

UN SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA MEJORADO

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a sistemas de refrigeración y calefacción tales como unidades de acondicionamiento de aire y refrigeradores, y en particular, a mejoras en los sistemas de refrigeración y calefacción que funcionan utilizando un ciclo de compresión.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los sistemas de control de temperatura, tales como los sistemas de acondicionamiento de aire, enfriamiento y refrigeración, comúnmente usan un ciclo de compresión para calentar o enfriar su entorno a través del enfriamiento o calentamiento respectivos de un refrigerante fluido. Generalmente, el fluido refrigerante es inicialmente un gas que es comprimido por un compresor, posteriormente licuado en un condensador y luego inyectado a través de una válvula de expansión. La inyección del refrigerante líquido altamente presurizado a través de la válvula de expansión permite que el refrigerante se expanda rápidamente. Luego, el refrigerante pasa a través de un evaporador en el que el refrigerante absorbe la energía térmica del aire circundante u otros fluidos que pasan alrededor del evaporador y los enfría. Este proceso puede realizarse a la inversa para calentar el entorno, por lo que el refrigerante presurizado caliente pasa a través del evaporador y el aire circundante o los fluidos que pasan sobre el evaporador absorben este calor.

Como el refrigerante es preferiblemente un fluido gaseoso, su estado físico puede aproximarse usando la ley de los gases ideales que establece:

$$pV = nRT$$

[Ecuación 1]

donde p es la presión del gas en Pascales, V es el volumen del gas en m^3 , n es el número de moléculas del gas presente dentro del volumen V , R es la constante de gas molar (aproximadamente igual a $8.31 \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-2} \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$) y T es la temperatura del gas en Kelvin.

Esencialmente, la ecuación 1 nos dice que el producto de la presión del gas y el volumen dentro del cual está contenido el gas es proporcional al producto de la

cantidad de moléculas de gas presentes y la temperatura del gas. En efecto, en entornos donde el volumen permanece constante, como en los tubos de refrigerante de un sistema de control de temperatura, un aumento de temperatura puede tener dos efectos positivos dependiendo de la abertura de la válvula de expansión posterior. Cuando la válvula está cerrada, no pueden salir moléculas del gas y aumentan tanto el volumen como la presión del refrigerante. Cuando se abre la válvula de expansión, las moléculas del gas pasan rápidamente a través de la abertura de la válvula, dejando la presión del gas prácticamente sin cambios. Como la presión detrás de la válvula de expansión es mucho menor que la anterior, el gas tendrá una mayor tendencia a salir por la abertura de las válvulas en lugar de acumular una presión por delante de la válvula de expansión. El efecto de calentar el gas aumenta el número de moléculas que se empujan a través de la válvula creando así un mayor flujo de masa en el evaporador, lo que aumenta la capacidad de enfriamiento en el evaporador. Los controles del sistema reaccionan al aumento al reducir el flujo de masa del compresor para volver a alcanzar la capacidad de enfriamiento objetivo original. Ambos efectos, el aumento de la presión y el aumento del flujo de masa, reducen el consumo eléctrico del compresor. La velocidad de la cual depende de la situación muy específica; si y cuánto se abre la válvula de expansión en la operación.

Las unidades de control de temperatura de este tipo generalmente requieren una gran cantidad de energía para funcionar y, por lo tanto, es deseable poder reducir el consumo de energía de tales sistemas. El compresor generalmente es el componente que consume la mayor cantidad de energía durante el funcionamiento de un sistema de control de temperatura. En algunos casos, la energía consumida por el compresor puede representar hasta el 80% de la energía total utilizada por el sistema. Por esta razón, es muy deseable que se reduzca el consumo de energía de un compresor en estos sistemas.

Existen varios sistemas conocidos destinados a reducir el consumo de energía e incluyen sistemas en los que se recupera la energía térmica residual del propio sistema (véase en particular DE000019925477A1). El sistema descrito en este documento implica la recuperación de energía térmica del motor o unidad de control que se utiliza para calentar el refrigerante en un punto deseado del ciclo, en particular, antes de que ingrese al compresor. De forma similar, el documento WO0155647 describe un sistema mediante el cual se coloca un intercambiador de calor después del compresor para recuperar el calor que escapa de los tubos de refrigerante, sin embargo, la energía recuperada de esto da como resultado una pérdida de temperatura en el propio

refrigerante.

Los documentos WO2014146498 y DE102007011014A1 describen sistemas en los que el refrigerante se calienta por un medio eléctrico antes de pasar a través del compresor. Esto reduce el trabajo requerido por el compresor para comprimir el refrigerante en una cantidad suficiente para aumentar la presión como se desee. Sin embargo, la reducción en el consumo de energía del compresor no es significativa en estos sistemas, y se emplean principalmente en entornos que tienen una temperatura ambiente muy baja donde el refrigerante es significativamente más frío y podría dañar el compresor en combinación con un suministro insuficiente de aceite.

El documento WO2011048594A2 describe un sistema de acondicionamiento de aire que tiene una unidad de compresor que incorpora un compresor mecánico y un único colector térmico en forma de un panel solar situado corriente abajo del compresor mecánico para aumentar la temperatura del refrigerante. La incorporación del colector térmico como parte de una unidad de compresor junto con el compresor mecánico limita el tamaño del colector térmico y es adecuado sólo para sistemas de aire acondicionado más pequeños. La disposición también requiere que el colector térmico se encuentre próximo al compresor y, por lo tanto, tenga una flexibilidad limitada. El sistema tiene un control muy limitado sobre la cantidad de calor transferido al refrigerante a través del colector térmico. Además, el sistema sólo funciona con un compresor mecánico de inversión de velocidad variable DC y por lo que no es adecuado para sistemas de control de temperatura con compresores de velocidad fija.

Por lo tanto, un objetivo de una modalidad o modalidades de la invención es superar o al menos mitigar parcialmente los inconvenientes de la técnica anterior proporcionando un sistema de control de temperatura que tiene un consumo eléctrico significativamente reducido, en uso.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de control de temperatura que comprende: un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador, todos conectados en serie por una pluralidad de tubos de refrigerante; en el que el sistema comprende además una matriz de intercambiadores de calor situados entre el compresor y el condensador operable en uso para transferir energía térmica desde una o más fuentes de calor externas al refrigerante

que sale del compresor y antes de que entre en el condensador.

El uso de intercambiadores de calor para transferir energía térmica al refrigerante después de dejar el compresor actúa calentando el refrigerante y al hacerlo aumenta la presión del refrigerante o aumenta el flujo de masa en el evaporador y al hacerlo aumenta la capacidad de enfriamiento en el evaporador. Como se describió anteriormente, ambos efectos, que aumentan la presión del refrigerante y aumentan el flujo de masa en el evaporador reducen los requisitos de compresión del compresor y, por lo tanto, reducen el consumo de energía del sistema como un todo. Proporcionar una serie de intercambiadores de calor permite un mayor control sobre la cantidad de energía térmica transferida al refrigerante. Esto es particularmente beneficioso cuando la energía térmica suministrada por la fuente de calor externa no se puede controlar fácilmente, por ejemplo, donde se usan fuentes de energía naturales como la energía solar. La matriz de intercambiadores de calor puede ubicarse en el punto entre el compresor y el condensador, lo que permite una mayor flexibilidad en la configuración del sistema. Además, el tamaño de los intercambiadores de calor no está limitado, lo que permite que el sistema se adapte para su uso con sistemas de control de temperatura más grandes. El sistema no está limitado al uso con compresores de inversión de DC del tipo utilizado en sistemas de aire acondicionado pequeños, sino que puede adaptarse para su uso con compresores de velocidad fija o variable. Esto hace que el sistema sea adecuado para su uso en una amplia gama de aplicaciones de control de temperatura, incluidas, entre otras, las siguientes: aire acondicionado, enfriamiento y refrigeración.

En algunas modalidades, el sistema de control de temperatura puede comprender uno o más miembros de control de flujo operables en uso para dirigir el flujo del refrigerante de manera que se pasa a través de al menos uno de los intercambiadores de calor dentro de la matriz o se pasa directamente desde el compresor al condensador, desviando al menos uno de los intercambiadores de calor dentro de la matriz. En modalidades adicionales, el uno o más miembros de control de flujo son operables en uso para dirigir el flujo de refrigerante de manera que se pasa a través de cada intercambiador de calor o se pasa directamente desde el compresor al condensador, pasando por encima de cada intercambiador de calor. En modalidades adicionales, los miembros de control de flujo comprenden una abertura variable, que puede o no cerrar completamente, y que varían el caudal del refrigerante. Cada miembro de control de flujo puede comprender una válvula.

Cada intercambiador de calor puede comprender una serie de tubos que

contienen un fluido calentado (que puede ser un líquido o gas, y "fluido" en lo sucesivo comprende uno o ambos de un líquido o gas) sobre el cual se pasa el refrigerante, en uso. De esta forma, a medida que el refrigerante pasa sobre los tubos, la energía térmica se transfiere desde el fluido dentro de los tubos del intercambiador de calor al refrigerante, lo que provoca que el refrigerante se caliente. El aumento de la temperatura del refrigerante hace que la presión aumente o que el número de moléculas disminuya (lo que provoca un aumento en los medios de flujo de masa) según la ecuación 1 anterior.

Alternativamente, cada intercambiador de calor puede comprender un tanque que contiene un fluido calentado. En tales modalidades, los tubos de refrigerante del sistema pueden configurarse de manera que al menos una porción de los tubos en el intercambiador de calor se sumergen dentro de ese tanque. Tales modalidades funcionan de una manera similar a la descrita anteriormente, en la que la energía térmica del fluido calentado dentro del tanque se transfiere al refrigerante que fluye a través de los tubos que están sumergidos dentro del tanque.

Al menos dos intercambiadores de calor dentro de la matriz pueden ubicarse en serie. Alternativamente, al menos dos intercambiadores de calor dentro de la matriz pueden estar ubicados en paralelo.

En algunas modalidades se proporcionan al menos dos intercambiadores de calor en paralelo y al menos otro intercambiador de calor ubicado en serie con al menos uno de los intercambiadores de calor que están en paralelo para formar la matriz de intercambiadores de calor. De esta forma, controlando la operación de cada uno de los intercambiadores de calor de forma independiente, se puede variar la velocidad a la que el refrigerante se calienta mediante los intercambiadores de calor en uso.

En algunas modalidades, cada uno de los intercambiadores de calor puede funcionar para transferir energía térmica desde una única fuente de calor al refrigerante. Alternativamente, puede proporcionarse una pluralidad de fuentes de calor. En tales modalidades, puede proporcionarse un intercambiador de calor para cada fuente de calor individual. Alternativamente, cada fuente de calor puede actuar sobre más de un intercambiador de calor.

Los intercambiadores de calor dentro de la matriz pueden comprender uno o más paneles solares utilizables para usar energía térmica de la luz solar para aumentar la temperatura de un fluido dentro del panel, este fluido calentado actúa entonces como intercambiador de calor para calentar posteriormente el refrigerante que pasa a través de cada intercambiador. El panel solar puede comprender un colector de placa plana, por

ejemplo, que tiene una serie de tubos de flujo a través de los cuales fluye el fluido o está ubicado en un tanque situado debajo de una placa colectora que absorbe la energía térmica de la luz solar.

Alternativamente, la fuente de calor puede ser cualquier otra fuente externa capaz de calentar un fluido dentro de cada intercambiador de calor. En algunas modalidades, la fuente de calor puede proporcionar energía térmica a través de un proceso de combustión. En tales modalidades, el proceso de combustión puede emitir gases calientes que pueden usarse para calentar directa o indirectamente el refrigerante dentro de los tubos de refrigerante. En modalidades adicionales, la fuente de calor puede proporcionar energía térmica a través de un proceso químico, tal como una reacción química exotérmica. De nuevo, el proceso químico puede emitir gases calientes usados para calentar el refrigerante dentro de los tubos de refrigerante. En algunas modalidades, la fuente de calor puede comprender una serie de pilas de combustible y puede calentar el refrigerante mediante calentamiento eléctrico. Alternativamente, la fuente de calor puede ser calor residual de uno o más de los componentes del sistema, que puede ser almacenado inicialmente por la fuente de calor, o puede usarse directamente tal como lo produce el sistema, en uso. Otra fuente de calor puede ser agua u otros líquidos calentados por paneles solares térmicos en un circuito separado, que puede pasar a través de los intercambiadores de calor para calentar el refrigerante. Este circuito también puede contener un tanque de almacenamiento de agua caliente que permitiría el uso de calor solar también en ausencia de luz solar.

En algunas modalidades, el compresor puede comprender un primer compresor y el sistema puede comprender adicionalmente uno o más compresores adicionales. Cualquier otro compresor puede ubicarse en serie con el primer compresor. Alternativamente, cada compresor adicional puede estar ubicado en paralelo con el primer compresor. En algunas modalidades, se proporciona al menos un compresor adicional en paralelo con el primer compresor y al menos un compresor adicional localizado en serie con el primer compresor de manera que se proporciona una matriz de compresores. De esta forma, controlando el funcionamiento de cada uno del primer compresor y uno o más compresores adicionales, puede variarse la velocidad a la que se comprime el refrigerante en uso.

En otras modalidades, la velocidad a la que se ejecuta el primer compresor puede ser variable, eliminando el requisito de tener uno o más compresores adicionales para variar la tasa de compresión del refrigerante en uso. Sin embargo, en algunas

modalidades aún puede ser deseable tener uno o más compresores adicionales además del primer compresor de velocidad variable.

En algunas modalidades, el sistema puede comprender una pluralidad de evaporadores. En uso, los evaporadores pueden estar espaciados físicamente para actuar para enfriar o calentar varias áreas diferentes dentro de un ambiente que se va a enfriar/calentar. En tales modalidades, el sistema puede comprender adicionalmente un distribuidor operable para separar el flujo de refrigerante en una pluralidad de flujos separados, al menos uno a cada uno de la pluralidad de evaporadores. El distribuidor puede colocarse directamente después del condensador. En dichas modalidades, se puede proporcionar una válvula de expansión para cada uno de los evaporadores. El sistema puede comprender adicionalmente un colector, operable en uso para combinar la pluralidad de flujos separados de cada uno de los evaporadores en un solo flujo de refrigerante principal.

En algunas modalidades, el sistema puede comprender varios tubos de refrigerante a través de los cuales puede fluir el refrigerante, en uso. Al menos dos de la pluralidad de tubos de refrigerante pueden colocarse en paralelo entre sí en el sistema. De esta forma, la resistencia total dentro del sistema, o la resistencia al flujo del refrigerante alrededor del sistema, o al menos a través de la porción del sistema que comprende los tubos de refrigerante paralelos, se reduce como la superficie efectiva de transferencia de calor del sistema está incrementado.

En algunas modalidades, el sistema puede comprender una o más válvulas. La una o más válvulas pueden ser operables para controlar el flujo del refrigerante a través del sistema, en uso. En algunas modalidades, al menos una de las una o más válvulas puede comprender una válvula de una vía. La/cada válvula de una vía puede ser operable en uso para evitar que el refrigerante fluya en una dirección no deseada. En algunas modalidades, al menos una de las una o más válvulas puede comprender una válvula de cierre. La/cada válvula de cierre puede ser operable en uso para controlar el flujo de refrigerante a través del sistema en la dirección deseada. Tal control puede comprender controlar a qué componentes fluye el refrigerante y el caudal en cualquier momento dado. Esto puede ser deseable en las modalidades en las que se proporciona una matriz de compresores y se requiere controlar la tasa de compresión del refrigerante. De manera similar, esto puede ser deseable para controlar en cuál de los intercambiadores de calor se pasa el refrigerante para controlar la medida en que se calienta el refrigerante comprimido.

En algunas modalidades, al menos una de las una o más válvulas comprende una válvula de seguridad. La/cada válvula de seguridad puede ser operable en uso para dirigir el refrigerante dentro de un tubo de refrigerante dado lejos de dicho tubo. En uso, esto puede ser deseable para asegurar que no haya acumulaciones indeseadas de presión dentro de un tubo de refrigerante que puedan conducir a que los tubos se dañen o, en el peor de los casos, se rompan. La/cada válvula de seguridad puede estar situada después de la matriz del intercambiador de calor para evitar que el refrigerante presurizado proveniente de los intercambiadores de calor pase a través del condensador y/o el evaporador y pueda potencialmente dañarlo.

En algunas modalidades, el sistema de control de temperatura es operable en uso para actuar como un sistema de enfriamiento, enfriando el entorno en el que está colocado. Por ejemplo, el sistema de control de temperatura puede formar parte de un refrigerador o unidad de aire acondicionado. Alternativamente, el sistema de control de temperatura es operable en uso para actuar como un sistema de calefacción, calentando el entorno en el que está colocado. Por ejemplo, el sistema de control de temperatura puede formar parte de un calentador, como un calentador de convección.

En algunas modalidades, el sistema de control de temperatura puede actuar como un sistema de enfriamiento y un sistema de calentamiento en diferentes momentos. Por ejemplo, el sistema de control de temperatura puede formar parte de una unidad de acondicionamiento de aire o unidad de control de clima que se puede utilizar en funcionamiento para calentar o enfriar el entorno en el que se coloca a un nivel predeterminado. Para tener esto en cuenta, el sistema puede comprender una válvula de cuatro vías operable en uso para dirigir el flujo del refrigerante alrededor del sistema en cualquiera de una primera dirección o una segunda dirección. La primera dirección puede comprender una dirección de enfriamiento en la cual el refrigerante fluye desde el compresor, al intercambiador de calor, al condensador, a través de la válvula de expansión, al evaporador y de vuelta al compresor. La segunda dirección puede comprender una dirección de enfriamiento en la cual el refrigerante fluye desde el compresor, al intercambiador de calor, al evaporador, luego a través de la válvula de expansión, al condensador y finalmente al compresor.

El sistema puede comprender adicionalmente una unidad de control. La unidad de control puede ser operable en uso para controlar la operación de uno o más de los componentes del sistema, incluyendo el compresor, cada intercambiador de calor, el condensador, la válvula de expansión y/o el evaporador. En modalidades relevantes, la

unidad de control puede funcionar adicionalmente o alternativamente para controlar el funcionamiento de uno o más compresores adicionales, cualquiera de la pluralidad de evaporadores y/o el funcionamiento de cualquiera de las una o más válvulas. Por ejemplo, la unidad de control puede controlar la velocidad a la que el compresor actúa para comprimir el refrigerante, y/o puede controlar el flujo del refrigerante a través de las válvulas hacia cada componente.

En algunas modalidades, el sistema comprende adicionalmente uno o más sensores ubicados dentro del flujo de refrigerante. El uno o más sensores pueden ser operables en uso para monitorear uno o más parámetros del refrigerante, tales como su temperatura y/o presión, en un cierto punto dentro del sistema. En algunas modalidades, los sensores pueden conectarse a la unidad de control. En tales modalidades, la unidad de control puede ser operable para controlar el funcionamiento de uno o más de los componentes del sistema en respuesta a los valores de los parámetros medidos por el uno o más sensores.

En algunas modalidades, el sistema puede configurarse para evitar la desegregación del aceite dispensado en ubicaciones desfavorables, y que, por lo tanto, puede causar una falta de suministro de aceite al compresor. Por ejemplo, en modalidades en las que cada intercambiador de calor comprende tubos en U o conductos, cada una de los tubos de refrigerante puede colocarse de tal manera que los tubos U en los intercambiadores de calor se colocan en una región superior para que el aceite no pueda desegregarse y como tal acumularse allí, lo que puede causar el bloqueo del tubo contra el refrigerante para que fluya. Además, los tubos hacia y desde los tubos en U pueden extenderse hacia abajo, de manera que el aceite puede fluir por gravedad y ser recogido en contenedores, desde donde puede ser transportado al compresor.

El sistema puede comprender adicionalmente un medio para segregar y/o distribuir aceite u otros componentes líquidos al refrigerante. Puede ser necesario asegurarse de que se proporcione suficiente aceite al compresor y que no se retenga en otras ubicaciones de la cañería general para garantizar que cada componente del sistema funcione correctamente. Por ejemplo, el aceite u otro fluido puede requerirlo el compresor para lubricar el compresor, pero no en la cañería y/o en las dobles en U del intercambiador de calor. El proceso de segregación significa que puede comprender un separador para la segregación y/o una trampa para recoger el aceite o el fluido. En algunas modalidades, el separador y la trampa se pueden ubicar delante de la matriz de intercambiador de calor o en ella. De esta manera, el sistema asegura que el aceite se

recupere antes de que fluya a través del intercambiador de calor donde no sería deseado y luego se devolvería al compresor.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de control de temperatura que comprende: un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador, todos conectados en serie por una pluralidad de tubos de refrigerante; uno o más intercambiadores de calor situados entre el compresor y el condensador operable en uso para transferir energía térmica de una o más fuentes de calor externas al refrigerante que sale del compresor y antes de que entre en el condensador; y uno o más miembros de control de flujo operables en uso para dirigir el flujo del refrigerante de manera que se pasa a través de al menos uno de los uno o más intercambiadores de calor o se pasa directamente del compresor al condensador, desviándose por al menos uno del uno o más intercambiadores de calor.

En algunas modalidades, el refrigerante se puede pasar a una velocidad completa a través de al menos uno de los intercambiadores de calor, o cada uno de ellos.

En algunas modalidades, el refrigerante se puede pasar a una velocidad variable a través de al menos uno o cada uno de los intercambiadores de calor.

En algunas modalidades, el sistema comprende un solo intercambiador de calor. En tales modalidades, el uno o más miembros de control de flujo pueden ser operables en uso para dirigir el flujo del refrigerante de manera que se pase a través del intercambiador de calor individual o se pase directamente del compresor al condensador, desviando el único intercambiador de calor.

El segundo aspecto de la presente invención incorpora cualquiera o todas las características del primer aspecto de la invención como se desee o sea apropiado. Por ejemplo, en algunas modalidades, el sistema de control de temperatura del segundo aspecto de la invención puede comprender una matriz de intercambiadores de calor. La matriz de intercambiadores de calor puede comprender cualquiera o todas las características de la matriz de intercambiadores de calor del primer aspecto de la invención. De manera similar, en algunas modalidades, el uno o más miembros de control de flujo del sistema del segundo aspecto de la invención pueden comprender cualquiera o todas las características de uno o más miembros de control de flujo del primer aspecto de la invención.

En algunas modalidades, el sistema de control de temperatura puede actuar como un sistema de enfriamiento y un sistema de calentamiento en diferentes momentos. Para tener esto en cuenta, el sistema puede comprender una válvula de

cuatro vías operable en uso para dirigir el flujo del refrigerante alrededor del sistema en cualquiera de una primera dirección o una segunda dirección. La primera dirección puede comprender una dirección de enfriamiento en la cual el refrigerante fluye desde el compresor, al intercambiador de calor, al condensador, a través de la válvula de expansión, al evaporador y de vuelta al compresor. La segunda dirección puede comprender una dirección de enfriamiento en la cual el refrigerante fluye desde el compresor, al intercambiador de calor, al evaporador, luego a través de la válvula de expansión, al condensador y finalmente al compresor.

En modalidades en las que el sistema de control de temperatura puede actuar tanto como un sistema de calentamiento como de enfriamiento, el uno o más miembros de control de flujo pueden ser operables en uso para dirigir el flujo del refrigerante de manera que pase a través de al menos uno o más intercambiadores de calor cuando el sistema se usa como sistema de enfriamiento. Por un lado, donde el sistema se usa como un sistema de calentamiento, el uno o más miembros de control de flujo puede ser operable en uso para dirigir el flujo del refrigerante de manera que se pasa a través de al menos uno de los uno o más intercambiadores de calor o se pasa directamente desde el compresor. al condensador, desviando al menos uno de los uno o más intercambiadores de calor.

De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para enfriar un ambiente usando un sistema de acuerdo con el primer o segundo aspectos de la presente invención que comprende los pasos de:

- (a) usar el compresor para comprimir o calentar un refrigerante;
- (b) aumentar la temperatura del refrigerante comprimido pasando el refrigerante a través de uno o más intercambiadores de calor que transfieren energía térmica al refrigerante desde una o más fuentes de calor externas;
- (c) condensar el refrigerante calentado haciendo pasar el refrigerante a través de un condensador; y
- (d) evaporar el refrigerante condensado pasando el refrigerante a través de un evaporador;

donde la evaporación del refrigerante condensado comprende pasar aire o gas u otro fluido del entorno sobre el evaporador para transferir la energía térmica dentro del fluido al refrigerante condensado, reduciendo la temperatura del fluido que pasa sobre el evaporador que posteriormente se suministra de nuevo al entorno para ser enfriado.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la presente invención, se proporciona un método para enfriar un ambiente usando un sistema de acuerdo con el primer o segundo aspectos de la presente invención que comprende los pasos de:

- (a) usar el compresor para comprimir o calentar un refrigerante;
- (b) aumentar la temperatura del refrigerante comprimido pasando el refrigerante a través de uno o más intercambiadores de calor que transfieren energía térmica al refrigerante desde una o más fuentes de calor externas;
- (c) pasar el refrigerante calentado a través de un evaporador; y
- (d) condensar el refrigerante que sale del evaporador pasando el refrigerante a través de un condensador;

donde pasar el refrigerante calentado a través del evaporador comprende además pasar aire o gas u otro fluido del entorno sobre el evaporador para transferir energía térmica dentro del refrigerante al refrigerante fluido, aumentando así la temperatura del fluido que pasa sobre el evaporador que posteriormente se suministra de nuevo al entorno a ser calentado.

El método de los aspectos tercero o cuarto de la presente invención puede comprender pasar el refrigerante sobre uno o más intercambiadores de calor que comprenden una serie de tubos que tienen un fluido calentado situado en su interior. Alternativamente, cualquier método puede comprender pasar el refrigerante a través de uno o más intercambiadores de calor que comprenden un tanque que contiene un fluido calentado. En ambos casos, la energía térmica del fluido calentado se transfiere al refrigerante.

Cualquiera de los dos métodos puede comprender controlar la operación del/cada intercambiador de calor de forma independiente. De esta forma, se puede variar la velocidad a la que se calienta el refrigerante mediante el o los intercambiadores de calor.

En modalidades de cualquiera de los métodos, el refrigerante puede calentarse usando una fuente de calor que proporciona energía térmica a través de un proceso de combustión. En tales modalidades, el proceso de combustión puede emitir gases calientes que pueden usarse para calentar directa o indirectamente el refrigerante dentro de los tubos de refrigerante. En modalidades adicionales, el refrigerante puede calentarse usando una fuente de calor que proporciona energía térmica a través de un proceso químico, tal como una reacción química exotérmica. De nuevo, el proceso químico puede emitir gases calientes usados para calentar el refrigerante dentro de los

tubos de refrigerante. En algunas modalidades, la fuente de calor puede comprender una serie de pilas de combustible y el refrigerante puede calentarse mediante calentamiento eléctrico. Alternativamente, el refrigerante puede calentarse utilizando una fuente de calor que proporciona energía térmica del calor residual de uno o más de los componentes del sistema, que puede ser almacenado inicialmente por la fuente de calor, o puede usarse directamente, ya que es producido por el sistema. Una fuente de calor adicional puede ser agua u otros líquidos que pueden calentarse mediante paneles térmicos solares en un circuito separado, que se pasa a través de los intercambiadores de calor para calentar el refrigerante. Este circuito también puede contener un tanque de almacenamiento de agua caliente que permitiría el uso de calor solar en ausencia de luz solar.

El método del tercer o cuarto aspectos de la invención se puede realizar usando un sistema que comprende una pluralidad de compresores, comprendiendo el método controlar dependientemente el funcionamiento de cada uno de los compresores. De esta manera, puede variarse la velocidad a la que se comprime el refrigerante en uso. En otras modalidades, tales como aquellas en las que el sistema comprende solo un compresor, el método puede comprender variar la velocidad a la que se ejecuta el compresor individual.

El método del tercer o cuarto aspectos de la presente invención puede comprender controlar la temperatura en más de un lugar dentro de un entorno. En dichas modalidades, el método puede realizarse usando un sistema que comprende una pluralidad de evaporadores.

El método del tercer o cuarto aspectos de la invención puede comprender el uso de una o más válvulas para controlar el flujo del refrigerante a través del sistema. En algunas modalidades, al menos una de las una o más válvulas puede comprender una válvula unidireccional, o puede comprender una válvula de cierre, por ejemplo. En tales modalidades, el método puede comprender controlar qué componentes fluye el refrigerante en cualquier momento dado. Esto puede ser deseable en las modalidades en las que se proporciona una matriz de compresores y se requiere controlar la tasa de compresión del refrigerante. De forma similar, esto puede ser deseable para controlar cuál de los uno o más intercambiadores de calor se pasa el refrigerante para controlar el grado en que se calienta el refrigerante comprimido.

En algunas modalidades de los aspectos tercero o cuarto de la invención, el método comprende usar una válvula de seguridad para dirigir el refrigerante dentro de un

tubo de refrigerante dada lejos de dicho tubo. Esto puede ser deseable para garantizar que no haya acumulaciones indeseadas de presión dentro de un tubo de refrigerante que puedan conducir a que los tubos se dañen o, en el peor de los casos, se rompan. En algunas modalidades, el método puede comprender el uso de una válvula de seguridad para evitar el exceso de refrigerante presurizado de al menos uno de los uno o más intercambiadores de calor que pasan a través del condensador y/o evaporador y que pueden causar daños a los mismos.

El método de cualquiera de los aspectos tercero o cuarto de la invención puede comprender el uso de una unidad de control para controlar la operación de uno o más de los componentes del sistema, incluyendo el compresor, el/cada intercambiador de calor, el condensador, la válvula de expansión y/o el evaporador. En modalidades relevantes, el método también puede comprender usar una unidad de control, adicionalmente o alternativamente, para controlar el funcionamiento de uno o más compresores adicionales, cualquiera de la pluralidad de evaporadores y/o el funcionamiento de cualquiera de las una o más válvulas. Por ejemplo, el método puede comprender usar la unidad de control para controlar la velocidad a la que el compresor actúa para comprimir el refrigerante, y/o controlar el flujo del refrigerante a través de las válvulas hacia cada componente.

En algunas modalidades de los aspectos tercero o cuarto de la invención, el método puede comprender monitorear uno o más parámetros del refrigerante, tales como su temperatura y/o presión. En dichas modalidades, el método puede comprender el uso de uno o más sensores ubicados dentro del flujo de refrigerante para monitorear dichos parámetros. En algunas modalidades, la operación de uno o más de los componentes del sistema en respuesta a los valores de los parámetros medidos por el uno o más sensores. El método puede comprender el uso de un sistema de control en comunicación con el/los sensor/es para monitorear y, posteriormente, controlar el funcionamiento del sistema.

Los métodos del tercer o cuarto aspectos de la invención pueden comprender separar aceite u otros fluidos de, o dispensar aceite u otros fluidos al refrigerante. Puede ser necesario segregar aceite u otros fluidos del refrigerante en ubicaciones específicas para evitar que viajen a ubicaciones desfavorables dentro del circuito para garantizar que cada componente del sistema funcione correctamente y que el aceite vuelva al compresor en cantidades suficientes para garantizar que es suficiente lubricación.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se proporciona un sistema de control de temperatura que comprende: un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador, todos conectados en serie por una pluralidad de tubos de refrigerante; en donde el sistema comprende además una pluralidad de intercambiadores de calor operables en uso para transferir energía térmica desde fuentes de calor externas al refrigerante, en donde al menos dos de los intercambiadores de calor están configurados para transferir energía térmica desde diferentes fuentes de calor externas.

En una modalidad, al menos uno de los intercambiadores de calor está situado entre el compresor y el condensador para transferir calor desde una fuente de calor externa al refrigerante que sale del compresor y antes de que entre en el condensador. En una modalidad, todos los intercambiadores de calor están situados entre el compresor y el condensador para transferir calor desde fuentes de calor externas al refrigerante que sale del compresor y antes de que entre en el condensador, en cuyo caso, los intercambiadores de calor pueden disponerse en una matriz.

Las fuentes de calor externas pueden comprender dos o más de las siguientes: energía solar, procesos de combustión, procesos químicos, calentadores eléctricos, pilas de combustible, energía geotérmica, calor residual de uno o más de los componentes del sistema.

Según otro aspecto adicional de la invención, se proporciona un sistema de control de temperatura que comprende: un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador, todos conectados en serie por una pluralidad de tubos de refrigerante; donde el compresor incluye un primer compresor y uno o más compresores adicionales. El/cada compresor adicional puede ubicarse en serie con el primer compresor, o puede ubicarse en paralelo con el primer compresor. En una modalidad, al menos un compresor adicional está conectado en paralelo con el primer compresor y al menos otro compresor está conectado en serie con el primer compresor de manera que se proporciona una matriz de compresores. La velocidad a la que se ejecuta cada compresor puede ser variable. En una modalidad, el funcionamiento de todos los compresores se controla mediante una única unidad de control.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se proporciona un sistema de control de temperatura que comprende: un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador, todos conectados en serie por una pluralidad de tubos de refrigerante; en el que el sistema comprende un medio para segregar aceite u

otros componentes añadidos del refrigerante para recogerlo y suministrarlo a otras ubicaciones deseadas en el circuito. En una modalidad, los medios de segregación comprenden un separador y/o una trampa de aceite que puede estar situada delante de uno o más intercambiadores de calor o después de uno o más intercambiadores de calor o dentro de los intercambiadores de calor. El separador y/o la trampa de aceite pueden conectarse al compresor mediante una línea de suministro de aceite. Donde hay una trampa de aceite, puede ser un doblez en U en el tubo de refrigerante.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para que pueda comprenderse más claramente la presente invención, se describirán ahora, de manera ejemplar, algunas modalidades con referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

La Figura 1 es una vista esquemática de un sistema de control de temperatura.

La Figura 2 es una vista esquemática de una modalidad del sistema de control de temperatura de la presente invención.

La Figura 3 es una vista esquemática de una segunda modalidad del sistema de control de temperatura de la presente invención.

La Figura 4 es una vista esquemática de una tercera modalidad del sistema de control de temperatura de la presente invención.

La Figura 5 es una vista en perspectiva de una modalidad de un intercambiador de calor para usarse en un sistema de control de temperatura de acuerdo con la presente invención.

La Figura 6A es una vista en perspectiva de una fuente de calor para usarse en un sistema de control de temperatura de la presente invención.

La Figura 6B es una vista en perspectiva adicional de la fuente de calor mostrada en la figura 6A.

La Figura 7 muestra una vista esquemática de una cuarta modalidad de un sistema de control de temperatura de la presente invención.

La Figura 8 es una vista esquemática de una quinta modalidad de un sistema de control de temperatura de la presente invención.

La Figura 9 es una vista esquemática de una sexta modalidad de un sistema de control de temperatura de la presente invención.

La Figura 10 es una vista esquemática de una séptima modalidad de un sistema de control de temperatura de la presente invención.

La Figura 11 es una vista esquemática de una octava modalidad de un sistema de control de temperatura de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La Figura 1 ilustra un sistema de control de temperatura 10. El sistema 10 incluye un compresor 1, un condensador 4, una válvula de expansión 5 y un evaporador 6, cada uno conectado por un número de líneas de refrigerante 21 para formar un círculo de compresión. El sistema 10 incluye adicionalmente un intercambiador de calor 3 localizado dentro del círculo entre el compresor 1 y el condensador 4. El intercambiador de calor 3 es operable para obtener energía térmica de una fuente de calor externa, hace referencia como fuente de calor 2 en la figura 1. Para controlar el funcionamiento del sistema 10, el sistema también incluye una unidad de control 7 que está conectada eléctricamente a cada uno de los componentes del círculo de compresión a través de las líneas de señal 22 para controlar el funcionamiento de los componentes en uso.

En uso, el compresor 1 actúa para comprimir un refrigerante, que puede ser cualquier fluido y más preferiblemente un gas, cuando pasa a través del mismo y lo descarga a través de los tubos de refrigerante al intercambiador de calor 3. El intercambiador de calor 3 transfiere el calor que se obtiene a través de la interacción con la fuente de calor 2 con el refrigerante, dando como resultado un aumento de la temperatura del refrigerante. El refrigerante calentado se hace pasar luego a través del condensador 4 y posteriormente a través de la válvula de expansión 5 y hacia el evaporador 6. Al pasar a través de la válvula de expansión 5, el refrigerante se expande y al hacerlo se enfría rápidamente. El refrigerante frío se pasa luego a través del evaporador 6 donde se calienta absorbiendo energía térmica del entorno del evaporador 6. A medida que el refrigerante se calienta de esta manera, la temperatura del entorno se reduce. El refrigerante calentado se hace pasar a través del compresor 1 para reiniciar el proceso.

Como el refrigerante es preferiblemente un fluido gaseoso, su estado físico puede aproximarse usando la ley de los gases ideales (ver arriba para más detalles) que establece que el producto de la presión del gas y el volumen dentro del cual el gas está contenido es proporcional al producto del número de moléculas de gas presentes y la

temperatura del gas. En efecto, en entornos donde el volumen permanece constante, como en los tubos de refrigerante de un sistema de control de temperatura, un aumento de temperatura puede tener dos efectos positivos dependiendo de la abertura de la válvula de expansión posterior.

El sistema de control de temperatura 10 hace uso de este hecho utilizando un intercambiador de calor 3 y una fuente de calor externa 2 para calentar el refrigerante después de que el refrigerante haya pasado a través del compresor 1. Al aumentar la temperatura del refrigerante de esta manera, y aproximar tanto el volumen como el número de moléculas de gas presentes en el volumen para que sea aproximadamente constante, debido a que la válvula de expansión está cerrada, un aumento de la temperatura conduce a un aumento de la presión también. La presión deseada se consigue habitualmente en los sistemas de la técnica anterior a través del compresor 1 solo, sin embargo, calentando adicionalmente el refrigerante como en la presente invención, puede alcanzar la presión deseada sin la necesidad de que el compresor realice todo el trabajo. Cuando se abre la válvula de expansión, las moléculas del gas calentado tendrán una tendencia mucho más alta a pasar a través de la válvula de expansión, porque hay una diferencia de presión muy grande entre antes y después de la válvula de expansión, como para acumular presión adicional. Este aumento del flujo de masa significa que ahora hay más moléculas de refrigerante en el evaporador sin el efecto de calentamiento y que provocan una mayor capacidad de enfriamiento en el evaporador. El control del acondicionador de aire global reacciona al aumento al reducir el flujo de masa del compresor para volver a alcanzar la capacidad de enfriamiento objetivo original. Ambos efectos, el aumento de la presión y el aumento del flujo de masa, reducen el consumo eléctrico del compresor. Su velocidad depende de la situación específica, si y cuánto se abre la válvula de expansión en cuya operación cambia en segundos. Por lo tanto, empleando un intercambiador de calor 3 de esta manera, la eficacia del proceso de compresión del círculo de compresión aumenta ya que el compresor ahora requiere menos energía para proporcionar la misma capacidad de enfriamiento que en los sistemas en los que no se proporciona intercambiador de calor.

Se pueden usar muchos tipos diferentes de fuentes de calor 2. Por ejemplo, la fuente de calor 2 puede comprender uno o más motores de combustión, procesos químicos, calentadores eléctricos, pilas de combustible o fuentes de calor solar térmico como paneles solares térmicos. En la modalidad ilustrada en la figura 6A, la fuente de calor 502 comprende una serie de tubos de vidrio al vacío 501, mientras que en

la modalidad mostrada en la figura 6B la fuente de calor 502 comprende un panel de vidrio plano 511 que tiene una capa de absorción 522 debajo y una serie de tubos. En ambos casos, las fuentes de calor 502 son operables para absorber calor de la radiación solar. Este calor se transfiere a un fluido que atraviesa o se sienta en los tubos de vidrio 502 o los tubos 522 y se usa para aumentar la temperatura del refrigerante haciendo pasar el calor del fluido sobre/alrededor de los tubos en un intercambiador de calor 533 a través del cual fluye el refrigerante.

El intercambiador de calor 3, como se muestra en la figura 1, debe estar dimensionado lo suficientemente grande como para ser eficaz, pero no demasiado grande para dañar el rendimiento y/o los componentes del sistema de control 10. La cantidad total de calor transferido por un intercambiador de calor al refrigerante se define por el tamaño del intercambiador, pero también por el número de intercambiadores de calor utilizados. Por lo tanto, el sistema de control de temperatura de acuerdo con algunas modalidades de la presente invención emplea una matriz de intercambiadores de calor. Aumentar la cantidad de intercambiadores de calor aumenta la capacidad de calentamiento del sistema pero también proporciona un mayor control sobre el grado de calentamiento del refrigerante durante el uso. En modalidades adicionales, el sistema de la presente invención puede emplear uno o más intercambiadores de calor, o una matriz de intercambiadores de calor, y un medio para controlar a través del cual uno o más intercambiadores de calor presentes en el sistema se pasa el refrigerante. Esto nuevamente proporciona un mayor control sobre el calentamiento del refrigerante comprimido en uso. Tales sistemas se describen en detalle a continuación.

Tal modalidad de un sistema de control de temperatura 210 de la presente invención, en la que se usa una matriz de intercambiador de calor 203 que comprende una serie de intercambiadores de calor 233, se muestra en la Figura 3. El sistema 210 ilustrado en la figura 3 comprende una serie de intercambiadores de calor 233 conectados por varias líneas de refrigerante 212, 218, definidas como cañería 211 en el dibujo. La cañería 211 también incluye una serie de válvulas unidireccionales 213 situadas después de cada intercambiador de calor 233 dentro de la matriz 203 para evitar el reflujo del refrigerante a través del sistema 210. Una válvula unidireccional 213 similar puede estar situada antes que la matriz 203 para realizar una función similar. Además, el sistema 210 incluye además una serie de válvulas activadas electrónicamente 202 situadas inmediatamente antes de cada uno de los intercambiadores de calor 233 dentro de la matriz de intercambiador de calor 203. La operación de las válvulas 202 se controla por

una unidad de control 260. De esta forma, el calor transferido al refrigerante se puede controlar de una manera variable. Se pueden emplear también intercambiadores de calor adicionales 240, como se muestra en la figura 3, corriente abajo de las válvulas de un solo sentido 213. El sistema 210 mostrado en la Figura 3 ilustra un ejemplo de una matriz de intercambiador de calor 203. Sin embargo, debe entenderse que son posibles muchas configuraciones diferentes de la matriz y no está limitada a la configuración que se muestra en esta figura.

La figura 2 muestra una variante de los sistemas 10, 210 anteriores que se muestran en la figura 1. En particular, el sistema 110 mostrado en la figura 2 emplea una serie de compresores 101, cuyo funcionamiento está controlado por una única unidad de control 107. El empleo de una serie de compresores 101 de esta manera aumenta adicionalmente el efecto de compresión sobre el refrigerante.

La figura 4 muestra parte de una modalidad adicional de un sistema de control de temperatura 310 de la invención que también incluye una matriz de intercambiador de calor 303 que tiene múltiples intercambiadores de calor 333. Además, la cañería 311 y los intercambiadores de calor 333 están contruidos de tal manera que el aceite y otros componentes líquidos pueden segregarse del refrigerante según se desee. Dichos componentes pueden luego transportarse a las ubicaciones deseadas para aumentar la durabilidad de los componentes y la cañería 311. Para permitir esto, la modalidad ilustrada incluye un separador de aceite 343 que está conectado tanto a la línea de refrigerante 322 como también a través de una línea de suministro de aceite 352 al compresor 301. De manera similar, la línea de refrigerante 312 está configurada en un punto corriente abajo de la matriz de intercambiador de calor 303 para incluir una trampa de aceite 351. Esto puede formarse como un doblez en U en la línea de refrigerante 312 para segregar y acumular aceite desde el interior de la línea de refrigerante 322. La trampa de aceite 351 también puede estar conectada al compresor 301 como se muestra.

Las Figuras 3 y 4 también ilustran una característica adicional de la presente invención. En particular, los sistemas 210, 310 mostrados en estas Figuras incluyen líneas de refrigerante respectivas 218, 318 que desvían uno o más intercambiadores de calor 233, 333 dentro de la matriz de intercambiador de calor 203, 303. En uso, puede ser deseable que el refrigerante dentro de los sistemas 210, 310 no pase a través de un intercambiador de calor 233, 333, sino que pase directamente al condensador después de la compresión. Tales casos pueden ser deseables cuando el calentamiento del refrigerante comprimido no se requiere o no se desea. Las válvulas activadas

electrónicamente 202, 302 mostradas en estas figuras pueden en algunas modalidades formar los miembros de control de flujo de un aspecto de la invención. Las válvulas 202, 302 pueden conmutarse para permitir que el refrigerante pase completamente o a velocidad variable a través de al menos uno de los uno o más intercambiadores de calor y/o permitir que el refrigerante pase directamente del compresor al condensador, desviando al menos uno de los uno o más intercambiadores de calor.

Debe entenderse que, aunque se ilustra como que comprende una pluralidad de intercambiadores de calor, el sistema de la presente invención también incluye modalidades en las que se proporciona un único intercambiador de calor y un medio para desviar el único intercambiador de calor.

Una modalidad de un intercambiador de calor 433 se muestra en la figura 5 y puede usarse en un sistema de control de temperatura tal como el mostrado en la figura 4 que incluye medios adicionales para segregar aceite y otros líquidos de los tubos de refrigerante evitando una acumulación en lugares no deseados y suministrándolo a los lugares deseados en la tubería. El intercambiador de calor 433 incluye colectores 421, 423 y uno o más dobleces en U 425 en sus tubos de refrigerante 422. Los tubos 422 pueden configurarse de esta manera para proporcionar la longitud máxima del tubo 422 en el espacio más pequeño posible.

En uso, el intercambiador de calor 433 puede estar posicionado de modo que los dobleces en U 425 estén situados más arriba que los colectores 421, 423. Esto es particularmente ventajoso cuando el intercambiador de calor se usa en un sistema de control de temperatura tal como el que se muestra en la figura 4, que incluye medios adicionales para devolver aceite y otros líquidos desde dentro de los tubos de refrigerante. Posicionando los tubos 422 de esta manera, permite que el aceite y otros líquidos dentro del refrigerante fluyan hacia atrás desde los pliegues en U 425 hacia los colectores 421, 423 y luego hacia adelante a los componentes designados en el círculo de enfriamiento. De esta manera, se evita que el aceite u otro líquido bloquee el flujo de masa en los dobleces en U y fluya hacia atrás de la manera descrita anteriormente para ser recolectado y transportado a las otras ubicaciones deseadas en el tubo.

Se muestran las modalidades adicionales del sistema de control de temperatura de la presente invención en las Figuras 7 a 11. Cada uno de los sistemas ilustrados en estas figuras funciona de una manera sustancialmente similar, sin embargo, las diferencias y el efecto operativo de estas diferencias se describen en detalle a continuación. Los sistemas también contienen ciertos componentes que son comunes a

todos los sistemas y, por lo tanto, se han utilizado los mismos números de referencia para identificar los componentes similares en cada sistema. En las Figuras, la matriz de intercambiadores de calor está representada por un único componente, sin embargo, debe entenderse que el único componente está destinado a ser una matriz de intercambiador de calor como en las modalidades ilustradas anteriormente de la presente invención.

El sistema de control de temperatura 610 ilustrado en la Figura 7 incluye además una válvula de seguridad 624 que está conectada al colector de una matriz de intercambiador de calor 603. La válvula 624 está conectada a un tubo de alivio 625 que a su vez conduce a el tubo de refrigerante 620 después del evaporador 606 y delante del compresor 601. La válvula 624 puede estar activada mecánicamente y/o electrónicamente y puede ser operable en uso para liberar refrigerante que excede la presión crítica en la matriz de intercambiador de calor 603 en el tubo de alivio 625 antes de entrar en el compresor 601. Esto evita una presión excesiva no deseada dentro de la matriz de intercambiadores de calor 603, y también evita que el refrigerante sobrepresurizado salga de la matriz de intercambiador de calor 603 y pase al condensador 604.

La figura 8 muestra una modalidad adicional de un sistema de control de temperatura 710 en el que la válvula de expansión 705 y/o el compresor 701 están conectados a una unidad de control central 700 mediante una serie de líneas de transmisión de señal 722. La unidad de control 700 es operable para controlar el funcionamiento de la válvula 705 y/o el compresor 701 para anular las señales y comandos proporcionados por la unidad de control central original 707 del sistema 710. Esto es beneficioso ya que permite un control adicional sobre estos componentes con el objetivo de evitar fallas en el rendimiento de estos componentes. El sistema 710 puede incluir adicionalmente sensores de temperatura y/o presión (no mostrados) dentro de las líneas de refrigerante 721 o componentes del sistema 710 que están conectados al controlador lógico 700 para proporcionar datos al mismo. A su vez, estos datos pueden ser interpretados por el controlador 700 que puede controlar el funcionamiento del compresor 701 y/o la válvula de expansión 705 con base en los datos proporcionados por los sensores dentro de las líneas de refrigerante 721.

La figura 9 muestra una modalidad adicional de un sistema de control de temperatura 810 que incluye adicionalmente una rama de derivación 820 que está conectada a las líneas de refrigerante 821 y tiene una válvula de expansión activada eléctricamente por separado 811. La válvula de expansión 811 simplemente proporciona

una ruta adicional para que el refrigerante pase a través del evaporador, proporcionando un mayor control sobre el flujo del refrigerante a través del sistema 810. La válvula de expansión 811 está conectada a su vez a un controlador lógico 800 (que es sustancialmente idéntico al controlador lógico 700 mostrado en la figura 8 y realiza una función similar) que también controla el flujo del refrigerante paralelo a través de la válvula de expansión adicional 811.

La figura 10 muestra una modalidad adicional de un sistema de control de temperatura 910. El sistema 910 es sustancialmente similar a otros sistemas descritos anteriormente, sin embargo, las líneas de refrigerante 921 después de haber abandonado el condensador 904 se dividen en varios subcírculos usando un distribuidor 971, teniendo cada subcírculo una válvula de expansión individual 905, un evaporador 906 y conectando las líneas de refrigerante 921. Cada una de las líneas de refrigerante 921 puede incluir también sensores de temperatura y/o presión que a su vez están conectados a la unidad de control 907 y/o una unidad de subcontrol 973 conectada a la unidad de control central 907 para monitorear y controlar el flujo de refrigerante a través de las líneas 921 y de hecho el proceso de control de temperatura como un todo y también dentro de los subcírculos individuales. Las líneas de refrigerante 921 de los subcírculos individuales se juntan en un colector 972 y desde allí en una línea de refrigerante común 921 al compresor 901. Al proporcionar múltiples evaporadores 906, el sistema 910 puede proporcionar control de temperatura en varias ubicaciones espaciales diferentes. Por ejemplo, en diferentes posiciones dentro de un área única, o incluso dentro de áreas separadas dentro de un entorno, como diferentes habitaciones dentro de una propiedad.

La Figura 11 muestra una modalidad adicional de un sistema de control de temperatura 1010 de la presente invención. El sistema 1010 difiere de las modalidades descritas anteriormente en que incluye además un medio para invertir la dirección del flujo de refrigerante a través de parte del sistema 1010 para permitir que el sistema 1010 se use como sistema de refrigeración y calentamiento. Para lograr esto, el sistema 1010 incluye una válvula de cuatro vías adicional 1101 que está conectada a una serie de líneas de refrigerante 1021 y también a una unidad de control central 1007 a través de líneas de transmisión 1022 para el control de la válvula 1101. Las líneas de refrigerante 1021 conectan la válvula de cuatro vías 1101 con una matriz de intercambiador de calor 1003, un condensador 1004, un evaporador 1006 y un compresor 1001. La válvula de cuatro vías 1101 es operable para configurar el refrigerante para que fluya a través del sistema 1010 en una de dos direcciones separadas. El primero es donde el refrigerante fluye a

través de los tubos 1021 desde el intercambiador de calor 1003 al condensador 1004, luego a la válvula de expansión 1005, luego al evaporador 1006 y finalmente a la válvula de cuatro vías 1101 y luego al compresor 1001. En esta configuración, el sistema 1010 actúa como un sistema de refrigeración a medida que el refrigerante condensado pasa a través del evaporador, conduciendo al calentamiento del refrigerante eliminando la energía térmica de su entorno. Alternativamente, la válvula de cuatro vías puede dirigir el refrigerante a través del sistema 1010 desde la matriz de intercambiador de calor 1003 al evaporador 1006, luego a la válvula de expansión 1005, luego al condensador 1004, luego de vuelta a la válvula de cuatro vías 1101 y al compresor 1001. En esta configuración, el refrigerante se calienta y presuriza cuando entra al evaporador 1006, donde posteriormente se enfría a medida que el refrigerante transfiere calor a los alrededores. En la configuración de calentamiento, la matriz de intercambiador de calor 1003 actúa para calentar el gas adicionalmente después del compresor 1001 que luego se transfiere al evaporador 1006 como se describió anteriormente. Cuanto más la matriz de intercambiador de calor 1003 agrega calor al refrigerante después del compresor 1001, menos el compresor 1001 debe calentar el refrigerante. Idealmente, el compresor 1001 solo mueve el refrigerante hacia adelante mientras que la matriz de intercambiador de calor 1003 toma los requisitos de calentamiento. El ajuste de la válvula de cuatro vías 1101 y así la diferencia entre la operación de enfriamiento o calentamiento es establecida por la unidad de control central 1007 y puede basarse en los requisitos del usuario y/o las temperaturas y/o presiones medidas en los sensores ubicados dentro de las líneas de refrigerante 1021 en el círculo de enfriamiento o sus componentes.

De manera similar, cuando el sistema de control de temperatura puede actuar tanto como un sistema de calefacción y enfriamiento, como en el sistema 1010 mostrado en la figura 11, el sistema 1010 puede incluir adicionalmente uno o más miembros de control de flujo, que pueden estar en forma de válvulas, que son operables en uso para dirigir el flujo del refrigerante de manera que se pasa a través de al menos uno de los uno o más intercambiadores de calor o se pasa directamente del compresor al condensador, evitando al menos uno de los uno o más calentadores intercambiadores. La derivación de uno o más intercambiadores de calor puede realizarse usando una disposición similar o equivalente a la mostrada en las Figuras 3 y 4, que comprende una línea de refrigerante adicional que lleva refrigerante directamente desde el compresor al condensador sin pasar a través de un intercambiador de calor. En modalidades en las que el sistema 1010 se usa como un sistema de enfriamiento, puede ser deseable que todo el

refrigerante se pase a través de al menos un intercambiador de calor. Por lo tanto, en tales casos, los miembros de control de flujo o válvulas pueden operar para dirigir el refrigerante de esta manera. Alternativamente, cuando el sistema 1010 se usa como un sistema de calentamiento, puede ser deseable que al menos parte del refrigerante no pase a través de un intercambiador de calor. Por lo tanto, en estos casos, los miembros de control de flujo, o válvulas, pueden operar para dirigir al menos parte del refrigerante de modo que desvíe el/cada intercambiador de calor.

Las modalidades anteriores se describen sólo a modo de ejemplo. Son posibles muchas variaciones sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

RESUMEN DE LA INVENCION

Sistema y método de control de temperatura; un sistema de control de temperatura (10) incluye un compresor (1), un condensador (4), una válvula de expansión (5) y un evaporador (60) todos conectados en serie; al menos un intercambiador de calor (3) está ubicado entre el compresor y el condensador y puede funcionar para transferir energía térmica desde una fuente de calor externa al refrigerante; en una variante, una matriz de intercambiadores de calor se encuentra entre el compresor y el condensador; en una variante adicional (210, figura 3), hay uno o más intercambiadores de calor situados entre el compresor y el condensador y medios de control de flujo para dirigir el flujo de refrigerante a través de al menos un intercambiador de calor o directamente desde el compresor al condensador desviando al menos uno de los intercambiadores de calor; también se describen métodos para calentar y enfriar un entorno usando el sistema.

SSR\SSR\ID-535666\WPC23919