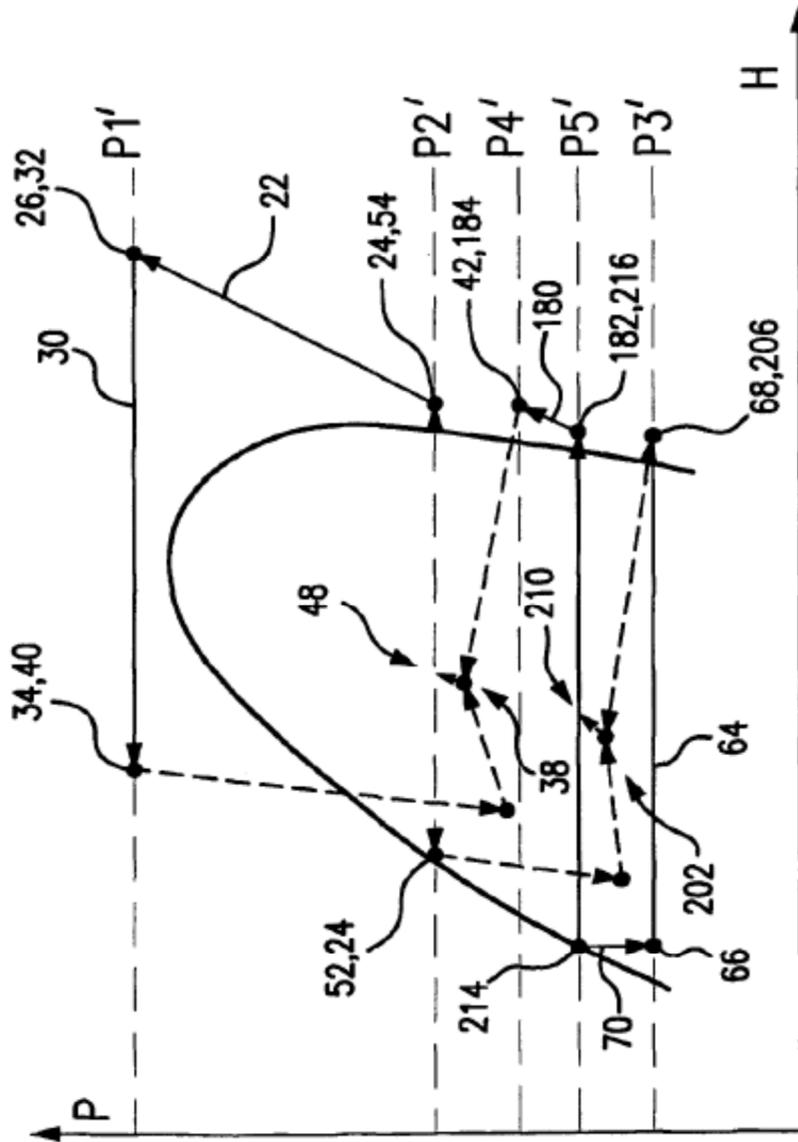


FIG. 6

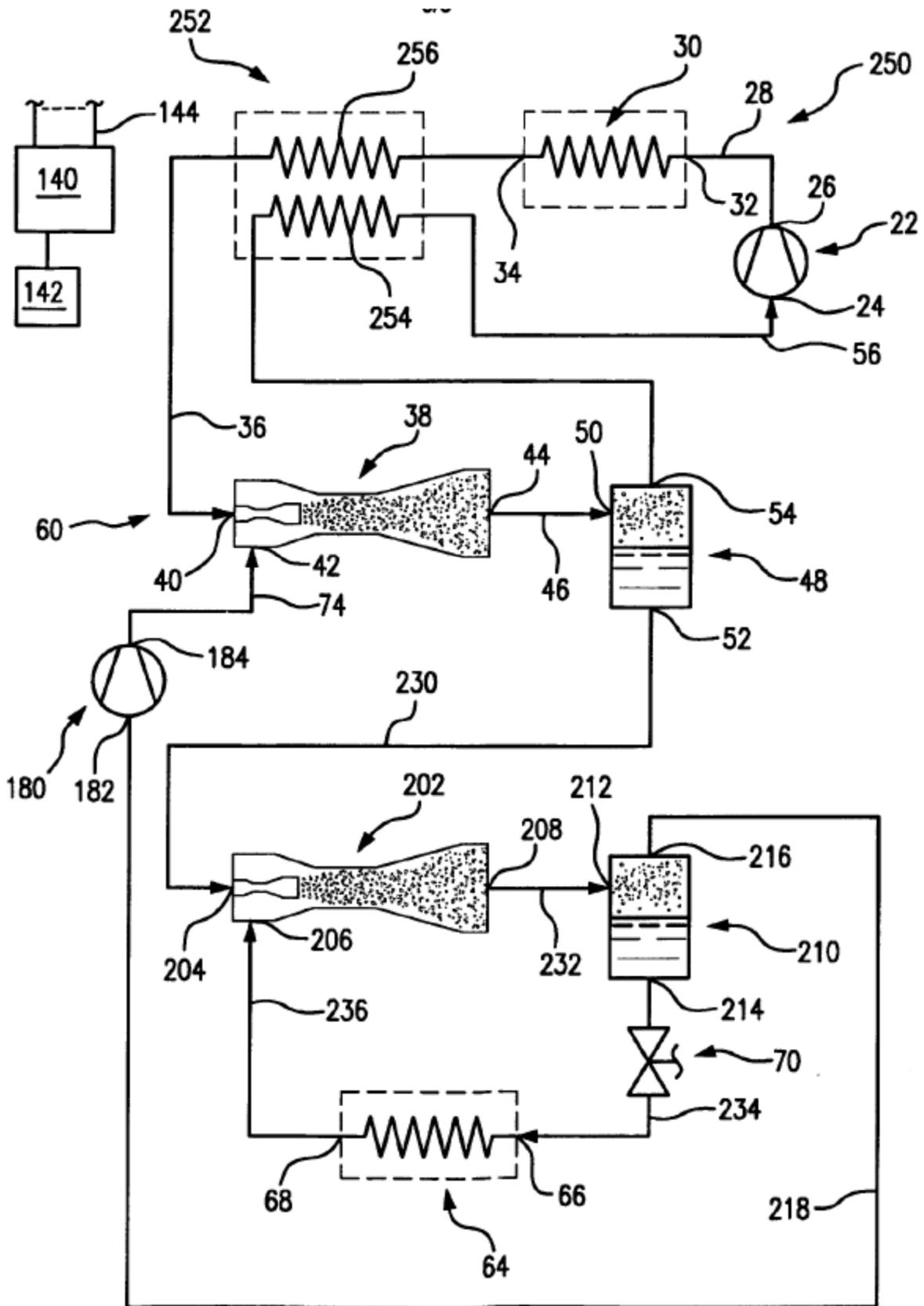


FIG. 7