



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) PI 0715652-9 A2



* B R P I 0 7 1 5 6 5 2 9 A 2 *

(22) Data de Depósito: 17/08/2007

(43) Data da Publicação: 02/07/2013
(RPI 2217)

(51) Int.Cl.:

B64D 13/00

B64D 13/06

(54) Título: SISTEMA DE RESFRIAMENTO PARA RESFRIAR CARGAS TÉRMICAS A BORDO DE UMA AERONAVE, E, MÉTODO PARA OPERAR UM SISTEMA DE RESFRIAMENTO PARA RESFRIAR CARGAS TÉRMICAS A BORDO DE UMA AERONAVE

(30) Prioridade Unionista: 28/08/2006 DE 10 2006 040 191.3,
28/08/2006 US 60/840551

(73) Titular(es): Airbus Deustschland GmbH

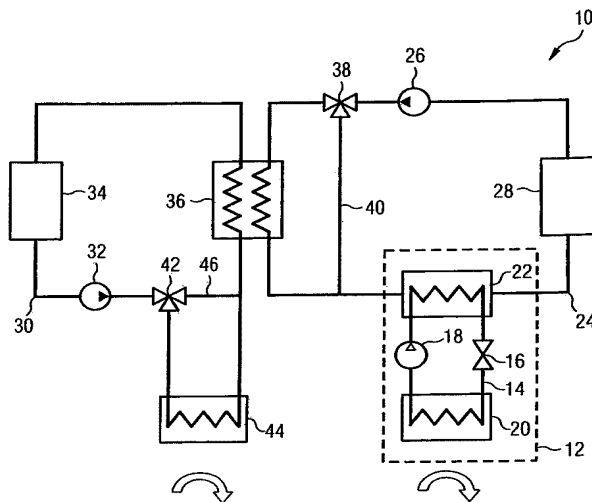
(72) Inventor(es): Andreas Frey , Dirk Kastell, Wilson Willy Casas Noriega, Wolfgang Ebigt

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007007295 de
17/08/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/025462de
06/03/2008

(57) Resumo: SISTEMA DE RESFRIAMENTO PARA RESFRIAR CARGAS TÉRMICAS A BORDO DE UMA AERONAVE, E, MÉTODO PARA OPERAR UM SISTEMA DE RESFRIAMENTO PARA RESFRIAR CARGAS TÉRMICAS A BORDO DE UMA AERONAVE. É descrito um sistema de resfriamento (10) para resfriar cargas térmicas (28, 34) a bordo de uma aeronave que compreende um dispositivo de produção de frio (12), um primeiro circuito de fluido portador de frio (24), que é termicamente acoplado no dispositivo de produção de frio (12) e é conectado a uma primeira carga térmica (28) a fim de levar calor da primeira carga térmica (28), e um segundo circuito de fluido portador de frio (30), que é conectado a uma segunda carga térmica (34) a fim de levar calor da segunda carga térmica. Um sistema de acoplamento do sistema de resfriamento (10) é adaptado para seletivamente acoplar termicamente o primeiro circuito de fluido portador de frio (24) no segundo circuito de fluido portador de frio (30), ou desacoplá-lo termicamente do segundo circuito de fluido portador de frio (30). Em um método para operar um sistema de resfriamento como este (10) para resfriar cargas térmicas (28, 34) a bordo de uma aeronave, o primeiro circuito de fluido portador de frio (24) é seletivamente acoplado termicamente no segundo circuito de fluido portador de frio (30) ou termicamente desacoplado do segundo circuito de fluido portador de frio (30) por meio do sistema de acoplamento.



“SISTEMA DE RESFRIAMENTO PARA RESFRIAR CARGAS TÉRMICAS A BORDO DE UMA AERONAVE, E, MÉTODO PARA OPERAR UM SISTEMA DE RESFRIAMENTO PARA RESFRIAR CARGAS TÉRMICAS A BORDO DE UMA AERONAVE”

5 A invenção diz respeito a um sistema de resfriamento para resfriar cargas térmicas a bordo de uma aeronave, que compreende um dispositivo de produção de frio, um primeiro circuito de fluido portador de frio, que é termicamente acoplado no dispositivo de produção de frio e é conectado a uma primeira carga térmica a fim de levar calor da primeira carga
10 térmica, e um segundo circuito de fluido portador de frio, que é conectado a uma segunda carga térmica a fim de levar calor da segunda carga térmica. Além disso, a invenção diz respeito a um método para operar um sistema de resfriamento como este.

 Um sistema de resfriamento conhecido adequado para uso a
15 bordo de uma aeronave compreende um dispositivo de produção de frio central que é termicamente acoplado a um circuito de fluido portador de frio a fim de levar calor de uma pluralidade de cargas térmicas conectadas em paralelo no circuito de fluido portador de frio. As cargas térmicas podem estar a diferentes níveis de temperatura, dependendo do estado operacional, de
20 forma que a transmissão de calor das cargas térmicas para o circuito de fluido portador de frio tem que ocorrer a diferentes níveis de temperatura. A fim de garantir o devido funcionamento de todo o sistema, o nível de temperatura operacional do dispositivo de produção de frio, portanto, tem que ser sempre selecionado de maneira tal que cargas térmicas que estão a um baixo nível de
25 temperatura também sejam suficientemente resfriadas. Conseqüentemente, o dispositivo de produção de frio tem que ser operado a um baixo nível de temperatura operacional energeticamente desfavorável e, portanto, a uma eficiência relativamente baixa.

 Um sistema de resfriamento conhecido adicional para resfriar

cargas térmicas a bordo de uma aeronave compreende um primeiro circuito de fluido portador de frio, que leva calor das cargas térmicas que estão a um baixo nível de temperatura para um dispositivo de produção de frio. O dispositivo de produção de frio transmite o calor, levado pelo primeiro

5 circuito de fluido portador de frio, para um segundo circuito de fluido portador de frio, que serve para levar calor de cargas térmicas que estão a um nível de temperatura relativamente alto. Um trocador de calor, que leva para os arredores o calor a ser levado de todo o sistema, fica arranjado no segundo circuito de fluido portador de frio. A fim de garantir o devido funcionamento

10 de todo o sistema igualmente a altas temperaturas, o segundo circuito de fluido portador de frio tem que ser mantido a um nível de temperatura relativamente alto. Por este motivo, é necessário operar o dispositivo de produção de frio a um nível de temperatura operacional energeticamente alto

15 desfavorável no lado que libera calor e assim a uma eficiência relativamente baixa. Por causa de uma limitação técnica da máxima temperatura operacional do dispositivo de produção de frio e de cargas térmicas adicionais acopladas no segundo circuito de fluido portador de frio, a devida operação de todo o sistema a temperaturas ambientes muito altas não pode mais ser garantida.

A invenção está voltada para o objetivo de prover um sistema

20 de resfriamento para resfriar cargas térmicas a bordo de uma aeronave, que permite que cargas térmicas a diferentes níveis de temperatura sejam resfriadas de uma maneira eficiente em termos de energia.

Para atingir o objetivo supramencionado, um sistema de resfriamento de acordo com a invenção para resfriar cargas térmicas a bordo

25 de uma aeronave que inclui um dispositivo de produção de frio, um primeiro circuito de fluido portador de frio, que é termicamente acoplado no dispositivo de produção de frio e é conectado a uma primeira carga térmica a fim de levar calor da primeira carga térmica, e um segundo circuito de fluido portador de frio, que é conectado a uma segunda carga térmica a fim de levar

calor da segunda carga térmica, compreende um sistema de acoplamento que é adaptado para seletivamente acoplar termicamente o primeiro circuito de fluido portador de frio no segundo circuito de fluido portador de frio, ou desacoplá-lo termicamente do segundo circuito de fluido portador de frio. Em
5 outras palavras, no caso do sistema de resfriamento de acordo com a invenção, o sistema de acoplamento serve, de acordo com a exigência, para fazer ou interromper conexão térmica entre o primeiro e segundo circuitos de fluido portador de frio.

No caso do sistema de resfriamento de acordo com a invenção,
10 que permite acoplamento ou desacoplamento térmico seletivo do primeiro e segundo circuitos de fluido portador de frio, é possível, a altas temperaturas ambientes, usar o dispositivo de produção de frio acoplado no primeiro circuito de fluido portador de frio também para resfriar o segundo circuito de fluido portador de frio. Isto é particularmente vantajoso quando não é possível
15 levar calor suficiente do segundo circuito de fluido portador de frio para os arredores por causa das altas temperaturas ambientes. Ao contrário, a temperaturas ambientes médias, com o desacoplamento do primeiro e segundo circuitos de fluido portador de frio, somente a primeira carga térmica conectada no primeiro circuito de fluido portador de frio pode ser resfriada
20 por meio do dispositivo de produção de frio. Ao contrário, a segunda carga térmica conectada no segundo circuito de fluido portador de frio pode ser resfriado, por exemplo, levando o calor para os arredores. A baixas temperaturas ambientes, finalmente, pelo acoplamento do primeiro e segundo circuitos de fluido portador de frio, o segundo circuito de fluido portador de
25 frio pode ser usado para resfriar o primeiro circuito de fluido portador de frio. Em decorrência disto, o dispositivo de produção de frio conectado no primeiro circuito de fluido portador de frio pode ser desligado ou pelo menos aliviado. Um aumento na eficiência de energia com temperaturas ambientes decrescentes é assim obtido para todo o sistema de acordo com a invenção.

Além disso, mesmo a temperaturas ambientes muito altas, a função de resfriamento é garantida para ambos os circuitos de fluido portador de frio.

Uma máquina de resfriamento de processo de vapor a frio pode ser empregada como o dispositivo de produção de frio no sistema de resfriamento de acordo com a invenção. Um aparelho como este normalmente compreende um circuito do meio de resfriamento, no qual uma válvula de expansão e um compressor são arrançados. O dispositivo de produção de frio preferivelmente compreende um condensador, que fica arrançado no circuito do meio de resfriamento e serve para levar calor para os arredores. Para acoplamento térmico do dispositivo de produção de frio no primeiro circuito de fluido portador de frio, o dispositivo de produção de frio preferivelmente tem um evaporador, que é conectado no primeiro circuito de fluido portador de frio. A título de exemplo, o fluido portador de frio que escoar através do primeiro circuito de fluido portador de frio é levado através do evaporador do dispositivo de produção de frio a fim de levar calor do primeiro circuito de fluido portador de frio e assim da primeira carga térmica.

Um líquido portador de frio é preferivelmente empregado como o fluido portador de frio no sistema de resfriamento de acordo com a invenção. Como uma alternativa para isto, entretanto, o uso de um fluido portador de frio bifásico ou de um fluido portador de frio gasoso é também concebível. Para circular o fluido portador de frio através do primeiro circuito de fluido portador de frio, um dispositivo de transferência projetado, por exemplo, na forma de uma bomba, pode ser arrançado no primeiro circuito de fluido portador de frio. O fluido portador de frio que escoar através do segundo circuito de fluido portador de frio é preferivelmente da mesma forma circulado por meio de um dispositivo de transferência projetado, por exemplo, na forma de uma bomba.

Em uma modalidade preferida do sistema de resfriamento de acordo com a invenção, o sistema de acoplamento compreende uma primeira

válvula, que fica arranjada no primeiro circuito de fluido portador de frio. A primeira válvula é preferivelmente adaptada para levar seletivamente fluido portador de frio, que escoar através do primeiro circuito de fluido portador de frio, através de uma primeira linha de desvio ou colocá-lo em contato térmico com o fluido portador de frio que escoar através do segundo circuito de fluido portador de frio. Como uma alternativa a isto, o sistema de acoplamento pode também compreender uma primeira válvula, que fica arranjada no segundo circuito de fluido portador de frio e é adaptada para conduzir seletivamente fluido portador de frio, que escoar através do segundo circuito de fluido portador de frio, através de uma primeira linha de desvio ou colocá-lo em contato térmico com o fluido portador de frio que escoar através do primeiro circuito de fluido portador de frio.

A primeira válvula, que fica arranjada no primeiro ou segundo circuito de fluido portador de frio, é preferivelmente projetada na forma de uma válvula de três direções, de forma que ela possa também levar o fluido portador de frio, que escoar através do primeiro ou segundo circuito de fluido portador de frio, parcialmente através da primeira linha de desvio e colocá-lo parcialmente em contato térmico com o fluido portador de frio que escoar através do respectivo outro circuito de fluido portador de frio. Além disso, a primeira válvula preferivelmente tem uma seção transversal de fluxo variável, de forma que uma proporção de fluxo volumétrico, conduzido através da primeira linha de desvio, do fluido portador de frio que escoar através do primeiro ou segundo circuito de fluido portador de frio e uma proporção de fluxo volumétrico do segundo fluido portador de frio que escoar através do primeiro ou segundo circuito de fluido portador de frio e posto em contato térmico com o fluido portador de frio no respectivo outro circuito de fluido portador de frio possa ser controlado da maneira desejada.

O sistema de acoplamento do sistema de resfriamento de acordo com a invenção preferivelmente compreende adicionalmente um

primeiro trocador de calor, que é conectado no segundo circuito de fluido portador de frio e é seletivamente conectável ou separável do primeiro circuito de fluido portador de frio pela primeira válvula. Como uma alternativa a isto, o sistema de acoplamento do sistema de resfriamento de acordo com a invenção pode também compreender um primeiro trocador de calor, que é conectado no primeiro circuito de fluido portador de frio e é seletivamente conectável ou separável do segundo circuito de fluido portador de frio pela primeira válvula.

O primeiro trocador de calor produz um acoplamento térmico indireto entre primeiro e segundo circuitos de fluido portador de frio. Um arranjo como este possibilita, por exemplo, operar o primeiro e segundo circuitos de fluido portador de frio com diferentes fluidos portadores de frio, se necessário. Além disso, o primeiro e segundo circuitos de fluido portador de frio são hidraulicamente desacoplados um do outro, que garante maior confiabilidade no evento de vazamento em um do circuito de fluido portador de frio, por causa da disponibilidade do outro circuito de fluido portador de frio independentemente deste.

Em uma modalidade alternativa do sistema de resfriamento de acordo com a invenção, o primeiro trocador de calor para produzir um acoplamento térmico entre o primeiro e segundo circuitos de fluido portador de frio é eliminado. Em vez disso, o sistema de acoplamento na modalidade alternativa do sistema de resfriamento de acordo com a invenção tem uma primeira linha de conexão, que é conectada na primeira válvula, e uma segunda linha de conexão, que é conectada a uma segunda válvula. Por meio da primeira e segunda linhas de conexão, que podem ser seletivamente liberadas ou interrompidas pela primeira e segunda válvulas, respectivamente, o primeiro e segundo circuitos de fluido portador de frio podem ser conectados um no outro. Desta maneira, um acoplamento direto do primeiro e segundo circuitos de fluido portador de frio torna-se possível, de forma que o

primeiro e segundo circuitos de fluido portador de frio possam ser conectados para formar um único circuito de fluido portador de frio.

Comparado com um sistema de acoplamento compreendendo um primeiro trocador de calor, um sistema de acoplamento compreendendo
5 somente uma primeira e segunda linha de conexão e uma primeira e segunda válvula tem uma construção simples e leve, de forma que é possível uma redução de peso, comparado com o sistema de acoplamento compreendendo um primeiro trocador de calor. Um sistema de acoplamento que realiza um acoplamento hidráulico direto do primeiro e segundo circuitos de fluido
10 portador de frio, entretanto, pode ser empregado somente quando o primeiro e segundo circuitos de fluido portador de frio são operados com o mesmo fluido portador de frio.

A primeira e segunda válvulas são preferivelmente projetadas na forma de válvulas de três vias com uma seção transversal de fluxo variável.
15 O fluido portador de frio que escoar através do primeiro circuito de fluido portador de frio pode então ser conduzido, por exemplo, parcialmente por meio da primeira linha de desvio e parcialmente por meio da primeira linha de conexão para o segundo circuito de fluido portador de frio, os fluxos volumétricos respectivamente conduzidos para a primeira linha de desvio e o
20 segundo circuito de fluido portador de frio sendo ajustável de uma maneira específica.

Uma terceira válvula é preferivelmente arranjada no segundo circuito de fluido portador de frio e é adaptada para conduzir fluido portador de frio, que escoar através do segundo circuito de fluido portador de frio, seletivamente através de um segundo trocador de calor e/ou uma segunda
25 linha de desvio. A terceira válvula é preferivelmente projetada similarmente na forma de uma válvula de três vias com uma seção transversal de fluxo variável, de forma que o fluido portador de frio que escoar através do segundo circuito de fluido portador de frio possa também ser conduzida parcialmente

através do segundo trocador de calor e parcialmente através da segunda linha de desvio. O segundo trocador de calor é preferivelmente adaptado para levar calor do segundo circuito de fluido portador de frio para os arredores. A terceira válvula é portanto preferivelmente controlada na dependência da temperatura ambiente e na dependência da quantidade de calor produzido pela carga térmica arranjada no segundo circuito de fluido portador de frio.

No caso de um método de acordo com a invenção para operar um sistema de resfriamento supradescrito para resfriar cargas térmicas a bordo de uma aeronave, o primeiro circuito de fluido portador de frio é seletivamente acoplado termicamente no segundo circuito de fluido portador de frio ou termicamente desacoplado do segundo circuito de fluido portador de frio por meio do sistema de acoplamento.

Preferivelmente, o fluido portador de frio que escoar através do primeiro ou segundo circuito de fluido portador de frio é seletivamente conduzido através de uma primeira linha de desvio ou colocado em contato térmico com o fluido portador de frio que escoar através do primeiro ou segundo circuito de fluido portador de frio por meio de uma primeira válvula, que fica arranjada no primeiro ou segundo circuito de fluido portador de frio.

Um primeiro trocador de calor, que é conectado no primeiro ou segundo circuito de fluido portador de frio, é seletivamente conectado ou separado do primeiro ou segundo circuito de fluido portador de frio pela primeira válvula.

Como uma alternativa a isto, o primeiro circuito de fluido portador de frio pode também ser seletivamente conectado ou separado do segundo circuito de fluido portador de frio pela primeira válvula, que é conectada a uma primeira linha de conexão, e uma segunda válvula, que é conectada a uma segunda linha de conexão.

Em uma modalidade preferida do método de acordo com a invenção para operar um sistema de resfriamento para resfriar cargas térmicas

a bordo de uma aeronave, o fluido portador de frio que escoar através do segundo circuito de fluido portador de frio é seletivamente conduzido através de um segundo trocador de calor e/ou uma segunda linha de desvio por meio de uma terceira válvula, que fica arranjada no segundo circuito de fluido portador de frio.

Duas modalidades exemplares preferidas de um sistema de resfriamento de acordo com a invenção para resfriar cargas térmicas a bordo de uma aeronave são agora explicados com mais detalhes com referência aos desenhos esquemáticos anexos, dos quais:

A figura 1 mostra uma primeira modalidade de um sistema de resfriamento de acordo com a invenção; e

A figura 2 mostra uma segunda modalidade de um sistema de resfriamento de acordo com a invenção.

A figura 1 mostra uma primeira modalidade exemplar de um sistema de resfriamento adequado para uso a bordo de uma aeronave. O sistema de resfriamento compreende um dispositivo de produção de frio 12, que é projetado na forma de uma máquina de resfriamento de processo de vapor a frio e tem um circuito de meio de resfriamento 14, no qual uma válvula de expansão 16 e um compressor 18 são arranjados. Também arranjado no circuito do meio de resfriamento 14 do dispositivo de produção de frio 12 fica um condensador 20, que serve para levar calor para os arredores.

Um evaporador 22 do dispositivo de produção de frio 12 é conectado a um primeiro circuito de fluido portador de frio 24, fluido portador de frio, que escoar através do primeiro circuito de fluido portador de frio 24, sendo conduzido através do evaporador 22 a fim de transferir calor do primeiro circuito de fluido portador de frio 24 para o dispositivo de produção de frio 12. O fluido portador de frio que escoar através do primeiro circuito de fluido portador de frio é transferido através do primeiro circuito de fluido

portador de frio 24 por meio de uma primeira bomba 26 a fim de levar calor de uma primeira carga térmica 28 arranjada no primeiro circuito de fluido portador de frio 24.

O sistema de resfriamento 10 compreende adicionalmente um segundo circuito de fluido portador de frio 30, no qual um fluido portador de frio é circulado por meio de uma segunda bomba 32 a fim de levar calor de uma segunda carga térmica 34. O nível de temperatura da segunda carga térmica 34 é mais alto que o nível de temperatura da primeira carga térmica 28.

O fluido portador de frio que circula no segundo circuito de fluido portador de frio 30 é conduzido através de um primeiro trocador de calor 36. Ao contrário, o primeiro circuito de fluido portador de frio 24, conectado no dispositivo de produção de frio 12, é seletivamente conectável ou separável do primeiro trocador de calor 36. Com este propósito, uma primeira válvula de três vias 38 é arranjada no primeiro circuito de fluido portador de frio 24 à jusante da primeira bomba 26. A primeira válvula de três vias 38 serve para conduzir o fluido portador de frio, que escoar através do primeiro circuito de fluido portador de frio 24, seletivamente através do primeiro trocador de calor 36 ou através de uma primeira linha de desvio 40.

O primeiro trocador de calor 36, a primeira válvula de três vias 38 e a primeira linha de desvio 40 assim formam um sistema de acoplamento, que seletivamente acopla termicamente o primeiro circuito de fluido portador de frio 24 no segundo circuito de fluido portador de frio 30, ou termicamente desacoplá-lo do segundo circuito de fluido portador de frio 30. A primeira válvula de três vias 38 tem uma seção transversal de fluxo variável, de forma que é possível conduzir o fluido portador de frio, que escoar através do primeiro circuito de fluido portador de frio 24, parcialmente através do primeiro trocador de calor 36, e parcialmente através da primeira linha de desvio 40, a proporção dos fluxos volumétricos, conduzidos respectivamente

através do primeiro trocador de calor 36 e da primeira linha de desvio 40, do fluido portador de frio que escoar através do primeiro circuito de fluido portador de frio 24 sendo ajustável da maneira necessária.

No segundo circuito de fluido portador de frio 30, uma válvula de três vias adicional 42 fica arranjada à jusante da segunda bomba 32, cuja válvula conduz o fluido portador de frio, que escoar através do segundo circuito de fluido portador de frio 30, seletivamente através do segundo trocador de calor 44, ou através de uma segunda linha de desvio 46. O segundo trocador de calor 44 serve para levar calor do segundo circuito de fluido portador de frio 30 e assim da segunda carga térmica 34 para os arredores. A válvula de três vias adicional 42 similarmente tem uma seção transversal de fluxo variável, de forma que é possível conduzir o fluido portador de frio, que escoar através do segundo circuito de fluido portador de frio 30, parcialmente através do segundo trocador de calor 44 e parcialmente através da segunda linha de desvio 46, a proporção dos fluxos volumétricos, conduzidos respectivamente para o segundo trocador de calor 44 e a segunda linha de desvio 46, do fluido portador de frio que escoar através do segundo circuito de fluido portador de frio 30 novamente sendo ajustável, por meio de um controle correspondente da válvula de três vias adicional 42, da maneira desejada.

No texto seguinte, é explicado o funcionamento do sistema de resfriamento mostrado na figura 1. Se a temperatura ambiente for suficientemente baixa, o calor produzido pela segunda carga térmica 34 pode ser levado para os arredores por meio do segundo trocador de calor 44 por um controle correspondente da válvula de três vias adicional 42. Uma certa temperatura de escoamento neste caso resulta no segundo circuito de fluido portador de frio 30.

Durante esta fase operacional do sistema de resfriamento 10, o primeiro circuito de fluido portador de frio 24 é separado do segundo circuito

de fluido portador de frio 30 por um controle correspondente da primeira válvula de três vias 38. Em outras palavras, o fluido portador de frio que circula no primeiro circuito de fluido portador de frio 24 é conduzido somente através da primeira linha de desvio 40. Durante esta fase operacional do sistema de resfriamento 10, a temperatura operacional do dispositivo de produção de frio 12 pode ser adaptada ao nível de temperatura relativamente baixo da primeira carga térmica 28. Em decorrência disto, é possível uma operação particularmente eficiente em termos de energia do dispositivo de produção de frio 12.

A uma temperatura ambiente mais alta, pode não ser mais possível levar calor suficiente do segundo circuito de fluido portador de frio 30 por meio do segundo trocador de calor 44. Conseqüentemente, a temperatura de escoamento no segundo circuito de fluido portador de frio 30 aumenta. Se, por causa de uma maior temperatura de escoamento no segundo circuito de fluido portador de frio 30, não for mais garantido que o calor seja devidamente levado da segunda carga térmica 34, o segundo circuito de fluido portador de frio 30 pode ser termicamente acoplado no primeiro circuito de fluido portador de frio 24, que está a um menor nível de temperatura, por meio do primeiro trocador de calor 36.

Com este propósito, a primeira válvula de três vias 38 é controlada de uma maneira tal que a primeira linha de desvio 40 seja parcial ou completamente fechada e o fluido portador de frio que circula no primeiro circuito de fluido portador de frio 24 seja conduzido através do primeiro trocador de calor 36. Em decorrência disto, calor em excesso pode ser transmitido do segundo circuito de fluido portador de frio 30 para o primeiro circuito de fluido portador de frio 24 por meio do primeiro trocador de calor 36. O fechamento completo da primeira linha de desvio 40 pela primeira válvula de três vias 38 é necessário particularmente quando a temperatura ambiente está acima da temperatura de entrada do fluido portador de frio, que

escoa através do segundo circuito de fluido portador de frio 30, para o segundo trocador de calor 44.

Ao contrário, a uma temperatura ambiente suficientemente baixa, o nível de temperatura no segundo circuito de fluido portador de frio 30 pode ser reduzido abaixo do nível de temperatura no primeiro circuito de fluido portador de frio 24. Com este propósito, a válvula de três vias adicional 42 é controlada de uma maneira tal que o fluido portador de frio que escoar através do segundo circuito de fluido portador de frio 30 seja predominante ou completamente conduzido através do segundo trocador de calor 44. Quando o nível de temperatura no segundo circuito de fluido portador de frio 30 cair abaixo do nível de temperatura no primeiro circuito de fluido portador de frio 24, é também possível levar calor da primeira carga térmica 28 por meio do segundo circuito de fluido portador de frio 30 e do segundo trocador de calor 44 para os arredores por meio de um acoplamento térmico correspondente do primeiro e segundo circuitos de fluido portador de frio 24, 30 por meio do primeiro trocador de calor 36. Em decorrência disto, o dispositivo de produção de frio 12 pode ser aliviado.

A segunda modalidade exemplar de um sistema de resfriamento 10, mostrado na figura 2, difere do arranjo ilustrado na figura 1 essencialmente em que o trocador de calor para produzir um acoplamento térmico entre o primeiro e segundo circuitos de fluido portador de frio 24, 30 foi eliminado. Em vez disso, o sistema de acoplamento do sistema de resfriamento 10 compreende, além da primeira válvula de três vias 38 e da primeira linha de desvio 40, uma primeira linha de conexão 48, que é conectada na primeira válvula de três vias 38, uma segunda válvula de três vias 50 e uma segunda linha de conexão 52, que é conectada na segunda válvula de três vias 50.

A primeira e segunda válvulas de três vias 42, 50 têm cada qual seções transversais de fluxo variável. Fluido portador de frio que escoar

através do primeiro circuito de fluido portador de frio 24 pode assim ser levado parcialmente para a primeira linha de desvio 40 e parcialmente, por meio da primeira linha de conexão 48, para o segundo circuito de fluido portador de frio 30 pelo controle correspondente da primeira válvula de três
5 vias 38, as proporções de escoamento volumétrico do fluido portador de frio conduzido respectivamente para a primeira linha de desvio 40 e, por meio da primeira linha de conexão 48, para o segundo circuito de fluido portador de frio 30 sendo ajustável da maneira exigida. Similarmente, o fluido portador de frio que escoar através do segundo circuito de fluido portador de frio 30 pode
10 ser parcialmente circulado ainda mais no segundo circuito de fluido portador de frio 30 e parcialmente conduzido, por meio da segunda linha de conexão 52, para o primeiro circuito de fluido portador de frio 24 pelo controle correspondente da segunda válvula de três vias 50.

Por meio de um controle correspondente da primeira e segunda
15 válvulas de três vias 38, 50, um acoplamento hidráulico direto do primeiro e segundo circuitos de fluido portador de frio 24, 30 é assim possível. Em outros aspectos, a construção e funcionamento do sistema de resfriamento 20 mostrado na figura 2 correspondem à construção e funcionamento do arranjo ilustrado na figura 1.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de resfriamento (10) para resfriar cargas térmicas (28, 34) a bordo de uma aeronave, caracterizado pelo fato de que tem:

- um dispositivo de produção de frio (12);

5 - um primeiro circuito de fluido portador de frio (24), que é termicamente acoplado no dispositivo de produção de frio (12) e é conectado a uma primeira carga térmica (28) a fim de levar calor da primeira carga térmica (28);

10 - um segundo circuito de fluido portador de frio (30), que é conectado a uma segunda carga térmica (34) a fim de levar calor da segunda carga térmica (34);

 - um primeiro trocador de calor (44) disposto no segundo circuito de fluido portador de frio (30) que é adaptado para levar calor do segundo circuito de fluido portador de frio (30) para os arredores; e

15 - um sistema de acoplamento que é adaptado para seletivamente acoplar termicamente o primeiro circuito de fluido portador de frio (24) no segundo circuito de fluido portador de frio (30) ou desacoplá-lo termicamente do segundo circuito de fluido portador de frio (30).

20 2. Sistema de resfriamento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a primeira carga térmica (28) está a um nível de temperatura mais baixo do que a segunda carga térmica (34).

25 3. Sistema de resfriamento, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o sistema de acoplamento compreende uma primeira válvula (38), que fica arranjada no primeiro ou segundo circuito de fluido portador de frio (24, 30) e é adaptada para levar seletivamente fluido portador de frio, que escoa através do primeiro ou segundo circuito de fluido portador de frio (24, 30), através de uma primeira linha de desvio (40) ou colocá-lo em contato térmico com o fluido portador de frio que escoa através do primeiro ou segundo circuito de fluido portador de frio (30, 24).

4. Sistema de resfriamento, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o sistema de acoplamento compreende um segundo trocador de calor (36), que é conectado no primeiro ou segundo circuito de fluido portador de frio (24, 30) e é seletivamente conectável ou separável do primeiro ou segundo circuito de fluido portador de frio (30, 24) pela primeira válvula (38).

5. Sistema de resfriamento, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o sistema de acoplamento compreende uma primeira linha de conexão (48) que é conectada na primeira válvula (38), e uma segunda linha de conexão (52), que é conectada a uma segunda válvula (50), para conexão do primeiro e segundo circuitos de fluido portador de frio (24, 30).

6. Sistema de resfriamento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que uma terceira válvula (42) é arranjada no segundo circuito de fluido portador de frio (30) e é adaptada para conduzir fluido portador de frio, que escoar através do segundo circuito de fluido portador de frio (30), seletivamente através do primeiro trocador de calor (44) e/ou de uma segunda linha de desvio (46).

7. Método para operar um sistema de resfriamento (10) para resfriar cargas térmicas (28, 34) a bordo de uma aeronave que tem:

- um dispositivo de produção de frio (12);
- um primeiro circuito de fluido portador de frio (24), que é termicamente acoplado no dispositivo de produção de frio (12) e é conectado a uma primeira carga térmica (28) a fim de levar calor da primeira carga térmica (28);

- um segundo circuito de fluido portador de frio (30), que é conectado a uma segunda carga térmica (34) a fim de levar calor da segunda carga térmica (34); e

- um primeiro trocador de calor (44) disposto no segundo

circuito de fluido portador de frio (30) que é adaptado para levar calor do segundo circuito de fluido portador de frio (30) para os arredores, caracterizado pelo fato de que: o primeiro circuito de fluido portador de frio (24) é seletivamente acoplado termicamente no segundo circuito de fluido portador de frio (30) ou termicamente desacoplado do segundo circuito de fluido portador de frio (30) por meio de um sistema de acoplamento.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o fluido portador de frio através do primeiro ou segundo circuito de fluido carreador de frio (24, 30) é seletivamente conduzido através de uma primeira linha de desvio (40) ou colocado em contato térmico com o fluido portador de frio que escoar através do primeiro ou segundo circuito de fluido portador de frio (30, 24) por meio de uma primeira válvula (38), que fica arranjada no primeiro ou segundo circuito de fluido portador de frio (24, 30).

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o segundo trocador de calor (36), que é conectado no primeiro ou segundo circuito de fluido portador de frio (24, 30), é seletivamente conectado ou separado do primeiro ou segundo circuito de fluido portador de frio (24, 30) pela primeira válvula (38).

10. Método, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o primeiro circuito de fluido portador de frio (24) é seletivamente conectado ou separado do segundo circuito de fluido portador de frio (30) pela primeira válvula (38), que é conectada a uma primeira linha de conexão (48), e uma segunda válvula (50), que é conectada a uma segunda linha de conexão (52).

11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 10, caracterizado pelo fato de que o fluido portador de frio que escoar através do segundo circuito de fluido portador de frio (30) é seletivamente conduzido através do primeiro trocador de calor (44) e/ou de uma segunda linha de

desvio (46) por meio de uma terceira válvula (42), que fica arranjada no segundo circuito de fluido portador de frio (30).

FIG 1

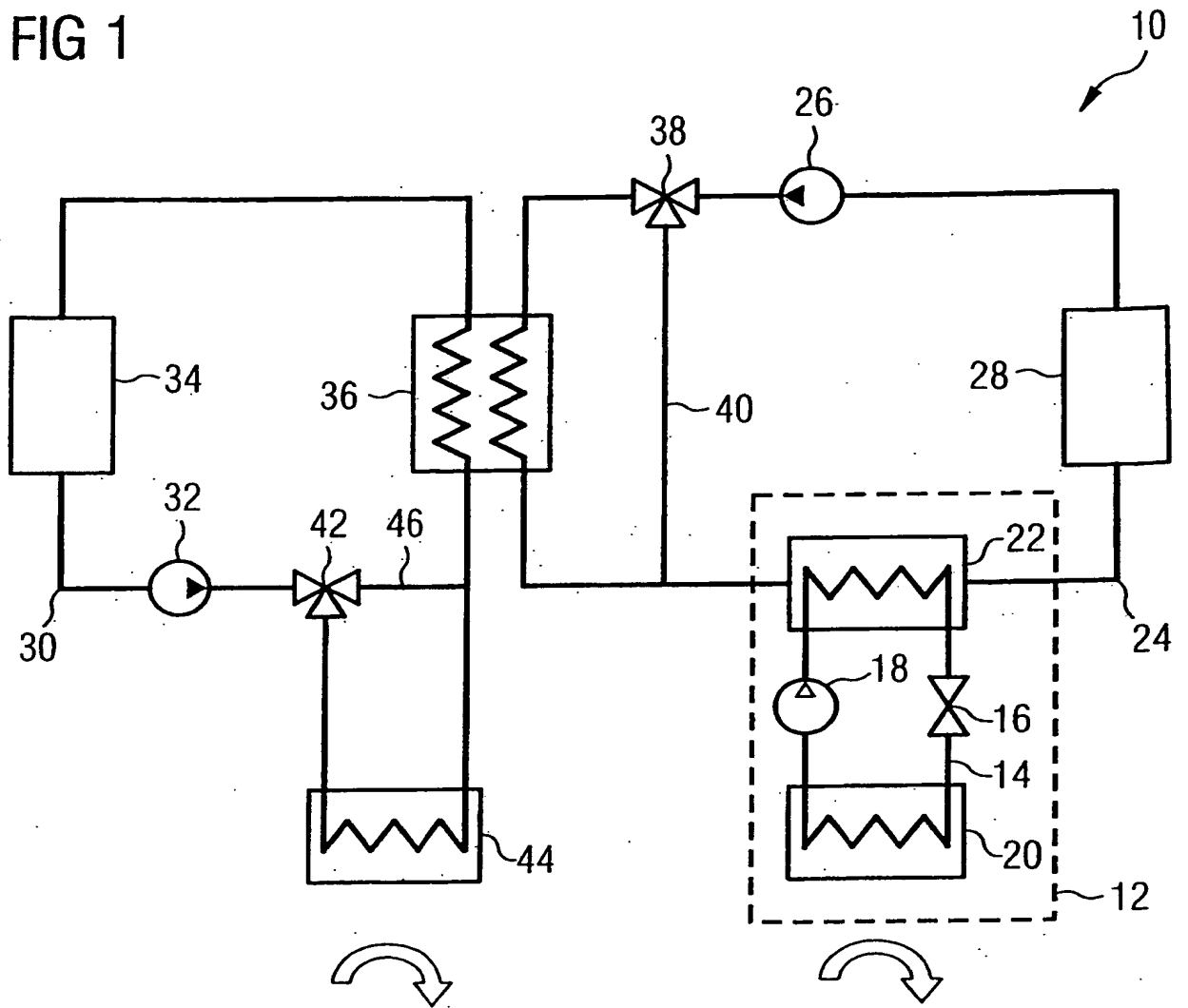
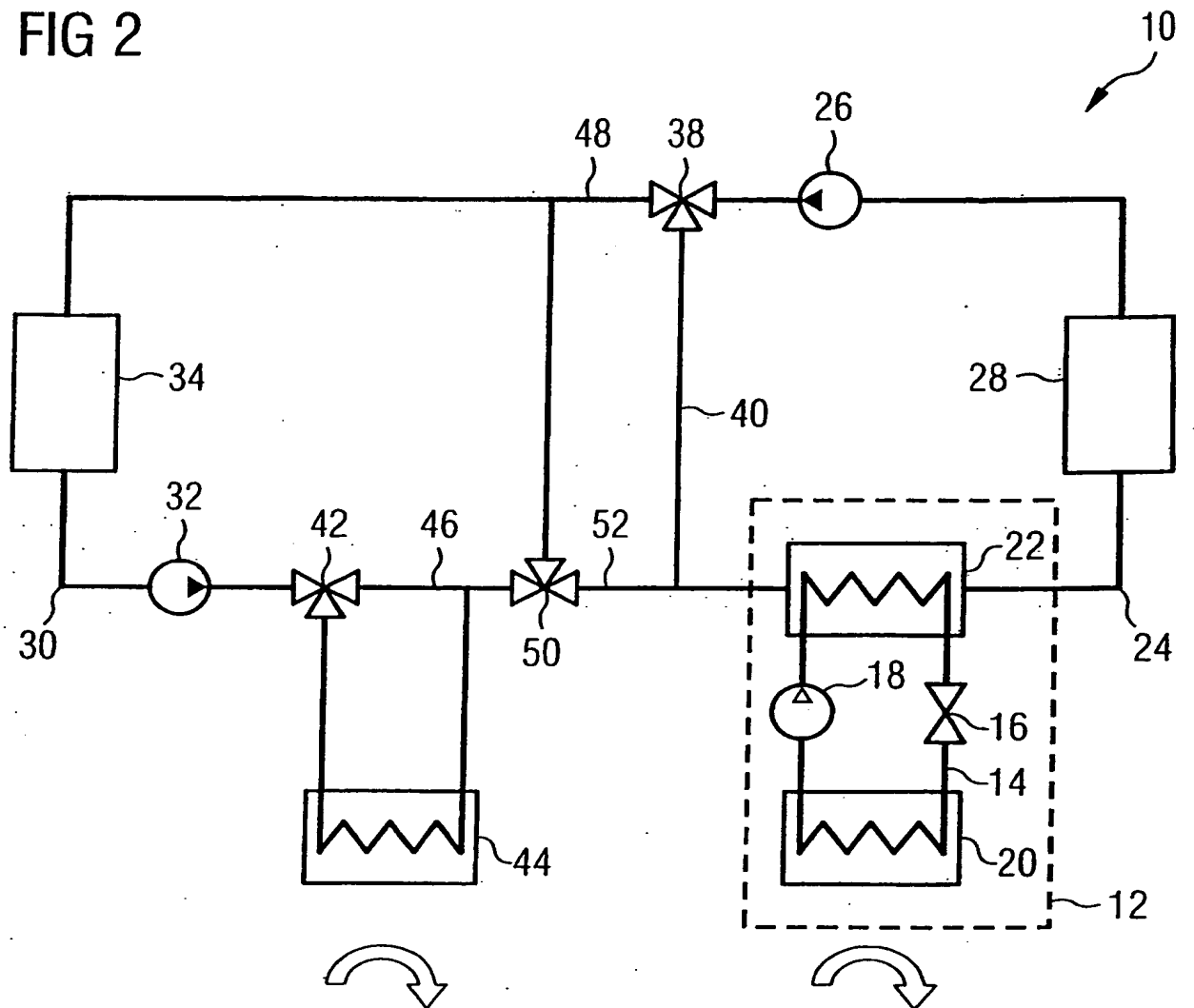


FIG 2



RESUMO

“SISTEMA DE RESFRIAMENTO PARA RESFRIAR CARGAS
TÉRMICAS A BORDO DE UMA AERONAVE, E, MÉTODO PARA
OPERAR UM SISTEMA DE RESFRIAMENTO PARA RESFRIAR
5 CARGAS TÉRMICAS A BORDO DE UMA AERONAVE”

É descrito um sistema de resfriamento (10) para resfriar cargas
térmicas (28, 34) a bordo de uma aeronave que compreende um dispositivo de
produção de frio (12), um primeiro circuito de fluido portador de frio (24),
que é termicamente acoplado no dispositivo de produção de frio (12) e é
10 conectado a uma primeira carga térmica (28) a fim de levar calor da primeira
carga térmica (28), e um segundo circuito de fluido portador de frio (30), que
é conectado a uma segunda carga térmica (34) a fim de levar calor da segunda
carga térmica. Um sistema de acoplamento do sistema de resfriamento (10) é
adaptado para seletivamente acoplar termicamente o primeiro circuito de
15 fluido portador de frio (24) no segundo circuito de fluido portador de frio
(30), ou desacoplá-lo termicamente do segundo circuito de fluido portador de
frio (30). Em um método para operar um sistema de resfriamento como este
(10) para resfriar cargas térmicas (28, 34) a bordo de uma aeronave, o
primeiro circuito de fluido portador de frio (24) é seletivamente acoplado
20 termicamente no segundo circuito de fluido portador de frio (30) ou
termicamente desacoplado do segundo circuito de fluido portador de frio (30)
por meio do sistema de acoplamento.