



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112013032198-9 B1



(22) Data do Depósito: 13/06/2012

(45) Data de Concessão: 03/11/2021

(54) Título: SISTEMA DE EVAPORADOR E CONDENSADOR (CES) E MÉTODO DE OPERAÇÃO DO MESMOS

(51) Int.Cl.: F25B 47/02; F25B 1/10; B25B 5/02; F25B 6/02; F25B 25/00; (...).

(30) Prioridade Unionista: 13/06/2011 US 61/496,156.

(73) Titular(es): FRED LINGELBACH; JOHN LINGELBACH.

(72) Inventor(es): FRED LINGELBACH; JOHN LINGELBACH.

(86) Pedido PCT: PCT US2012042223 de 13/06/2012

(87) Publicação PCT: WO 2012/174093 de 20/12/2012

(85) Data do Início da Fase Nacional: 13/12/2013

(57) Resumo: SISTEMA DE EVAPORADOR E CONDENSADOR (CES) E MÉTODO DE OPERAÇÃO DO MESMO. Trata-se de um sistema de evaporador e condensador que inclui: um condensador (200) construído para condensar um agente refrigerante gasoso proveniente da fonte de 5 agente refrigerante gasoso comprimido; um receptor de pressão controlada (202) para manter o agente refrigerante líquido; uma primeira linha de alimentação de agente refrigerante líquido (210) para transportar o agente refrigerante líquido a partir do condensador até o receptor de pressão controlada; um evaporador (204) para evaporar o agente refrigerante líquido; e uma segunda linha de alimentação de agente refrigerante líquido (214) para transportar o agente refrigerante líquido a partir do receptor de pressão controlada até o evaporador. O sistema de evaporador e condensador pode ser proporcionado como múltiplos sistemas de evaporador e condensador que operam a partir de uma fonte de agente refrigerante gasoso comprimido.

“SISTEMAS EVAPORADOR E CONDENSADOR e MÉTODO DE OPERAÇÃO DOS MESMOS”

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

[001] Este pedido está sendo depositado em 13 de junho de 2012, como um pedido de Patente Internacional PCT em nome de Fred Lingelbach, um cidadão norte-americano, e de John Lingelbach, um cidadão norte-americano, requerentes para a designação em todos os países. O presente pedido inclui a revelação do pedido provisório U.S. com Número de Série 61/496.156 que foi depositado no Escritório de Marcas e Patentes dos Estados Unidos em 13 de junho de 2011. Reivindica-se o direito de prioridade ao pedido provisório U.S. com Número de Série 61/496.156 à extensão apropriada. A revelação completa do pedido com Número de Série No. 61/496.156 se encontra aqui incorporada a título de referência.

CAMPO DA INVENÇÃO

[002] A revelação refere-se, em geral, a um sistema de evaporador e condensador (CES) para um sistema de refrigeração, e à operação do sistema de evaporador e condensador. O sistema de evaporador e condensador pode ser considerado um subsistema de um sistema de refrigeração completo. O agente refrigerante gasoso é distribuído ao sistema de evaporador e condensador e o agente refrigerante gasoso é recuperado a partir do sistema de evaporador e condensador. Podem-se proporcionar múltiplos sistemas de evaporador e condensador dentro de um sistema de refrigeração tendo uma disposição de compressor centralizada. Utilizando-se um ou mais sistemas de evaporador e condensador, pode-se obter uma redução na quantidade de agente refrigerante no sistema de refrigeração geral em relação a um sistema de refrigeração convencional tendo uma capacidade equivalente que utiliza uma “fazenda de condensador” centralizada. Em particular, o sistema de evaporador e condensador é vantajoso para reduzir substancialmente a quantidade de agente refrigerante de amônia necessária para operar um sistema de refrigeração industrial.

FUNDAMENTOS

[003] A refrigeração utiliza a propriedade termodinâmica básica de evaporação para remover calor de um processo. Quando um agente refrigerante for evaporado em um trocador de calor, o meio que se encontra em contato com o trocador de calor (isto é, ar, água, glicol, alimento) transfere calor a partir dele mesmo através da parede do trocador de calor e é absorvido pelo agente refrigerante, resultando no agente refrigerante se alterando de um estado líquido para um estado gasoso. Uma vez que o agente refrigerante estiver em um estado gasoso, o calor deve ser rejeitado comprimindo-se o gás a um estado de alta pressão e, então, passando-se o gás através de um condensador (um trocador de calor) onde o calor é removido do gás por um meio de resfriamento resultando na condensação do gás em um líquido. O meio no condensador que absorve o calor é, geralmente, água, ar, ou tanto água como ar. Então, o agente refrigerante neste estado líquido está pronto para ser usado novamente como um agente refrigerante para absorver calor.

[004] Em geral, os sistemas de refrigeração industriais utilizam grandes quantidades de cavalo-vapor muitas vezes requerendo múltiplos compressores industriais. Devido a este fato, os sistemas de refrigeração industriais tipicamente incluem grandes salas de máquinas centralizadas e grandes sistemas de condensação centralizados. Uma vez que os compressores comprimem o gás, o gás a ser condensado (não usado para descongelamento) é bombeado a um condensador no grande sistema de condensação centralizado. Os múltiplos condensadores em um grande sistema de condensação centralizado são geralmente referidos como uma “fazenda de condensador.” Uma vez que o agente refrigerante for condensado, o agente refrigerante líquido resultante é coletado em um recipiente denominado como receptor, que consiste basicamente em um tanque de agente refrigerante líquido.

[005] Em geral, existem três sistemas para transportar o líquido a partir do receptor aos evaporadores, logo, estes podem ser usados para resfriamento. Estes são: um sistema de superalimentação de líquido, um sistema de expansão direta, e um sistema de tambor bombeador. O tipo mais comum de sistema é o sistema de supera-

limentação de líquido. Em geral, o sistema de superalimentação de líquido usa bombas de líquido para bombear um agente refrigerante líquido a partir de grandes recipientes denominados como “acumuladores de bomba” e, algumas vezes, a partir de recipientes similares denominados como “inter-resfriadores” para cada evaporador. Uma única bomba ou múltiplas bombas podem distribuir um agente refrigerante líquido a uma série de evaporadores em um dado sistema de refrigeração. Devido ao fato de o agente refrigerante líquido ter uma tendência a evaporar, geralmente é necessário manter grandes quantidades de líquido nos recipientes (cabeça de sucção positiva líquida (NPSH)), logo, a bomba não perde sua origem e se cavita. Uma bomba se cavita quando o líquido que a bomba está tentando bombear absorve calor dentro e ao redor da bomba e se gaseifica. Quando isto ocorrer, a bomba não pode bombear líquido aos vários evaporadores que privam os evaporadores de líquido, fazendo, assim, com que a temperatura do processo se eleve. É importante notar que os sistemas de superalimentação de líquido são projetados para superalimentar os evaporadores. Ou seja, os sistemas enviam líquido em excesso a cada evaporador a fim de garantir que o evaporador tenha um agente refrigerante líquido ao longo de todo o circuito do evaporador. Deste modo, é normal que grandes quantidades de agente refrigerante líquido retornem a partir do evaporador ao acumulador onde o agente refrigerante líquido é sucessivamente bombeado novamente. Em geral, os sistemas são tipicamente ajustados para uma razão de superalimentação de cerca de 4:1, que significa que a cada 4 galões de líquido bombeados a um evaporador, 1 galão evapora e absorve o calor necessário para refrigeração, e 3 galões retornam não-evaporados. Os sistemas requerem uma quantidade muito grande de agente refrigerante liquefeito a fim de proporcionar a superalimentação necessária. Como resultado, os sistemas requerem manter uma grande quantidade de agente refrigerante líquido para operar apropriadamente.

[006] Referindo-se à Figura 1, descreve-se um sistema de refrigeração de dois estágios industrial representativo na referência numérica 10 e proporciona uma supe-

ralimentação de líquido onde o agente refrigerante é amônia. A tubulação de vários sistemas de superalimentação de líquido de refrigeração pode variar, porém, os princípios gerais são consistentes. Os princípios gerais incluem o uso de um condensador centralizado ou fazenda de condensador 18, um receptor de alta pressão 26 para coletar o agente refrigerante condensado, e a transferência de agente refrigerante líquido a partir do receptor de alta pressão 26 a vários estágios 12 e 14. O sistema de refrigeração de dois estágios 10 inclui um sistema de estágio baixo 12 e um sistema de estágio alto 14. Um sistema de compressor 16 aciona tanto o sistema de estágio baixo 12 como o sistema de estágio alto 14, com o sistema de estágio alto 14 enviando gás amônia comprimido ao condensador 18. O sistema de compressor 16 inclui um compressor de primeiro estágio 20, um compressor de segundo estágio 22, e um inter-resfriador 24. O inter-resfriador 24 também pode ser referido como um acumulador de alto estágio. A amônia condensada a partir do condensador 18 é alimentada ao receptor de alta pressão 26 através da linha de drenagem do condensador 27 onde a amônia líquida em alta pressão é mantida em uma pressão tipicamente entre cerca de 0,69 MPa (100 psi) e cerca de 1,38 MPa (200 psi). Com referência ao sistema de estágio baixo 12, a amônia líquida é encanada ao acumulador de estágio baixo 28 através das linhas de líquido 30 e 32. A amônia líquida no acumulador de estágio baixo 28 é bombeada pela bomba de estágio baixo 34, através da linha de líquido de estágio baixo 36 até o evaporador de estágio baixo 38. No evaporador de estágio baixo 38, a amônia líquida entra em contato com o calor do processo, evaporando, assim, aproximadamente 25% a 33% (o percentual evaporado pode variar amplamente), deixando a amônia restante como um líquido. A mistura de gás/líquido retorna ao acumulador de estágio baixo 28 através da linha de sucção de estágio baixo 40. O gás evaporado é atraído no compressor de estágio baixo 20 através da linha de sucção de compressor de estágio baixo 42. À medida que o gás é removido do sistema de estágio baixo 12 através do compressor de estágio baixo 20, o mesmo é descarregado ao inter-resfriador 24 através da linha 44. É necessário repor a amônia que foi evaporada, lo-

go, a amônia líquida é transferida a partir do receptor 26 ao inter-resfriador 24 através da linha de líquido 30, e, então, ao acumulador de estágio baixo 28 através da linha de líquido 32.

[007] O sistema de estágio alto 14 funciona de maneira similar ao sistema de estágio baixo 12. A amônia líquida no acumulador de estágio alto ou inter-resfriador 24 é bombeada pela bomba de estágio alto 50, através da linha de líquido de estágio alto 52 até o evaporador de estágio alto 54. No evaporador 54, a amônia líquida entra em contato com o calor do processo, evaporando, assim, aproximadamente 25% a 33% (o percentual evaporado pode variar amplamente), deixando a amônia restante como um líquido. A mistura de gás/líquido retorna ao acumulador de estágio alto ou inter-resfriador 24 através da linha de sucção de estágio alto 56. O gás evaporado é, então, atraído no compressor de estágio alto 22 através da linha de sucção de compressor de estágio alto 58. À medida que o gás é removido do sistema de estágio alto 14, é necessário repor a amônia que foi evaporada, logo, a amônia líquida é transferida a partir do receptor de alta pressão 26 ao inter-resfriador 24 através da linha de líquido 30.

[008] O sistema 10 pode ser encanado diferentemente, mas o conceito básico é que existe um condensador central 18 que é alimentado pelo sistema de compressor 16, e amônia líquida em alta pressão condensada é armazenada em um receptor de alta pressão 26 até que seja necessário, e, então, a amônia líquida flui aos acumuladores de estágio alto ou inter-resfriador 24, e é bombeada ao evaporador de estágio alto 54. Além disso, a amônia líquida no inter-resfriador flui por pressão ao acumulador de estágio baixo 28, através da linha de líquido 32, onde a mesma é mantida até que seja bombeada ao evaporador de estágio baixo 38. O gás proveniente do compressor de estágio baixo 20 é tipicamente encanado através da linha de descarga do compressor de estágio baixo 44 até o inter-resfriador 24, onde o gás é resfriado. O compressor de estágio alto 22 atrai o gás a partir do inter-resfriador 24, comprime o gás até uma pressão de condensação e descarrega o gás através da linha de descarga de estágio alto 60 ao condensador 18 onde o gás se condensa de volta em um líquido. O

líquido é drenado através da linha de drenagem do condensador 27 até o receptor de alta pressão 26, onde o ciclo começa novamente.

[009] O sistema de expansão direta usa líquido em alta pressão ou em pressão reduzida a partir de um tanque centralizado. O líquido é motivado por uma diferença de pressão entre o tanque centralizado e o evaporador visto que o tanque centralizado se encontra em alta pressão, então, ao evaporador. Uma válvula especial denominada como válvula de expansão é usada para medir o fluxo de agente refrigerante no evaporador. Se esta alimentar muito, então, permite-se que o agente refrigerante líquido não-evaporado passe através até o sistema de compressor. Se esta alimentar muito pouco, então, o evaporador não é usado em sua capacidade máxima, resultando possivelmente em um resfriamento/congelamento insuficiente.

[010] O sistema de tambor bombeador funciona de maneira quase idêntica ao sistema de superalimentação de líquido, com a diferença principal sendo que pequenos tanques pressurizados atuam como bombas. Em geral, permite-se que o agente refrigerante líquido preencha o tambor de bomba, onde um gás de agente refrigerante em alta pressão é, então, injetado no topo do tambor de bomba, usando, assim, um diferencial de pressão para empurrar o líquido nos tubos que vão aos evaporadores. As razões de superalimentação são geralmente as mesmas, assim com a grande quantidade de agente refrigerante necessária para utilizar este tipo de sistema.

SUMÁRIO

[011] Uma pluralidade de sistemas de evaporador e condensador que operam a partir de uma fonte de agente refrigerante gasoso comprimido é proporcionada pela presente invenção. Cada sistema de evaporador e condensador inclui: um condensador construído para condensar um agente refrigerante gasoso a partir da fonte de agente refrigerante gasoso comprimido; um receptor de pressão controlada para manter o agente refrigerante líquido; uma primeira linha de alimentação de agente refrigerante líquido para transportar o agente refrigerante líquido a partir do condensador ao receptor de pressão controlada; um evaporador para evaporar o agente refrigerante

líquido; e uma segunda linha de alimentação de agente refrigerante líquido para transportar o agente refrigerante líquido a partir do receptor de pressão controlada até o evaporador.

[012] Proporciona-se um sistema de evaporador e condensador de acordo com a presente invenção. O sistema de evaporador e condensador inclui: um condensador construído para condensar um agente refrigerante gasoso proporcionado em uma pressão de condensação; uma linha de alimentação de agente refrigerante gasoso para alimentar o agente refrigerante gasoso ao condensador; um receptor de pressão controlada para manter o agente refrigerante líquido; uma primeira linha de alimentação de agente refrigerante líquido para transportar o agente refrigerante líquido a partir do condensador até o receptor de pressão controlada; um evaporador para evaporar o agente refrigerante líquido; e uma segunda linha de alimentação de agente refrigerante líquido para transportar o agente refrigerante líquido a partir do receptor de pressão controlada até o evaporador. O sistema de evaporador e condensador pode ser construído de modo que seja capaz de usar amônia como o agente refrigerante. O sistema de evaporador e condensador pode ser construído de modo que o condensador e o evaporador sejam equilibrados. O sistema de evaporador e condensador pode ser construído de modo que o condensador seja um trocador de calor de placa e moldura.

[013] Proporciona-se um método para operar um sistema de evaporador e condensador pela presente invenção. O método inclui: (a) operar o sistema de evaporador e condensador em um ciclo de refrigeração que compreende: (i) alimentar o agente refrigerante gasoso em uma pressão de condensação a um condensador e condensar o agente refrigerante gasoso ao agente refrigerante líquido; (ii) armazenar o agente refrigerante líquido em um receptor de pressão controlada; (iii) alimentar o agente refrigerante líquido a partir do receptor de pressão controlada até um evaporador onde este evapora o calor restante proveniente do processo; e (b) operar o sistema de evaporador e condensador em um ciclo de descongelamento que compreende:

(i) alimentar o agente refrigerante gasoso em uma pressão de condensação ao evaporador e condensar o agente refrigerante gasoso a um agente refrigerante líquido; (ii) armazenar o agente refrigerante líquido no receptor de pressão controlada; e (iii) alimentar o agente refrigerante líquido a partir do receptor de pressão controlada a um condensador. A operação do sistema de evaporador e condensador em um ciclo de refrigeração e a operação do sistema de evaporador e condensador em um ciclo de descongelamento não ocorrem ao mesmo tempo para um único sistema de evaporador e condensador.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[014] Figura 1 é uma representação esquemática de um sistema de refrigeração de múltiplos estágios industrial da técnica anterior representativo.

[015] A Figura 2 é uma representação esquemática de um sistema de refrigeração que inclui múltiplos sistemas de evaporador e condensador de acordo com os princípios da presente invenção.

[016] A Figura 3 é uma representação esquemática de um sistema de evaporador e condensador de acordo com a Figura 2.

[017] A Figura 4 é uma representação esquemática de um sistema de evaporador e condensador alternativo de acordo com os princípios da presente invenção.

[018] A Figura 5 é uma representação esquemática de um sistema de evaporador e condensador alternativo de acordo com os princípios da presente invenção.

[019] A Figura 6 é uma representação esquemática de um sistema de evaporador e condensador alternativo de acordo com os princípios da presente invenção.

[020] A Figura 7 é uma representação esquemática de um sistema de evaporador e condensador alternativo de acordo com os princípios da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[021] O sistema de evaporador e condensador (CES) pode ser considerado um subsistema para um sistema de refrigeração, e o sistema de refrigeração pode ser útil em um ambiente industrial. Um único CES ou múltiplos CESs podem ser usados

em um sistema de refrigeração industrial. O sistema de refrigeração no qual o CES pode ser usado pode ter, tipicamente, uma disposição de compressor centralizada. Os CESs podem ser caracterizados como descentralizados quando existirem múltiplos CESs com base em uma disposição de compressor centralizada de modo que o agente refrigerante gasoso proveniente da disposição de compressor centralizada alimente os múltiplos CESs. Como resultado da transferência de agente refrigerante gasoso a partir da disposição de compressor centralizada para e a partir de um ou mais CESs, menos agente refrigerante é necessário para alcançar uma capacidade de refrigeração equivalente à capacidade de refrigeração de outros tipos de sistemas de refrigeração onde o agente refrigerante é condensado utilizando-se uma disposição de condensador centralizada que transfere o agente refrigerante líquido a múltiplos evaporadores de acordo com o sistema de refrigeração descrito na Figura 1. Os sistemas de refrigeração de amônia tradicionais usam um sistema de condensação centralizado e tanques ou recipientes de armazenamento centralizados que mantêm grandes quantidades de amônia líquida em um receptor de pressão controlada (CPR). Dependendo do topo de recipiente e sistema, bombas de líquido podem ser usadas para bombear grandes quantidades de amônia líquida através do sistema para distribuir amônia líquida aos evaporadores onde o calor se transfere ao agente refrigerante líquido de amônia.

[022] Um sistema de refrigeração que pode utilizar um ou mais CES é descrito no Pedido de Patente Provisório U.S. com Número de Série No. 61/496.160 depositado no Escritório de Marcas e Patentes dos Estados Unidos em 13 de junho de 2011, estando a revelação deste aqui incorporada a título de referência. Esse sistema de refrigeração pode ser proporcionado como um sistema de estágio único, um a sistema de dois estágios, ou como um sistema de múltiplos estágios. Em geral, um sistema de estágio único é aquele onde um único compressor comprime o agente refrigerante a partir de uma pressão evaporativa até uma pressão de condensação. Por exemplo, no caso do agente refrigerante de amônia, a pressão evaporativa pode ser cerca de 0,207

MPa (30 psi) e a pressão de condensação pode ser cerca de 1,03 MPa (150 psi). Um sistema de múltiplos estágios, tal como um sistema de dois estágios, usa dois ou mais compressores em série que bombeiam a partir de uma pressão baixa (pressão evaporativa) até uma pressão intermediária, e, então, comprimem o gás até uma pressão de condensação. Um exemplo disto seria um primeiro compressor que comprime o gás a partir de uma pressão evaporativa de cerca de 0 atm até uma pressão intermediária de cerca de 0,207 MPa (30 psi), e um segundo compressor que comprime o gás a partir da pressão intermediária até uma pressão de condensação de cerca de 1,03 MPa (150 psi). Alguns sistemas podem incluir um sistema de estágio único operando de cerca de -40°C a cerca de 1,03 MPa (150 psi) e usando, por exemplo, um compressor que pode operar com uma grande razão de compressão, tal como um compressor de rosca. O propósito de um sistema de dois estágios é, primariamente, economias em cavalo-vapor além das limitações de razão de compressão do compressor em alguns modelos. Algumas usinas podem ter dois ou mais estágios baixos, onde um estágio pode ser dedicado a ativar congeladores em, por exemplo, -23,33°C, e outro estágio pode ser dedicado a ativar congeladores de explosão, por exemplo, em -40°C. Algumas usinas podem ter dois ou mais estágios altos, ou qualquer combinação de estágios baixos e altos. O CES pode acomodar um estágio único, duplo, ou qualquer número ou disposições de estágios.

[023] O CES pode ser considerado um subsistema a um sistema de refrigeração geral, e inclui um trocador de calor que atua como um condensador durante a refrigeração (e pode opcionalmente atuar como um evaporador durante um ciclo de descongelamento), um receptor de pressão controlada (CPR) que atua como um reservatório de agente refrigerante líquido, um evaporador que absorve o calor proveniente do processo (e pode opcionalmente atuar como um condensador durante um ciclo de descongelamento), com a disposição apropriada de válvulas. Devido ao fato de o CES poder incluir um condensador, um reservatório de agente refrigerante líquido, e um evaporador em uma única montagem, os componentes podem ser dimensionados

para acomodarem a carga de calor, de modo correspondente. Adicionalmente, o sistema de refrigeração que utiliza um ou mais CES pode ser caracterizado como “descentralizado” por causa da ausência de um condensador centralizado e de um receptor centralizado para armazenar o agente refrigerante líquido condensado que pode ser alimentado aos evaporadores. Como consequência, o movimento do agente refrigerante líquido através do sistema de refrigeração pode ser significativamente reduzido. Reduzindo-se significativamente a quantidade de agente refrigerante líquido que é transportada através do sistema de refrigeração, a quantidade total de agente refrigerante líquido no sistema de refrigeração pode ser significativamente reduzida. A título de exemplo, para um sistema de refrigeração da técnica anterior, tal como aquele descrito na Figura 1, a quantidade de agente refrigerante pode ser reduzida em aproximadamente 85% ou mais, como resultado da utilização de um sistema de refrigeração de acordo com a invenção que proporcionar uma disposição de compressor centralizada e CESs descentralizados ao manter a mesma capacidade de refrigeração.

[024] Referindo-se agora à Figura 2, um sistema de refrigeração que utiliza múltiplos sistemas de evaporador e condensador (CES) de acordo com a invenção é mostrado na referência numérica 100. O sistema de refrigeração 100 inclui uma disposição de compressor centralizada 102 e uma pluralidade de sistemas de evaporador e condensador 104. Para um sistema de refrigeração de múltiplos estágios 100, dois sistemas de evaporador e condensador 106 e 108 são mostrados. Deve-se avaliar que sistemas de evaporador e condensador adicionais podem ser proporcionados, conforme desejado. O sistema de evaporador e condensador 106 pode ser referido como um sistema de estágio baixo de evaporador e condensador, e o sistema de evaporador e condensador 108 pode ser referido como um sistema de estágio alto de evaporador e condensador. Em geral, o CES de estágio baixo 106 e o CES de estágio alto 108 são apresentados ilustrando como o sistema de refrigeração de múltiplos estágios 100 pode proporcionar diferentes requerimentos de remoção de calor ou resfriamento. Por exemplo, o CES de estágio baixo 106 pode ser proporcionado de modo que opere

para criar um ambiente de temperatura inferior em relação ao ambiente criado pelo CES de estágio alto 108. Por exemplo, o CES de estágio baixo 106 pode ser usado para proporcionar um congelamento de explosão em cerca de -40°C . O CES de estágio alto 108, por exemplo, pode proporcionar uma área que seja resfriada a uma temperatura significativamente maior que -40°C como, por exemplo, cerca de $\pm 5,55^{\circ}\text{C}$ a cerca de $-1,11^{\circ}\text{C}$. Deve-se compreender que esses valores são fornecidos para ilustração. Compreender-se-ia que os requerimentos de resfriamento para qualquer instalação industrial podem ser selecionados e proporcionados pelo sistema de refrigeração de múltiplos estágios de acordo com a invenção.

[025] Para o sistema de refrigeração de múltiplos estágios 100, a disposição de compressor centralizada 102 inclui uma disposição de compressor de primeiro estágio 110 e uma disposição de compressor de segundo estágio 112. A disposição de compressor de primeiro estágio 110 pode ser referida como um compressor de primeiro estágio ou estágio baixo, e a disposição de compressor de segundo estágio 112 pode ser referida como um compressor de segundo estágio ou estágio alto. Proporciona-se um inter-resfriador 114 entre a disposição de compressor de primeiro estágio 110 e a disposição de compressor de segundo estágio 112. Em geral, alimenta-se agente refrigerante gasoso através da linha de entrada do compressor de primeiro estágio 109 à disposição de compressor de primeiro estágio 110 onde este é comprimido a uma pressão intermediária, e o agente refrigerante gasoso na pressão intermediária é transportado através da linha de gás de agente refrigerante em pressão intermediária 116 ao inter-resfriador 114. O inter-resfriador 114 permite que o agente refrigerante gasoso em pressão intermediária se resfrie, mas também permite que qualquer agente refrigerante líquido seja separado do agente refrigerante gasoso. O agente refrigerante em pressão intermediária é, então, alimentado à disposição de compressor de segundo estágio 112 através da linha de entrada do compressor de segundo estágio 111 onde o agente refrigerante é comprimido a uma pressão de condensação. A título de exemplo, e no caso de amônia como o agente refrigerante, o

agente refrigerante gasoso pode entrar na disposição de compressor de primeiro estágio 110 em uma pressão de cerca de 0 kPa, e pode ser comprimido até uma pressão de cerca de 0,207 MPa (30 psi). O agente refrigerante gasoso em cerca de 0,207 MPa (30 psi) pode, então, ser comprimido através da disposição de compressor de segundo estágio 112 até uma pressão de cerca de 1,03 MPa (150 psi).

[026] Em operação geral, o agente refrigerante gasoso comprimido pela disposição de compressor centralizada 102 flui através da linha de gás quente 118 até a pluralidade de sistemas de evaporador e condensador 104. O agente refrigerante gasoso proveniente da disposição de compressor 102 que flui na linha de gás quente 118 pode ser referido como uma fonte de agente refrigerante gasoso comprimido que é usada para alimentar um ou mais sistemas de evaporador compressor 104. Conforme mostrado na Figura 2, a fonte de agente refrigerante gasoso comprimido alimenta tanto CES 106 como CES 108. A fonte de agente refrigerante gasoso comprimido pode ser usada para alimentar mais de dois sistemas de evaporador compressor. Para um sistema de refrigeração de amônia industrial, a única fonte de agente refrigerante gasoso comprimido pode ser usada para alimentar qualquer número de sistemas de evaporador compressor, como, por exemplo, pelo menos um, pelo menos dois, pelo menos três, pelo menos quatro, etc. sistemas de evaporador compressor.

[027] O agente refrigerante gasoso proveniente do CES de estágio baixo 106 é recuperado através da linha de sucção de estágio baixo (LSS) 120 e é alimentado ao acumulador 122. O agente refrigerante gasoso proveniente do CES de estágio alto 108 é recuperado através da linha de sucção de estágio alto (HSS) 124 e é alimentado ao acumulador 126. Conforme discutido previamente, o inter-resfriador 114 pode ser caracterizado como o acumulador 126. Os acumuladores 122 e 126 podem ser construídos para receber agente refrigerante gasoso e permitir a separação entre o agente refrigerante gasoso e o agente refrigerante líquido de modo que essencialmente somente o agente refrigerante gasoso seja enviado à disposição de compressor de primeiro estágio 110 e à disposição de compressor de segundo estágio 112.

[028] O agente refrigerante gasoso retorna aos acumuladores 122 e 126 através da linha de sucção de estágio baixo 120 e da linha de sucção de estágio alto 124, respectivamente. É desejável proporcionar o agente refrigerante gasoso de retorno a uma temperatura que não seja muito quente nem muito fria. Se o agente refrigerante de retorno for muito quente, o calor adicional (isto é, superaquecimento) pode afetar adversamente o calor de compressão na disposição de compressores 110 e 112. Se o agente refrigerante de retorno for muito frio, pode haver uma tendência de muito agente refrigerante líquido se acumular nos acumuladores 122 e 126. Podem-se usar várias técnicas para controlar a temperatura do agente refrigerante gasoso de retorno. Uma técnica mostrada na Figura 2 é um sistema de esmagamento 160. O sistema de esmagamento 160 opera introduzindo-se agente refrigerante líquido no agente refrigerante gasoso de retorno através da linha de agente refrigerante líquido 162. O agente refrigerante líquido introduzido no agente refrigerante gasoso de retorno na linha de sucção de estágio baixo 120 ou na linha de sucção de estágio alto 124 pode reduzir a temperatura do agente refrigerante gasoso de retorno. Uma válvula 164 pode ser proporcionada para controlar o fluxo de agente refrigerante líquido através da linha de agente refrigerante líquido 162, e pode responder como resultado de um sinal 166 proveniente dos acumuladores 122 e 126. O agente refrigerante gasoso pode fluir a partir da linha de gás quente 118 até a linha de esmagamento de agente refrigerante gasoso 168 onde o fluxo é controlado por uma válvula 169. Um trocador de calor 170 condensa o agente refrigerante gasoso, e o agente refrigerante líquido flui através da linha de agente refrigerante líquido 172 em um receptor de pressão controlada 174. Uma linha de pressão de receptor de pressão controlada 176 pode proporcionar comunicação entre a linha de sucção de estágio baixo 120 ou a linha de sucção de estágio alto 124 e o receptor de pressão controlada 174 a fim de aprimorar o fluxo de agente refrigerante líquido através da linha de agente refrigerante líquido 162.

[029] Os acumuladores 122 e 126 podem ser construídos de modo que permitam o acúmulo de agente refrigerante líquido neles. Em geral, o agente refrigerante

que retorna a partir da linha de sucção de estágio baixo 120 e da linha de sucção de estágio alto 124 é gasoso. Algum agente refrigerante gasoso pode se condensar e coletar nos acumuladores 122 e 126. Os acumuladores podem ser construídos de modo que possam proporcionar evaporação de agente refrigerante líquido. Além disso, os acumuladores podem ser construídos de modo que um agente refrigerante líquido possa ser recuperado a partir dos mesmos. Sob determinadas circunstâncias, os acumuladores podem ser usados para armazenar um agente refrigerante líquido.

[030] Referindo-se agora à Figura 3, o sistema de evaporador e condensador 106 é proporcionado em maiores detalhes. O sistema de evaporador e condensador 106 inclui um condensador 200, um receptor de pressão controlada 202, e um evaporador 204. Em geral, o condensador 200, o receptor de pressão controlada 202, e o evaporador 204 podem ser dimensionados de modo que funcionem juntos para proporcionar ao evaporador 204 a capacidade de refrigeração desejada. Em geral, o evaporador 204 é tipicamente dimensionado para a quantidade de calor que ele necessita absorver a partir de um processo. Ou seja, o evaporador 204 é tipicamente dimensionado com base no nível de refrigeração que se supõe proporcionar em uma dada instalação. O condensador 200 pode ser classificado para condensar o agente refrigerante gasoso aproximadamente na mesma taxa que o evaporador 204 evapora o agente refrigerante durante refrigeração a fim de proporcionar um fluxo equilibrado dentro do CES. Proporcionando-se um fluxo equilibrado, significa que o calor removido do agente refrigerante pelo condensador 200 é aproximadamente equivalente ao calor absorvido pelo agente refrigerante no evaporador 204. Deve-se avaliar que um fluxo equilibrado pode ser considerado um fluxo durante um período de tempo que permite que o evaporador alcance um nível desejado de desempenho. Em outras palavras, desde que o evaporador 204 esteja funcionando conforme desejado, o CES pode ser considerado equilibrado. Isto se contrapõe a uma fazenda de condensador centralizada que serve vários evaporadores. No caso de uma fazenda de condensador centralizada que serve vários evaporadores, a fazenda de condensador não é considerada equilibrada

em relação a nenhum evaporador particular. Ao invés disso, a fazenda de condensador é considerada equilibrada para a totalidade de evaporadores. Em contrapartida, no CES, o condensador 200 pode ser dedicado ao evaporador 204, e o condensador 200 pode ser referido como um condensador dedicado a evaporador. Dentro de um CES, o condensador 200 pode ser proporcionado como uma unidade única ou como unidades múltiplas dispostas em série ou em paralelo. De modo similar, o evaporador 204 pode ser proporcionado como uma unidade única ou múltiplas unidades dispostas em série ou em paralelo.

[031] Podem-se existir ocasiões quando o CES precisa ser capaz de evaporar agente refrigerante líquido no condensador 200. Uma razão é o uso de descongelamento por gás quente no CES. Como resultado, o condensador 200 pode ser dimensionado de modo que evapore agente refrigerante aproximadamente na mesma taxa que o evaporador 204 está condensando o agente refrigerante durante o descongelamento por gás quente a fim de proporcionar um fluxo equilibrado. Como resultado, o condensador 200 pode ser “maior” que o necessário para condensar o agente refrigerante gasoso durante um ciclo de refrigeração.

[032] Para um sistema de refrigeração industrial convencional que utiliza uma “fazenda de condensador” centralizada uma pluralidade de evaporadores que alimentam agente refrigerante líquido a partir de um receptor de alta pressão central, a fazenda de condensador não é equilibrada em relação a nenhum dos evaporadores. Ao invés disso, a fazenda de condensador é genericamente equilibrada com a capacidade térmica total de todos os evaporadores. Em contrapartida, para um CES, o condensador e o evaporador podem ser equilibrados um em relação ao outro.

[033] O sistema de evaporador e condensador 106 pode ser considerado um subsistema de um sistema de refrigeração gera. Como um subsistema, o sistema de evaporador e condensador pode, em geral, operar independentemente de outros sistemas de evaporador e condensador que também possam estar presentes no sistema de refrigeração. Alternativamente, o sistema de evaporador e condensador 106 pode

ser proporcionado de modo que opere em conjunto com um ou mais outros sistemas de evaporador e condensador no sistema de refrigeração. Por exemplo, podem-se proporcionar dois ou mais CESs que funcionem juntos para refrigerar um ambiente particular.

[034] O sistema de evaporador e condensador 106 pode ser proporcionado de modo que funcione tanto em um ciclo de refrigeração como em um ciclo de descongelamento. O condensador 200 pode ser um trocador de calor 201 que funcione como um condensador 200 em um ciclo de refrigeração e como um evaporador 200' em um ciclo de descongelamento por gás quente. De modo similar, o evaporador 204 pode ser um trocador de calor 205 que funcione como um evaporador 204 em um ciclo de refrigeração e como um condensador 204' em um ciclo de descongelamento por gás quente. De modo correspondente, um indivíduo versado na técnica compreenderá que o trocador de calor 201 pode ser referido como um condensador 200 ao funcionar em um ciclo de refrigeração e como um evaporador 200' ao funcionar em um ciclo de descongelamento por gás quente. De modo similar, o trocador de calor 205 pode ser referido como um evaporador 204 ao funcionar em um ciclo de refrigeração e como um condensador 204' ao funcionar em um ciclo de descongelamento por gás quente. Um ciclo de descongelamento por gás quente se refere a um método onde o gás proveniente do compressor é introduzido em um evaporador a fim de aquecer o evaporador para derreter qualquer cristal de gelo ou gelo acumulado. Como resultado, o gás quente perde calor e é condensado. O CES pode ser referido como um sistema de função dupla quando este puder funcionar tanto em refrigeração como em descongelamento por gás quente. Um sistema de função dupla é benéfico para o sistema de condensação geral porque o meio de condensação pode ser resfriado durante o ciclo de descongelamento por gás quente, resultando, assim, em economias de energia que aumentam a eficiência geral. A frequência de um ciclo de descongelamento por gás quente pode variar de um descongelamento por dia a um descongelamento a cada hora, e as economias recuperando-se este calor podem ser substanciais. Este tipo de

recuperação de calor não é possível em sistemas tradicionais que não proporcionam um ciclo de descongelamento por gás quente. Outros métodos para descongelamento incluem, mas não se limitam a, usar ar, água, e calor elétrico. Os sistemas de evaporador e condensador são adaptáveis aos vários métodos de descongelamento.

[035] O sistema de evaporador e condensador 106 pode alimentar agente refrigerante gasoso através da linha de gás quente 206. O sistema de evaporador e condensador 106 é proporcionado em um local remoto da disposição de compressor centralizada do sistema de refrigeração. Alimentando-se agente refrigerante gasoso ao sistema de evaporador e condensador 106, pode existir uma redução significativa na quantidade de agente refrigerante requerida pelo sistema de refrigeração porque o agente refrigerante sendo alimentado aos sistemas de evaporador e condensador 106 pode ser alimentado em uma forma gasosa ao invés de uma forma líquida. Como resultado, o sistema de refrigeração pode funcionar em uma capacidade essencialmente equivalente à capacidade de um sistema de alimentação de líquido convencional, mas significativamente com menos agente refrigerante no sistema geral.

[036] A operação do sistema de evaporador e condensador 106 pode ser descrita ao operar em um ciclo de refrigeração e ao operar em um ciclo de descongelamento. O agente refrigerante gasoso flui através da linha de gás quente 206, e o fluxo do agente refrigerante gasoso pode ser controlado pela válvula de controle de fluxo de ciclo de refrigeração por gás quente 208 e pela válvula de controle de fluxo de ciclo de descongelamento por gás quente 209. Ao operar em um ciclo de refrigeração, a válvula 208 é aberta e a válvula 209 é fechada. Ao operar em um ciclo de descongelamento, a válvula 208 é fechada e a válvula 209 é aberta. As válvulas 208 e 209 podem ser proporcionadas como válvulas solenóides liga/desliga ou como válvulas de modulação que controlam a taxa de fluxo do agente refrigerante gasoso. O fluxo de agente refrigerante pode ser controlado ou ajustado com base no nível de agente refrigerante líquido no receptor de pressão controlada 202.

[037] O condensador 200 é um trocador de calor 201 que funciona como um

condensador quando o sistema de evaporador e condensador 106 estiver funcionando em um ciclo de refrigeração, e pode funcionar como um evaporador quando o sistema de evaporador e condensador 106 estiver funcionando em um ciclo de descongelamento, tal como um método de descongelamento por gás quente. Ao funcionar como um condensador durante um ciclo de refrigeração, o condensador condensa o gás de agente refrigerante em alta pressão removendo-se calor do gás de agente refrigerante. O gás de agente refrigerante pode ser proporcionado em uma pressão de condensação, o que significa que uma vez que o calor for removido do gás, o gás condensará um líquido. Durante o ciclo de descongelamento, o trocador de calor atua como um evaporador evaporando-se o agente refrigerante condensado. Deve-se avaliar que o trocador de calor é descrito na Figura 3 como uma unidade única. No entanto, deve-se compreender que esta é representativa de múltiplas unidades que podem ser dispostas em paralelo ou em série para proporcionar a capacidade de troca de calor desejada. Por exemplo, se uma capacidade adicional durante o descongelamento for necessária devido a uma condensação excessiva, uma unidade de trocador de calor adicional pode ser empregada. O trocador de calor 201 pode ser proporcionado como um trocador de calor de “placa e moldura”. No entanto, trocadores de calor alternativos podem ser utilizados incluindo trocadores de calor de carcaça e tubos. O meio de condensação para acionar o trocador de calor pode ser água ou uma solução de água, tal como uma solução de água e glicol ou salmoura, ou qualquer meio de resfriamento incluindo dióxido de carbono, glicol, ou outros refrigerantes. O meio de condensação pode ser resfriado utilizando-se técnicas convencionais, como, por exemplo, uma torre de resfriamento ou uma troca de calor ao solo. Além disso, o calor no meio de condensação pode ser usado em outras partes de uma instalação industrial ou comercial.

[038] O agente refrigerante condensado flui a partir do trocador de calor 201 até o receptor de pressão controlada 202 através da linha de agente refrigerante condensado 210. A linha de agente refrigerante condensado 210 pode incluir uma válvula de controle de fluxo de drenagem de condensador 212. A válvula de controle de fluxo

de drenagem de condensador 212 pode controlar o fluxo de agente refrigerante condensado a partir do trocador de calor 200 até o receptor de pressão controlada 202 durante o ciclo de refrigeração. Durante o ciclo de descongelamento, a válvula de controle de fluxo de drenagem de condensador 212 pode ser proporcionada para parar o fluxo de agente refrigerante a partir do trocador de calor 201 até o receptor de pressão controlada 202. Um exemplo da válvula de controle de fluxo de drenagem de condensador 212 é um solenóide e uma bóia que permite que somente líquido passe através e desliga caso o gás esteja presente.

[039] O receptor de pressão controlada 202 pode ser referido mais simplesmente como CPR ou como o receptor. Em geral, um receptor de pressão controlada é um receptor que, durante a operação, mantém uma pressão dentro do receptor que seja menor que a pressão de condensação. A pressão inferior no CPR pode ajudar a acionar o fluxo, por exemplo, a partir do condensador 200 até o CPR 202, e também a partir do CPR 202 até o evaporador 204. Adicionalmente, o evaporador 204 pode operar mais eficientemente em um resultado de uma redução de pressão pela presença do CPR 202.

[040] O receptor de pressão controlada 202 atua como um reservatório para agente refrigerante líquido tanto durante o ciclo de refrigeração como durante o ciclo de descongelamento. Em geral, o nível de agente refrigerante líquido no receptor de pressão controlada 202 tende a ser menor durante o ciclo de refrigeração e maior durante o ciclo de descongelamento. A razão para isto é que o agente refrigerante líquido dentro do evaporador 204 é removido durante o ciclo de descongelamento e é colocado no receptor de pressão controlada 202. De modo correspondente, o receptor de pressão controlada 202 é dimensionado de modo que seja grande o suficiente para manter todo o volume de líquido que é normalmente mantido no evaporador 204 durante o ciclo de refrigeração mais o volume de líquido mantido no receptor de pressão controlada 202 durante o ciclo de refrigeração. Naturalmente, o tamanho do receptor de pressão controlada 202 pode variar, caso seja desejado. À medida que o nível de

agente refrigerante no receptor de pressão controlada 202 se eleva durante um ciclo de descongelamento, o líquido acumulado pode ser evaporado no evaporador 200'. Além disso, o receptor de pressão controlada pode ser proporcionado como múltiplas unidades, caso seja desejado.

[041] Durante o ciclo de refrigeração, o agente refrigerante líquido flui a partir do receptor de pressão controlada 202 até o evaporador 204 através da linha de alimentação de evaporador 214. O agente refrigerante líquido flui para fora do receptor de pressão controlada 202 e através da válvula de alimentação de líquido em pressão de controle 216. A válvula de alimentação de líquido em pressão de controle 216 regula o fluxo de agente refrigerante líquido a partir do receptor de pressão controlada 202 até o evaporador 204. Uma válvula de alimentação 218 pode ser proporcionada na linha de alimentação de evaporador 214 para proporcionar um controle de fluxo mais preciso. No entanto, deve-se compreender que se uma válvula de fluxo preciso, como uma válvula de expansão eletrônica for usada como a válvula de alimentação de líquido em pressão de controle 216, então, a válvula de alimentação 218 pode ser desnecessária.

[042] O evaporador 204 pode ser proporcionado como um evaporador que remove calor do ar, água, ou qualquer número de outros meios. Os tipos exemplificados de sistemas que podem ser resfriados pelo evaporador 204 incluem serpentinas de evaporador, trocadores de calor de carcaça e tubos, trocadores de calor de placa e moldura, congeladores com placa de contato, congeladores em espiral, e túneis de congelamento. Os trocadores de calor podem resfriar ou congelar congeladores de armazenamento, andares de processamento, ar, fluidos portáteis e não-portáteis, e outros produtos químicos. Em quase todas as aplicações onde calor deve ser removido, praticamente qualquer tipo de evaporador pode ser usado com o sistema CES.

[043] O agente refrigerante gasoso pode ser recuperado a partir do evaporador 204 através da linha LSS 220. Dentro da linha LSS 220 pode-se proporcionar uma válvula de controle de sucção 222. Opcionalmente, um acumulador pode ser proporci-

onado na linha 220 para proporcionar uma proteção adicional a partir da propagação de líquido. A válvula de controle de sucção 222 controla o fluxo de agente refrigerante evaporado a partir do evaporador 204 até a disposição de compressor centralizada. A válvula de controle de sucção 222 é normalmente fechada durante o ciclo de descongelamento. Além disso, durante o ciclo de descongelamento, o evaporador 204 funciona como um condensador que condensa agente refrigerante gasoso em um agente refrigerante líquido, e o agente refrigerante condensado líquido flui a partir do evaporador 204 até o receptor de pressão controlada 202 através da linha de recuperação de agente refrigerante líquido 224. Pode-se proporcionar calor latente e sensível para descongelar o evaporador durante o ciclo de descongelamento. Outro tipo de descongelamento, como água e calor elétrico, pode ser usado para remover cristal de gelo. Dentro da linha de recuperação de agente refrigerante líquido 224 pode existir uma linha de condensação por descongelamento 226. A linha de condensação por descongelamento 226 controla o fluxo de agente refrigerante condensado a partir do evaporador 204 até o receptor de pressão controlada 202 durante o ciclo de descongelamento. A linha de condensação por descongelamento 226 é normalmente fechada durante o ciclo de refrigeração.

[044] Durante o ciclo de descongelamento por gás quente, o agente refrigerante líquido proveniente do receptor de pressão controlada 202 pode fluir através da linha de descongelamento de agente refrigerante líquido 228 até o evaporador 200' se o receptor de pressão controlada 202 ficar muito alto. Dentro da linha de descongelamento de agente refrigerante líquido 228 pode existir uma válvula de alimentação de evaporação de condensação por descongelamento 230. A válvula de alimentação de evaporação de condensação por descongelamento 230 controla o fluxo de agente refrigerante líquido a partir do receptor de pressão controlada 202 até o evaporador 200' durante o ciclo de descongelamento para evaporar o agente refrigerante líquido em um estado gasoso. Durante o ciclo de descongelamento, o evaporador 200' opera para resfriar o meio de troca de calor que flui através do evaporador 200'. Isto pode

ajudar a resfriar o meio que pode ajudar a economizar eletricidade permitindo-se que o resfriamento reduza a temperatura do meio para outros condensadores em qualquer parte na usina onde o sistema de refrigeração estiver operando. Adicionalmente, durante o ciclo de descongelamento por gás quente, o agente refrigerante gasoso flui para fora do evaporador 200' através da linha HSS 232. Dentro da linha HSS encontra-se uma válvula de controle de pressão de evaporação de condensação por descongelamento 234. A válvula de controle de pressão de evaporação de condensação por descongelamento 234 regular a pressão dentro do evaporador 200' durante o ciclo de descongelamento. A válvula de controle de pressão de evaporação de condensação por descongelamento 234 é normalmente fechada durante o ciclo de refrigeração. A válvula de controle de pressão de evaporação de condensação por descongelamento 234 pode ser encanada à linha LSS 220. Em geral, desta disposição não é tão eficiente. Da mesma forma, é opcional incluir um pequeno acumulador na linha 232 para proporcionar uma proteção adicional a partir da propagação de líquido.

[045] Estendendo-se entre o receptor de pressão controlada 202 e a linha HSS 232 se encontra uma linha de sucção de receptor de pressão controlada 236. Dentro da linha de sucção de receptor de pressão controlada 236 se encontra uma válvula de controle de pressão controlada do receptor de pressão 238. A válvula de controle de pressão controlada do receptor de pressão 238 controla a pressão dentro do receptor de pressão controlada 202. Deve-se avaliar que a linha de sucção de receptor de pressão controlada 236 pode ser disposta de modo que se estenda a partir do receptor de pressão controlada 202 até a linha LSS 220 ao invés, ou além, da linha HSS 232. Em geral, é mais eficiente que a linha de receptor de pressão controlada se estenda até a linha HSS 232, ou até a porta economizadora em um compressor de rosca, caso esteja disponível.

[046] Uma montagem de controle de nível de receptor de pressão controlada 240 é proporcionada para monitorar o nível de agente refrigerante líquido no receptor de pressão controlada 202. As informações provenientes da montagem de controle de

nível de receptor de pressão controlada 240 podem ser processadas por um computador e várias válvulas podem ser ajustadas a fim de manter um nível desejado. O nível de agente refrigerante líquido dentro da montagem de controle de nível de receptor de pressão controlada 240 pode ser observado, e o nível alterado como resultado da comunicação através da linha de líquido 242 e a linha gasosa 244. Tanto a linha de líquido 242 como a linha gasosa 244 podem incluir válvulas 246 para controlar o fluxo.

[047] No fundo do receptor de pressão controlada 202 pode-se proporcionar uma válvula de drenagem de óleo 248 opcional. A válvula de drenagem de óleo 248 pode ser proporcionada a fim de remover qualquer óleo acumulado a partir do receptor de pressão controlada 202. Geralmente, o óleo se torna aprisionado no agente refrigerante e tende a se separar do agente refrigerante líquido e afundar ao fundo porque ele é pesado.

[048] Pode-se proporcionar um compressor como um compressor dedicado para cada CES. No entanto, é mais preferível que múltiplos CES's alimentem um compressor ou uma disposição de compressor centralizada. Para um sistema industrial, uma disposição de compressor centralizada é tipicamente mais desejável.

[049] Um indivíduo com conhecimento comum na técnica compreenderia que vários componentes do sistema de evaporador e condensador 106 podem ser selecionados a partir de componentes genericamente aceitos conforme especificado por ASME (Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos), ANSI (Instituto Nacional Americano de Padrões), AHSRAE (Associação de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração, Condicionamento de Ar), e IIAR (Instituto Internacional de Refrigeração por Amônia), e as válvulas, trocadores de calor, recipientes, controles, tubos, encaixes, procedimentos de soldagem, e outros componentes devem se conformar a esses padrões genericamente aceitos.

[050] O sistema de evaporador e condensador pode proporcionar uma redução na quantidade de agente refrigerante (tal como, por exemplo, amônia) em um sistema de refrigeração industrial. Os sistemas de refrigeração industriais incluem aqueles que

dependem genericamente de salas de máquinas centralizadas onde um ou mais compressores proporcionam a compressão para múltiplos evaporadores, e um sistema de condensador centralizado. Nesses sistemas, o agente refrigerante líquido é tipicamente transportado a partir de um recipiente de armazenamento a múltiplos evaporadores. Como resultado, uma grande quantidade de líquido é geralmente armazenada e transportada a vários evaporadores. Utilizando-se múltiplos sistemas de evaporador e condensador, é possível que uma redução na quantidade de agente refrigerante em aproximadamente 85% possa ser alcançada. Espera-se que reduções maiores possam ser alcançadas, mas que, naturalmente, dependam do sistema de refrigeração industrial específico. A fim de compreender como uma redução na quantidade de amônia em um sistema de refrigeração industrial pode ser obtida, considera-se que durante o ciclo de refrigeração, o agente refrigerante se altere de um líquido para um gás absorvendo-se calor a partir de um meio (tal como, ar, água, alimento, etc.). O agente refrigerante líquido (tal como, amônia) é distribuído a um evaporador para evaporação. Em muitos sistemas de refrigeração industriais, o agente refrigerante líquido é mantido em tanques centralizados denominados como receptores, acumuladores, e inter-resfriadores dependendo de sua função no sistema. Esta amônia líquida é, então, direcionada em uma variedade de formas a cada evaporador na instalação para refrigeração. Isto significa que a maioria dos tubos nestes sistemas industriais contém amônia líquida. Assim como um copo de água contém mais moléculas de água do que um copo que contenha vapor d'água, amônia líquida em um tubo contém tipicamente 95% mais amônia em um dado comprimento de tubo versus um tubo com gás amônia. O sistema de evaporador e condensador reduz a necessidade de transportar grandes quantidades de agente refrigerante líquido ao longo do sistema descentralizando-se o sistema de condensação usando um ou mais sistemas de evaporador e condensador. Cada sistema de evaporador e condensador pode conter um condensador que seja genericamente dimensionado à carga de evaporador correspondente. Por exemplo, para um evaporador de 10 ton (120.000 BTU), o condensador pode ser dimensionado pelo me-

nos ao equivalente de 10 toneladas. Nos sistemas de refrigeração industriais anteriores, a fim de ter o gás evaporado de volta a um líquido de modo que este possa ser novamente evaporado, o gás é comprimido por um compressor e enviado a um ou mais condensadores centralizados ou fazendas de condensadores onde o calor é removido da amônia, fazendo, assim, com que o agente refrigerante amônia se condense em um líquido. Este líquido é, então, direcionado a vários evaporadores ao longo do sistema de agente refrigerante.

[051] Em um sistema que usa o CES, o gás proveniente dos evaporadores é comprimido pelos compressores e enviado de volta ao CES como um gás em alta pressão. Este gás é, então, alimentado ao condensador 200. Durante um ciclo de refrigeração, o condensador 200 (tal como um trocador de calor de placa e moldura) tem um meio de resfriamento fluindo entre o mesmo. O meio de resfriamento pode incluir água, glicol, dióxido de carbono ou qualquer meio de resfriamento aceitável. O gás de amônia em alta pressão transfere o calor que é absorvido durante a compressão ao meio de resfriamento, fazendo, assim, com que a amônia se condense em um líquido. Este líquido é, então, alimentado ao receptor de pressão controlada 202 que é mantido em uma pressão menor que o condensador 200 de modo que o líquido possa drenar facilmente. A pressão no receptor de pressão controlada é regulada pela válvula 238 na linha de receptor de pressão controlada 236. O nível de líquido dentro do receptor de pressão controlada 202 é monitorado por uma montagem central de nível de líquido 240. Se o nível de líquido ficar muito alto ou muito baixo durante a refrigeração, a válvula 208 se abrirá, se fechará, ou se modulará de modo correspondente para manter o nível apropriado.

[052] O receptor de pressão controlada 202 atua como um reservatório que mantém o líquido a ser alimentado no evaporador 204. Visto que o condensador 200 e o receptor de pressão controlada 202 são dimensionados para cada evaporador 204, o agente refrigerante é condensado conforme a necessidade. Devido ao fato de o agente refrigerante ser condensado em proximidade ao evaporador 204 conforme a neces-

sidade, há uma necessidade menor em transportar o agente refrigerante líquido por longas distâncias, permitindo, assim, uma redução dramática na carga de amônia geral (por exemplo, aproximadamente 85% comparada a um sistema de refrigeração tradicional tendo aproximadamente a mesma capacidade de refrigeração). Visto que o evaporador 204 requer mais amônia, as válvulas 216 e 218 se abrem para alimentar a quantidade certa de amônia no evaporador 204 de modo que a amônia seja evaporada antes de a amônia deixar o evaporador 204 de modo que nenhuma amônia líquida volte à disposição de compressor. A válvula 222 interromperá o fluxo de amônia quando a unidade estiver desligada e/ou for submetida a um descongelamento.

[053] A operação do sistema de evaporador e condensador 106 pode ser explicada em termos tanto do ciclo de refrigeração como do ciclo de descongelamento. Quando o sistema de evaporador e condensador 106 operar em um ciclo de refrigeração, o agente refrigerante gasoso em uma pressão de condensação é alimentado através da linha de gás quente 206 a partir do sistema de compressor até o condensador 200. Neste caso, a válvula de controle de fluxo de ciclo de refrigeração 208 é aberta e a válvula de controle de fluxo de ciclo de descongelamento por gás quente 209 é fechada. O agente refrigerante gasoso entra no condensador 200 e é condensado em um agente refrigerante líquido. O condensador 200 pode utilizar qualquer meio de resfriamento adequado, tal como água, solução de glicol, etc. que seja bombeado através do condensador 200. Compreender-se-ia que o calor recuperado a partir do meio de resfriamento pode ser recuperado e usado em alguma outra parte.

[054] O agente refrigerante condensado flui a partir do condensador 200 até o receptor de pressão controlada 202 através da linha de agente refrigerante condensado 210 e da válvula de controle de fluxo de drenagem de condensador 212. O agente refrigerante condensado se acumula dentro do receptor de pressão controlada 202, e o nível de agente refrigerante líquido pode ser determinado pela montagem de controle de nível de receptor de pressão controlada 240. O agente refrigerante líquido flui para fora do receptor de pressão controlada 202 através da linha de alimentação de

evaporador 214 e da válvula de alimentação de líquido em pressão de controle 216 e 218 e no evaporador 204. O agente refrigerante líquido dentro do evaporador 204 é evaporado e o agente refrigerante gasoso é recuperado a partir do evaporador 204 através da linha LSS 220 e da válvula de controle de sucção 222.

[055] É interessante notar que durante o ciclo de refrigeração, não há necessidade de operar o evaporador com base em uma superalimentação de líquido. Ou seja, todo o líquido que entra no evaporador 204 pode ser usado para proporcionar refrigeração como resultado da evaporação em agente refrigerante gasoso. Como resultado, o calor é transferido a partir de um meio através do evaporador e no agente refrigerante líquido fazendo com que o agente refrigerante líquido se torne um agente refrigerante gasoso. Essencialmente, o meio pode ser qualquer tipo de meio que seja tipicamente resfriado. Os meios exemplificadores incluem ar, água, alimento, dióxido de carbono, e/ou outro agente refrigerante.

[056] Uma das consequências da refrigeração é o acúmulo de cristal de gelo e gelo no evaporador. Portanto, cada serpentina que recebe agente refrigerante em temperaturas baixas suficientes para desenvolver cristal de gelo e gelo devem ser submetida a um ciclo de descongelamento para manter uma serpentina limpa e eficiente. Em geral, existem quatro métodos para remover cristal de gelo e gelo de uma serpentina. Esses métodos incluem água, eletricidade, ar, ou gás quente (tal como amônia em alta pressão). O CES funcionará com todos os métodos de descongelamento. O CES é particularmente adaptado para descongelar utilizando-se a técnica de descongelamento por gás quente.

[057] Durante o descongelamento por gás quente, o fluxo de agente refrigerante gasoso quente através do CES pode ser revertido de modo que o evaporador seja descongelado. O gás quente pode ser alimentado ao evaporador e condensado em agente refrigerante líquido. O agente refrigerante líquido resultante pode ser evaporado no condensador. Esta etapa de evaporação pode ser referida como “evaporação local” porque ela ocorre dentro do CES. Como resultado, pode-se evitar o envio de

agente refrigerante líquido a um recipiente centralizado, tal como um acumulador para armazenamento. Desse modo, o CES pode proporcionar um descongelamento por gás quente de evaporadores sem a necessidade de armazenar grandes quantidades de agente refrigerante líquido.

[058] Durante o descongelamento por gás quente, o gás de amônia em alta pressão que normalmente vai para o condensador é, de preferência, direcionado a um evaporador. Este gás quente se condensa em um líquido, aquecendo, assim, o evaporador fazendo com que a temperatura interna do evaporador se torne quente o suficiente para que o gelo na parte externa das serpentinas derreta. Os sistemas de refrigeração anteriores geralmente tomam este líquido condensado e o fluem de volta através dos tubos a grandes tanques onde o mesmo é novamente usado para refrigeração. Um sistema de refrigeração que utiliza o CES, em contrapartida, pode usar o agente refrigerante condensado gerado durante o descongelamento por gás quente e evaporá-lo de volta em um gás para resfriar o meio de condensação a fim de eliminar a amônia líquida excedente no sistema.

[059] Durante um ciclo de descongelamento, o agente refrigerante gasoso em uma pressão de condensação é alimentado através da linha de gás quente 206 até o condensador 204'. O agente refrigerante gasoso flui através da válvula de controle de fluxo de ciclo de descongelamento por gás quente 209 (a válvula de controle de ciclo de refrigeração 208 é fechada) e na linha de alimentação de evaporador 214 e através da válvula de alimentação 218. O agente refrigerante gasoso dentro do condensador 204' é condensado em agente refrigerante líquido (que conseqüentemente derrete o gelo e cristal de gelo) e é recuperado através da linha de recuperação de agente refrigerante líquido 224 e da linha de condensação por descongelamento 226. Durante o descongelamento, a válvula de controle de sucção 222 pode ser fechada. Então, o agente refrigerante líquido flui através da linha de recuperação de agente refrigerante líquido 224 e no receptor de pressão controlada 202. Como uma alternativa, com as válvulas e controles corretos proporcionados, pelo menos uma porção do agente refri-

gerante líquido pode fluir diretamente a partir da linha 224 até a linha 228, contornando o CPR 202. O agente refrigerante líquido flui a partir do receptor de pressão controlada 202 através da linha de descongelamento de agente refrigerante líquido 228 e através da válvula de alimentação de evaporação de condensação por descongelamento 230 e no evaporador 200'. Neste momento, a válvula de alimentação de líquido em pressão de controle 216 e a válvula de controle de fluxo de drenagem de condensador 212 são fechadas, e a válvula de alimentação de evaporação de condensação por descongelamento 230 é aberta e pode estar modulando. Durante o ciclo de descongelamento, o agente refrigerante líquido dentro do evaporador 200' se evapora para formar um agente refrigerante gasoso, e o agente refrigerante gasoso é recuperado através da linha HSS 232. Adicionalmente, a válvula de controle de pressão de evaporação de condensação por descongelamento 234 é aberta e se modula e a válvula de controle de fluxo de ciclo de refrigeração 208 é fechada.

[060] Compreender-se-ia que durante o ciclo de descongelamento por gás quente, os meios no outro lado do condensador 204' são aquecidos, e os meios no outro lado do evaporador 200' são resfriados. A evaporação que ocorre durante o ciclo de descongelamento tem um efeito adicional que ajuda a controlar o meio (tal como água ou água e glicol) no sistema de condensação que economiza eletricidade, devido ao fato de reduzir a pressão de descarga dos compressores e reduzir a temperatura do meio de resfriamento do trocador de calor.

[061] Deve-se avaliar que o CES poderia ser utilizado sem o ciclo de descongelamento por gás quente. Os outros tipos de descongelamento podem ser utilizados com o CES incluindo descongelamento por ar, descongelamento por água, ou descongelamento elétrico. Em relação à representação esquemática mostrada nas Figuras 2 e 3, um indivíduo com conhecimento comum na técnica compreenderia como o sistema poderia ser modificado para eliminar o descongelamento por gás quente e utilizar no lugar, descongelamento por ar, descongelamento por água, ou descongelamento elétrico.

[062] A redução de amônia está se tornando crítica visto que a amônia foi classificada pela Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (OSHA) como um “produto químico tóxico, reativo, inflamável, ou explosivo cuja liberação pode resultar em riscos tóxicos, riscos de incêndio ou explosão” (Fonte: OSHA). Estando a amônia sob este estatuto, OSHA estabeleceu uma quantidade limite de 4540 quilos (10.000 libras) ou mais de amônia em sítio como um requerimento para estabelecer um programa de Gerenciamento de Segurança de Processo (PSM). Embora qualquer redução em um produto químico tóxico, reativo, inflamável ou explosivo sempre seja desejável, deve-se notar que muitos sistemas de refrigeração industriais podem ser projetados para o mesmo tamanho e capacidade e ainda proporcionar seu sistema abaixo do limite de 4540 quilos (10.000 libras) e eliminar o requerimento por um programa PSM. Os programas PSM são geralmente caros e demorados.

[063] O CES pode ser usado com sistemas de refrigeração tipo cumeeira onde cada evaporador ou um número limitado de evaporadores são encanados localmente a uma unidade de condensação onde um compressor e um condensador casados são montados. As unidades de cumeeira são autônomas entre si e não têm linhas de refrigeração interconectadas.

[064] Nota-se que com uma ligeira modificação, o CES pode ser modificado para operar em um sistema inundado ou de recirculação. A tubulação no método inundado seria diferente, mas a operação de condensação local básica do CES seria a mesma. Os sistemas de recirculação incorporariam uma pequena bomba dedicada ao CES, no entanto, os métodos inundados e de bomba não seriam ideais visto que aumentariam a quantidade de amônia em qualquer dada usina.

[065] O sistema de evaporador e condensador 106 na Figura 3 pode ser caracterizado como um sistema de alimentação de expansão direta para alimentar o agente refrigerante ao evaporador. Os sistemas alternativos estão disponíveis para uso no sistema de evaporador e condensador para alimentar o agente refrigerante ao evaporador. Por exemplo, o sistema de evaporador e condensador pode proporcionar uma

alimentação por bomba, uma alimentação inundada, ou uma alimentação pressurizada.

[066] Referindo-se agora à Figura 4, um sistema de evaporador e condensador alternativo é mostrado na referência numérica 300. O sistema de evaporador e condensador 300 pode ser referido como um sistema de evaporador e condensador de alimentação por bomba porque o mesmo utiliza uma bomba 315 para alimentar o agente refrigerante líquido ao evaporador 304. Introduce-se gás quente em uma pressão de condensação através da linha de gás quente 306 e pode ser regulado pela válvula de gás quente 308 para introdução no condensador 300. O condensador 300 e o evaporador 304 são trocadores de calor 301 e 305, respectivamente. Durante o descongelamento por gás quente, o trocador de calor 301 pode ser referido como um evaporador 300', e o trocador de calor 305 pode ser referido como um condensador 304'. O agente refrigerante líquido condensado flui através da linha de agente refrigerante líquido 310 a partir do condensador 300 até o receptor de pressão controlada 302. A válvula 312 pode ser proporcionada na linha de agente refrigerante líquido 310 para regular o fluxo no receptor de pressão controlada 302. O nível de agente refrigerante líquido no receptor de pressão controlada 302 pode ser monitorado pelo monitor de nível 340, e pode ser isolado pelas válvulas 346. O agente refrigerante líquido no receptor de pressão controlada 302 pode ser alimentado através da linha de alimentação de agente refrigerante líquido 314 ao evaporador 304, e o fluxo pode ser controlado pela bomba 315. O refrigerante proveniente do evaporador 304 flui de volta ao receptor de pressão controlada 302 através da linha de retorno de evaporador 324, e o fluxo pode ser controlado pela válvula de retorno 325. Dentro do receptor de pressão controlada 302, os agentes refrigerantes gasosos e líquidos são separados. O agente refrigerante gasoso é atraído através da linha de recuperação de agente refrigerante gasoso 320 onde o mesmo é recuperado e comprimido pelo sistema de compressor. O fluxo através da linha de recuperação de agente refrigerante gasoso 320 pode ser controlado pela válvula de recuperação de agente refrigerante gasoso 322.

[067] Durante o descongelamento por gás quente, as válvulas 308, 312, e 325 podem ser fechadas, e a válvula 322 pode ser fechada ou usada para regular o fluxo. Pode-se introduzir gás quente a partir da linha de gás quente 306 até a linha de descongelamento por gás quente 304 e através da válvula de descongelamento por gás quente 309 até o trocador de calor 305 ou condensador 304'. O agente refrigerante líquido pode fluir a partir do trocador de calor 305 através da linha de retorno de agente refrigerante líquido 350 ao receptor de pressão controlada 302. As válvulas 352 e 354 podem ser usadas para controlar o fluxo de agente refrigerante a partir da linha de retorno de agente refrigerante 350 até o receptor de pressão controlada 302 ou trocador de calor 201. Quando a válvula 354 for aberta, o agente refrigerante pode fluir no receptor de pressão controlada 302, sendo que o nível é monitorado pelo controle de nível 340, que pode ser isolado pelas válvulas 346. Quando a válvula 352 for aberta, o agente refrigerante pode fluir através da linha de alimentação de trocador de calor 358 e até o trocador de calor 301. O trocador de calor 301 pode ser usado como um evaporador 300' para ferver o agente refrigerante líquido até o agente refrigerante gasoso que pode ser retornado ao sistema de compressor através da linha de retorno de agente refrigerante gasoso 360 e controlado pela válvula de linha de retorno 362. No CES 300, é possível que o agente refrigerante contorne o receptor de pressão controlada 302 durante o descongelamento por gás quente. Deve-se notar que o CES 300 pode funcionar com outros métodos de descongelamento, incluindo descongelamento elétrico, descongelamento por água, descongelamento por ar, etc.

[068] Referindo-se agora às Figuras 5 e 6, mostram-se sistemas de evaporador e condensador de fluxo alternativos que podem ser referidos como sistemas de alimentação inundados.

[069] A Figura 5 mostra uma alimentação com um receptor de pressão controlada 402 no lado de sucção do trocador de calor 405 (pode ser referido como um evaporador 404 durante um ciclo de refrigeração e como um condensador 404' durante o descongelamento por gás quente). O agente refrigerante de gás quente pode ser in-

trozido através da linha de gás quente 406 ao trocador de calor 401 (pode ser referido como um condensador 400 durante um ciclo de refrigeração e como um evaporador 400' durante um descongelamento por gás quente), e o fluxo pode ser regulado pela válvula 408. À medida que o agente refrigerante é condensado no trocador de calor 401, o agente refrigerante condensado pode fluir através da linha de agente refrigerante condensado 410 e da válvula 412 (que pode conter uma bóia) ao trocador de calor 405. Deve-se notar que as válvulas 430 e 432 podem ser fechadas durante o ciclo de refrigeração. À medida que o agente refrigerante líquido inunda o trocador de calor 405, o agente refrigerante pode ser removido do trocador de calor 405 através da linha de alimentação de receptor de pressão controlada 436, e o fluxo ao receptor de pressão controlada 402 pode ser controlado pela válvula 438. Os agentes refrigerantes líquidos e gasosos podem ser separados dentro do receptor de pressão controlada 402. O nível de agente refrigerante líquido dentro do receptor de pressão controlada 402 pode ser monitorado por um monitor de nível 440, e pode ser isolado pelas válvulas 446. Se o nível de líquido ficar muito alto, as válvulas 408 e/ou 412 podem reduzir o fluxo de agente refrigerante ao trocador de calor 405. O agente refrigerante gasoso pode ser atraído para fora do receptor de pressão controlada 402 através da linha 420 (e o fluxo pode ser controlado pela válvula 422) e enviado à sala de máquinas onde o mesmo pode ser comprimido.

[070] Durante o descongelamento por gás quente, as válvulas 438, 412, e 408 podem ser fechadas, e a válvula 422 pode ser fechada ou usada para regular o fluxo. Introduz-se gás quente ao trocador de calor 405 através da linha de gás quente 406 e da linha de alimentação de gás quente 470 e da válvula de alimentação de gás quente 472. O agente refrigerante líquido que é condensado no trocador de calor 405 pode fluir a partir do trocador de calor 405 através da linha 474. A válvula 430 pode controlar o fluxo ao trocador de calor 401, e a válvula 432 pode controlar o fluxo ao receptor de pressão controlada 402. Durante o descongelamento por gás quente, o trocador de calor 401 pode ser usado como um evaporador para ferver o líquido em um gás a ser

retornado à sala de máquinas através da linha 480 e da válvula 482. Deve-se compreender que uma variação na disposição de tubulação pode ser proporcionada. O agente refrigerante pode fluir através da linha 474 e através da válvula 432 até o receptor de pressão controlada 402. O agente refrigerante líquido pode ser coletado no receptor de pressão controlada 402. Caso seja desejado, o agente refrigerante gasoso pode ser recuperado através da linha 420 e da válvula 422.

[071] Referindo-se agora à Figura 6, mostra-se um sistema de evaporador e condensador com um receptor de pressão controlada 502 encanado tanto no lado de sucção como no lado de líquido do trocador de calor 505. Durante a refrigeração, introduzir gás quente ao trocador de calor 501 através da linha de gás quente 506 e regulado pela válvula 508. O trocador de calor 501 pode ser referido como um condensador 500 durante um ciclo de refrigeração e como um evaporador 500' durante um ciclo de descongelamento por gás quente. À medida que o agente refrigerante é condensado, o mesmo é alimentado através da linha de alimentação de receptor de pressão controlada 510 e da válvula 512 (que pode conter uma bóia) ao receptor de pressão controlada 502. O líquido no receptor de pressão controlada 502 é inundado ao trocador de calor 505 através da linha de inundação 520 e da válvula de linha de inundação 522. O trocador de calor 505 pode ser referido como um evaporador 504 durante um ciclo de refrigeração, e como um condensador 504' durante um ciclo de descongelamento por gás quente. A válvula 526, na linha 524, pode ser fechada durante a refrigeração. Uma mistura de líquido e gás pode retornar ao receptor de pressão controlada 502 através da linha de retorno de agente refrigerante 530, e o fluxo pode ser controlado pela válvula 532. O líquido e o gás podem ser separados no receptor de pressão controlada 502, e o gás pode ser atraído através da linha 527 e da válvula 528 e enviado à sala de máquinas onde o mesmo pode ser comprimido.

[072] O nível de líquido dentro do receptor de pressão controlada 502 pode ser monitorado por um monitor de nível 540, e pode ser isolado pelas válvulas 546. Se o nível ficar muito alto, as válvulas 508 e/ou a válvula 512 podem ser fechadas ou o flu-

xo pode ser reduzido para regular um nível de líquido desejado no receptor de pressão controlada 502. Para aplicações de baixa temperatura (por exemplo, -40°C), pode ser desejável ter um receptor de pressão controlada adicional encanado entre o trocador de calor 501 e o receptor de pressão controlada 502 para proporcionar uma capacidade maior. Este receptor de pressão controlada poderia ser encanado à porção de pressão de sucção superior do sistema de refrigeração a fim de remover uma porção do calor do agente refrigerante líquido a partir do trocador de calor 501 antes de o líquido fluir ao receptor de pressão controlada 502. Isto facilitaria uma vantagem de eficiência.

[073] Durante o descongelamento por gás quente, as válvulas 532, 512, e 508 podem ser fechadas. Pode-se introduzir gás quente no trocador de calor 505 através da linha de gás quente 511 e da válvula 509. A partir do trocador de calor 505, o agente refrigerante líquido e gasoso de retorno pode fluir ao receptor de pressão controlada 502 através da linha de válvula 520 e da válvula 522. A válvula 522 se fechará se o nível no receptor de pressão controlada 502 ficar muito alto. Alternativamente, o agente refrigerante líquido e gasoso pode fluir através da linha 524 e da válvula 526 (que pode conter uma bóia) ao trocador de calor 501. O trocador de calor 501 pode ser usado como um evaporador para ferver o líquido de volta a um gás a ser retornado à sala de máquinas através da linha 532 e da válvula 234. Mostra-se uma válvula de alimentação opcional 550 que pode regular o agente refrigerante de retorno. Várias variações de tubulação estão disponíveis.

[074] Referindo-se agora à Figura 7, mostra-se um sistema de compressor evaporador alternativo que pode ser caracterizado como um sistema de alimentação pressurizado. Durante um ciclo de refrigeração, introduz-se gás quente ao trocador de calor 601 (o trocador de calor 601 pode ser referido como um condensador 600 durante um ciclo de refrigeração e como um evaporador 600' durante um descongelamento por gás quente) através da linha 606, e regulado através da válvula 608. À medida que o agente refrigerante é condensado, o agente refrigerante líquido é alimentado através

da linha 610 e da válvula 612 (que pode incluir uma bóia) para alimentar o agente refrigerante no receptor de pressão controlada 602. O nível no receptor de pressão controlada 602 pode ser monitorado por um monitor de nível 640, e pode ser isolado pelas válvulas 646.

[075] O agente refrigerante líquido pode se mover a partir do receptor de pressão controlada 602 até o evaporador 604 (o trocador de calor 605 pode ser referido como um evaporador 604 durante um ciclo de refrigeração e como um condensador 604' durante um descongelamento por gás quente) através do sistema de reservatório pressurizado 660. O sistema de reservatório pressurizado 660 pode ser proporcionado como um reservatório único ou como múltiplos reservatórios. Na Figura 7, múltiplos reservatórios são mostrados como um primeiro reservatório 661 e um segundo reservatório 662. O agente refrigerante líquido pode fluir a partir do CPR 602 através da linha de agente refrigerante líquido 663 e da primeira válvula 680 no primeiro reservatório 661. Uma vez que o primeiro reservatório 661 estiver suficientemente cheio, gás quente através da linha de gás quente 606 e da válvula 666 pressuriza o primeiro reservatório 661 de modo que o agente refrigerante flua no evaporador 604. Um solenóide opcional 670 é mostrado, e seria aberto quando o solenóide 666 for aberto para transferir líquido. Embora o agente refrigerante flua a partir do primeiro reservatório 661 no evaporador 604, o agente refrigerante proveniente do CPR 602 flui através da linha 663 e da válvula 681 no segundo reservatório 662. Uma vez que o segundo reservatório 662 estiver suficientemente cheio, o segundo reservatório 662 é pressurizado pelo gás quente através da linha de gás quente 606, 708, e 709, e da válvula 667 para empurrar o agente refrigerante para fora do segundo reservatório 662 e no evaporador 604. Um solenóide opcional 671 é mostrado, e seria aberto quando o solenóide 667 for aberto para transferir líquido. Os dois reservatórios 661 e 662 podem se alterar entre preencher e alimentar o evaporador 604. Podem-se utilizar mais de dois reservatórios, caso seja desejado.

[076] A linha 672 pode retratar um dispositivo de medição para regular o fluxo,

caso seja desejado. As válvulas 682 e 683 podem ser usadas para equalizar a pressão entre o primeiro e o segundo reservatórios 661 e 662, permitindo, assim, que o líquido seja drenado por gravidade a partir do primeiro receptor de pressão controlada 602 até o primeiro e o segundo reservatórios 661 e 662. As válvulas 680 e 681 podem controlar o fluxo de agente refrigerante a partir do receptor de pressão controlada 602 até o primeiro e o segundo reservatórios 661 e 662. Pode-se eliminar parte da tubulação utilizando-se uma combinação de válvulas, tais como válvulas de três vias.

[077] O agente refrigerante de retorno é encanado de volta ao primeiro receptor de pressão controlada 602 através da linha 690 ao longo da válvula 692 onde o gás e o líquido são separados. O gás é atraído através da linha 620 e da válvula 622 e volta para a sala de máquinas onde o mesmo pode ser comprimido.

[078] Durante o descongelamento por gás quente, introduz-se gás quente ao trocador de calor 605 através da linha 708 e da válvula 710. O gás quente e o líquido de retorno podem ser retornados através da linha 720 e da válvula solenóide 721 (que pode conter uma bóia). As válvulas 730 e 732 estão disponíveis para transferir este retorno ao primeiro receptor de pressão controlada 602 ou ao trocador de calor 601, que será usado como um evaporador para ferver o líquido de volta em um gás a ser retornado à sala de máquinas através da linha 632, e da válvula 634. Existem variações de tubulação dependendo da preferência do projetista, no entanto, a premissa básica permanece conforme descrito.

[079] O relatório descritivo anterior proporciona uma descrição completa da fabricação e uso da invenção. Visto que muitas modalidades da invenção podem ser feitas sem divergir do espírito e escopo da invenção, a invenção reside nas reivindicações em anexo a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema evaporador e condensador **CARACTERIZADO** por compreender:
 - (a) um condensador construído para condensar um refrigerante gasoso fornecido em uma pressão de condensação;
 - (b) uma linha de alimentação de refrigerante gasoso para alimentar o refrigerante gasoso ao condensador;
 - (c) um receptor de pressão controlada para manter o refrigerante líquido;
 - (d) uma primeira linha de alimentação de refrigerante líquido para transportar o refrigerante líquido a partir do condensador ao receptor de pressão controlada;
 - (e) um evaporador para evaporar o refrigerante líquido; e
 - (f) uma segunda linha de alimentação de refrigerante líquido para transportar o refrigerante líquido a partir do receptor de pressão controlada ao evaporador, em que o sistema evaporador e condensador é construído de modo que o condensador e o evaporador sejam equilibrados durante um ciclo de refrigeração, e em que o sistema evaporador e condensador é construído para operar em um ciclo de refrigeração e em um ciclo de descongelamento
2. Sistema de evaporador e condensador, de acordo com reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sistema evaporador e condensador é construído para operar em um ciclo de descongelamento em que o refrigerante gasoso fornecido em uma pressão de condensação é alimentado ao evaporador.
3. Sistema evaporador e condensador, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sistema evaporador e condensador é construído para operar em um ciclo de descongelamento em que o refrigerante líquido do evaporador é alimentado ao condensador para evaporação.
4. Sistema evaporador e condensador, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sistema evaporador e condensador contém refrigerante de amônia.
5. Sistema evaporador e condensador, de acordo com a reivindicação 1,

CARACTERIZADO pelo fato de que o condensador compreende um trocador de calor de placa e moldura.

6. Sistema evaporador e condensador, de acordo com a reivindicação 1,

CARACTERIZADO por compreender adicionalmente:

(a) uma linha de sucção de refrigerante gasoso para transportar o refrigerante gasoso a partir do evaporador.

7. Sistema evaporador e condensador, de acordo com a reivindicação 1,

CARACTERIZADO por compreender adicionalmente:

(a) uma segunda linha de refrigerante gasoso para transportar o refrigerante gasoso ao evaporador durante o ciclo de descongelamento.

8. Sistema evaporador e condensador, de acordo com a reivindicação 1,

CARACTERIZADO por compreender adicionalmente:

(a) uma segunda linha de sucção de refrigerante gasoso para transportar o refrigerante gasoso a partir do condensador durante o ciclo de descongelamento.

9. Sistema evaporador e condensador, de acordo com a reivindicação 1,

CARACTERIZADO por compreender adicionalmente:

(a) uma terceira linha de refrigerante líquido para transportar o refrigerante líquido a partir do evaporador ao receptor de pressão controlada durante o ciclo de descongelamento.

10. Sistema evaporador e condensador, de acordo com a reivindicação 1,

CARACTERIZADO por compreender adicionalmente:

(a) uma quarta linha de refrigerante líquido para transportar o refrigerante líquido a partir do receptor de pressão controlada ao condensador durante o ciclo de descongelamento.

11. Sistema evaporador e condensador, **CARACTERIZADO** por compreender:

der:

(a) um condensador construído para condensar um refrigerante gasoso fornecido em uma pressão de condensação; em que o condensador compreende um troca-

dor de calor de placa e moldura;

(b) uma linha de alimentação de refrigerante gasoso para alimentar o refrigerante gasoso ao condensador;

(c) um receptor de pressão controlada para manter o refrigerante líquido;

(d) uma primeira linha de alimentação de refrigerante líquido para transportar o refrigerante líquido a partir do condensador ao receptor de pressão controlada;

(e) um evaporador para evaporar o refrigerante líquido; e

(f) uma segunda linha de alimentação de refrigerante líquido para transportar o refrigerante líquido a partir do receptor de pressão controlada ao evaporador;

(g) uma linha de refrigerante para transportar o refrigerante a partir do evaporador ao receptor de pressão controlada; e

(h) uma linha de sucção de refrigerante gasoso para transportar o refrigerante gasoso a partir do receptor de pressão controlada.

12. Sistema evaporador e condensador, **CARACTERIZADO** por compreender:

(a) um condensador construído para condensar um refrigerante gasoso fornecido em uma pressão de condensação;

(b) uma linha de alimentação de refrigerante gasoso para alimentar o refrigerante gasoso ao condensador;

(c) um receptor de pressão controlada para manter o refrigerante;

(d) um evaporador para evaporar o líquido refrigerante;

(e) uma primeira linha de alimentação de refrigerante líquido para transportar o refrigerante líquido a partir do condensador ao evaporador; e

(f) uma linha de alimentação de refrigerante para transportar o refrigerante a partir do evaporador ao receptor de pressão controlada;

(g) uma segunda linha de alimentação de refrigerante líquido para transportar o refrigerante líquido a partir do receptor de pressão controlada ao evaporador; e

(h) uma linha de sucção de refrigerante gasoso para recuperar o refrigerante

gasoso a partir do receptor de pressão controlada.

13. Sistema evaporador e condensador, de acordo com a reivindicação 1,

CARACTERIZADO por:

o condensador construído para condensar o refrigerante gasoso compreender um trocador de calor tipo "*plate and praying*".

14. Método de operação de um sistema evaporador e condensador, o método

CARACTERIZADO por compreender:

(a) operar o sistema evaporador e condensador em um ciclo de refrigeração que compreende:

(i) alimentar o refrigerante gasoso em uma pressão de condensação a um condensador e condensar o refrigerante gasoso para refrigerante líquido;

(ii) armazenar o refrigerante líquido em um receptor de pressão controlada;

(iii) evaporar o refrigerante líquido a partir do receptor de pressão controlada em um evaporador;

(b) operar o sistema evaporador e condensador em um ciclo de descongelamento que compreende;

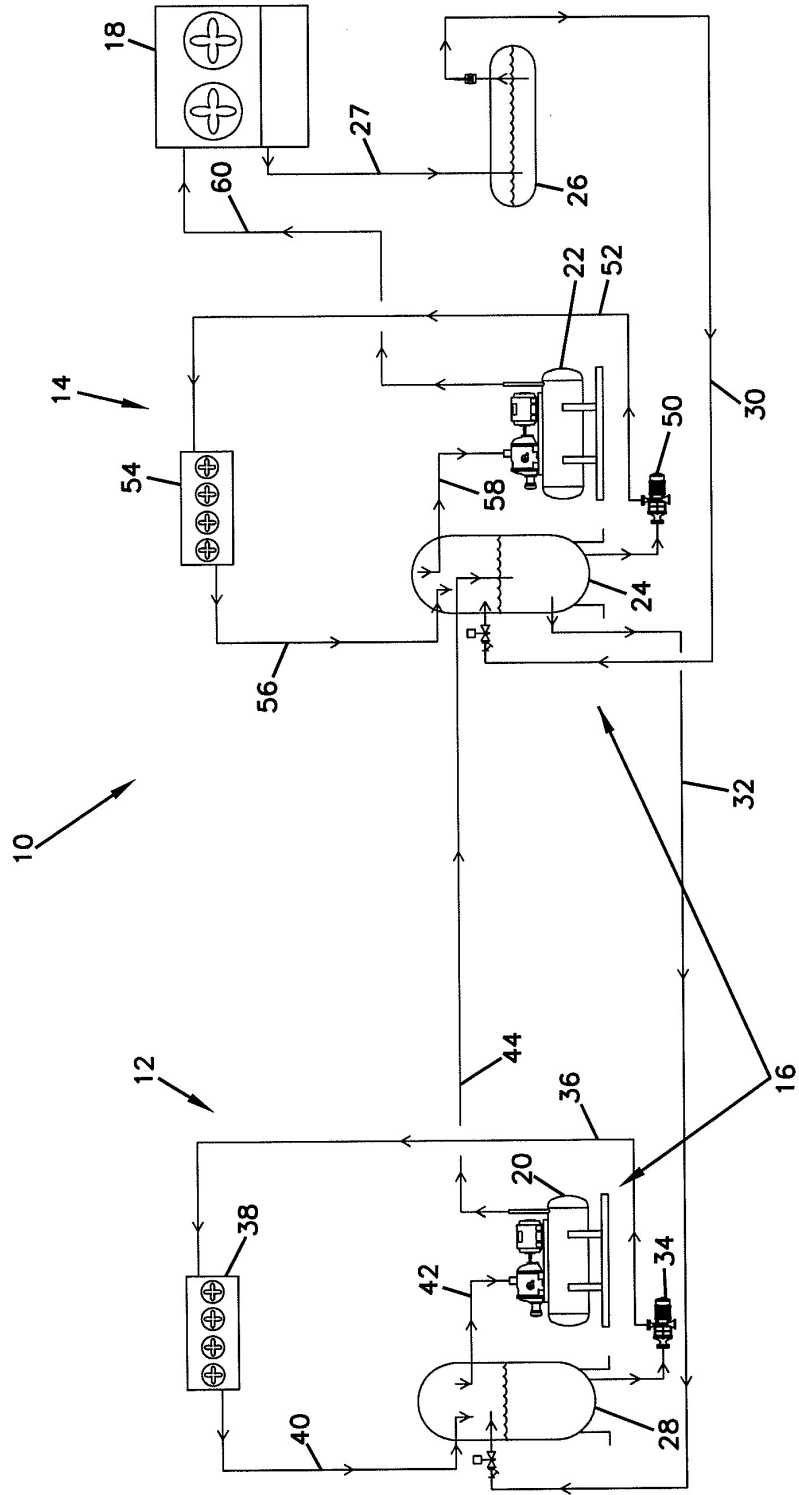
(i) alimentar o refrigerante gasoso em uma pressão de condensação ao evaporador e condensar o refrigerante gasoso para um refrigerante líquido;

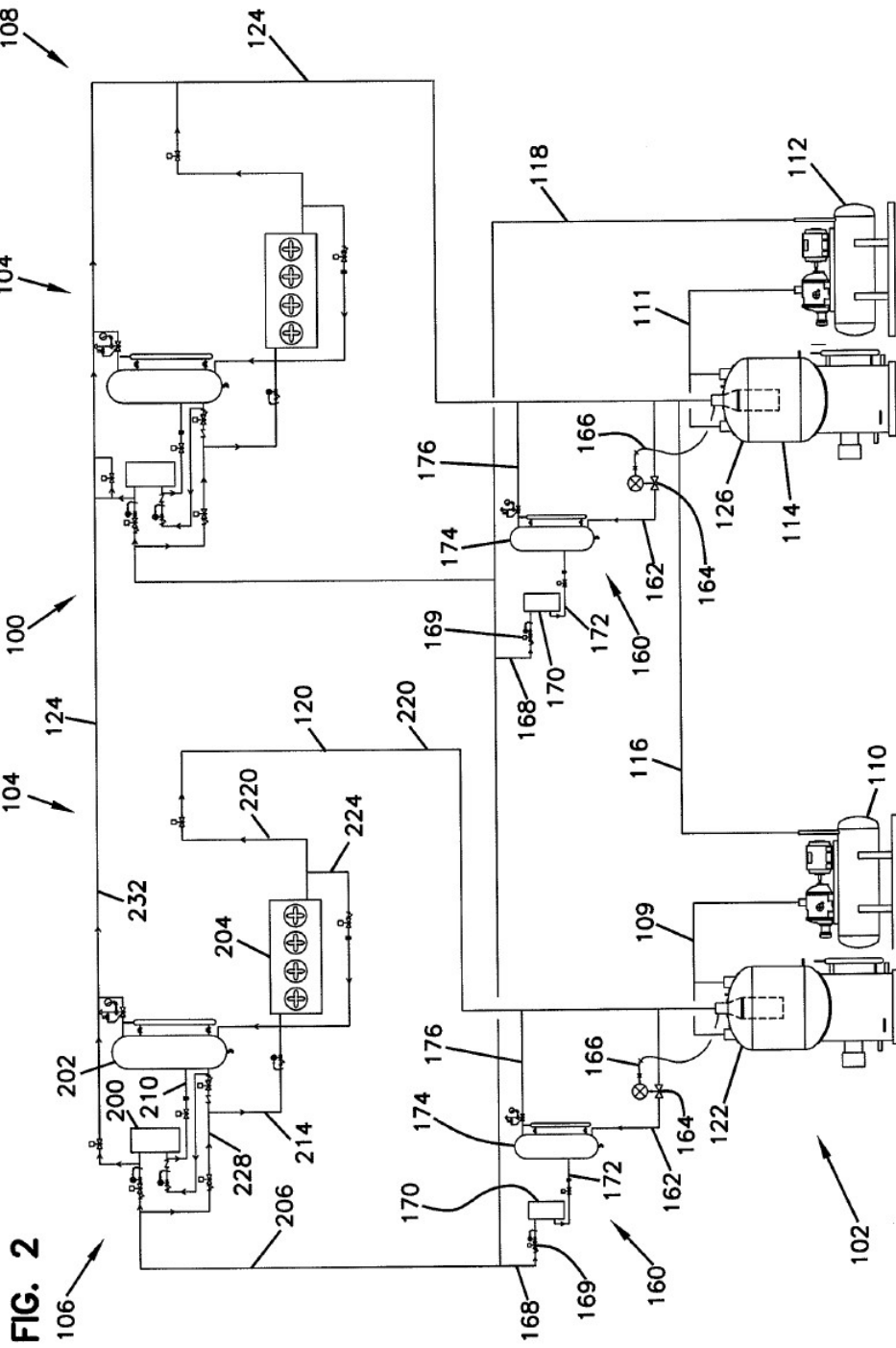
(ii) armazenar o refrigerante líquido no receptor de pressão controlada; e

(iii) evaporar o refrigerante líquido a partir do receptor de pressão controlada em um condensador;

(c) em que a operação do sistema evaporador e condensador em um ciclo de refrigeração e a operação do sistema evaporador e condensador em um ciclo de descongelamento não ocorrem ao mesmo tempo.

FIG. 1





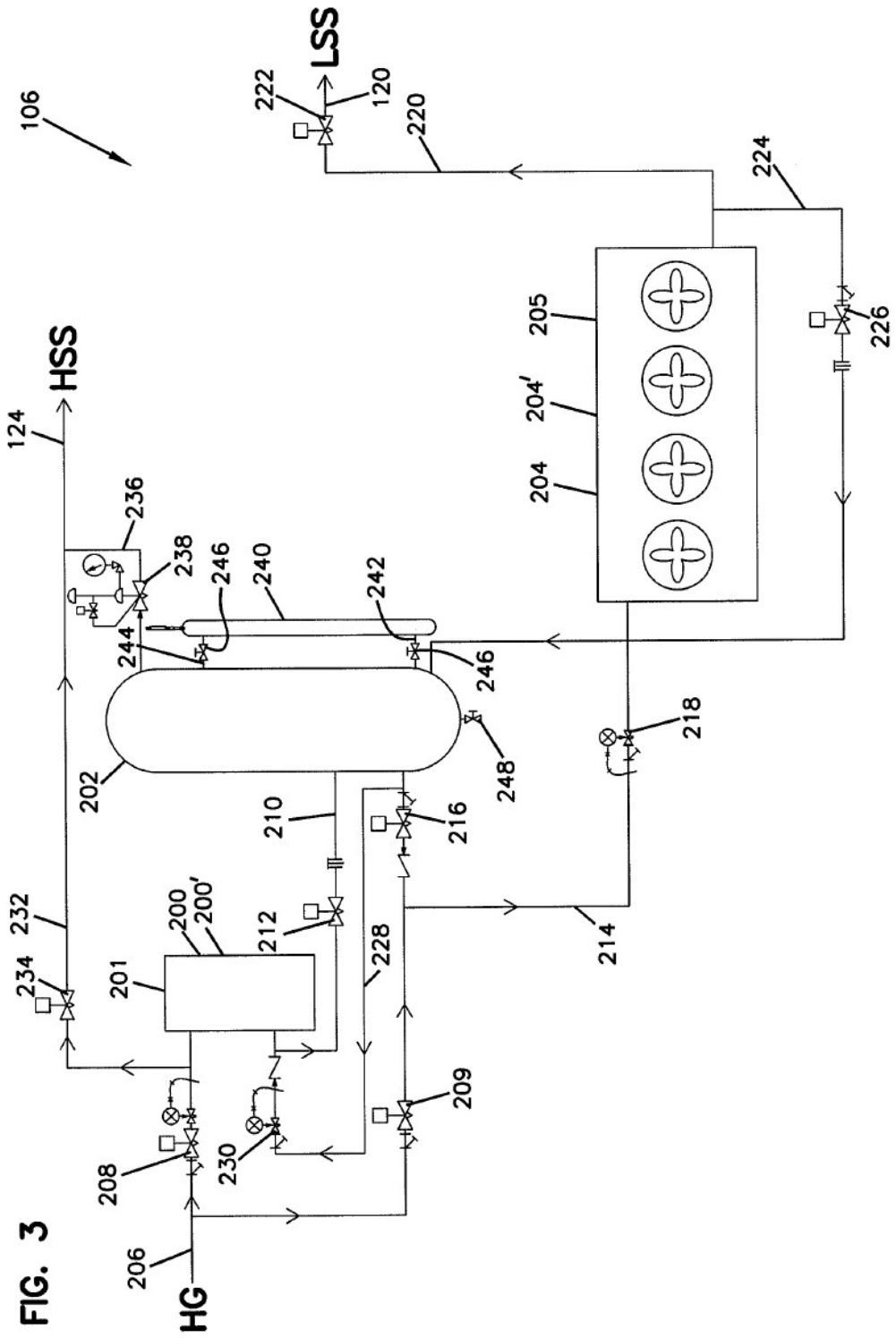


FIG. 3

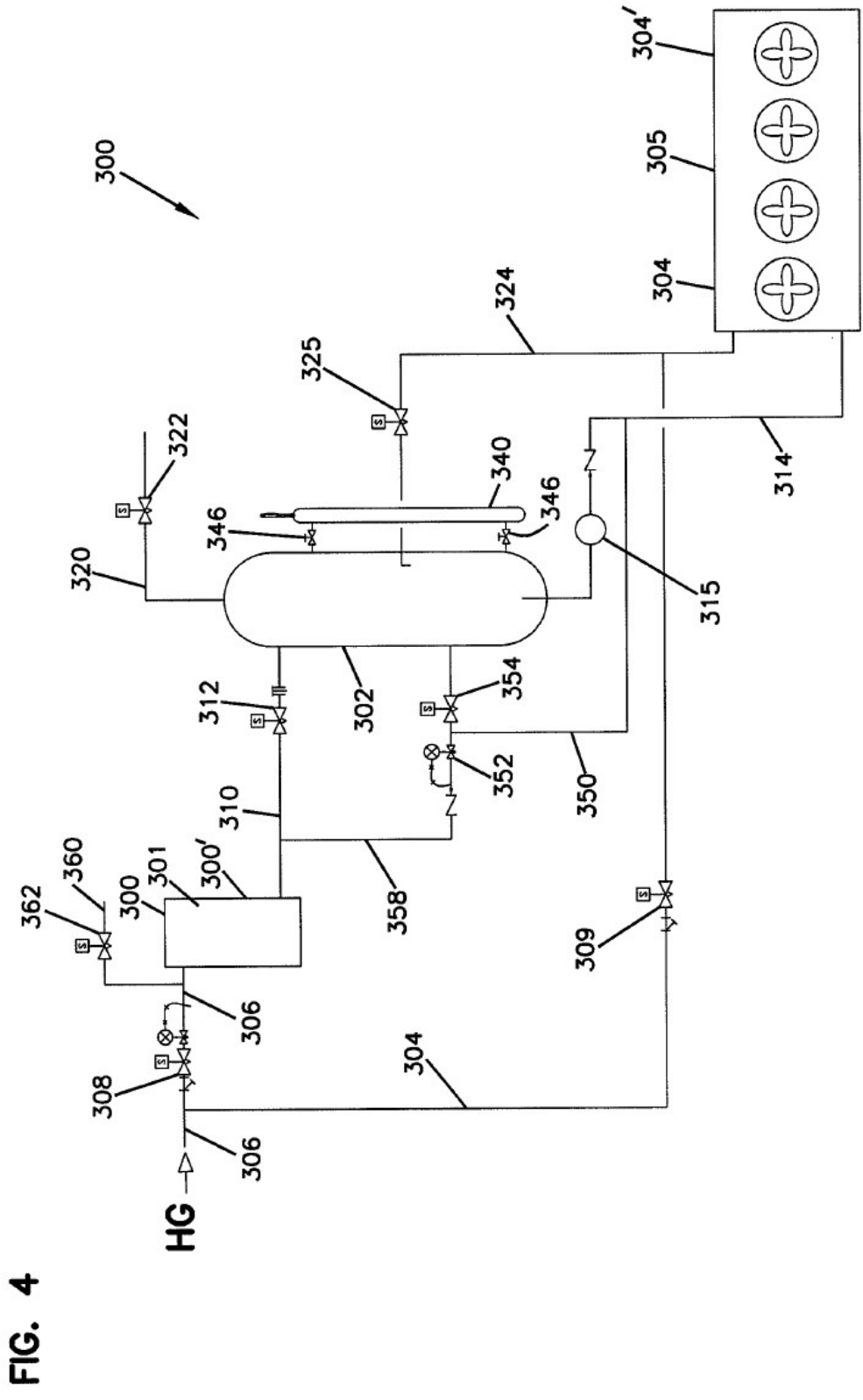


FIG. 4

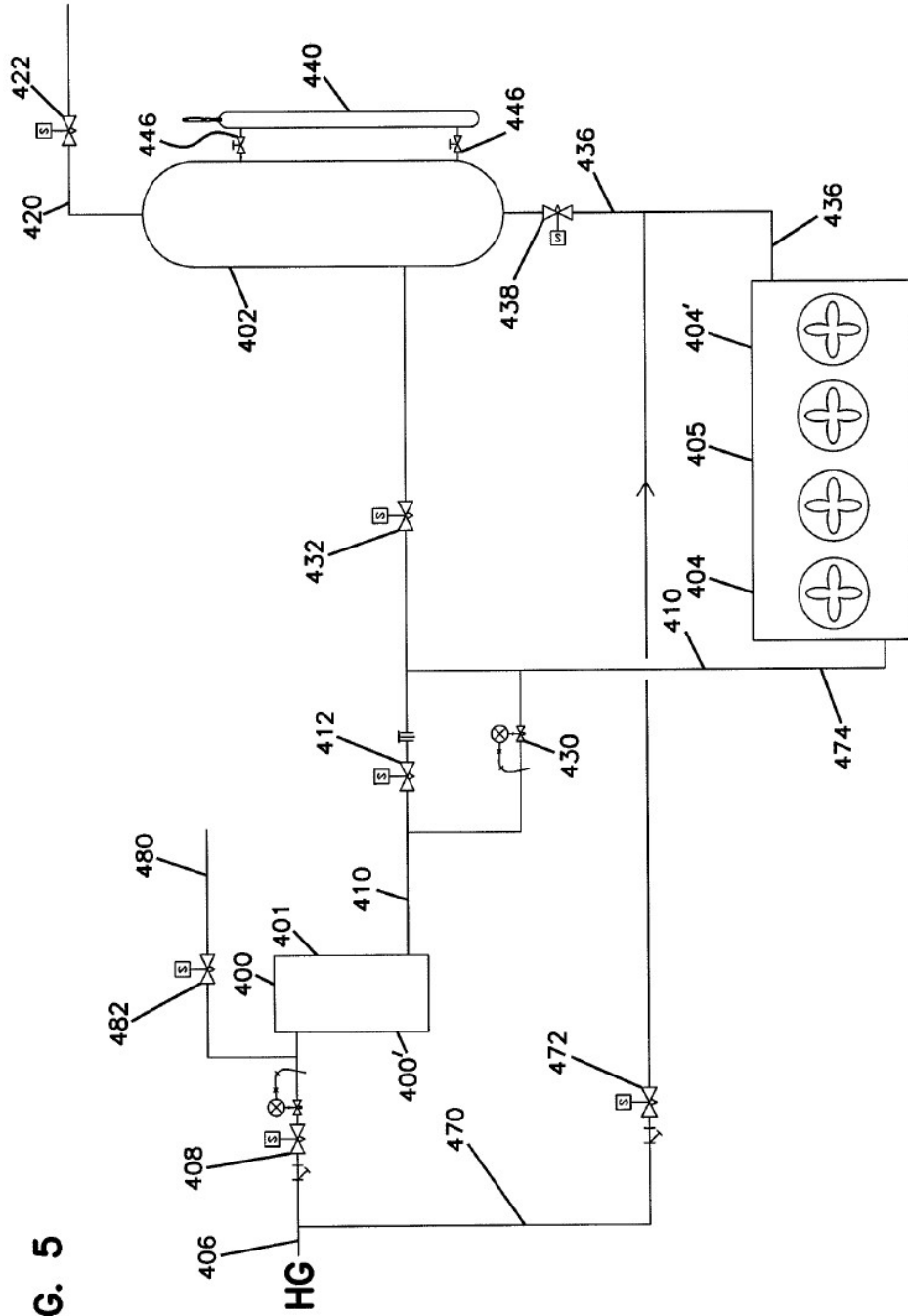


FIG. 5

