

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 542 331**

51 Int. Cl.:

F25B 49/02 (2006.01)

F25B 1/04 (2006.01)

F04C 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.01.2002 E 05006892 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2015 EP 1562011**

54 Título: **Controlador digital para la unidad de condensación de un compresor de espiral**

30 Prioridad:

16.03.2001 US 811092

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

04.08.2015

73 Titular/es:

**EMERSON CLIMATE TECHNOLOGIES, INC.
(100.0%)
1675 W. CAMPBELL ROAD
SIDNEY, OH 45365-0669, US**

72 Inventor/es:

**PHAM, HUNG M.;
VOGH III, RICHARD P. y
JAYANTH, NAGARAJ**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 542 331 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

Controlador digital para la unidad de condensación de un compresor de espiral

5 La presente invención se refiere en general a un controlador para una unidad de condensación para un sistema de refrigeración o para otros sistemas de refrigeración. Más particularmente, la presente invención se refiere a una unidad de condensación que emplea un compresor de capacidad variable que está controlado por modulación por ancho de pulso utilizando una señal de ciclo de trabajo variable derivada a partir de uno o más sensores del sistema. El controlador de la unidad de condensación es capaz de controlar un solo evaporador o evaporadores de múltiples
10 temperaturas similares o mixtas.

El documento WO 99/17066 describe un sistema en el que un controlador proporciona una señal de control de ciclo de trabajo variable a un compresor.

15 La presente invención está siendo descrita asociada con un sistema de refrigeración. Debe entenderse que la unidad de condensación de la presente invención podría utilizarse para cualquier otro sistema de refrigeración si se desea.

20 Convencionalmente, los sistemas de refrigeración para las carcacas de refrigeración han empleado condensadores refrigerados por aire o por agua alimentados por un bastidor de compresores. Los compresores están acoplados en paralelo de manera que se pueden conectar y desconectar por etapas para ajustar la capacidad del sistema de refrigeración a las exigencias de la carga. Por lo general, los compresores y condensadores se encuentran fuera del edificio en el techo o en una sala de máquinas adyacente al área donde se encuentran las carcacas de refrigeración.

25 Dentro de cada carcaca de refrigeración hay un evaporador alimentado por unas líneas de refrigerante de los condensadores a través de las cuales circula el refrigerante expandido para refrigerar la carcaca. Típicamente, un sistema de control en bucle cerrado regula el flujo de refrigerante a través de los evaporadores para mantener las temperaturas deseadas de las carcacas. Sistemas de control de bucle cerrado proporcional-integral-derivativo (PID) son populares para este propósito, con sensores de temperatura y/o de presión que proporcionan las entradas de
30 condición detectada.

Es una práctica común en los puntos de venta utilizar sistemas separados para suministrar diferentes rangos de temperatura de refrigeración individual; baja temperatura (para alimentos congelados, helados, nominalmente -25 F); temperatura media (para la carne, los productos lácteos, nominalmente +20 F); y alta temperatura (para flores, productos agrícolas, nominalmente +35 a +40 F). Los sistemas de temperatura baja, media y alta separados están
35 cada uno optimizado para sus respectivos rangos de temperatura. Normalmente, cada uno empleará su propio grupo de compresores y su propio conjunto de conductos de refrigerante hacia y desde los compresores, condensadores y evaporadores.

40 La disposición convencional, descrita anteriormente, es muy costosa de construir y mantener. Gran parte del coste está asociada a los largos recorridos de conducto de refrigerante. No sólo los largos recorridos de los conductos costosos en términos de costes de hardware y de instalación, sino que la cantidad de refrigerante necesaria para llenar los conductos es también un factor de coste significativo. Cuanto más largo sea el recorrido del conducto, más refrigerante requiere. A estos costes adicionales se agregan los factores ambientales. Eventualmente las conexiones
45 tienen fugas, lo que permite que el refrigerante se escape a la atmósfera. Invariablemente, recorridos de conductos largos implican más juntas de conductos que potencialmente pueden tener fugas. Cuando se produce una fuga, cuanto mayor sea el recorrido de conducto, más refrigerante se pierde.

50 Una solución a los problemas anteriormente descritos se describe en la Patente U. S. 6.047.557. La solución presentada en la patente anterior es un sistema de refrigeración distribuido en el que el condensador está dispuesto en la carcaca de refrigeración y es atendido por un compresor especial modulado por ancho de pulsos que puede ser también dispuesto dentro de la carcaca. Si se desea, el condensador y el compresor pueden acoplarse para dar servicio a un grupo de carcacas de refrigeración adyacentes, teniendo cada carcaca su propio evaporador. Además, múltiples compresores, con al menos un compresor modulado por ancho de pulso, se pueden utilizar para manejar
55 gran formación de carga del evaporador. Además, el condensador puede estar dispuesto en una carcaca con el evaporador para proporcionar un paquete autónomo, o puede estar dispuesto de forma remota, como en un sistema dividido. El compresor modulado por ancho de pulsos es accionado por un sistema de control que suministra una señal de control de ciclo de trabajo variable basada en la carga del sistema medido.

60 Mientras que el sistema de refrigeración y el compresor modulado por ancho de pulso descrito anteriormente han funcionado satisfactoriamente, el desarrollo continuo de estos sistemas se ha dirigido hacia el control de la capacidad del compresor, el condensador y otros componentes dentro de la unidad de condensación.

65 Por consiguiente, la presente invención proporciona un sistema de refrigeración según la reivindicación 1.

La presente invención se describirá adicionalmente a modo de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 La figura 1 es un diagrama de bloques de una configuración de la técnica anterior de un sistema de refrigeración;
- La figura 2 es un diagrama de bloques de una unidad de condensación o un sistema de refrigeración de acuerdo con un ejemplo útil para la comprensión de la presente invención;
- La figura 3 es una vista en sección transversal de una realización de un compresor modulado por ancho de pulso que se muestra en el estado cargado;
- 10 La figura 4 es una vista en sección transversal del compresor de la figura 3, que se muestra en el estado descargado;
- La figura 5 es una vista en sección transversal vertical del conjunto de émbolo mostrado en las figuras 3 y 4;
- La figura 6 es una vista superior en sección transversal de la espiral no en órbita que se muestra en las figuras 3 y 4;
- 15 La figura 7 es otro ejemplo de una unidad de condensación o sistema de refrigeración de acuerdo con un ejemplo útil para la comprensión de la presente invención;
- La figura 8 es una vista esquemática que ilustra el controlador que se muestra en la figura 7;
- La figura 9 es un diagrama de flujo para el sistema de control de la presente invención;
- La figura 10 es una vista en planta de los controles para el controlador que se muestra en las figuras 7 y 8;
- 20 La figura 11 es una vista esquemática que ilustra un controlador de carcasa y controlador del sistema de acuerdo con la presente invención; y
- La figura 12 es un diagrama de bloques del sistema de una unidad de condensación o sistema de refrigeración de acuerdo con una realización alternativa de la presente invención.

25 Haciendo referencia ahora a los dibujos en los que números de referencia iguales designan partes iguales o correspondientes en las diversas vistas, se muestra en la figura 1 un sistema de refrigeración convencional que se identifica generalmente por el número de referencia 10. El sistema de refrigeración 10 incluye una pluralidad de compresores 12 y un condensador 14 situado a distancia de una pluralidad de carcasas de refrigeración 16. En esta ilustración, los compresores 12 están configurados en un banco paralelo situado en una sala de máquinas o en un

30 techo 18 de un edificio. Los compresores 12 abastecen al condensador 14 que puede ser refrigerado por aire o por agua. El condensador 14 suministra líquido refrigerador a un receptor 20. El receptor 20, a su vez, suministra refrigerante a las carcasas de refrigeración individuales 16, que están conectadas en paralelo, como se ilustra. En la mayoría de las implementaciones, una válvula solenoide de la línea de líquido 22 se utiliza para regular el flujo de refrigerante al evaporador asociado 24. El refrigerante se suministra al evaporador 24 a través de un dispositivo de expansión adecuado, tal como la válvula de expansión 26. La válvula de expansión 26 proporciona un orificio restringido que hace que el refrigerante líquido se atomice en gotitas líquidas que se introducen en el lado de entrada del evaporador 24. El evaporador 24, situado dentro de la carcasa de refrigerante 16, extrae calor de la carcasa 16 y su contenido por la vaporización de las gotitas de líquido en un gas. Los compresores 12 extraen este gas por succión y comprimen el gas. El gas comprimido a alta temperatura se enfría a continuación por el

40 condensador 14 de nuevo en el estado líquido y se devuelve al receptor 20, después de lo cual el ciclo continúa.

Para que coincida con la capacidad de enfriamiento de la carga, los compresores 12 se pueden activar y desactivar de forma individual o en grupos según sea necesario. En una instalación típica de salida de retención, puede haber

45 varios sistemas independientes, cada uno configurado como se muestra en la figura 1, para manejar diferentes rangos de temperatura de funcionamiento. Tenga en cuenta que una línea de líquido 28 y una línea de succión 30 pueden cada una necesitar ser bastante largas (por ejemplo, hasta 150 pies) para cubrir la distancia de las carcasas de refrigeración 16 a una sala de máquinas o en el techo 18.

La figura 2 muestra una unidad de condensación o sistema de refrigeración 40 configurada de acuerdo con un

50 ejemplo útil para la comprensión de la presente invención. El sistema de refrigeración 40 incluye una carcasa de refrigeración 42, un compresor 44, un condensador 46, una primera válvula de expansión 48, un economizador 50, una segunda válvula de expansión 52 y un evaporador 54. Si bien el sistema de refrigeración 40 está siendo ilustrado en conjunción con la carcasa de refrigeración 42, está dentro del alcance de la presente invención utilizar el sistema de refrigeración 40 en conjunción con otros dispositivos de refrigeración si se desea.

55 El condensador 46 y el compresor 44 están ambos dispuestos dentro de carcasa 42 o unidos a la misma. El evaporador 54 y las válvulas de expansión asociadas 48 y 52 están igualmente dispuestos dentro de carcasa 42. El condensador 46 incluye un mecanismo de eliminación de calor 56 por el cual el calor se transfiere a la temperatura ambiente. El mecanismo de eliminación de calor 56 puede ser una camisa de agua conectada a la tubería adecuada para llevar el calor residual a una torre de refrigeración de agua situada en el tejado del edificio o en otro lugar

60 exterior al edificio. Alternativamente, el mecanismo de eliminación de calor 56 puede ser un sistema de refrigeración de aire forzado o un sistema de refrigeración de aire por convección pasiva. El sistema de refrigeración 40 también utiliza una válvula de cierre de línea de líquido 58 para controlar el flujo de refrigerante al evaporador 54. La válvula 58 se comunica con sensores de control para suministrar el refrigerante al evaporador 54 bajo demanda.

65

La figura 12 muestra una realización alternativa de una unidad de condensación o sistema de refrigeración 240 configurado de acuerdo con los principios de la presente invención. El sistema de refrigeración 240 incluye una serie de carcavas de refrigeración 242a, 242b y 242c, así como un grupo de compresores 244a, 244b, 244c y 244d. El grupo de compresores 244a-d incluye al menos un compresor modulado por ancho de pulso 244d. El sistema de refrigeración 240 es un sistema de división en el que los compresores 244a-d están sobre un techo o en una sala de máquinas 18 de un edificio, mientras que las carcavas de refrigeración 242a-c están dispuestas en una zona de venta al por menor del edificio. En la sala de máquinas 18, junto con compresores 244a-d hay un condensador 246, una primera válvula de expansión 248, y un economizador 250. Junto con las carcavas de refrigeración 242a-c, el sistema de refrigeración 240 incluye una segunda válvula de expansión 252 y un evaporador 254. Si bien el sistema de refrigeración 240 se ilustra en la figura 12, en relación con las carcavas de refrigeración 242a-c, que están dentro del alcance de la presente invención para utilizar el sistema de refrigeración 240 en conjunción con otros dispositivos de refrigeración que se desee.

El condensador 246 incluye un mecanismo de eliminación de calor 256 por el que el calor se transfiere a la temperatura ambiente. El mecanismo de eliminación de calor 256 puede ser una camisa de agua conectada a la tubería adecuada para llevar el calor residual a una torre de refrigeración de agua situada en el tejado del edificio o en otro lugar exterior al edificio. Alternativamente, el mecanismo de eliminación de calor 256 puede ser un sistema de refrigeración de aire forzado o un sistema de refrigeración de aire por convección pasiva. El sistema de refrigeración 240 también utiliza una válvula de cierre de líquido recubierta 258 para controlar el flujo de refrigerante a cada evaporador 254. La válvula 258 se comunica con sensores de control para suministrar el refrigerante al evaporador 254 según la demanda.

El sistema de refrigeración 240, como el sistema de refrigeración 40, emplea el controlador del compresor 60 para suministrar una señal de control modulada por ancho de pulso en una línea de señal de capacidad 62 a una válvula solenoide de capacidad 64 a un compresor 244d. Una vez más, el controlador 60 ajusta el ancho de pulso de la señal de control para la válvula 64 mediante un algoritmo que se describe a continuación. Mientras que sólo se muestra un compresor modulado por ancho de pulso 244d en la figura 12, más compresores pueden incluir una válvula solenoide 64 para la modulación por ancho de pulso por el controlador 60. Además, aunque no se muestra en la figura 12, el controlador 60 puede también suministrar una señal de inyección de vapor modulada por ancho de pulsos en una línea de señal de inyección a una válvula solenoide de inyección para cualquiera de los compresores 244a-d. El controlador 60 ajusta el ancho de pulso de la señal de control para la válvula solenoide de inyección utilizando un algoritmo que se describe a continuación.

El sistema de refrigeración 40 emplea una unidad de condensación o sistema controlador 60 que suministra una señal de control modulada por ancho de pulsos en una línea de señal de capacidad 62 a una válvula solenoide de capacidad 64 para el compresor 44. El controlador 60 ajusta el ancho de pulso de la señal de control para la válvula 64 mediante un algoritmo que se describe a continuación. El controlador 60 también suministra una señal de inyección de vapor modulada por ancho de pulso en una línea de señal de inyección 66 a una válvula solenoide de inyección 68 para el compresor 44. El controlador 60 ajusta el ancho de pulso de la señal de control para la válvula 68 mediante un algoritmo que se describe a continuación.

Las figuras 3 y 4 muestran los detalles del compresor 44. El compresor de espiral 44 comprende una carcava exterior 70 dentro de la cual está dispuesto un motor de accionamiento que incluye un estator 72 y un rotor 74, un cigüeñal 76 al que está fijado el rotor 74, un carcava de soporte superior 78 y un alojamiento de soporte inferior 80 para soportar rotativamente el cigüeñal 76 y un conjunto de compresor 82.

El conjunto del compresor 82 incluye un elemento en espiral en órbita 84 apoyado sobre un alojamiento de soporte superior 78 y conectado de forma que acciona el cigüeñal 76 a través de una muñequilla 86 y un manguito de accionamiento 88. Un elemento en espiral no en órbita 90 está colocado en acoplamiento de engrane con el elemento en espiral en órbita 84 y está fijado axialmente movable al alojamiento de soporte superior 78 por medio de una pluralidad de pernos (no mostrados) y elementos de manguito asociados (no mostrado). Un acoplamiento Oldham 92 coopera con los elementos en espiral 84 y 90 para evitar la rotación relativa. Una placa de partición 94 se proporciona adyacente al extremo superior de la carcava 70 y sirve para dividir el interior de la carcava 70 en una cámara de descarga 96 en el extremo superior de la misma y una cámara de succión 98 en el extremo inferior de la misma.

En funcionamiento, como el elemento en espiral en órbita 84 orbita con respecto a elemento en espiral 90, el gas de succión se introduce en la cámara de succión 98 de la carcava 70 a través de un adaptador de succión 100. Desde la cámara de succión 98, el gas de succión es aspirado en el compresor 82 a través de una entrada 102 prevista en el elemento en espiral no en órbita 90. Las envolturas de espiral de engranaje previstas en los elementos en espiral 84 y 90 definen bolsas de gas en movimiento que disminuyen progresivamente de tamaño a medida que se mueven radialmente hacia dentro como resultado del movimiento en órbita del elemento en espiral 84, comprimiendo así el gas de succión que entra a través de la entrada 102. El gas comprimido se descarga entonces en la cámara de descarga 96 a través de un puerto de descarga 104 proporcionado en el elemento en espiral no en órbita 90 y un pasaje 106 formado en la partición 94. Una válvula de descarga 108 sensible a la presión se asienta preferentemente en el puerto de descarga 104.

El elemento en espiral no en órbita 90 también está provisto de un rebaje anular 110 formado en la superficie superior del mismo. Un sello flotante 112 está dispuesto dentro del rebaje 110 y es empujado por el gas a presión intermedia contra la partición 94 para sellar la cámara de succión 98 desde la cámara de descarga 96. Un pasaje 114 se extiende a través del elemento en espiral no en órbita 90 para suministrar el gas a presión intermedia al rebaje 110.

Un sistema de control de capacidad 120 se muestra en asociación con el compresor 44. El sistema de control 120 incluye un adaptador de descarga 122, un pistón 124, una cubierta de ajuste 126 y la válvula solenoide 64. Un adaptador de descarga 122 es recibido de forma roscada o asegurado de otra manera dentro del puerto de descarga 104. El adaptador de descarga 122 define una cavidad interna 130 y una pluralidad de conductos de descarga 132. La válvula de descarga 108 está dispuesta debajo del adaptador 122 y por debajo de la cavidad 130. Por lo tanto, el gas a presión supera la carga de empuje de la válvula de descarga 108 para abrir la válvula de descarga 108 y permitiendo que el gas a presión fluya dentro de la cavidad 130, a través de los pasajes 132, y en la cámara de descarga 96.

Haciendo referencia ahora a las figuras 3, 4 y 5, el conjunto de adaptador de descarga 122 y el pistón 124 se muestra con mayor detalle. El adaptador de descarga 122 define una brida anular 134. Asentados frente a la brida 134 hay una junta de labio 136 y un retén flotante 138. El pistón 124 se ajusta a presión o asegurado de otro modo a adaptador de descarga 122 y el pistón 124 define una brida anular 140 que intercala el sello 136 y el retén 138 entre la brida 140 y la brida 134. El adaptador de descarga 122 define un pasaje 142 y un orificio 144 que se extiende a través del adaptador de descarga 122 para conectar hidráulicamente la cámara de descarga 96 con una cámara de presión 146 definida mediante el adaptador de descarga 122, el pistón 124, el sello 136, el retén 138 y la cubierta 70. El adaptador de la cubierta 126 está asegurado dentro de un orificio definido por la cubierta 70 y recibe de forma deslizante el conjunto de adaptador de descarga 122, el pistón 124, el sello 136 y el retén 138. La cámara de presión 146 está conectada de manera fluida al solenoide 64 por un tubo 148 y con adaptador de succión 100 y por lo tanto a la cámara de succión 98 a través de un tubo 150. La combinación de pistón 124, el sello 136 y el retén flotante 138 proporciona un sistema de sellado de autocentrado para proporcionar una alineación precisa con el orificio interno del adaptador de cubierta 126. El sello 136 y el retén flotante 138 incluyen suficiente elasticidad radial tal que cualquier desalineación entre el orificio interno de ajuste 126 y el orificio interno del puerto de descarga 104 dentro del cual el adaptador de descarga 122 está asegurado sea albergado por el sello 136 y el retén flotante 138.

Para empujar el elemento en espiral no en órbita 90 en acoplamiento de sellado con el elemento en espiral en órbita 84 para el funcionamiento normal a plena carga, la válvula solenoide 64 se desactiva (o se activa) mediante el controlador 60 para bloquear el flujo de fluido entre el tubo 148 y el tubo 150. En esta posición, la cámara 146 está en comunicación con la cámara de descarga 96 a través del pasaje 142 y el orificio 144. El fluido presurizado a la presión de descarga dentro de las cámaras 96 y 146 actuará contra lados opuestos del pistón 124, permitiendo así la polarización normal de elemento en espiral no en órbita 90 hacia el elemento en espiral en órbita 84 para acoplar herméticamente los extremos axiales de cada elemento en espiral con la respectiva placa de extremo del elemento en espiral opuesto. El sellado axial de los dos elementos en espiral 84 y 90 hace que el compresor 44 funcione al 100 % de su capacidad.

Para descargar el compresor 44, se activa (o se desactiva) la válvula solenoide 64 mediante el controlador 60 a la posición mostrada en la figura 4. En esta posición, la cámara de succión 98 está en comunicación directa con la cámara 146 a través de un adaptador de succión 100, el tubo 150, la válvula solenoide 64 y el tubo 148. Con la presión de descarga el fluido a presión liberado a la succión de la cámara 146, la diferencia de presión en lados opuestos del pistón 124 moverá el elemento en espiral no en órbita 90 hacia arriba para separar el extremo axial de las puntas de cada elemento en espiral con su respectiva placa de extremo y las cavidades más presurizadas descargarán a las cavidades de menor presión y, finalmente, a la cámara de succión 98. El orificio 144 se incorpora para controlar el flujo de gas de descarga entre la cámara de descarga 96 y la cámara 146. Por lo tanto, cuando la cámara 146 está conectada al lado de succión del compresor, se crea la diferencia de presión en lados opuestos del pistón 124. Un muelle de onda 152 se incorpora para mantener la relación de sellado entre el sello flotante 112 y la partición 94 durante la modulación de elemento en espiral no en órbita 90. Cuando se crea un hueco 154 entre las espirales 84 y 92, la compresión continuada del gas de succión será eliminada. Cuando se produce esta descarga, la válvula de descarga 108 se desplazará a su posición cerrada, impidiendo así que el reflujo de fluido a presión alta procedente de la cámara de descarga 96 en el sistema de refrigeración aguas abajo. Cuando es la compresión del gas de succión se reanuda, se desactiva (o será activada) la válvula solenoide 64 para bloquear de nuevo el flujo de fluido entre los tubos 148 y 150 que permiten que la cámara 146 sea presurizada por cámara de descarga 96 a través del pasaje 142 y el orificio 144.

Haciendo referencia ahora a las figuras 3, 4 y 6, se muestra un sistema de inyección de fluido 158 para el compresor 44 con mayor detalle. El compresor 44 incluye la capacidad de tener fluido inyectado en las cámaras móviles presurizadas en un punto intermedio a la cámara de succión 98 y la cámara de descarga 96. Un adaptador de fluido de inyección 160 se extiende a través de la cubierta 70 y está conectado de forma fluida a un tubo de inyección 162, que está conectado a su vez de forma fluida a un adaptador de inyección 164 asegurado a elemento en espiral no en órbita 90. El elemento en espiral no en órbita 90 define un par de pasajes radiales 166, cada uno de los cuales se extiende entre el adaptador de inyección 164 y un par de pasajes axiales 168. Los pasajes axiales 168 están

abiertos hacia las cámaras móviles en lados opuestos de elemento en espiral no en órbita 90 del conjunto del compresor 82 para inyectar el fluido en estas cámaras móviles según sea necesario mediante el controlador 60.

La figura 2 ilustra el sistema de inyección de vapor 158, que proporciona el fluido para el sistema de inyección de fluido del compresor 44. El compresor 44 se muestra en un sistema de refrigeración que incluye un condensador 46, una primera válvula de expansión o válvula reguladora 48, un economizador 50, una segunda válvula de expansión o válvula reguladora 52, un evaporador 54 y una serie de tuberías de interconexión de los componentes tal como se muestra en la figura 2. El compresor 44 es operado por el motor para comprimir el gas refrigerante. El gas comprimido es luego licuado por el condensador 46. El economizador 50 puede ser un tanque de expansión o intercambiador de calor tipo economizador. Como se muestra, el refrigerante licuado pasa a través de la válvula de expansión 48 a un economizador de tipo tanque de expansión 50 donde se separa en gas y líquido. El refrigerante gaseoso pasa a través de más tuberías adicionales para ser introducido en el compresor 44 a través del adaptador 160. Por otro lado, los líquidos refrigerantes restantes se expanden aún más en la válvula de expansión 52, se vaporiza entonces en el evaporador 54 y se toma de nuevo en el compresor 44.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 2, la incorporación de economizador de tanque de expansión 50 y el resto del sistema de inyección de vapor permite que la capacidad del compresor 44 aumente por encima de la capacidad fija del compresor 44. Típicamente, en condiciones de refrigeración estándar, la capacidad del compresor 44 se puede aumentar en aproximadamente un 30 % para proporcionar un compresor con 130 % de su capacidad. Con el fin de ser capaz de controlar la capacidad del compresor 44, la válvula solenoide 68 se coloca entre el economizador 50 y el adaptador 160. El aumento de la capacidad del compresor 44 puede ser controlado por el controlador 60, que opera la válvula solenoide 68 ya sea en una inyección de ancho de pulso o el modo de inyección continua. La válvula solenoide 68, cuando se opera en un modo de modulación por ancho de pulsos, en combinación con el sistema de control de capacidad 120 del compresor 44 permite que la capacidad del compresor 44 sea posicionada en cualquier lugar entre 0 % y 130 % de su capacidad fija para acomodar un descenso de carga más rápido.

Haciendo referencia a la figura 7, un solo compresor 44 y el condensador 46 pueden dar servicio a varias carcassas de refrigeración distribuidas o a varias unidades de refrigeración distribuidas en un sistema de calefacción y refrigeración (HVAC). En la figura 7, las carcassas de refrigeración o alojamientos del sistema de refrigeración se muestran como carcassas discontinuas designadas 42a, 42b y 42c. Convenientemente, el compresor 44 y el condensador 46 pueden estar dispuestos dentro o unidos a una de las carcassas de refrigeración o alojamientos, tales como carcasa o alojamiento refrigerante 42a o disponerse de forma remota, tal como en un sistema de división, como se muestra en la figura 12, en el que el compresor 46 y el condensador 44 se encuentran en una sala de máquinas o en un techo del edificio 18. Cada carcasa o alojamiento de refrigeración tiene su propio evaporador y una segunda válvula de expansión asociada como se ilustra en el 54 (a, b, c) y 52 (a, b, c), así como una válvula de cierre de la línea de líquido 58 (a, b, c) y un termostato 172 (a, b, c), que controla una respectiva válvula de cierre de la línea de líquido 58 (a, b, c). Además, una de las carcassas o alojamientos de refrigeración, típicamente la carcasa o alojamiento de temperatura más baja, puede tener un sensor de temperatura 174 como se ilustra para la carcasa o alojamiento de refrigeración 42a. Cuando el sensor de temperatura 174 está incluido, suministra información de salida al controlador 60 como se describe a continuación. Finalmente, se puede incluir un sensor de presión 176 que monitoriza la presión del refrigerante que entra en el adaptador de succión 100. El sensor de presión 176 suministra esta información al controlador 60 como se describe a continuación.

Cada evaporador 54 puede tener su propio controlador de carcasa 300 para llevar a cabo la descongelación, el ventilador, y el control de la válvula de expansión electrónica basado en la de temperatura de la carcasa y la presión de salida de la carcasa, como se muestra en las figuras 2, 7 y 11. Haciendo referencia específicamente a la figura 11, un grupo de carcassas de refrigeración 42a, 42b, 42c cada una incluye un controlador de carcasa 300a, 300b, 300c, respectivamente. Los sensores de temperatura 174a, 174b y 174c y los sensores de presión 176a, 176b y 176c proporcionan mediciones de la temperatura y de la presión de salida de las carcassas a los respectivos controladores de carcassas 300a, 300b y 300c. Los controladores de carcassas 300a, 300b y 300c están conectados a través de una ruta de comunicación digital de dos vías 310 al controlador del sistema 60, en el cual se pueden proporcionar los valores de temperatura y del sensor de presión y el estado de carga de demanda de la carcasa (1 o 0) al controlador de sistema 60 por los controladores de carcasa 300a, 300b y 300c. Además, cada controlador de carcasa 300a, 300b y 300c realiza el desescarche, la válvula de expansión electrónica y el control del ventilador basado localmente en los valores recibidos de temperatura y del sensor de presión.

La carcasa múltiple o disposición de unidades de refrigeración múltiples de la figura 7 muestra cómo un solo compresor 44 puede ser modulado por ancho de pulsos para el control de la capacidad y de inyección de vapor por el controlador 60 para suministrar la demanda instantánea para la refrigeración. El sensor de temperatura 174 y/o el sensor de presión 176 proporcionan una indicación de la carga en el sistema. El controlador 60 ajusta la modulación por ancho de pulso de tanto el sistema de control de capacidad 120 como del sistema de inyección de vapor para modular el compresor entre sus estados de alta capacidad y baja capacidad para satisfacer la demanda instantánea de refrigerante como se describe a continuación.

El controlador 60 es capaz de controlar la capacidad del compresor 44 mediante el uso de modulación por ancho de pulso de la válvula solenoide 64. La capacidad del compresor 44 puede ser controlada desde 0 % a 100 %, pero

para esta realización, la capacidad se modula desde 10 % a 100 % por la operación de modulación por ancho de pulso. Además, la capacidad del compresor 44 se puede aumentar en cualquier lugar de 100 % a aproximadamente 130 % en la modulación por ancho de pulso de la válvula solenoide 68, que controla el sistema de inyección de vapor de la presente invención. También es posible para el controlador 60 operar la válvula solenoide 68 en una manera de encendido/apagado si se desea. Las características operativas y los algoritmos incorporados en el controlador 60 se detallan a continuación.

El controlador 60 es capaz de controlar, ya sea de un solo evaporador (figura 2) o sistemas de refrigeración de múltiples evaporadores (figura 7). Los sistemas de múltiples evaporadores podrían tener evaporadores a temperaturas similares o a temperaturas mixtas mediante el empleo de reguladores de presión electrónicos en los evaporadores de temperatura más alta.

Haciendo referencia ahora a las figuras 7 y 8, se muestra el controlador 60 con mayor detalle. El controlador 60 controla una salida de alarma 200 que permanecerá durante cualquier condición de alarma. La salida de alarma 200 se restablecerá cuando todas las condiciones de alarma se han ido.

El controlador 60 controla el funcionamiento de un primer ventilador del condensador 202 y un segundo ventilador del condensador 204. El sistema de refrigeración 40 incluye dos motores del ventilador del condensador y ventiladores para el condensador 46. El controlador 60 controla el funcionamiento del motor de compresor 44 como se muestra en 206, que controla el funcionamiento de la inyección de vapor de la válvula solenoide 68 como se muestra en 208 y controla el funcionamiento del control de la capacidad de la válvula solenoide 64 como se muestra en 210.

Varias entradas se proporcionan al controlador 60. Estas entradas incluyen la potencia de control en 212, una entrada de presión de succión opcional de sensor de presión 176 en 214, una entrada de temperatura de carcasa de carga opcional de sensor de temperatura 174 en 216, la temperatura del refrigerante en la mitad de bobina o el retorno de la bobina de condensador 46 desde un sensor de temperatura 218 en 220 y la temperatura del gas de descarga del compresor 44 de un sensor de temperatura 222 en 224. El uso de los diversos insumos, el controlador 60 puede controlar la capacidad del compresor 44 basado en cualquier temperatura del aire de la carcasa, la presión de succión del compresor, o ambas, como se detalla a continuación. El controlador 60 y los diversos bloques de terminales están alojados en un recinto (no mostrado) adecuado para montar el sistema de refrigeración 40.

Aunque no se ha detallado específicamente, el sistema de refrigeración 40 también incluye un interruptor electromecánico de corte de presión bajo para detener el compresor 44 a muy baja presión de succión para la protección de vacío; y un interruptor electromecánico de corte de alta presión de cabeza para detener el compresor 44 a una presión de descarga muy alta, si se requiere tal protección. Como se detalla anteriormente, cada evaporador 54 (a, b, c) tiene asociado con él su propia válvula solenoide de la línea de líquido 58 (a, b, c), sus propios sensores de temperatura 172 (a, b, c) y su propias válvulas de expansión termostática 52 (a, b, c). Ninguna de estas válvulas o sensores están en comunicación con el controlador 60. La única comunicación con el controlador 60 es a través del sensor de temperatura de carcasa principal 174 y/o el sensor de presión de succión 176. Finalmente, el controlador 60 es capaz de ser conmutado entre los refrigerantes, incluyendo, pero no limitado a, R-404A, R-407C, R-22, R-134a y R-410A como se detalla a continuación.

Algoritmos de control de capacidad del compresor (figura 9).

El controlador 60 modula la capacidad del compresor 44 a través del control de modulación por ancho de pulso de la válvula solenoide 64 y/o válvula solenoide 68. Hay dos bucles de control proporcional-integral-derivados diferentes. El controlador 60 se puede configurar para utilizar el control de presión de succión usando el sensor 176, el control de temperatura de la carcasa principal usando el sensor 174 o una combinación de control de temperatura de la carcasa principal con la copia de seguridad de control de succión utilizando los sensores 174 y 176. Cada una se describirá por turnos.

Control de la presión de succión: Durante el control de presión de succión, el compresor 44 será operado con el tiempo de carga ajustado para mantener una presión media de succión en un punto de ajuste de presión de succión 230. La determinación de la presión media de succión se realiza tomando muchas muestras de la presión de succión durante cada tiempo de ciclo de carga/descarga del compresor 44 y luego el filtrado de estos datos de presión de succión utilizando un filtro digital 232. El filtro digital producirá una presión media útil para fines de control mediante la eliminación de casi todas las fluctuaciones de presión causadas por la carga y descarga del compresor 44. Preferiblemente, la velocidad de muestreo del filtro digital será inversamente proporcional al tiempo de ciclo del ancho de pulsos de modulación (PWM), de manera que, independientemente del tiempo de ciclo PWM seleccionado, el filtro digital funcionará con veinte muestras durante cada ciclo de PWM. El filtrado así logrado tendrá la temporización apropiada para que coincida con el tiempo de ciclo PWM seleccionado. El control de la presión de succión es mediante el algoritmo PID. El punto de ajuste de la presión de succión es ajustable en el controlador 60, como se describe a continuación. La señal del sensor de presión de succión 176 se encamina primero a través del filtro digital y luego al algoritmo PID de presión de succión. Si se opta por el control de la presión de succión, entonces se ignora el algoritmo PID de temperatura de la carcasa principal.

Control de temperatura de la carcasa principal: Durante el control de temperatura de la carcasa principal, el compresor 44 será operado con el porcentaje del ciclo de trabajo de carga ajustada para mantener la temperatura del aire en la carcasa principal elegida a un punto de ajuste de temperatura de la carcasa principal 234. El control de esta temperatura de la carcasa principal será mediante el algoritmo PID. El punto de ajuste de temperatura de la carcasa principal será ajustable en el controlador 60, como se describe a continuación. La señal del sensor de temperatura 174 irá directamente al algoritmo PID de temperatura de la carcasa principal. Si se opta por el control de temperatura de la carcasa principal, el algoritmo PID de presión de succión será ignorado.

Control de combinación: Durante el control de combinación, el compresor 44 será operado para lograr tanto del punto de ajuste de presión de succión 230 como el punto de ajuste de la temperatura de la carcasa principal 234. La capacidad del compresor 44 se incrementará hasta que ambos puntos de ajuste están satisfechos. El control se logra mediante la combinación que permite tanto el control PID de la presión de succión y el control PID de la temperatura de la carcasa principal para funcionar de forma simultánea. El controlador 60 da predominio a las llamadas de cualquiera de control PID para la capacidad del compresor más baja. La determinación de cuál de los controles será recalculada durante cada ciclo sin carga para el compresor 44. La intención preferida de esta combinación es que el control de temperatura de la carcasa principal será el control dominante la mayor parte del tiempo, por lo que debe requerir la menor capacidad del compresor. Por lo tanto, el punto de ajuste de temperatura de la carcasa principal por lo general se ajustará a una temperatura de refrigeración ligeramente más alta que el punto de ajuste de presión de succión que lograría de por sí. Las salidas de las dos funciones de control PID (una para la presión de succión y una para temperatura de la carcasa principal) se combinarán en un selector 236 que pasará en el menor de los dos. El selector suministrará la señal a un generador de modulación de capacidad 238. El generador de modulación de capacidad genera la temporización de la válvula solenoide PWM 64 que se proporciona a un excitador solenoide 240. La razón para preferir el dominio de la temperatura de la carcasa principal es que si el punto de ajuste de presión de succión se ajusta para conseguir una temperatura más baja que el punto de ajuste de temperatura de la carcasa principal, entonces el control de la presión de succión dominaría y la temperatura de la carcasa principal se mantendría a una temperatura más baja que el punto de ajuste de temperatura de la carcasa principal. Tales ajustes esencialmente desactivan la utilidad de la medición de la temperatura de la carcasa principal. La presencia de control de la presión de succión durante un control de la temperatura principal dominante es útil durante el desescarche de la carcasa principal debido a que la presión de succión es inferior a la temperatura de la carcasa principal durante el desescarche. Además, la presión del sensor de presión de succión 176 permite un mejor control condensador y una mejor protección contra ciclos cortos el motor del compresor cuando la presión de succión baja demasiado. El modo de control de combinación no tendrá ningún bucle interno y ningún bucle externo. Las dos rutas de control PID son iguales, ambas activas, con selector 236 determinando cuál tiene el efecto de control en el momento.

Para convertir a la modulación por ancho de pulsos, la salida del algoritmo selector del selector 236 se convierte en un valor del ciclo de trabajo de un pulso de repetición por el generador de modulación de capacidad 238. La salida del generador de modulación de capacidad 238 controlará la válvula solenoide 64 del compresor 44. Más capacidad hará que la válvula solenoide 64 se active (o desactive) durante una menor proporción del tiempo de ciclo para aumentar la capacidad del compresor 44. La capacidad de salida se calcula como sigue:

$$Salida = K_p * e(t) + K_i * \frac{1}{\pi} \int e(t) dt + K_d * \frac{de(t)}{dt}$$

donde $e(t)$ es la señal de error entre el valor percibido y el punto de ajuste, K_p es la constante proporcional, K_d es la constante de derivada, y $\frac{K_i}{\pi}$ es la constante integral. Los dos algoritmos PID (Proporcional-Integral-Derivativo) pueden simplificarse a algoritmos PI (Proporcional-Integral) sin función derivada. En relación con la ecuación de salida anterior, las constantes proporcional e integral se dividen por 100 para llegar a P e I como se utilizan aquí. Las constantes PID (o PI) para el control de la presión de succión serán regulables y tendrán valores por defecto. También habrá valores mínimos y máximos, más allá de los cuales no se pueden ajustar. Preferiblemente, los valores por defecto son $p = 0,3$, $I = 0,15$; y los rangos de ajuste son $P = 0,1$ a $0,6$, $I = 0,05$ a $0,03$. Estas constantes PI para el control de temperatura de la carcasa principal serán ajustables y tendrán valores por defecto. También habrá valores mínimos y máximos, más allá de los cuales no se pueden establecer. Preferiblemente, los valores por defecto son $p = 0,3$, $I = 0,3$; y los rangos de ajuste son $P = 0,1$ a $0,6$, $I = 0,05$ a $0,03$.

El tiempo de ciclo máximo PWM será seleccionable por el usuario como se describe a continuación. Preferiblemente, el valor por defecto será de 20 segundos, el valor mínimo será de 10 segundos y el valor máximo será de 60 segundos.

También se proporciona un límite inferior de la capacidad del compresor. A pesar de que la capacidad del compresor 44 se puede reducir al 0 %, el controlador 60 apagará el motor de compresor 44 si el valor de la capacidad del

compresor requerida desciende por debajo del 10 %. El reinicio del motor se regirá por el requisito de capacidad llegando al 10 % o más y por la lógica de arranque del motor.

También se proporciona control de baja capacidad con el tiempo de ciclo PWM corto. El tiempo de carga para el compresor 44 se controla para que sea no menos de dos segundos. Para un ajuste de tiempo de ciclo máximo PWM de veinte segundos (el valor predeterminado) o más, esta condición se cumple con el ciclo de trabajo cargado mínimo del 10 %. Para un ajuste de tiempo de ciclo PWM máximo de menos de veinte segundos (diez-veinte segundos), el tiempo de ciclo PWM se incrementará cuando la capacidad está en un valor bajo de modo que se mantiene la condición de tiempo mínimo cargado de dos segundos. Si el tiempo de ciclo máximo PWM se ajusta a diez segundos, a continuación, mientras el PWM es del 20 % o más, el tiempo cargado mínimo de dos segundos es satisfecho. Si la capacidad se redujo al 15 %, entonces para mantener el tiempo mínimo cargado de dos segundos, el tiempo de ciclo PWM se incrementará automáticamente a trece y un tercio segundos (15 % de trece y un tercio segundo es dos segundos). Si la capacidad disminuye al 10 %, el tiempo de ciclo PWM aumentará automáticamente a veinte segundos (10 % de veinte segundos es dos segundos). Cuando la capacidad calculada es inferior al 10 % (lo que hace que el motor del compresor se apague), el tiempo de ciclo PWM no se incrementará más allá del valor de tiempo para PWM en 10 %. Esto permite que otras funciones de control operen normalmente, de modo que el momento correcto para reanudar el bombeo puede ser determinado por los algoritmos de control sin demora excesiva.

20 Inyección de vapor

El controlador 60 está programado para operar la inyección de la válvula solenoide 68. Esto aumentará la capacidad del compresor 44 a aproximadamente el 130 %. El controlador 60 sólo operará la válvula solenoide 68 cuando se desactiva la válvula solenoide de la capacidad 64. Por lo tanto, antes que la inyección de vapor por el controlador 60 pueda proceder, la capacidad del compresor 44 debe estar al 100 %. El controlador 60 operará entonces la válvula solenoide 68 utilizando modulación por ancho de pulso para aumentar la capacidad del compresor 44 desde 100 % hasta aproximadamente 130 %, dependiendo de los requisitos determinados por el controlador 60.

30 Lógica de arranque del motor

Controlador - retraso 60 incluye la lógica de arranque del motor, que prohíbe que el motor del compresor se inicie hasta que después de un retraso de tiempo apropiado. El tiempo de retraso se iniciará en el momento más reciente en que se detuvo el motor del compresor. Preferiblemente, el motor del compresor tendrá un retraso de inicio de dos minutos, y este tiempo de retraso no es ajustable. Esto evita que más de treinta arranques del motor en cualquier hora dada.

Arranque descargado - Controlador 60 incluye lógica de arranque del motor adicional que descarga del compresor 44 en el momento de comenzar por la activación (o desactivación DE) de la válvula solenoide 64. El arranque sin carga del motor reducirá la corriente de entrada del motor y permitirá más arranques del motor sin un desgaste excesivo en el contactor del motor. Preferiblemente, la válvula solenoide 64 se activará (o se desactivará) un segundo antes de energizar el contactor del motor para descargar el compresor 44 y permanecerá activado (o se desactivará) durante tres segundos después de que el motor comience a mantener el compresor 44 sin carga. Después de este funcionamiento sin carga, el control de la válvula solenoide 64 se devuelve a los algoritmos de control PID normales suponiendo que el controlador 60 está en funcionamiento. Si el controlador 60 ha fallado o no es alimentado, entonces la aplicación de la energía al resto del sistema de refrigeración 40 causará que todos los motores y la inyección de vapor se ejecuten sin demora. La salida PWM se apagará y el compresor 44 operará al 100 % de su capacidad con la inyección de vapor aumentando la capacidad en aproximadamente 130 %.

50 Recogida de refrigerante

El controlador 60 puede incluir un sensor de presión de succión 176. Cuando el sensor 176 está incluido, la recogida de refrigerante cuando un carcasa individual 42 entra en desescarche (detener el flujo de refrigerante) generalmente no se producirá porque el algoritmo de control de presión reducirá la capacidad del compresor para mantener la presión de succión en el punto de ajuste 230. Sin embargo, el sensor de presión de succión 176 se coloca en frente del filtro digital 232 y por lo tanto el sensor de presión 176 puede supervisar excesivamente una baja presión de succión. Preferiblemente, si la presión de succión instantánea va por debajo de cinco PSIG, el motor del compresor se detendrá de inmediato, y se invocará la lógica de reinicio. Preferentemente, el interruptor de corte de baja presión electromecánico debe ajustarse a cero PSIG. De esta manera, se evitará el vacío, sino que también se permitirá que el sensor de presión de succión 176 evite condiciones de baja presión. El interruptor electromecánico se convierte entonces en un control de seguridad. Cuando el sensor de presión de succión 176 no se incluye con el controlador 60, entonces el controlador 60 no puede impedir la recogida de refrigerante. El interruptor de corte de presión baja electromecánico externo debe controlar el compresor 44 en esas condiciones. La lógica de reinicio (el retraso) dentro del controlador 60 no puede invocarse.

Protección del compresor de temperatura de descarga alta

Condiciones detectadas - Como se muestra en la figura 8, el sistema de refrigeración 40 incluye un sensor de temperatura 222 que vigila la temperatura de descarga del compresor 44. El controlador 60 incluye dos puntos de ajuste para la temperatura del gas de descarga del compresor 44. Preferiblemente, la condición de temperatura de descarga muy alta (VHDTC) se establecerá para ser verdadera por encima de 280 F (138 C) y falsa por debajo de 270 F (132 C). Preferiblemente, la condición de temperatura de descarga alta (AHFC) será verdadera por encima de 260 F (127 C) y falsa por debajo de 250 F (121 C). Estos dos puntos de ajuste no son ajustables. Si se detecta una VHDTC como verdadera (por encima de 280 F) por más de quince segundos, el motor del compresor se apagará.

La inyección de vapor durante una alta temperatura de descarga - Si el motor del compresor está en funcionamiento y la AHFC es verdadera, pero la VHDTC es falsa, la capacidad del compresor 44 se verá forzada al 100 %, poniendo fin a la modulación por ancho de pulso para la válvula solenoide 64 y la solenoide de inyección de vapor 68 será activada (o desactivada) para proporcionar la inyección de vapor completa. Entonces, si el motor del compresor está en funcionamiento y la AHFC vuelve a falsa (y la VHDTC sigue siendo falsa), la capacidad del compresor volverá al control normal y el solenoide de inyección de vapor 68 se desactivará (o activará) para poner fin a la inyección de vapor. El final de la inyección de vapor asume que la capacidad del compresor es inferior a 100 %.

Reanudaciones automáticas - Como se mencionó anteriormente, una reanudación automática se producirá después de que el motor se ha parado y después de un tiempo de retraso especificado. El controlador 60 permite una reanudación automática pero esta reanudación automática se puede bloquear, lo que requiere un reinicio manual, como se detalla a continuación. Cuando el motor del compresor está apagado debido a la alta temperatura de descarga (como se detalla más arriba), el controlador 60 mantiene un recuento de estos eventos de apagado de temperatura de descarga alta (HDTSE). El contador HDTSE estará en cero hasta que se produzca un HDTSE. El contador se aumentará en uno cada vez que un HDTSE se produzca en el momento en que se detecta la condición. Un temporizador de retraso de reanudación de temperatura de descarga alta de treinta minutos se iniciará cada vez que ocurra un HDTSE. Cuando tanto la VHDTC como la AHFC son falsas (el compresor 44 se haya enfriado) y la temperatura del temporizador de retraso de reanudación ha finalizado su momento y si el contador es inferior a cuatro, una reanudación del motor se producirá asumiendo que el controlador 60 determina la necesidad. El efecto neto es que sólo tres reanudaciones automáticas están permitidas después de los eventos de alta temperatura de descarga y estas reanudaciones automáticas se permiten sólo después de que el compresor 44 se haya enfriado lo indicado por el sensor 222 y el motor no haya estado funcionando durante treinta segundos. Si se produce una cuarta HDTSE, el motor no se reiniciará automáticamente hasta que el contador se ponga a cero de forma manual en el controlador 60. Mientras que una HDTSE está en curso, un código de error será mostrado por el controlador 60. Preferiblemente, E11 indicará el primer evento, E12 indicará el segundo evento, E13 indicará el tercer evento y E14 indicará el cuarto evento. Para E11, E12 y E13, se producirá una reanudación automática. E14 indica que es necesaria una reanudación manual. El contador de los eventos de temperatura de descarga alta se mantendrá a través de los cortes de energía. El estado del temporizador de retraso de temperatura alta se mantendrá durante cortes de energía (a los cinco minutos más próximos). Los estados de la AHFC y la VHDTC, si alguna es verdadera, también se conservan durante los cortes de energía. Esta información se graba en la memoria no volátil a intervalos de cinco minutos. Una vez que ambas condiciones son falsas y el temporizador de treinta minutos ha caducado, por la escritura de esta información a la memoria no volátil cesará. Esto no escritura de la información durante el funcionamiento normal del sistema de refrigeración 40 evita el "desgaste" de la memoria no volátil.

Reinicio manual - El contador para los eventos de temperatura de descarga alta puede ser puesto a cero en cualquier momento, incluso si su cuenta es inferior a cuatro. El reinicio manual del contador borrará tanto el conteo y el tiempo restante en el temporizador de retraso de treinta minutos. Después de un reinicio manual, el motor volverá a arrancar sólo si (o después) de la temperatura del gas de descarga se ha reducido cuando sea detectada por el sensor 222. Este acuerdo permitirá a prueba de fábrica de la función de apagado de temperatura alta sin pérdida de tiempo excesiva de los retrasos y sin perder reinicios automáticos permitidos. Preferiblemente, el controlador 60 incluirá un pulsador separado 250 (figura 10) para el reinicio manual y el pulsador 250 debe ser presionado durante dos segundos para lograr el reinicio manual. Un LED amarillo 252 junto al pulsador 250 indica la necesidad de un reinicio manual. El LED 252 se enciende cuando se está visualizando E14 y el LED 252 se apagará cuando se ha iniciado el proceso de reinicio manual.

Operación con error del sensor de temperatura de descarga - Si el sensor de temperatura de descarga 222 se muestra al controlador 60 estando desconectado o en cortocircuito, esto constituirá una detección de un sensor 222 y el código de error E04 se mostrará por el controlador 60. Cuando se detecta que el sensor 222 falla, el controlador 60 continuará operando normalmente, excepto que la capacidad del compresor 44 se limitará a 75 % y la alarma 200 se encenderá. No habrá otro tipo de protección del compresor por el sensor 222 en tales condiciones. Sin embargo, la función de rotura de línea interna de compresores para la temperatura excesiva seguirá estando activa.

Control de ventilador del condensador

Algoritmo de control del ventilador del condensador - Como se muestra en la figura 8, el controlador 60 opera dos ventiladores del condensador 202 y 204. Los ventiladores 202 y 204 serán operados en un modo principal y retrasado, con un control basado principalmente en la temperatura de condensación y en parte de la capacidad de funcionamiento del compresor 44 y parcialmente de la temperatura de succión saturada (SST). El algoritmo de

control del ventilador del condensador utilizará los siguientes seis ventiladores de control de la prueba 202 y 204. Estos valores se eligen para mantener preferiblemente una diferencia de presión de al menos setenta y cinco PSI a través del compresor 44 para asegurar un buen rendimiento incluso a temperaturas ambiente al aire libre muy baja y de condensación. Los algoritmos de control del condensador no tienen puntos de ajuste ajustables además del tipo de refrigerante. En las pruebas siguientes, SCT es la temperatura del condensador saturado, SST es la temperatura de succión saturada y CAPC es la capacidad del compresor dentro de los límites de condensador 46.

1. Encender el ventilador del condensador PRINCIPAL cuando

$$SCT > \{[SST - (40 F)] \times [0,5] + (+53 F)\}$$

2. Encender el ventilador del condensador RETRASADO cuando

$$SCT > \{[SST - (40 F)] \times [0,5] - [CapC / 100 \%] \times [(+112 F) - (+32 F)] + (+113 F)\}$$

3. Apagar el ventilador del condensador RETRASADO cuando

$$SCT < \{[SST - (-40 F)] \times [0,5] - [CapC / 100 \%] \times [(+112 F) - (+32 F)] + (+93 F)\}$$

4. Apagar el ventilador del condensador PRINCIPAL cuando

$$SCT < \{[SST - (-40 F)] \times [0,5] + (+33 F)\}$$

5. Encender el ventilador del condensador PRINCIPAL cuando

$$SCT > \{[+105 F]\}$$

6. Encender el ventilador del condensador RETRASADO cuando

$$SCT > \{[+125 F]\}$$

Las ecuaciones anteriores se han escrito para que todos los valores de temperatura Fahrenheit puedan ser reemplazados con los valores de temperatura Celsius equivalentes y todavía producir los mismos resultados de control. El controlador 60 determina la SCT mediante la lectura del sensor de temperatura 218. La SST es una temperatura calculada que se determinará mediante la conversión de la salida del filtro digital 232 (presión de succión) a una temperatura de saturación de vapor de refrigerante / líquido correspondiente. Si el sensor de presión de succión 176 no está incluido con el controlador 60, se utilizará la lectura de temperatura de la carcasa principal del sensor 174. La temperatura detectada menos 9 F (5 C) se utilizarán como SST. La CapC para el algoritmo de control del ventilador del condensador es igual al valor de la capacidad que acciona actualmente la capacidad de solenoide 64, excepto que CapC se limita a no menos de 25 % y no más de 50 %. Las pruebas de control de los ventiladores cinco y seis hacen que los ventiladores 202 y 204 anteriores se enciendan a valores específicos máximos SCT independientemente de otras condiciones para evitar presiones de descarga y temperatura excesivas. Este es un modo de operación de copia de seguridad necesaria para las instalaciones donde sensor de presión de succión 176 no está presente y el sensor de temperatura de la carcasa principal 172 se está utilizando para determinar la TSM. En estas instalaciones de descongelación de la carcasa principal causaría que el controlador 60 encendiera los ventiladores 202 y 204 fuera permitiendo que temperatura del condensador se eleve. Las pruebas cinco y seis anteriores anulan las pruebas de uno a la cuatro.

Retrasos del ventilador del condensador - Preferiblemente, cada ventilador del condensador 202 y 204 se quedará encendido en sesenta segundos después de iniciarse y permanece apagado durante treinta segundos después de que se detenga. Esta temporización evita una rotación excesiva del ventilador.

Alternancia del ventilador del condensador - Qué ventilador del condensador es el principal y cuál es el retrasado en el esquema de control descrito anteriormente se alterna por un temporizador de alternancia del ventilador. Preferiblemente, el ventilador principal / retrasado se alterna sobre una vez cada veinte horas. Si en el momento de una alternancia y sólo un ventilador está encendido, no se producirá la alternancia. El temporizador de alternancia del ventilador esperará hasta la próxima vez que los ventiladores estén encendidos o ambos ventiladores estén apagados para hacer el cambio. Sin embargo, si la condición favorable para la alternancia (tanto dentro o fuera) no se produce después de un largo período de tiempo, entonces el cambio de los ventiladores principal y retrasado se verá obligado a producirse. Preferiblemente, un temporizador de suspenso de la alternancia funcionará durante cinco horas antes de forzar el cambio. El temporizador se inicia por el tiempo de espera del temporizador de alternancia del ventilador (a veinte horas) y se reinicia mediante la alternancia exitosa del ventilador principal y retrasado. Este procedimiento de alternancia reduce el estrés del desgaste al uniformar el tiempo de no funcionamiento para cada ventilador.

Operación con sensores fallidos - El funcionamiento normal del ventilador del condensador depende de señales de dos sensores. El funcionamiento normal del ventilador del condensador será suspendido y un algoritmo de control de

copia de seguridad se hará cargo si se detecta el fallo de un sensor utilizado por el control del condensador. Cuando hay un fallo en el sensor que afecta el control del condensador, el ventilador principal estará encendido en cualquier momento en que el compresor esté funcionando. El ventilador retrasado se encenderá cada vez que la capacidad del compresor supera el 35 % y se apagará cuando la capacidad del compresor está por debajo de 25 %.

5 Un ventilador del condensador - Si sólo hay un ventilador del condensador, las dos salidas del ventilador del condensador del controlador 60 se deben conectar en paralelo para garantizar que el único ventilador será siempre el ventilador principal. No hay anulación prevista la alternancia periódica entre el principal y el retrasado.

10 Estados desactivados en funcionamiento - el encendido inicial, el motor del compresor funcionará, la capacidad de la válvula solenoide 64 se desactivará (o activará) para proporcionar una capacidad del compresor de 100 % y los dos ventiladores del condensador 202 y 204 estarán encendidos. El controlador 60 estará inicialmente en un estado de reposición no funcional inmediatamente después del encendido. Después que el controlador 60 comienza a funcionar, los elementos que no deben estar encendidos se apagarán, de lo contrario se quedarán encendidos. La
15 válvula solenoide de capacidad 64 comenzará a operar después de que el controlador 60 comience a funcionar. Además, la alarma 200 se activará hasta que el controlador 60 comience a funcionar después de lo cual se apagará.

Fallo del sensor de presión de succión - Si el punto de ajuste de presión de succión 230 no es 99 y el sensor de presión de succión 176 se muestra al controlador 60 como desconectado, esto constituye una detección de un sensor defectuoso 176 y se mostrará un código de error E01 y la alarma 200 se encenderá. La capacidad del compresor se fijará en el 100 % y el solenoide de inyección de vapor 68 se activará (o desactivará) para aumentar la capacidad por encima del 100 %. El compresor 44 permanecerá en este estado hasta que ya no se detecte el estado del sensor que falla. Si el punto de ajuste de presión de succión 230 se establece en 99, esto indica al controlador 60 que el control de presión de succión no debe ser utilizado y la alarma 200 no se encenderá.

25 Fallo del sensor de temperatura de la carcasa principal - Si el punto de ajuste de temperatura de la carcasa principal 234 no es 99 y el sensor de temperatura de la carcasa principal 174 se muestra al controlador 60 como desconectado o en cortocircuito, esto constituirá una detección de un sensor defectuoso 174 y un código de error E02 se visualizará y la alarma 200 se encenderá. La capacidad del compresor se fijará en 100 % y el solenoide de inyección de vapor 68 se activará (o desactivará) para aumentar la capacidad por encima del 100 %. El compresor 44 permanecerá en este estado hasta que ya no se detecte el estado del sensor en fallo. Si el punto de ajuste de temperatura de la carcasa principal 234 se establece en 99, esto indica al controlador 60 que el control de temperatura de la carcasa principal no debe ser utilizado y la alarma 200 no se encenderá.

35 Fallo del sensor de temperatura del condensador - Si el sensor de temperatura del condensador 218 se muestra al controlador 60 como desconectado o en cortocircuito, esto constituirá una detección de un sensor defectuoso 218 y se mostrará un código de error E03 y la alarma 200 se encenderá.

Pantalla

40 Para mantener el controlador 60 simple, en la pantalla comprenderá dígitos del segmento tres y siete 254, 256 y 258; cuatro pulsadores 250, 260, 262 y 264; diecisiete puntos de luz 252 y 266-296, todas diodos emisores de luz como se muestra en la figura 10.

45 El controlador digital 60 muestra los diferentes puntos de ajuste y códigos de error descritos anteriormente usando dígitos de "siete segmentos" 254, 256 y 258. La parte iluminada de los dígitos 254 a 258 es preferiblemente tres décimas partes de una pulgada de alto. Los distintos códigos de error descritos anteriormente (de E01 a E14) se indicarán en la pantalla brevemente junto con los valores de funcionamiento. Esta pantalla de códigos y valores de error continuará repitiéndose si la alarma 200 está activada. Preferiblemente, si hay una condición de alarma, se
50 mostrará el código de error para un segundo medio y el valor de funcionamiento seleccionado se mostrará 1,95 segundos. Si hay varias condiciones de alarma, que se mostrarán en orden numérico durante 0,45 segundos cada uno con la válvula de funcionamiento seleccionado se muestran durante dos segundos cada uno. Cada tiempo de visualización de código de alarma estará rodeado de una pantalla en blanco durante medio segundo. Esto logrará el efecto de expansión para llamar la atención a la alarma.

55 Luces puntuales (LED) - Las diecisiete luces puntuales (LEDs) son ya sea verde, rojas o amarillas. Cada salida tendrá una luz puntual asociada a ella. Las luces puntuales verdes indican que el artículo es de sólo visualización. Las luces puntuales rojas indican que el elemento tiene un punto de ajuste se puede cambiar. Las luces amarillas indican el modo manual y la alarma. El LED 252 es una luz puntual amarilla que indica el reinicio manual del contador de reinicio automático se debe establecer manualmente. El LED 266 es una luz puntual roja que indica el control de una combinación de presión de succión y control de temperatura de la carcasa principal que se está utilizando. El LED 268 es una luz puntual roja que indica que se está utilizando el control de temperatura de la carcasa principal. El LED 270 es una luz puntual roja que indica que se está utilizando el control de la presión de succión. (Sólo uno de las LED 266-270 se encenderá al mismo tiempo). El LED 272 es una luz puntual verde que
60 indica que la pantalla muestra la presión de succión directamente del sensor de presión de succión 176. El LED 274 es una luz puntual roja que indica que la pantalla está mostrando la presión media de succión del filtro digital 232. El

LED 276 es una luz puntual roja que indica que la pantalla muestra la temperatura de saturación calculada (SST) del refrigerante. LED 278 es una luz puntual roja que indica que la pantalla muestra la temperatura de la carcasa principal. LED 280 es una luz puntual verde que indica que la pantalla muestra la temperatura de descarga basada en el sensor 222. El LED 282 es una luz puntual amarilla que indica que la pantalla muestra la capacidad del compresor actual en el modo manual. El LED 284 es una luz puntual roja que indica que la pantalla está mostrando la capacidad del compresor actual en el modo automático. El LED 286 es una luz puntual roja que indica que la pantalla muestra el tiempo total para un ciclo PWM de la válvula solenoide 64. Los LEDs 288-294 son cada una luces puntuales rojas que indican que la pantalla muestra las cuatro constantes detalladas anteriormente bajo "Algoritmos de Control Capacidad del compresor". El LED 296 es una luz puntual roja que indica que la pantalla muestra el tipo de refrigerante que se utiliza.

Valores de ajuste

Varios puntos de ajuste pueden ser modificados por pulsadores operativos 260-264. Los mismos pulsadores que seleccionan la visualización de valores de funcionamiento (262 y 264) también seleccionarán los puntos de ajuste subyacentes. Pulsar estos botones seleccionará los distintos puntos de ajuste y qué conjunto de puntos está siendo visualizado será indicado por los LEDs 272-296. El valor mostrado se mostrará en dígitos 254-258. Cuando se visualiza un punto de ajuste específico, manteniendo pulsado el pulsador 260 entonces permitirá a los pulsadores 262 y 264 disminuir y aumentar, respectivamente, el valor del punto de ajuste. Si no hay un punto de ajuste asociado con el valor de funcionamiento que se muestra, a continuación, presionar el pulsador 260 no tendrá ningún efecto en los botones 262 y 264. Todos los puntos de ajuste se mantienen mientras que la energía está apagada. Los puntos de ajuste ajustables incluyen presión de succión (LED 274), SST (LED 276), temperatura de la carcasa principal (LED 278), capacidad del compresor (LED 282 y 284), Tiempo de ciclo PWM (LED 286), las cuatro constantes PID (LED 288 -294) y el tipo de refrigerante (LED 296).

Presión de succión - Este es el promedio de presión de succión objetivo a alcanzar por el compresor. Al establecer el mismo a 99 desactivará el modo de control de presión de succión (LED 268 se encenderá) y el controlador 60 asumirá que el sensor de presión 176 no está conectado. La presión de succión y SST son las vistas del mismo punto de ajuste suponiendo que uno se adapta al otro.

SST - Esta es la temperatura de saturación calculada del refrigerante. Esto está ligada a la presión de succión como se indicó anteriormente.

Temperatura de la carcasa principal - Este es el punto de ajuste para temperatura de la carcasa principal. Si se establece a 99 desactivará el modo de control de temperatura de la carcasa principal (LED 270 se encenderá) y el controlador 60 asumirá que el sensor de temperatura 174 no está conectado. Ajustar tanto la presión de succión como la temperatura de la carcasa principal a valores inferiores a 99 hará que se utilice el modo de control de combinación (LED 266 se encenderá).

Capacidad del compresor - Esto permite establecer la función manual de compresor 44. Simplemente seleccionando este punto (LED 284) con los botones 262 o 264 dejará el control automático bajo PID y la pantalla mostrará el valor de funcionamiento de la capacidad del compresor. Si se mantiene pulsado el pulsador 260, mientras este está seleccionado (LED 284) se bloqueará controlador 60 a la capacidad última calculada por los bucles de control PID y comenzará el control manual de la capacidad (LED 282 se iluminará, LED 284 se apagará). La capacidad manual puede entonces ser cargada mediante los pulsadores 262 o 264. La selección de un punto de referencia diferente utilizando pulsadores 262 y 264 después de soltar el pulsador 260 después de cambiar la capacidad manual permite la observación de los valores de funcionamiento en el modo PWM manual. La selección de un punto de referencia diferente y luego presionar el pulsador 260 pone al controlador 60 de nuevo en el modo automático.

Tiempo de ciclo PWM - Esto permite el ajuste del tiempo total para un ciclo PWM de la capacidad de la válvula solenoide 64.

PID Pan I - Esto permiten el ajuste de las cuatro constantes descritas anteriormente para las constantes PID en "Algoritmos de control de la capacidad del compresor".

Refrigerante - Esto permite el ajuste del tipo de refrigerante utilizado en el sistema. Preferiblemente, estas opciones son R-404A, R-407C, R-22, R-134a y R-140. Estas se muestran en la pantalla como 404, 407, 22, 134 y 410, respectivamente. Estos ajustes permiten la conversión apropiada entre la presión y la temperatura. El controlador 60 incluirá los cinco ajustes de refrigerante aun cuando el compresor 44 no está calificado inicialmente para los cinco refrigerantes.

Valores de funcionamiento de la pantalla

Dígitos de la pantalla 254-258 sobre controlador 60 pueden indicar cualquiera de varios valores operativos. Los pulsadores 262 y 264 se utilizan para desplazarse por los distintos valores de funcionamiento.

Presión de succión instantánea (LED 272) - Este LED indica que la pantalla muestra la presión de succión que está siendo leída por el sensor de presión de succión 176. Esto indicará las oscilaciones de presión de succión arriba y abajo durante cada ciclo de descarga.

5 Promedio de presión de succión (LED 274) - Este LED indica que la pantalla muestra la presión de succión promedio que es la salida del filtro digital 232. Esto no va a indicar las oscilaciones en la presión debido a la operación del ciclo de descarga.

10 Temperatura de la carcasa principal (LED 278) - Este LED indica que se está mostrando la temperatura actual del aire en la carcasa del principal. Esta lectura viene directamente del sensor de temperatura 174.

Temperatura de descarga (LED 280) - Este LED indica que se está mostrando la temperatura de descarga del compresor de gas actual. Esta lectura viene directamente del sensor de temperatura 222.

15 Capacidad del compresor (LED 284) - Este LED indica que se está visualizando la capacidad de ejecución del compresor actual. Este valor se calcula por el controlador 60 y se utiliza para operar generador de modulación de capacidad 238, excitador de solenoide 240 y el solenoide 64.

20 Tiempo de ciclo PWM (LED 286) - Este LED indica el valor actual para el punto de ajuste de tiempo de ciclo PWM.

Modo Operativo

25 Como se discutió anteriormente, el controlador 60 tiene un modo de operación manual y un modo de funcionamiento automático. En el modo automático, el controlador 60 operará con la capacidad de la válvula solenoide 64 controlada por los bucles de control PID. En el modo manual, el compresor 44 operará con una capacidad fija constante. La capacidad se ajusta en el controlador 60 como se detalló anteriormente. El control del ventilador del condensador y los esquemas de protección del compresor continuarán operando en el modo manual como en el modo automático. El modo manual está destinado a realizar pruebas. El controlador 60 comenzará su operación en el modo automático después de un reinicio.

30 Aunque la descripción detallada anterior describe la realización preferida de la presente invención, se debe entender que la presente invención es susceptible de modificaciones, variaciones y alteraciones sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de refrigeración que comprende:

5 una pluralidad de alojamientos (42a, b, c; 242a, b, c);
 una pluralidad de evaporadores (54, 254) respectivamente dispuestos en dicha pluralidad de alojamientos (42a,
 b, c; 242a, b, c);
 un condensador (46, 246) acoplado en comunicación fluida con dicha pluralidad de evaporadores;
 un compresor (44, 244) acoplado en comunicación fluida con dicha pluralidad de evaporadores y dicho
 10 condensador, siendo dicho compresor un compresor de capacidad variable modulada por ancho de pulso; y
 una pluralidad de sensores de temperatura (174a, b, c) dispuestos en su respectiva dicha pluralidad de
 alojamientos, pudiendo funcionar dichos sensores de temperatura para leer una temperatura dentro de su
 respectiva dicha pluralidad de alojamientos;

15 **caracterizado por que** el sistema de refrigeración comprende:

una pluralidad de controladores de evaporador (300a, b, c), respectivamente, asociados con dicha
 pluralidad de evaporadores y conectados a dicha pluralidad de sensores de temperatura; y
 un controlador del sistema (60) sensible a dicha pluralidad de sensores de temperatura, en comunicación
 con dicha pluralidad de controladores de evaporador, y acoplado a dicho compresor para proporcionar
 20 una señal de control de ciclo de trabajo variable a dicho compresor, por lo que dicho compresor se
 modula entre un primer estado de capacidad y un segundo estado de capacidad mientras se opera, para
 de ese modo ajustar la capacidad de funcionamiento de dicho compresor en base a una temperatura
 dentro de al menos una de dichos alojamientos para mantener una temperatura especificada en al menos
 uno de dichos alojamientos.

25 2. El sistema de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho controlador del sistema incluye un
 modo de operación manual y un modo de operación automática, recibiendo dicho controlador del sistema una
 entrada desde dichos controladores del evaporador y proporcionando una señal de control del ciclo de trabajo
 variable a dicho compresor.

30 3. El sistema de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que comprende además un sistema de
 inyección de vapor (158) para inyectar vapor en dicho compresor en una posición intermedia de una presión de
 succión y una presión de descarga, estando dicho controlador del sistema acoplado a dicho sistema de inyección de
 vapor para el control de la inyección de dicho vapor.

35 4. El sistema de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende además un sensor de temperatura
 (222) para detectar una temperatura de dicho vapor a dicha presión de descarga, estando dicho controlador del
 sistema acoplado a dicho sensor de temperatura para controlar la inyección de dicho vapor en base a dicha
 temperatura de dicho vapor en dicha presión de descarga.

40 5. El sistema de refrigeración de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende
 además un primer y un segundo ventilador de condensador (202, 204), estando dicho controlador del sistema
 acoplado a dichos ventiladores de condensador para controlar dichos ventiladores de condensador en base a una
 temperatura detectada por al menos uno de dichos sensores de temperatura, porcentaje de ciclo de trabajo, y un
 45 diferencial de presión mínimo calculado.

6. El sistema de refrigeración de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho
 compresor comprime un gas entre una presión de succión y una presión de descarga, y dicho sistema de
 refrigeración comprende además una pluralidad de sensores de presión (176a, b, c) para la detección de dicha
 50 presión de succión, estando dichos controladores de evaporador acoplados respectivamente a dicha pluralidad de
 sensores de presión, dicho controlador del sistema que controla dicha capacidad de dicho compresor en base a una
 presión de succión y dicha temperatura dentro de al menos uno de dichos alojamientos.

7. El sistema de refrigeración de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho
 55 compresor es un compresor de espiral.

8. El sistema de control del compresor de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que
 dicho compresor tiene dos elementos mecánicos (84, 90) separados por un sello, siendo dichos elementos
 mecánicos móviles entre sí para desarrollar presión de fluido y en el que dicho compresor incluye un mecanismo
 60 para romper selectivamente dicho sello en respuesta a dicha señal de control para alterar de ese modo dicha
 presión de fluido desarrollada, mientras permite que dichos elementos mecánicos mantengan el movimiento relativo
 sustancialmente constante entre sí.

9. El sistema de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 8, en el que dicho compresor es un compresor de
 65 espiral y dichos dos elementos mecánicos son elementos en espiral.

10. El sistema de refrigeración de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho controlador del sistema determina una presión media de succión durante un período de tiempo especificado dentro de cada tiempo de ciclo de control.
- 5 11. El sistema de refrigeración de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha pluralidad de controladores de evaporador (300a, b, c) están dispuestos dentro de su respectiva dicha pluralidad de alojamientos (42a, b, c; 242a, b, c).
- 10 12. El sistema de refrigeración de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho controlador del sistema (60) recibe los valores de estado del sensor de temperatura y de carga de demanda a partir de dicha pluralidad de controladores de evaporador (300a, b, c).
- 15 13. El sistema de refrigeración de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada controlador de evaporación está configurado para realizar localmente control de la descongelación, control del ventilador y control de la válvula de expansión electrónica.
- 20 14. El sistema de refrigeración de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una pluralidad de sensores de presión (176a, b, c) operables para proporcionar mediciones de la presión a los respectivos controladores del evaporador.

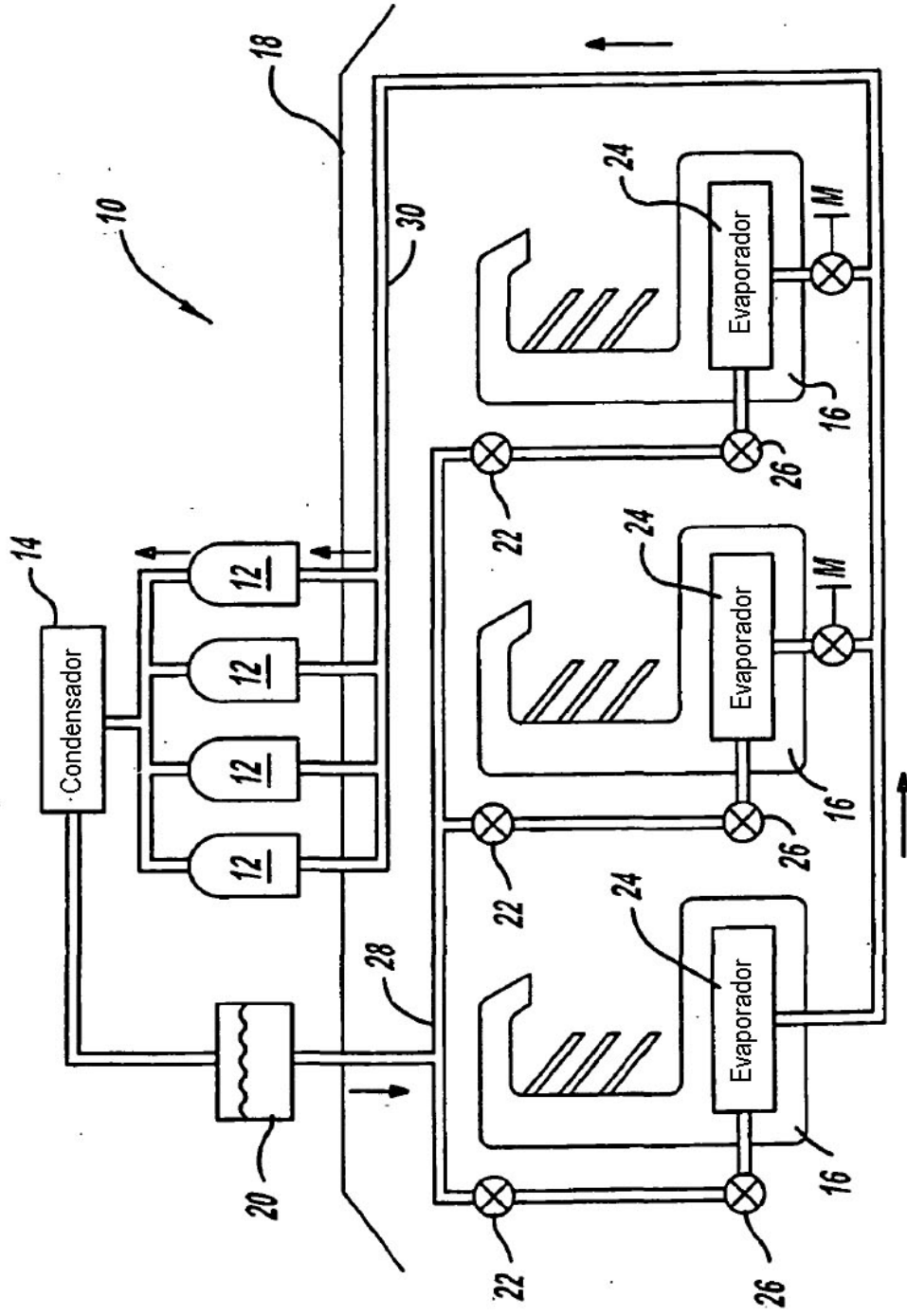


Figura 1

TÉCNICA ANTERIOR

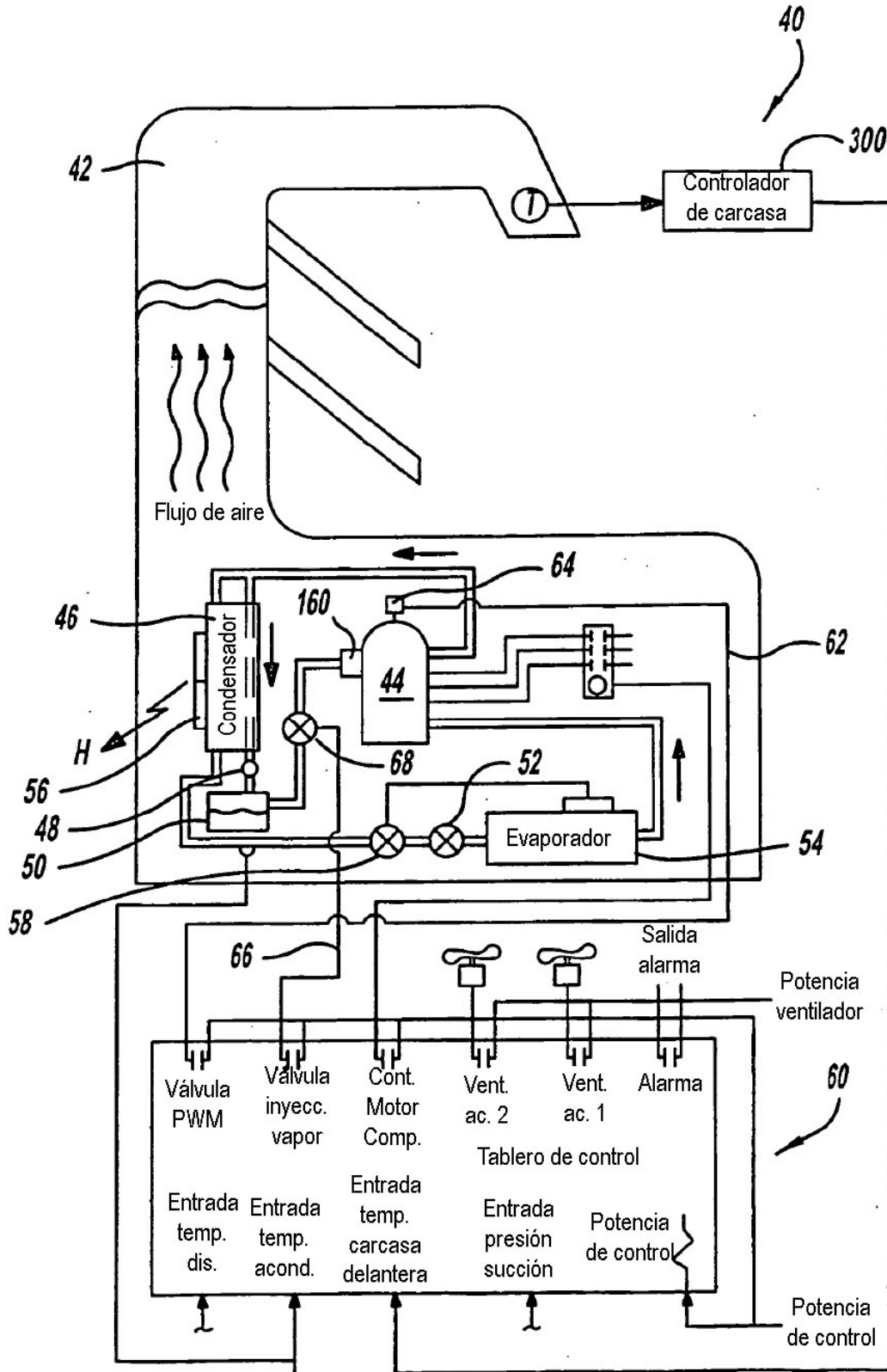


Figura 2

Figura 3

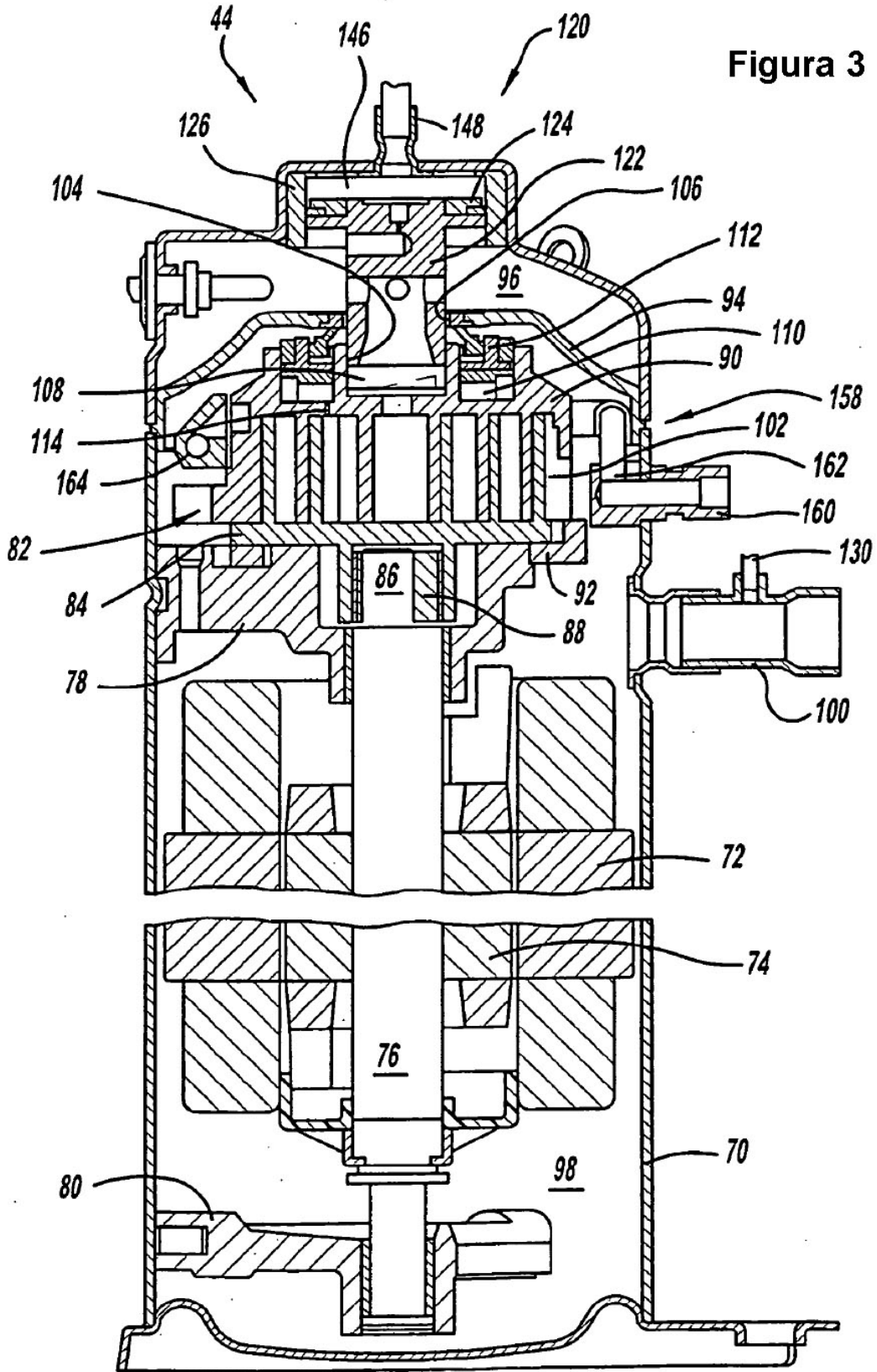
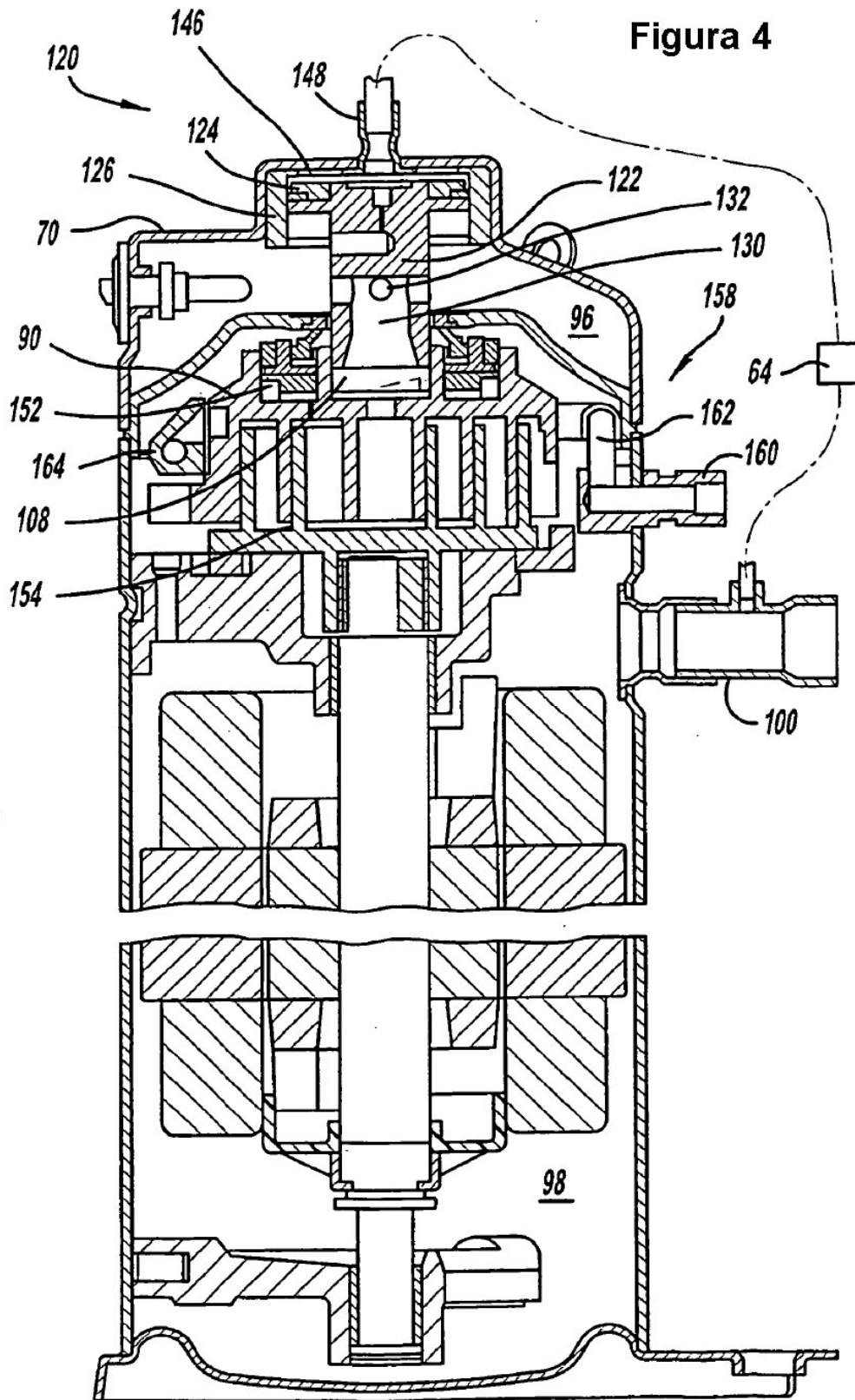


Figura 4



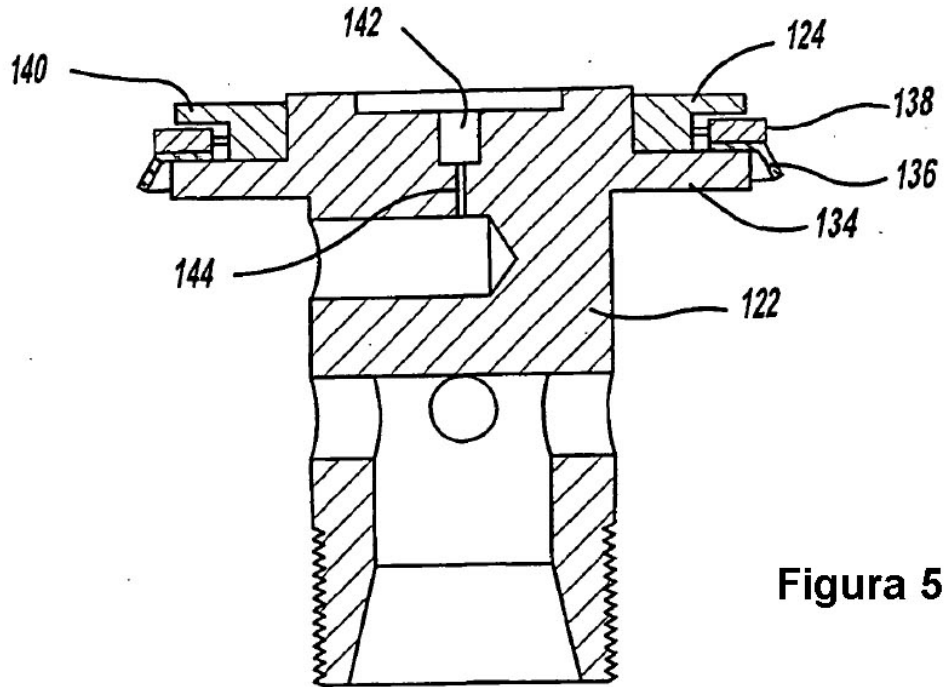


Figura 5

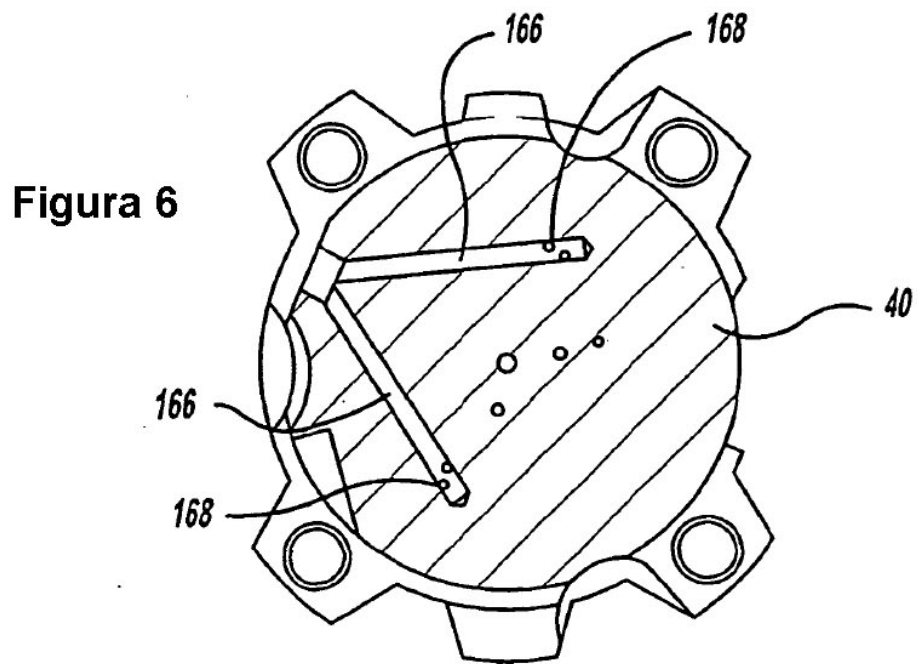


Figura 6

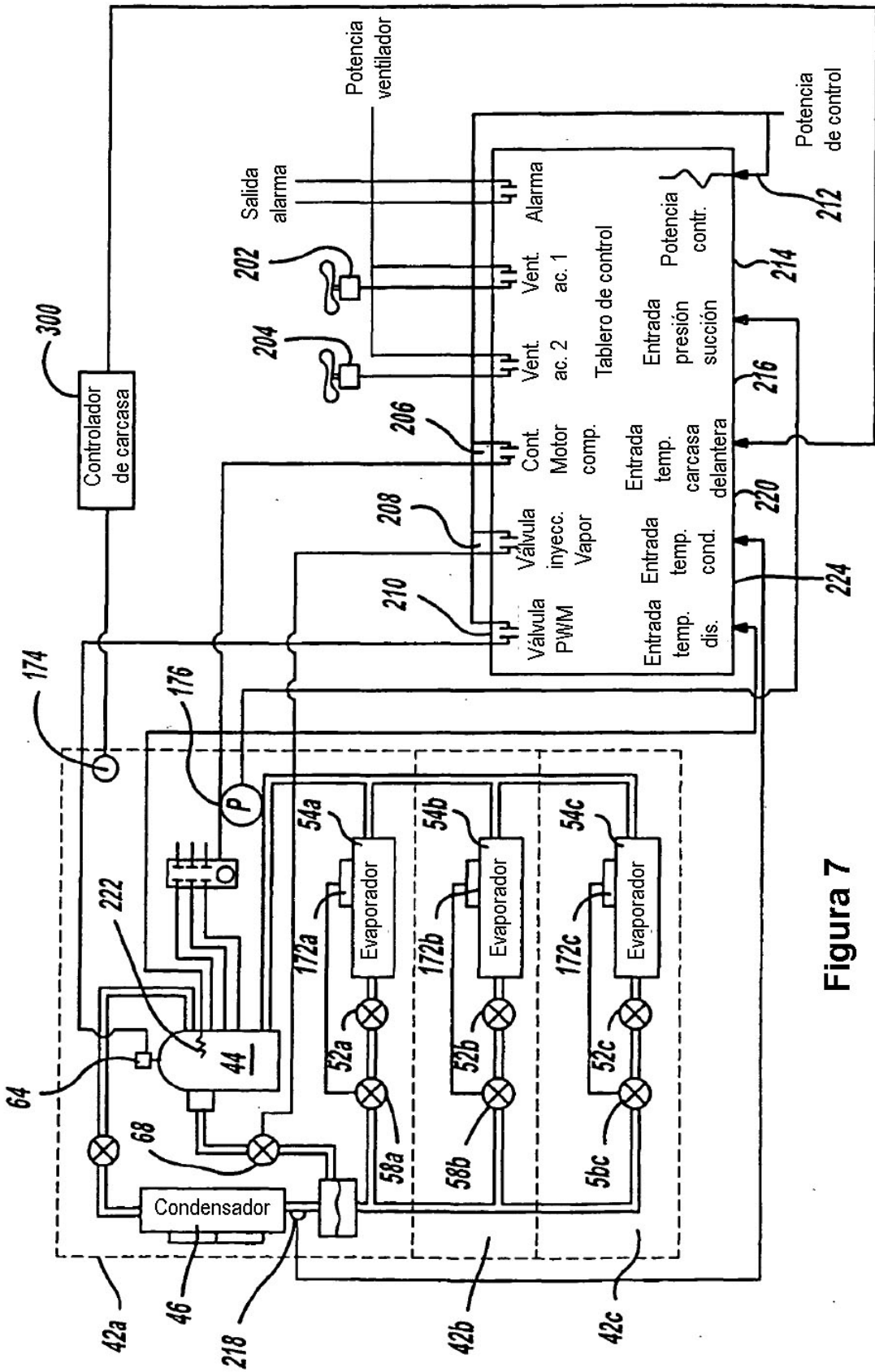


Figura 7

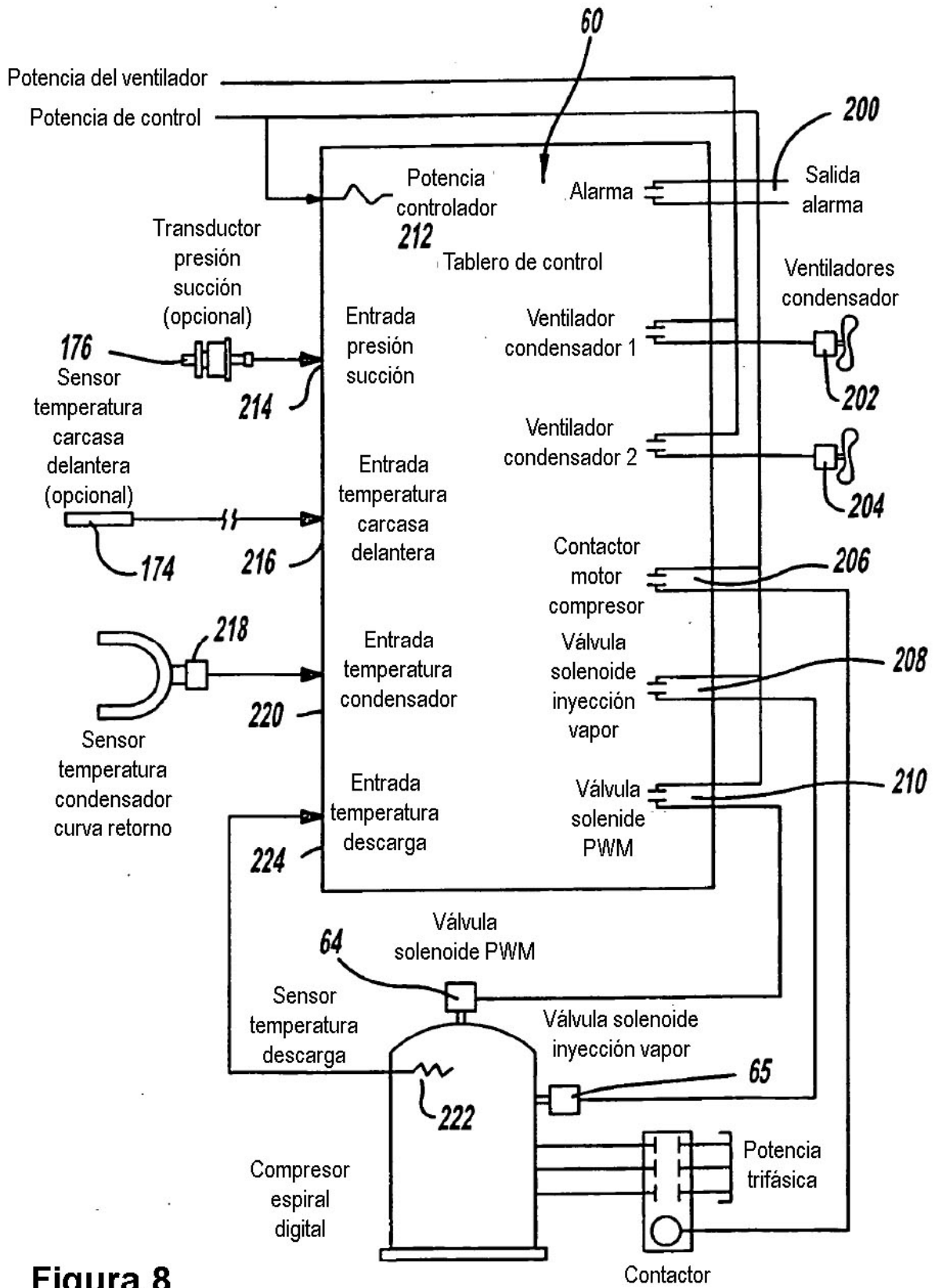


Figura 8

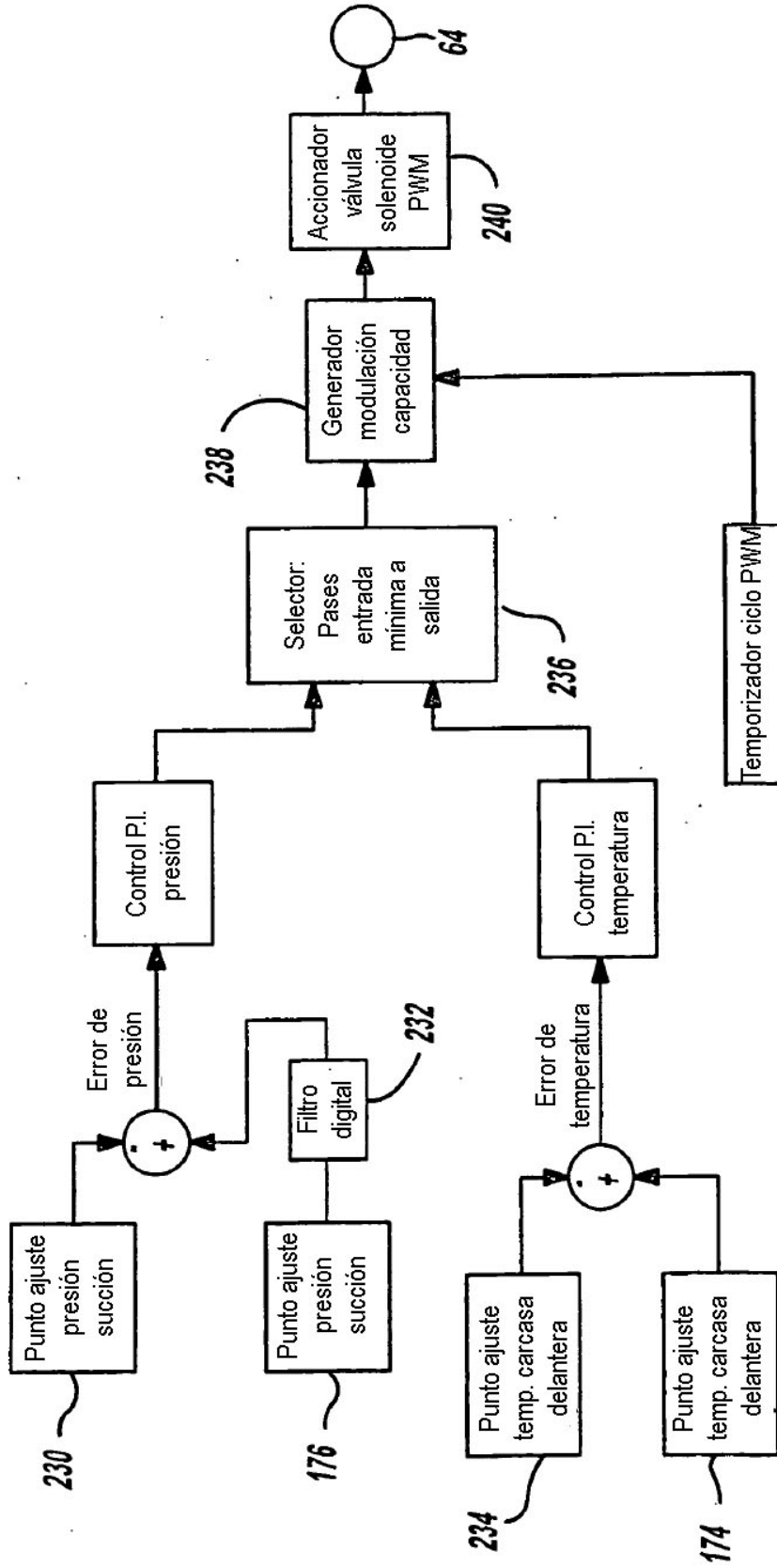


Figura 9

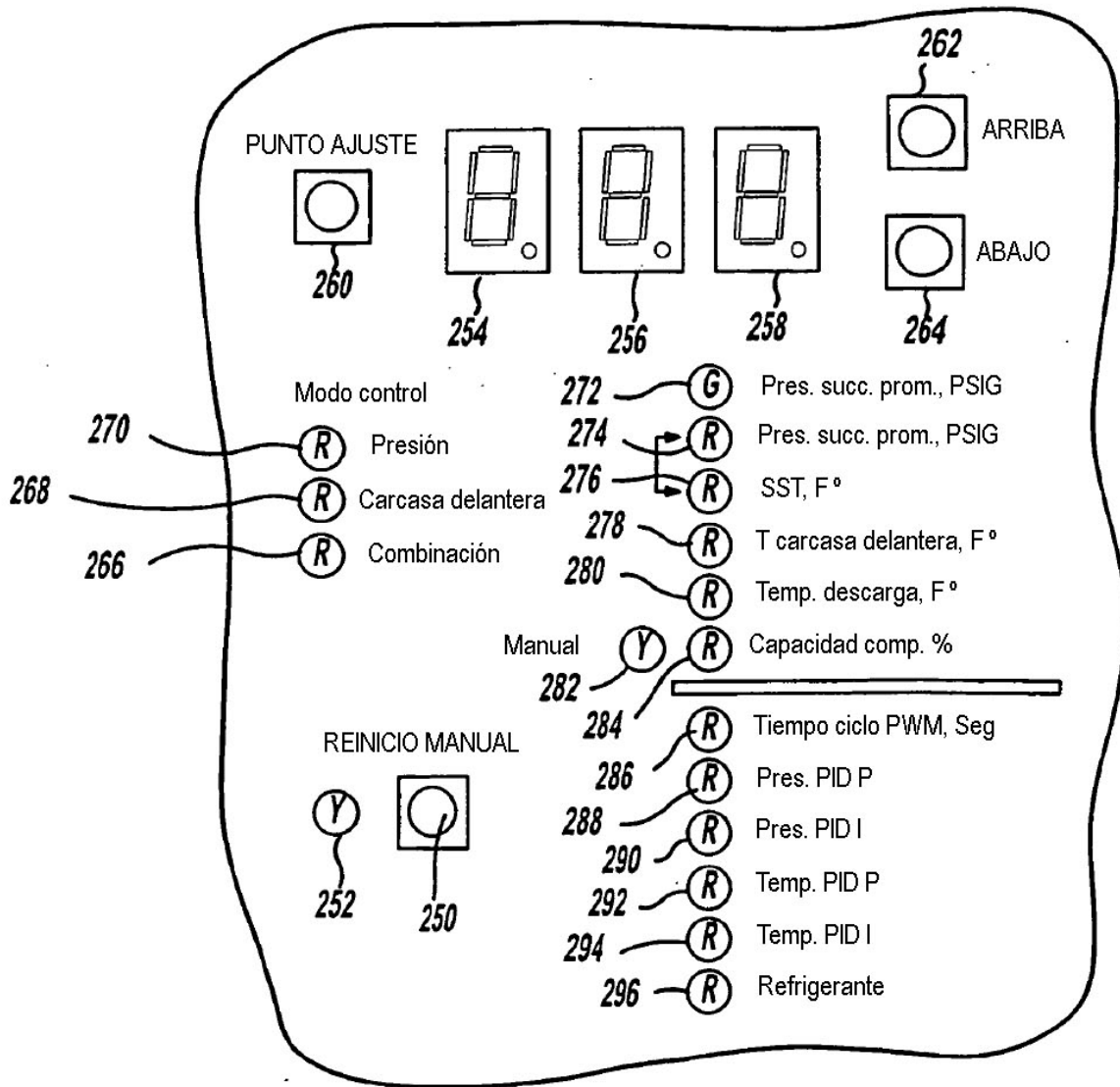


Figura 10

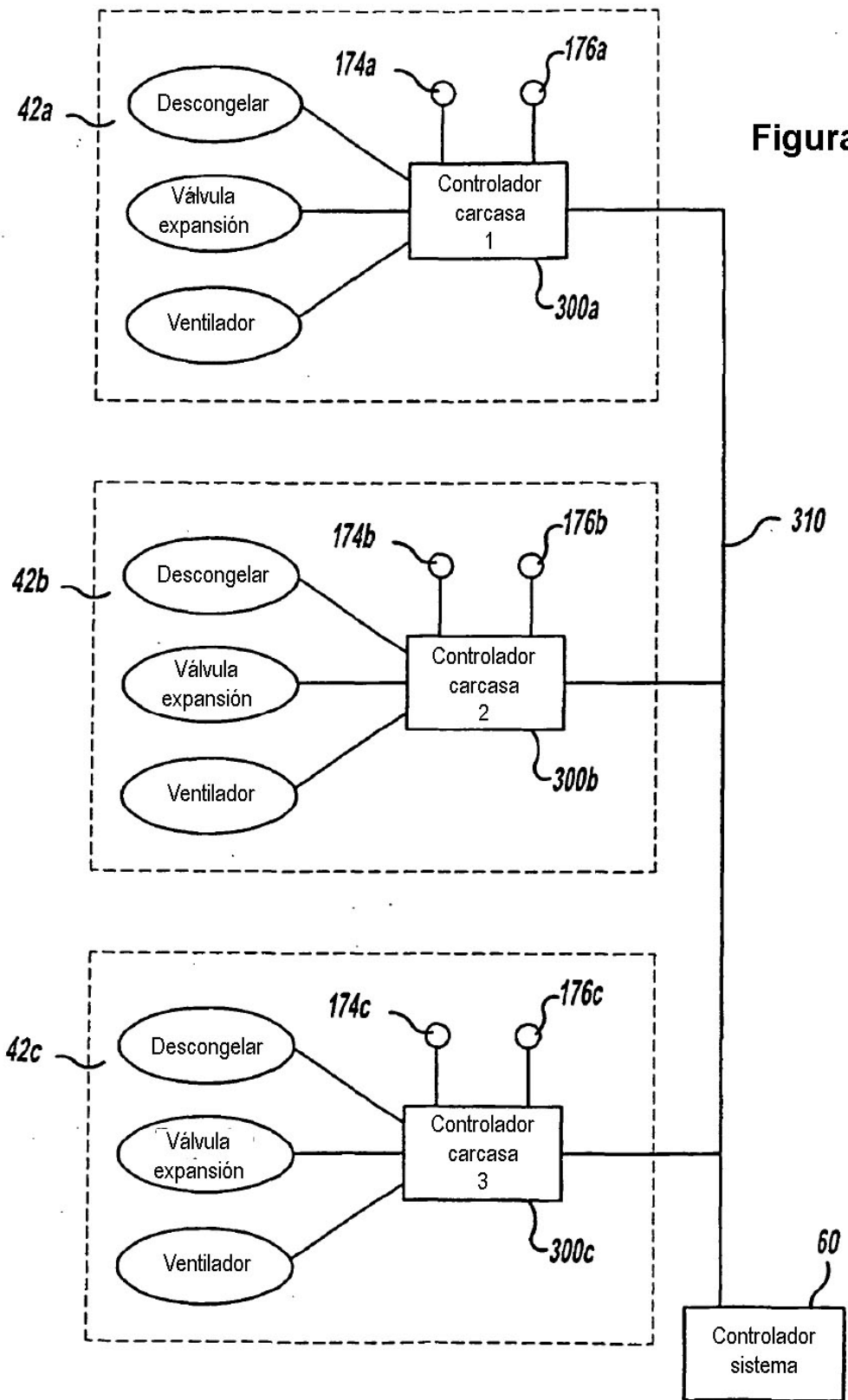


Figura 11

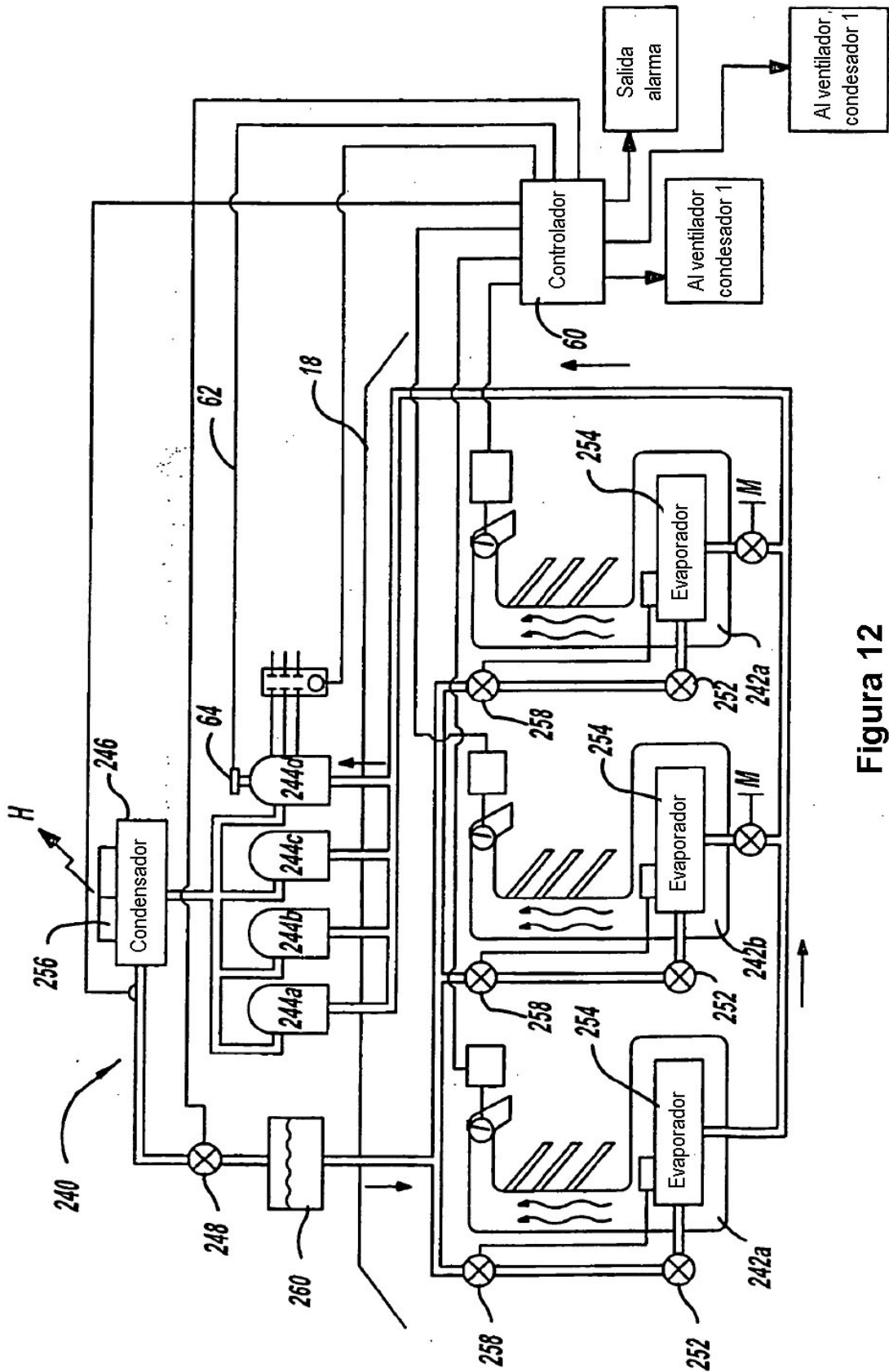


Figura 12