



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

(21) PI 0718346-1 A2



* B R P I 0 7 1 8 3 4 6 A 2 *

(22) Data de Depósito: 03/12/2007

(43) Data da Publicação: 19/11/2013

(RPI 2237)

(51) Int.Cl.:

B64D 13/06

F25B 25/00

F25D 17/02

(54) Título: SISTEMA REDUNDANTE DE RESFRIAMENTO PARA AERONAVES PARA COMPONENTES REDUNDANTES DE AERONAVE

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 15/12/2006 DE 10 2006 059 418.5, 15/12/2006 US 60/870,148

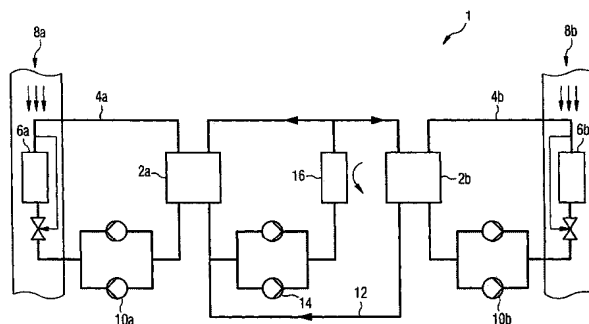
(73) Titular(es): AIRBUS DEUTSCHLAND GMBH

(72) Inventor(es): ANDREAS FREY, WOLFGANG EBIGT, Wilson Willy Casas Noriega, Wilson Willy Casas Noriega

(74) Procurador(es): Clovis Silveira

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007010473 de 03/12/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/071319 de 19/06/2008



SISTEMA REDUNDANTE DE RESFRIAMENTO PARA AERONAVES PARA COMPONENTES REDUNDANTES DE AERONAVE

A presente invenção refere-se a um sistema
5 redundante de resfriamento para aeronaves para componentes
redundantes de aeronave.

Os componentes relevantes à segurança de uma
aeronave, tais como os, dispositivos eletrônicos, são
10 proporcionados com projeto redundante, isto é, são fornecidos
em dobro, por exemplo, na aeronave. Como dispositivos
eletrônicos eles dissipam energia e precisam ser resfriados.
Para essa finalidade os dispositivos eletrônicos são
geralmente dispostos sobre prato ou chapa de resfriamento e
15 acondicionados nos chamados gabinetes eletrônicos. Uma
substância refrigerante flui através de pratos ou chapas de
resfriamento, sendo circulado por meio de uma ou uma
pluralidade de bomba(s) e resfriado em um trocador de calor
ou outro dissipador de calor. Como os componentes eletrônicos
20 são fornecidos de forma redundante, um resfriamento
redundante também é necessário a fim de assegurar que o voo
continue com segurança, no caso de um dos dispositivos
refrigerantes falhar. Portanto, um dispositivo refrigerante
separado está associado com cada um dos dispositivos
25 eletrônicos redundantes. Se um dispositivo refrigerante
falhar, por exemplo, devido a um vazamento, o dispositivo
eletrônico resfriado por meio deste não pode mais ser
operado. Isto tem um efeito limitante na operação da
aeronave, pois embora o voo possa continuar por conta do
30 dispositivo eletrônico utilizado em um projeto redundante,
uma nova decolagem não deve ocorrer por motivos de segurança.
Como resultado a disponibilidade da aeronave é reduzida.

Um objetivo da invenção é prover um sistema redundante de resfriamento para aeronaves para componentes redundantes de aeronave.

5 Atinge-se tal objetivo através de um sistema de resfriamento para aeronaves com um primeiro fluxo refrigerante que resfria pelo menos uma primeira carga de calor, e com um segundo fluxo refrigerante que resfria pelo menos uma segunda carga de calor, pelo qual o sistema de
10 resfriamento para aeronaves é formado de modo que a primeira carga de calor e a segunda carga de calor serem termicamente acopladas uma à outra. A primeira carga de calor e a segunda carga de calor podem ser geradas por dois componentes de aeronave mutuamente redundantes. O primeiro fluxo
15 refrigerante e o segundo fluxo refrigerante são gerados por dispositivos separados de ar condicionado. Portanto, dois fluxos refrigerantes redundantes estão disponíveis. Caso um dos fluxos refrigerantes falhar, ambas cargas de calor ainda são resfriadas pelo fluxo refrigerante que não falhou, pelo
20 fato de as duas cargas de calor estarem termicamente acopladas. Isto permite que a aeronave seja operada com maior confiabilidade. O acoplamento térmico entre a primeira carga de calor e a segunda carga de calor pode ser realizado por um acoplamento mecânico. O primeiro fluxo refrigerante e o
25 segundo fluxo refrigerante podem ser em cada caso um circuito no qual o refrigerante sempre está no estado líquido.

 O sistema de resfriamento para aeronaves pode ser formado de modo que o primeiro fluxo refrigerante e o
30 segundo fluxo refrigerante que resfriar a primeira carga de calor e a segunda carga de calor, sucessivamente. Nessa concretização particularmente simples, a primeira carga de calor e a segunda carga de calor estão dispostas em uma conexão em série e o primeiro fluxo refrigerante e o segundo

fluxo refrigerante resfriam a primeira e a segunda carga de calor sucessivamente. No caso de um dos dois fluxos refrigerantes falhar, nessa concretização ambas, a primeira carga de calor e a segunda carga de calor, são resfriadas, permitindo que a aeronave seja operada com maior segurança.

O sistema de resfriamento para aeronaves pode compreender um terceiro fluxo refrigerante que acopla termicamente a primeira carga de calor e a segunda carga de calor juntas. Como resultado atinge-se um acoplamento térmico particularmente efetivo da primeira carga de calor na segunda carga de calor. O terceiro fluxo refrigerante pode ser formado como um circuito refrigerante. O terceiro fluxo refrigerante pode estar sempre em estado líquido. Uma bomba refrigerante pode localizar-se no circuito refrigerante. Contudo, a vazão do terceiro fluxo refrigerante também pode ser produzida através de medidas passivas.

O terceiro fluxo refrigerante pode ser resfriado por um dissipador de calor. O dissipador de calor pode ser formado como um trocador de calor. O terceiro fluxo refrigerante também pode ser resfriado por uma máquina de refrigeração. Ao fazer isto, o terceiro fluxo refrigerante pode atravessar um compressor, um condensador e um evaporador no circuito refrigerante. Neste caso o refrigerante se evapora pelo menos em uma das cargas de calor e o condensador forma um dissipador de calor. Também é possível que o terceiro fluxo refrigerante seja acoplado termicamente ao evaporador de um processo de refrigeração para resfriar-se no dissipador de calor. O dissipador de calor pode, por exemplo, ser o sistema de ar condicionado da aeronave. O dissipador de calor também pode ser formado pela camada externa da aeronave.

O sistema de resfriamento para aeronaves pode ser formado de modo que o terceiro fluxo refrigerante resfria a primeira e a segunda carga de um calor em paralelo após atravessar o dissipador de calor. Como resultado atingiu-se
5 resfriamento redundante particularmente eficiente e seguro da primeira e da segunda carga de calor. No caso de, por exemplo, o primeiro fluxo refrigerante falhar, a primeira carga de calor é resfriada pelo terceiro fluxo refrigerante e a segunda carga de calor pelo segundo fluxo refrigerante. Se,
10 por outro lado, o segundo fluxo refrigerante falhar, a primeira carga de calor é confiavelmente resfriada pelo primeiro fluxo refrigerante e a segunda carga de calor pelo terceiro fluxo refrigerante. Esse sistema de resfriamento para aeronaves permite que uma aeronave decole mesmo se um
15 dos fluxos refrigerantes tiver falhado.

O sistema de resfriamento para aeronaves pode ser formado de modo que o terceiro fluxo refrigerante seja resfriado com um método refrigerante diferente ao do primeiro
20 fluxo refrigerante ou do segundo fluxo refrigerante. Também se entende que cada um dos fluxos refrigerantes possa ser resfriado com um método refrigerante diferente. A segurança à prova de falhas do sistema de resfriamento para aeronaves é ainda mais aprimorada utilizando-se uma pluralidade de
25 métodos refrigerantes diferentes para produzir o primeiro, o segundo e/ou o terceiro fluxo refrigerante. O primeiro e o segundo fluxo refrigerante podem, por exemplo, em cada caso ser resfriados por um trocador de calor disposto em um canal de ar pressurizado. O terceiro fluxo refrigerante pode ser
30 resfriado em um trocador de calor disposto na região do bojo da aeronave. A região do bojo de uma aeronave é a região mais inferior da fuselagem de uma aeronave. Esta região não é isolada nem tem ar acondicionado. Portanto, é possível

fornecer um dissipador de calor na região do bojo utilizando meios particularmente simples.

Mesmo se os dois canais de (ar pressurizado) estiverem obstruídos através de sujeira, por exemplo, ainda é possível resfriar a primeira carga de calor e a segunda carga de calor através do terceiro fluxo refrigerante, com o terceiro fluxo refrigerante sendo resfriado através de um trocador de calor disposto na região do bojo da aeronave.

A primeira carga de calor e a segunda carga de calor podem ser dispositivos eletrônicos. O dispositivo eletrônico que forma a primeira carga de calor pode ser mutuamente redundante com o dispositivo eletrônico que forma a segunda carga de calor.

A invenção também se refere a um método para resfriar componentes de aeronave, compreendendo as seguintes etapas: resfriamento de uma primeira carga de calor com um primeiro fluxo refrigerante, resfriamento de uma segunda carga de calor com um segundo fluxo refrigerante e acoplamento térmico da primeira carga de calor na segunda carga de calor. A primeira carga de calor e a segunda carga de calor podem ser formadas por componentes de aeronave mutuamente redundantes. A primeira carga de calor e a segunda carga de calor podem ser termicamente acopladas através de um a terceiro fluxo refrigerante. O terceiro fluxo refrigerante pode ser resfriado por um dissipador de calor.

Doravante a invenção é descrita mais detalhadamente fazendo-se referência à única figura esquemática, que ilustra um sistema de resfriamento para aeronaves de acordo com a invenção.

O sistema de resfriamento para aeronaves, de acordo com a invenção, resfria uma primeira carga de calor 2a, formada por um primeiro dispositivo eletrônico, e uma segunda carga de calor 2b, formada por um segundo dispositivo eletrônico. Um primeiro fluxo refrigerante 4a resfria a primeira carga de calor 2a, e um segundo fluxo refrigerante 4b resfria a segunda carga de calor 2b. O primeiro fluxo refrigerante 4a e o segundo fluxo refrigerante 4b são, em cada caso, um circuito no qual o refrigerante sempre está no estado líquido.

Um dispositivo eletrônico que deve ser resfriado pode ser disposto em uma chamada chapa de resfriamento através do qual um fluido refrigerante flui. Portanto, a chapa de resfriamento, age como um trocador de calor. Uma pluralidade de dispositivos eletrônicos pode ser acondicionada nos chamados gabinetes eletrônicos.

Um primeiro trocador de calor 6a está localizado em um primeiro canal de ar pressurizado 8a. Uma primeira bomba 10a faz que o primeiro fluxo refrigerante 4a circule através do primeiro trocador de calor 6a, onde é resfriado e, subsequente, para a primeira carga de calor 2a a fim de resfriar a primeira carga de calor 2a. Um segundo trocador de calor 6b está disposto em um segundo canal de ar pressurizado 8b. O primeiro trocador de calor 6a e o segundo trocador de calor 6b, portanto, agem como um dissipador de calor. Uma segunda bomba 10b faz que o segundo fluxo refrigerante 4b circule através do segundo trocador de calor 6b a fim de resfriar o segundo fluxo refrigerante 4b. O segundo fluxo refrigerante 4b, subsequente, flui para a segunda carga de calor 2b a fim de resfriar este.

O primeiro dispositivo eletrônico, que produz a primeira carga de calor 2a, é mutuamente redundante com o segundo dispositivo eletrônico, que gera a segunda carga de calor 2b. Se o primeiro fluxo refrigerante 4a falha, porque, por exemplo, a primeira bomba 10a está defeituosa ou o primeiro canal de ar pressurizado 8a está obstruído, o primeiro dispositivo eletrônico formando a primeira carga de calor 2a não pode mais ser operado adequadamente. Como o segundo dispositivo eletrônico formando a segunda carga de calor 2b é mutuamente redundante com o primeiro dispositivo eletrônico, a aeronave pode continuar um voo já começado. Caso o primeiro fluxo refrigerante 4a tenha falhado antes de uma decolagem, a aeronave não pode decolar, pois o primeiro dispositivo eletrônico, que é mutuamente redundante com o segundo dispositivo eletrônico, não pode ser operado adequadamente. Como dispositivos eletrônicos freqüentemente executam funções relevantes à segurança, é necessário assegurar ao decolar que, para cada dispositivo eletrônico, um dispositivo eletrônico que é mutuamente redundante com o mesmo esteja operável. A operabilidade de um dispositivo eletrônico também inclui a operabilidade de seu sistema de resfriamento.

A invenção propõe que a primeira carga de calor 2a seja termicamente acoplada na segunda carga de calor 2b. Na concretização representada na Figura 1, a primeira carga de calor 2a é acoplada na segunda carga de calor 2b por meio de um terceiro fluxo refrigerante 12. Caso o primeiro fluxo refrigerante 4a ou o segundo fluxo refrigerante 4b falha, o terceiro fluxo refrigerante 12 assegura que ambas as cargas de calor 2a e 2b sejam resfriadas através do fluxo refrigerante 4a ou 4b que não tenha falhado.

O terceiro fluxo refrigerante 12 pode ser resfriado por um terceiro trocador de calor 16. O terceiro fluxo refrigerante 12 pode estar sempre no estado líquido. O terceiro trocador de calor 16 pode estar localizado na região do bojo da aeronave, por exemplo. O termo bojo denota a região mais inferior da fuselagem de uma aeronave, que não é isolada nem tem ar acondicionado. O terceiro trocador de calor 16 pode, por exemplo, resfriar o terceiro fluxo refrigerante 12 via a camada externa da aeronave. Como um método de resfriamento completamente diferente daquele para resfriar o primeiro fluxo refrigerante 4a e o segundo fluxo refrigerante 4b é utilizado para resfriar o terceiro fluxo refrigerante 12, obtém-se um sistema redundante de resfriamento para aeronaves 1 particularmente seguro. Uma terceira bomba 14 bombeia o terceiro fluxo refrigerante através do terceiro trocador de calor 16. A seguir o terceiro fluxo refrigerante 12 bifurca-se e resfria a primeira carga de calor 2a e a segunda carga de calor 2b. O terceiro trocador de calor 16 também pode resfriar o terceiro fluxo refrigerante 12 por meio do ar residual da cabine.

Caso o primeiro fluxo refrigerante 4a falhar, a primeira carga de calor é resfriada pelo terceiro fluxo refrigerante 12. A segunda carga de calor 2b é resfriada tanto pelo terceiro fluxo refrigerante quanto pelo segundo fluxo refrigerante 4b. Entende-se que a aeronave pode continuar um voo já começado se o primeiro fluxo refrigerante 4a falhar, pois o segundo fluxo refrigerante 4b e o terceiro fluxo refrigerante 12 podem continuar resfriando o primeiro dispositivo eletrônico e o segundo dispositivo eletrônico. Como nesta concretização da invenção a carga de calor 2a produzida pelo primeiro dispositivo eletrônico e a carga de calor 2b produzida pelo segundo dispositivo eletrônico são resfriadas por dois fluxos refrigerantes mutuamente

independentes, se um dos fluxos refrigerantes falhar, a aeronave pode decolar mesmo no evento dessa falha.

Portanto, a presente invenção aumenta a
5 segurança e a disponibilidade de uma aeronave.

REIVINDICAÇÕES EMENDADAS DE ACORDO COM O ART.

19(1) PCT

1. Sistema de resfriamento para aeronaves

5 (1), compreendendo:

- um primeiro fluxo refrigerante (4a) que resfria pelo menos uma primeira carga de calor (2a), e

- um segundo fluxo refrigerante (4b) que resfria pelo menos uma segunda carga de calor (2b), pelo qual a primeira carga de calor (2a) e a segunda carga de calor (2b) são geradas por dois componentes de aeronave mutuamente redundantes, **caracterizado** pelo fato da primeira carga de calor (2a) e a segunda carga de calor (2b) serem acopladas térmica e bidirecionalmente uma à outra.

15

2. Sistema de resfriamento para aeronaves

(1) de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato do sistema de resfriamento para aeronaves (1) ser formado de modo que o primeiro fluxo refrigerante (4a) e o segundo fluxo refrigerante (4b) resfriem a primeira carga de calor (2a) e a segunda carga de calor (2b) sucessivamente.

3. Sistema de resfriamento para aeronaves (1) de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** por um terceiro fluxo refrigerante (12) que acopla termicamente a primeira carga de calor (2a) e a segunda carga de calor (2b) uma a outra.

4. Sistema de resfriamento para aeronaves (1) de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato do terceiro fluxo refrigerante (12) ser formado como um circuito refrigerante.

5. Sistema de resfriamento para aeronaves (1) de acordo com a Reivindicação 3 ou 4, **caracterizado** pelo fato do terceiro fluxo refrigerante (12) ser resfriado por um dissipador de calor (16).

5

6. Sistema de resfriamento para aeronaves (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 5, **caracterizado** pelo fato do sistema de resfriamento para aeronaves (1) ser formado de modo que o terceiro fluxo refrigerante resfria a primeira carga de calor (2a) e a segunda carga de calor (2b) em paralelo após atravessar o dissipador de calor (16).

10

7. Sistema de resfriamento para aeronaves (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 6, **caracterizado** pelo fato do sistema de resfriamento para aeronaves (1) ser formado de modo que o terceiro fluxo refrigerante seja resfriado com um método de resfriamento diferente daquele do primeiro fluxo refrigerante (4a) ou segundo fluxo refrigerante (4b).

15

20

8. Sistema de resfriamento para aeronaves (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 7, **caracterizado** pelo fato do primeiro fluxo refrigerante (4a) e o segundo fluxo refrigerante (4b) serem cada um resfriado por um trocador de calor (6a, 6b) estando disposto em um canal de ar pressurizado (8a, 8b), e o terceiro fluxo refrigerante (12) ser resfriado por um dissipador de calor (16) disposto na região do bojo da aeronave.

25

30

9. Sistema de resfriamento para aeronaves (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 7, **caracterizado** pelo fato do terceiro fluxo refrigerante (12)

ser resfriado por um trocador de calor na camada externa da aeronave (16).

10. Sistema de resfriamento para aeronaves

5 (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado** pelo fato da primeira carga de calor (2a) e da segunda carga de calor (2b) serem dispositivos eletrônicos.

11. Sistema de resfriamento para aeronaves

10 (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, **caracterizado** pelo fato do primeiro fluxo refrigerante (2a), do segundo fluxo refrigerante (2b) e do terceiro fluxo refrigerante (12) estarem sempre no estado líquido.

12. Método para resfriar pelo menos dois

15 componentes de aeronave redundantes, **caracterizado** por compreender as etapas de:

- resfriamento de uma primeira carga de calor (2a) gerada por um primeiro componente de aeronave com um primeiro fluxo refrigerante (4a);

20 - resfriamento de uma segunda carga de calor (2b) gerada por um segundo componente de aeronave redundante com relação ao primeiro componente de aeronave com um segundo fluxo refrigerante (4b); e

25 - acoplamento térmico bidirecional da primeira carga de calor (2a) à segunda carga de calor (2b).

13. Método para resfriar componentes de

30 aeronaves de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo acoplamento térmico da primeira carga de calor (2a) e da segunda carga de calor (2b) através de um terceiro fluxo refrigerante (12).

14. Método para resfriar componentes de aeronave de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pelo resfriamento do terceiro fluxo refrigerante (12) com um dissipador de calor (16).

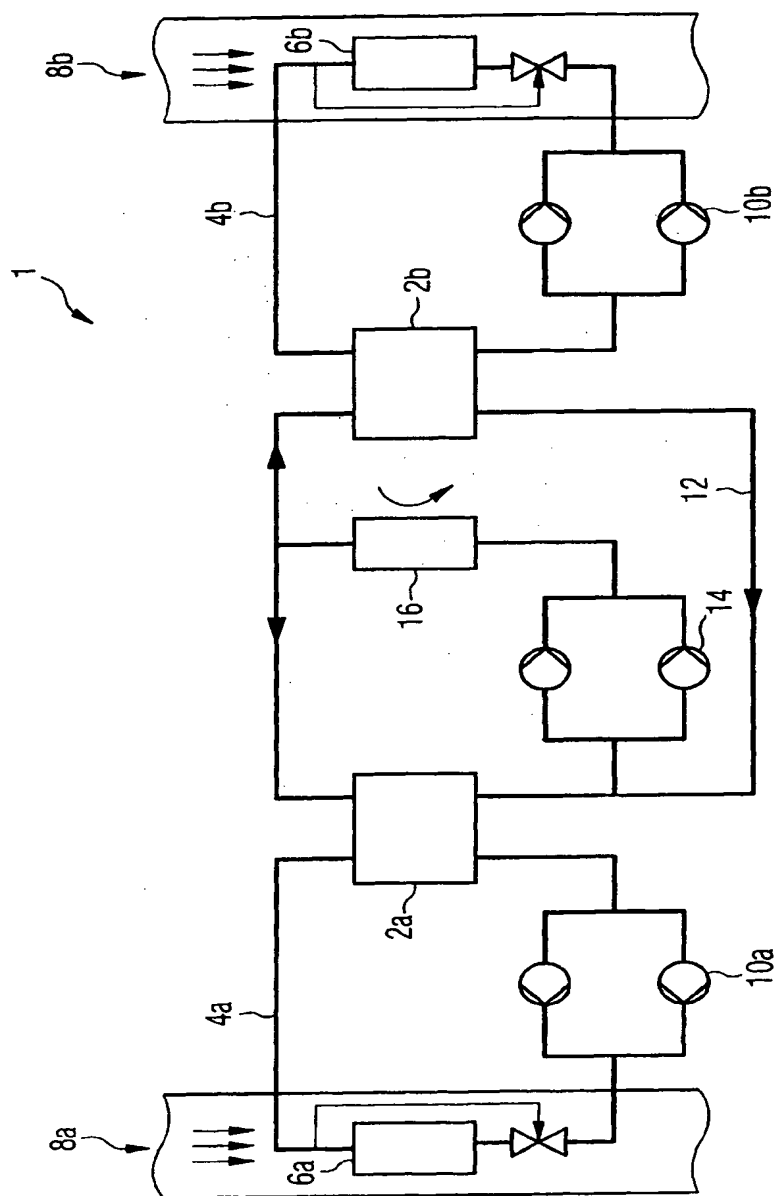


FIG. 1

RESUMO

SISTEMA REDUNDANTE DE RESFRIAMENTO PARA AERONAVES PARAR COMPONENTES REDUNDANTES DE AERONAVE

5

Um sistema de resfriamento para aeronaves (1) de acordo com a invenção compreende a primeiro fluxo refrigerante (4a), que resfria pelo menos uma primeira carga de calor (2a), e um segundo fluxo refrigerante (4b), que
10 resfria pelo menos uma segunda carga de calor (2b), pelo qual o sistema de resfriamento para aeronaves (1) é formado de modo que a primeira carga de calor (2a) e a segunda carga de calor (2b) sejam termicamente acopladas uma à outra. A primeira carga de calor (2a) e a segunda carga de calor (2b)
15 podem ser formadas por dois componentes de aeronave mutuamente redundantes. Um terceiro fluxo refrigerante (12) pode acoplar termicamente a primeira carga de calor (2a) e a segunda carga de calor (2b) uma à outra. O terceiro fluxo refrigerante (12) pode ser resfriado por um dissipador de
20 calor (16).