



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

(21) PI 0720898-7 A2



* B R P I 0 7 2 0 8 9 8 A 2 *

(22) Data de Depósito: 14/12/2007
(43) Data da Publicação: 25/03/2014
(RPI 2255)

(51) Int.Cl.:
H01M 8/04
H01M 8/00

(54) Título: AERONAVE INCLUINDO UMA UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO DE COMBUSTÍVEL PARA UM SISTEMA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL. (57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 12/01/2007 DE 10 2007 001 912.4,
12/01/2007 US 60/884637

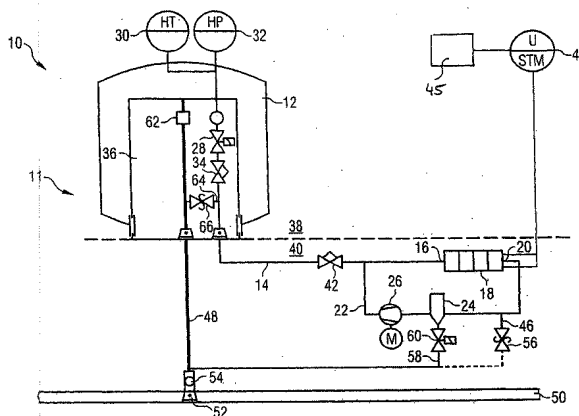
(73) Titular(es): Airbus Operations GMBH

(72) Inventor(es): Michael König, Ralf-Henning Stolte

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

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007011023 de
14/12/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/083817 de
17/07/2008



“AERONAVE INCLUINDO UMA UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO DE COMBUSTÍVEL PARA UM SISTEMA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL”

5 A presente invenção trata de uma unidade de alimentação de combustível que é especificamente apropriada para aplicação em uma aeronave, e um sistema celular de combustível equipado com uma unidade de alimentação desta natureza e um método para supervisionar uma unidade de alimentação de combustível deste tipo.

10 Os sistemas celulares de combustível habilitam corrente elétrica a ser gerada com um baixo nível de emissão e alto rendimento. Por conseguinte, tentativas vem sendo atualmente empreendidas também na construção de aeronaves para fazer uso de sistemas celulares de combustível para gerar a energia elétrica que é requerida a bordo de uma aeronave. Por exemplo, é concebível substituir os geradores atualmente usados para fonte de
15 alimentação de energia da aeronave e são acionados pelas unidades motrizes principais ou uma turbina auxiliar por um sistema de célula de combustível.

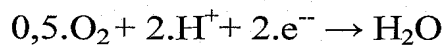
Um sistema de célula de combustível poderia também ser usado para a fonte de alimentação de energia de emergência da aeronave e substituir o turbo reator (RAT) que é atualmente usado como uma unidade
20 motora de emergência.

As células de combustível usualmente compreendem uma região de catodo e uma região de anodo que é separada da região de catodo por um eletrólito. Durante a operação da célula de combustível um carburante, por exemplo hidrogênio, é alimentado ao lado do anodo da célula
25 de combustível e um agente oxidante contendo oxigênio, por exemplo ar, é alimentado ao lado do catodo da célula de combustível. No caso de uma célula de combustível de membrana de eletrólito polimérico as moléculas de hidrogênio reagem a um agente catalítico anódico previsto na região anódica, por exemplo, de acordo com a equação



e no método administrar elétrons ao eletrodo enquanto formando íons de hidrogênio positivamente carregados.

Os íons de H^+ que são formados na região anódica subsequentemente se difundem através do eletrólito para o catodo, onde reagem a catalisador catódico previsto na região catódica com o oxigênio que é alimentado ao catodo e os elétrons que são dirigidos para o catodo através de um circuito externo de acordo com a invenção



para formar água.

O hidrogênio que é requerido a ser administrado á célula de combustível pode por exemplo, ser conduzido em um tanque de hidrogênio ou um reservatório sob pressão próprio para armazenar gás de hidrogênio sob uma pressão elevada a bordo da aeronave. Em termos genéricos, o tanque de hidrogênio pode ser acomodado no exterior da região aquecida e pressurizada da aeronave. É mais fácil ventilar adequadamente o tanque na região não pressurizada da aeronave, para que um vazamento no sistema de tanque seja menos provável a resultar em um acúmulo de uma quantidade crítica de hidrogênio.

Todavia, a acomodação do tanque de hidrogênio na região não pressurizada da aeronave incorre na desvantagem do sistema de tanque estar sujeito à consideráveis variações em temperatura e pressão que podem causar dano a componentes do sistema e por conseguinte desfavoravelmente afetar a disponibilidade do sistema. Todavia, uma limitação da disponibilidade é particularmente intolerável, se o sistema de células de combustível que é alimentado com combustível proveniente do tanque de hidrogênio desempenha funções pertinentes à segurança. Este é o caso, por exemplo, se o sistema de célula de combustível é usado em vez de um RAT como a unidade de energia de emergência.

De maneira a garantir a alta disponibilidade do sistema, que é requerida para aplicações relevantes à segurança a bordo de uma aeronave, para um sistema de célula de combustível que é alimentado com combustível proveniente de um sistema de tanque de hidrogênio, o alvo, por conseguinte, é

5 dispor o tanque de hidrogênio na região pressurizada da aeronave. Todavia, devido à ventilação menos satisfatória da região pressurizada da aeronave em comparação com a região não pressurizada, precauções de segurança especiais são então requeridas para prevenir riscos de segurança devido ao hidrogênio se escapar do sistema de tanque de hidrogênio. As normas de

10 segurança e construção na aviação em particular especificam que uma falha de risco único não deve levar à perda da aeronave (tal como, por exemplo, no caso de um escape incontrolável no sistema de tanque de hidrogênio). Outrossim, a probabilidade da simultânea ocorrência de falhas independentes resultando na perda aeronave não deve exceder $10E-9$ por hora de voo.

15 Para atingir os alvos de segurança requeridos, um escape de hidrogênio descontrolável devido a estouro do tanque tem em primeiro lugar de ser excluído. Isto pode ser assegurado através de qualificação apropriada. É possível se proteger contra a falha de uma abertura involuntária ou uma

20 pane de uma abertura involuntária de uma válvula de isolamento de tanque proporcionando um sensor de concentração de hidrogênio adicional para detectar escapes de hidrogênio. É também possível proporcionar uma pluralidade de, isto é, pelo menos duas válvulas de isolamento de tanque em

25 série. Todavia a previsão de um sensor de concentração de hidrogênio adicional e/ou pelo menos duas válvulas de isolamento de tanque em série inevitavelmente resulta em um aumento na complexidade do sistema e, por conseguinte, em possivelmente uma limitação indesejável da disponibilidade do sistema.

O objetivo da presente invenção é apresentar uma unidade de alimentação de combustível para um sistema célula de combustível que é

particularmente próprio para uso em uma aeronave e que habilita um sistema tanque de combustível a ser disposto com segurança na região pressurizada da aeronave sem afetar contrariamente a disponibilidade do sistema. Um objetivo adicional da invenção reside em apresentar um sistema de célula de combustível equipado com uma unidade de alimentação de combustível desta espécie e um método para monitorar uma unidade de alimentação de combustível deste tipo.

Este objetivo é alcançado por uma unidade de alimentação de combustível dotada dos aspectos característicos definidos na reivindicação 1, um sistema de célula de combustível munido dos aspectos característicos definido na reivindicação 14 e um método para monitorar uma unidade de alimentação de combustível dotada dos aspectos característicos definidos na reivindicação 15.

Uma unidade de alimentação de combustível de acordo com a invenção para um sistema de célula de combustível que é particularmente próprio para uso em uma aeronave compreende um tanque de combustível, por exemplo, um reservatório sob pressão apropriado para armazenar gás de hidrogênio sob uma pressão elevada, que é proposto para ser disposto em uma região pressurizada da aeronave. Uma linha de alimentação conecta o tanque de combustível com uma entrada de uma célula de combustível. A linha de alimentação conecta o tanque de combustível com uma entrada de uma célula de combustível. A linha de alimentação pode conectar o tanque de combustível com uma entrada de combustível de uma região anódica da célula de combustível, por exemplo. Uma válvula de isolamento de tanque é disposta na linha de alimentação, que serve para estabelecer ou interromper uma conexão fluídica entre o tanque de combustível e a entrada da célula de combustível. Uma linha de remoção da unidade de alimentação de combustível de acordo com a invenção conecta uma saída da célula de combustível com a atmosfera externa. A linha de remoção pode ser conectada

com uma conexão de gás de escape anódica da célula de combustível, por exemplo. Finalmente, a unidade de alimentação de combustível de acordo com a invenção compreende um sensor para detectar uma tensão elétrica na célula de combustível.

5 Se a falha de uma abertura involuntária ou uma falha da
válvula de isolamento de tanque ocorre na unidade de alimentação de
combustível de acordo com a invenção, combustível, por exemplo
hidrogênio, eflui do tanque de combustível através da linha de alimentação
para o interior da célula de combustível, isto é, para o interior de uma região
10 anódica da célula de combustível, por exemplo. O combustível é
quimicamente convertido na célula de combustível, que resulta em um
aumento em tensão na célula de combustível. Por exemplo, hidrogênio que é
alimentado à região anódica da célula de combustível reage com oxigênio
atmosférico presente na região catódica da célula de combustível no estado
15 em repouso da célula de combustível. A energia elétrica gerada como um
resultado desta reação pode ser detectada pelo sensor de tensão. Sinais
emitidos pelo sensor são fornecidos a unidade de controle eletrônico. Baseada
sobre os sinais de sensor a unidade de controle eletrônico detecta uma falha
causada por uma abertura involuntária ou uma falha da válvula de isolamento
20 de tanque, quando em um estado operacional quiescente do sistema de célula
de combustível, isto é, quando a célula de combustível efetivamente não deve
estar em operação, energia elétrica é gerada pela célula de combustível. O
sensor de tensão e a unidade de controle eletrônico, por conseguinte, habilita
um escape de hidrogênio causado por uma abertura involuntária ou uma pane
25 da válvula de isolamento de tanque ser confiavelmente detectada. Por
consequente, é possível omitir um sensor de concentração de hidrogênio
adicional para detectar uma fuga de hidrogênio desta espécie na unidade de
alimentação de combustível de acordo com a invenção.

O hidrogênio que não é convertido na célula de combustível é

removido através da linha de remoção da célula de combustível para o interior de uma região não pressurizada, bem ventilada da aeronave ou diretamente para a atmosfera exterior. Um vazamento de hidrogênio descontrolável causado por uma abertura involuntária ou uma pane da válvula de isolamento de tanque pode, por conseguinte, ser confiavelmente prevenido. Consequentemente, é desnecessário proporcionar uma segunda válvula de isolamento de tanque e a disponibilidade do sistema pode como resultado ser vantajosamente aumentada.

Na unidade de alimentação de combustível de acordo com a invenção o tanque de combustível pode com segurança ser disposto na região pressurizada da aeronave. Isto previne que o sistema de tanque fique sujeito à consideráveis variações em temperatura e pressão na região não pressurizada da aeronave, que tem efeitos vantajosos sobre a confiabilidade e a duração dos componentes do sistema. Os alvos de segurança requeridos podem ao mesmo tempo ser atingidos com a unidade de alimentação de combustível de acordo com a invenção sem aumentar a complexidade do sistema e como resultado afetar desfavoravelmente a disponibilidade do sistema. A unidade de alimentação do combustível de acordo com a invenção é conseguinte particularmente apropriada para administrar combustível a um sistema de célula de combustível que desempenha funções relevantes à segurança e é para ser usado, por exemplo, em vez de um RAT convencional como uma unidade de alimentação de energia de emergência.

Uma primeira válvula de escape de pressão é preferivelmente disposta na linha de remoção da unidade fonte alimentadora de combustível de acordo com a invenção. A primeira válvula de escape de pressão pode, por exemplo, ser na forma de um disco de ruptura e projetada de forma que abra a linha de remoção se a pressão na linha de remoção exceder um valor limiar crítico predeterminado. Isto assegura que o combustível que é alimentado ao interior da célula de combustível devido a uma abertura involuntária ou uma

pane da válvula de isolamento de tanque possa ser removido através da linha de remoção para o interior da atmosfera externa antes da pressão de combustível atingir um valor crítico de segurança.

5 A saída da célula de combustível pode ser conectada através de uma linha de circulação com a entrada da célula de combustível. Por exemplo, a linha de recirculação pode conectar uma saída de gás de escape de anodo da célula de combustível com uma entrada de combustível da região anódica da célula de combustível.

10 Um separador de água e/ou uma bomba de recirculação pode ser disposta na linha de recirculação. O separador de água serve para remover água do gás da saída da célula de combustível antes de ser retornado à entrada da célula de combustível. A água que é obtida no método pode ser removida do separador de água ou, por exemplo, usada para umedecer uma membrana de eletrólito da célula de combustível. A bomba de recirculação assegura uma
15 alimentação de combustível suficiente durante a operação da célula de combustível.

O separador de água pode ser conectado com a linha de remoção a montante da primeira válvula de escape de pressão através de uma primeira linha de conexão. Uma válvula de expulsão de preferência é disposta
20 na primeira linha de conexão. Em uma configuração deste tipo da unidade de alimentação de combustível de acordo com a invenção água que foi separada do gás de escape de célula de combustível no separador de água pode ser removida através da primeira linha de conexão e da linha de remoção da linha de recirculação quando a válvula de expulsão está aberta. Todavia, com a
25 exceção dos ciclos de expulsão, a válvula de expulsão está fechada, dessa maneira assegurando que o combustível que é alimentado ao interior da célula de combustível através da linha de alimentação devido a uma abertura involuntária ou uma pane da válvula de isolamento de tanque pode ser com segurança removida para o interior da região não pressurizada, bem ventilada,

da aeronave e diretamente para o interior da atmosfera externa através da linha de remoção.

5 A linha de remoção de preferência ramifica-se da linha de recirculação a montante do separador de água. Por conseguinte, é possível omitir uma conexão de saída adicional da célula de combustível para conectar a célula de combustível com a linha de remoção.

10 Em uma modalidade preferencial da unidade de alimentação de combustível de acordo com a invenção uma linha de segurança conecta o tanque de combustível que é proposto para ser disposto na região pressurizada da aeronave para a região despressurizada da aeronave e/ou a atmosfera externa. Uma segunda válvula de escape de pressão pode ser disposta na linha de segurança. A segunda válvula de escape de pressão que, por exemplo, é igualmente na forma de um disco de ruptura, serve para conectar o tanque de combustível com a região não pressurizada, bem ventilada da atmosfera ou
15 diretamente com a atmosfera externa, se uma pressão de combustível na linha de segurança exceder um valor limiar crítico predeterminado. A linha de segurança pode, por exemplo, ser conectada com uma abertura de descarga de pressão prevista em uma capa externa da aeronave. A abertura de descarga de pressão pode ser munida de um indicador de fechamento de maneira a tornar
20 visualmente detectável a descarga de combustível do tanque de combustível.

25 A linha de remoção da unidade de alimentação de combustível de acordo com a invenção pode levar ao interior da linha de segurança. Por conseguinte, é possível omitir uma abertura de descarga de pressão separada formada no revestimento externo da aeronave, por exemplo, para a linha de remoção.

Um elemento filtro de preferência é disposto na linha de segurança. O elemento filtro preferivelmente é localizado na vizinhança da abertura de descarga de pressão formada no revestimento externo da aeronave, por exemplo, e a jusante da ramificação da linha de remoção e

previne o ingresso de sujeira na linha de segurança e na linha de remoção.

Em uma modalidade preferencial da unidade de alimentação de combustível de acordo com a invenção a linha de alimentação é conectada com a linha de segurança a jusante da válvula de isolamento de tanque
5 disposta na linha de alimentação através de uma segunda linha de conexão. Uma terceira válvula de alívio de pressão que, por exemplo, tem igualmente a forma de um disco de ruptura pode ser disposta na segunda linha de conexão.

Uma seção transversal de linha da linha de alimentação de preferência é selecionada e a terceira válvula de escape de pressão que é
10 disposta na segunda linha de conexão de preferência é dimensionada de forma que a terceira válvula de escape de pressão seja aberta, se uma pressão na linha de alimentação exceder uma pressão crítica predeterminada. Em uma configuração deste tipo da unidade de alimentação de combustível de acordo com a invenção o combustível egressando do tanque de combustível através
15 da linha de alimentação pode, por conseguinte, ser diretamente removido da região pressurizada da aeronave através da linha de segurança quando a pressão crítica causando a terceira válvula de escape de pressão a se abrir é excedida sem ter de ser encaminhada de antemão através da célula de combustível. A pressão crítica para abertura da terceira válvula de escape de
20 pressão pode, por exemplo, ser mais alta que a pressão crítica para abertura da primeira válvula de escape de pressão. No caso de pequenos escapes de combustível o combustível pode então ser removido da região pressurizada da aeronave através da célula de combustível e da linha de remoção, ao passo que no caso de escapes maiores o combustível pode ser diretamente removido
25 através da segunda linha de conexão e da linha de segurança.

Pelo menos uma válvula redutora de pressão de preferência é disposta na linha de alimentação. Por exemplo, uma primeira válvula redutora de pressão pode ser prevista na linha de alimentação a jusante da válvula de isolamento de tanque, que reduz a pressão de combustível na linha de

alimentação de, por exemplo, 350 bar para, por exemplo 9 bar. Se um bloco de válvula, compreendendo a válvula de isolamento de tanque e a primeira válvula redutora de pressão é formada como um componente de sistema integrado do sistema de tanque de combustível, a primeira válvula redutora de pressão atua como uma válvula de interface que separa uma região de alta pressão do sistema sobre o lado de tanque de combustível de uma região de baixa pressão do sistema. Por exemplo, a válvula de isolamento de tanque e a primeira válvula redutora de pressão podem ser construídas no interior do recipiente de tanque de combustível. Como um resultado é vantajosamente possível formar uma interface entre o tanque de combustível e os componentes de sistema dispostos no exterior do tanque de combustível como uma interface de baixa pressão.

Uma segunda válvula redutora de pressão pode ser disposta na linha de alimentação à jusante da primeira válvula redutora de pressão, que reduz a pressão na linha de alimentação de, por exemplo, 9 bar para, por exemplo, 3 bar. É possível assegurar, por intermédio da segunda válvula redutora de pressão, que combustível à pressão desejada seja alimentado à região de anodo da célula de combustível. A segunda válvula redutora de pressão pode igualmente ser formada como um componente integrado do sistema de tanque de combustível e, por exemplo, construída no interior do recipiente de tanque de combustível.

Na unidade de alimentação de combustível de acordo com a invenção um combustível, por exemplo, hidrogênio, que é armazenado no tanque de combustível é odorizado. A segurança do sistema é aumentada através da odorização adicional do combustível, pois um escape de combustível pode ser identificado mais facilmente e rapidamente através do cheiro do combustível odorizado. O combustível que é armazenado no tanque de combustível de preferência é odorizado para que um vazamento de combustível possa “cheirar” mesmo a 20% do limite de inflamabilidade

inferior (LFL).

Um sistema de célula de combustível de acordo com a invenção compreende uma unidade de alimentação como descrito acima.

Um método para monitoração de uma unidade de alimentação
5 de combustível descrito acima de acordo com a invenção compreende as etapas de detectar uma tensão elétrica na célula de combustível por intermédio de um sensor, fornecer os sinais emitidos pelo sensor a uma unidade de controle eletrônico e avaliar os sinais do sensor por intermédio da unidade de controle eletrônico para detectar uma falta causada por uma
10 abertura involuntária ou pane da válvula de isolamento do tanque quando em um estado operacional em repouso do sistema de célula de combustível energia elétrica é gerada pela célula de combustível.

Uma modalidade preferencial da presente invenção passa a ser ilustrada em detalhe na base da figura esquemática apenas, que mostra uma
15 unidade de alimentação de combustível que é proposta para ser usada a bordo de uma aeronave.

Na figura uma unidade fonte alimentadora de combustível 10, que é disposta em uma região pressurizada 11 de uma aeronave, compreende um tanque de combustível 12 que é própria para armazenar gás de hidrogênio
20 sob uma pressão elevada. O tanque de combustível 12 é conectado com uma entrada de combustível 16 de uma célula de combustível 18 através de uma linha de alimentação 14.

A célula de combustível 18, que serve em vez de como uma unidade de energia de emergência. é formada como uma célula de
25 combustível de membrana de eletrólito polimérico e compreende uma região anódica que é conectada com a entrada de combustível 16 e é separada de uma região catódica por uma membrana de eletrólito polimérico. Uma saída de escape anódico 20 da célula de combustível 18 é conectada com uma linha de recirculação 22, através da qual gás de escape de anodo egressando da saída

de gás de escape de anodo 20 durante a operação da célula de combustível 18 pode ser retornado à entrada de combustível 16 da célula de combustível 18.

Um separador de gás 24 é dispositivo na linha de recirculação 22. O separador de gás 24 serve para remover água do gás de escape de anodo egressando da saída de gás de escape de anodo 20 durante operação da cela de combustível 18. Uma bomba de recirculação 26 é disposta na linha de recirculação 22 a jusante do separador de água 24. A bomba de recirculação 26 garante um suprimento de combustível suficiente para a região de anodo da célula de combustível 18 durante a operação da célula de combustível 18.

Uma válvula de isolamento de tanque 28 é disposta na linha de alimentação 14 conectando o tanque de combustível 12 com a entrada de combustível 16 da célula de combustível 18. A montante da válvula de isolamento de tanque 28 a linha de alimentação 14 é conectada com um sensor temperatura 30 e um sensor de pressão 32 para detectar a temperatura e a pressão na linha de alimentação 14.

Uma primeira válvula redutora de pressão 34 é disposta na linha de alimentação 14 a jusante da válvula de isolamento de tanque 28, que reduz a pressão na linha de alimentação 14 de aproximadamente 350 para aproximadamente 9 bar. A primeira válvula redutora de pressão 34, por conseguinte, forma uma válvula de interface que separa uma região de alta pressão 38 da unidade 10 que compreende o tanque de combustível 12 e um bloco de válvula 36 integrado com o tanque de combustível 12 de uma região de baixa pressão 40 da unidade 10.

Uma segunda válvula redutora de pressão 42 é disposta na linha de alimentação 14 a jusante da primeira válvula redutora de pressão 34, que reduz a pressão na linha de alimentação 14 de aproximadamente 9 bar para aproximadamente 3 bar. A segunda válvula redutora de pressão 42, por conseguinte, assegura que hidrogênio à pressão desejada seja alimentado à

entrada de célula 16 de combustível 18 durante a operação da célula de combustível 18.

5 A unidade de alimentação de combustível 10 também compreende um sensor de tensão 44 que detecta uma tensão elétrica na célula de combustível 18. Os sinais que são emitidos pelo sensor de tensão 44 são transmitidos para uma unidade de controle eletrônico 45 e correspondentemente avaliados pela unidade de controle eletrônico 45. A unidade de controle eletrônico 45 também recebe sinais indicativos do estado operacional do sistema de célula de combustível 10.

10 Uma linha de remoção 46 se ramifica da linha de recirculação 22 a montante do separador de água 24 e da bomba de recirculação 26. A linha de remoção 46 conecta a saída de gás de escape de anodo 20 da célula de combustível 18 com uma linha de segurança 48. Uma primeira extremidade da linha de segurança 48 é conectada com o tanque de
15 combustível 12. Por outro lado, uma segunda extremidade da linha de segurança 48 conduz ao interior da atmosfera externa através de uma abertura de descarga de pressão formada em um revestimento externo 50 da aeronave. Uma tubeira 52 é prevista na região da abertura de descarga de pressão, que serve para tornar visível a descarga de hidrogênio do tanque de combustível
20 12 através da linha de segurança 48 visível. Um elemento filtro 54 é disposto na linha de segurança 48 a montante da tubeira 52. O elemento filtro 54 previne o ingresso de sujeira na linha de segurança 48 e na linha de remoção 46.

25 Uma primeira válvula de alívio de pressão 56 na forma de um disco de ruptura é disposta na linha de remoção 46. A primeira válvula de alívio de pressão 56 é construída de forma que conecta a saída de anodo 20 da célula de combustível 18 com a atmosfera externa através da linha de remoção 46 e da linha de segurança 48, se uma pressão na linha de remoção 46 exceder um valor limiar crítico predeterminado.

O separador de água 24 disposto na linha de recirculação 22 é conectado com a linha de remoção 46 através de uma primeira linha de conexão 58. Uma válvula seqüestradora 60 é disposta na primeira linha de conexão 58. Durante a operação da célula de combustível 18 água que foi separada do gás de escape de anodo da célula de combustível 18 pode, por conseguinte, ser removido através da primeira linha de conexão 58, da linha de remoção 46 e da linha de segurança 48 para o interior da remoção externa quando a válvula seqüestradora 60 está aberta. Todavia, com a exceção destes ciclos de expulsão, a válvula seqüestradora 60 permanece fechada.

Uma segunda válvula de alívio de pressão 62, que tem igualmente a forma de um disco de ruptura, é disposta na linha de segurança 48 conectando o tanque de combustível 12 com a atmosfera externa. A segunda válvula de alívio de pressão 62, abre a linha de segurança 48 e assim uma conexão fluídica entre o tanque de combustível 12 e a atmosfera externa, se uma pressão na linha de segurança 48 exceder um valor limiar crítico predeterminado.

Uma segunda linha de conexão 64 se ramifica da linha de alimentação 14 a jusante da primeira válvula redutora de pressão 34 e conduz ao interior da linha de segurança 48 a jusante da segunda válvula de alívio de pressão 62. Uma terceira válvula de alívio de pressão 66 é disposta na segunda linha de conexão 64. Uma seção transversal da linha de alimentação 14 é selecionada e a terceira válvula de escape de pressão 66, que tem igualmente a forma de um disco de ruptura, é dimensionada de forma que a terceira válvula de escape de pressão 66 abra a segunda linha de conexão 64 e assim uma conexão fluídica entre a linha de alimentação 14 e a linha de segurança 48 se uma pressão na linha de alimentação 14 exceder um valor limiar crítico predeterminado.

A válvula de isolamento de tanque 28 e a válvula seqüestradora 60 da unidade de alimentação de combustível 10 ambas são

formadas como válvulas a solenóide e podem, por exemplo, ser controladas por intermédio de uma unidade de controle eletrônico, que não é mostrada na figura.

5 A modalidade de operação da unidade de alimentação de combustível 10 é ilustrada a seguir. Durante a operação da célula de combustão 18 que serve como uma unidade de energia de emergência, hidrogênio é alimentado à entrada de combustível 16 da célula de combustível 18 através da linha de alimentação 14 enquanto a válvula de isolamento de tanque 28 permanece aberta. A pressão do hidrogênio que é alimentado à
10 célula de combustível 18 é controlada pelas válvulas redutoras de pressão 34, 42. Na célula de combustível 18 o hidrogênio é quimicamente convertido com oxigênio atmosférica que é alimentado à região catódica da célula de combustível 18 enquanto gerando energia elétrica.

15 O gás de escape de anodo egressando pela saída de escape de anodo 20 da célula de combustível 18 é retornado à entrada de combustível 16 da célula de combustível 18 através da linha de recirculação 22 por intermédio da bomba de recirculação 26. A água que está contida no gás de escape de anodo é separada do gás de escape de anodo por intermédio do separador de água 24 disposto na linha de recirculação 22. A válvula
20 seqüestradora 60 é aberta de maneira a remover a água do separador de água 24, para que a ar possa ser removida do separador de água 24 para o interior da atmosfera externa via a primeira linha de conexão 58, a linha de remoção 46 e a linha de segurança 48.

25 Quando a célula de combustível 18 atua como uma unidade de energia de emergência, a célula de combustível 18 não opera durante as operações de manejo em terra normais e operações de voo da aeronave. Todavia, faz-se necessário assegurar que durante estas operações em repouso que uma abertura involuntária ou uma pane da válvula de isolamento do tanque 28 não conduza a um risco de segurança que possa resultar na perda da

aeronave. Outrossim, uma abertura involuntária ou uma pane da válvula de isolamento de tanque tem de ser detectada, de maneira a ter a possibilidade de aumentar a disponibilidade do sistema através de manutenção específica. Se a falha de uma abertura involuntária ou a falha da válvula de isolamento de tanque 28 ocorre, hidrogênio é alimentado pelo tanque de combustível 12 à entrada de combustível 16 da célula de combustível 18 através da linha de alimentação 14. Na célula de combustível 18 este hidrogênio reage com oxigênio atmosférico presente na região catódica da célula de combustível. Conforme é o caso durante a operação da célula de combustível 18, esta reação química na célula de combustível 18 resulta em um aumento na tensão elétrica da célula de combustível 18, que pode ser detectado por intermédio do sensor de tensão 44. Os sinais do sensor de tensão 44 são fornecidos à unidade de controle eletrônico 45. Quando a unidade de controle eletrônico 45 baseada sobre sinais indicativos do estado operacional do sistema de célula de combustível 10 detecta que o sistema de célula de combustível 10 está em um estado operacional quiescente no qual a célula de combustível 18 não deve gerar energia elétrica, a geração de energia elétrica pela célula de combustível 18 conforme detectada pelo sensor de tensão 44 é atribuída a uma falha causada por uma abertura involuntária ou uma pane da válvula de isolamento de tanque 28. A unidade de controle eletrônico 45 então pode emitir um respectivo sinal de alerta e/ou iniciar medidas de segurança apropriadas.

O hidrogênio que não é convertido na célula de combustível 18 deixa a célula de combustível 18 via saída de gás de escape anódico 20 e passa para o interior da linha de remoção 46 através da linha de recirculação 22. Se a pressão de hidrogênio na linha de remoção 46 exceder o valor limiar de pressão crítica predeterminado, a primeira válvula de alívio de pressão 56 abre a linha de remoção 46. Quando a válvula seqüestradora 60 está fechada, o hidrogênio egressando da saída de gás de escape anódico 20 da célula de combustível 18 pode por conseguinte ser seguramente removido para o

REIVINDICAÇÕES

1. Unidade de alimentação de combustível (10) para um sistema de célula de combustível que é mais especificamente apropriado para aplicação em uma aeronave, que compreende:

5 - um tanque de combustível (12);
 - uma linha de alimentação (14), que conecta o tanque de combustível (12) com uma entrada (16) de uma célula de combustível (18);
 - uma válvula de isolamento de tanque (28), que é disposta na linha de alimentação (14);

10 - uma linha de remoção (46), que conecta uma saída (20) da célula de combustível (18) com uma região não pressurizada da aeronave e/ou a atmosfera externa; caracterizada pelo fato de que inclui um sensor (44) para detectar uma tensão elétrica na célula de combustível (18) e uma unidade de controle eletrônico (45) que é adaptada para receber sinais emitidos pelo
15 sensor (44) e que é adaptada para detectar uma pane causada por uma abertura involuntária ou uma falha da válvula de isolamento de tanque (28) baseada sobre os sinais de sensor, quando em um estado operacional quiescente do sistema de célula de combustível energia elétrica é gerada pela célula de combustível (18).

20 2. Unidade de alimentação de combustível de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de uma primeira válvula de alívio de pressão (56) ser disposta na linha de remoção (46).

 3. Unidade de alimentação de combustível de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizada pelo fato de uma linha de recirculação (22)
25 conectar a saída (20) da célula de combustível (18) com a entrada (16) da célula de combustível (18).

 4. Unidade de alimentação de combustível de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de um separador de água (24) e/ou uma bomba de recirculação (26) ser/serem dispostos na linha de recirculação

(22).

5 5. Unidade de alimentação de combustível de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato do separador de água (24) ser conectado com a linha de remoção (46) através de uma primeira linha de conexão (58) a jusante da primeira válvula de alívio de pressão (56), na qual uma válvula seqüestradora (60) é disposta na primeira linha de conexão (58).

6. Unidade de alimentação de combustível de acordo com a reivindicação 4 ou 5, caracterizada pelo fato da linha de remoção (46) se ramificar da linha de recirculação (22) a montante do separador de água (24).

10 7. Unidade de alimentação de combustível de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada pelo fato de uma linha de segurança (48) conectar o tanque de combustível (12) com a região despressurizada da aeronave e/ou a atmosfera externa, na qual uma segunda válvula de alívio de pressão (62) ser disposta na linha de segurança (48).

15 8. Unidade de alimentação de combustível de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato da linha de remoção (46) se abrir para o interior da linha de segurança (48).

20 9. Unidade de alimentação de combustível de acordo com a reivindicação 7 ou 8, caracterizada pelo fato de um elemento de filtro (54) ser disposto na linha de segurança (48).

25 10. Unidade de alimentação de combustível de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 9, caracterizada pelo fato da linha de alimentação (14) ser conectada com a linha de segurança (48) através de uma segunda linha de conexão (64), na qual uma terceira válvula de alívio de pressão (66) é disposta na segunda linha de conexão (64).

11. Unidade de alimentação de combustível de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo fato de uma seção transversal da linha de alimentação (14) ser selecionada e a terceira válvula de alívio de pressão (66) que é disposta na segunda linha de conexão (64) ser dimensionada de forma

que a terceira válvula de alívio de pressão (66) é aberta, se uma pressão na linha de alimentação (14) exceder uma pressão crítica predeterminada.

5 12. Unidade de alimentação de combustível de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizada pelo fato de pelo menos uma válvula redutora de pressão (34, 42) estar disposta na linha de alimentação (14).

13. Unidade de alimentação de combustível de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizada pelo fato de que um combustível que é armazenado no tanque de combustível (12) ser odorizado.

10 14. Sistema de célula de combustível com uma unidade de alimentação de combustível (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13.

15 15. Método para monitorar uma unidade de alimentação de combustível (10) para um sistema de célula de combustível que é mais especificamente próprio para aplicação em uma aeronave, compreendendo:

- um tanque de combustível (12);
- uma linha de alimentação (14), que conecta o tanque de combustível (12) com uma entrada (16) de uma célula de combustível (18);
- uma válvula de isolamento de tanque (28), que é disposta na
20 linha de alimentação (14); e

- uma linha de remoção (46), que conecta uma saída (20) da célula de combustível (18) com uma região não pressurizada da aeronave e/ou a atmosfera externa; no qual o método de monitoração é caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

25 - detectar uma tensão elétrica na célula de combustível (18) por intermédio de um sensor (44);

- fornecer os sinais emitidos pelo sensor (44) a uma unidade de controle eletrônico (45); e

- avaliar os sinais de sensor por intermédio da unidade de

controle eletrônico (45) para detectar uma falha causada por uma abertura involuntária ou uma falha da válvula de isolamento do tanque (28), quando em um estado operacional quiescente do sistema de célula de combustível energia elétrica é gerada pela célula de combustível (18).

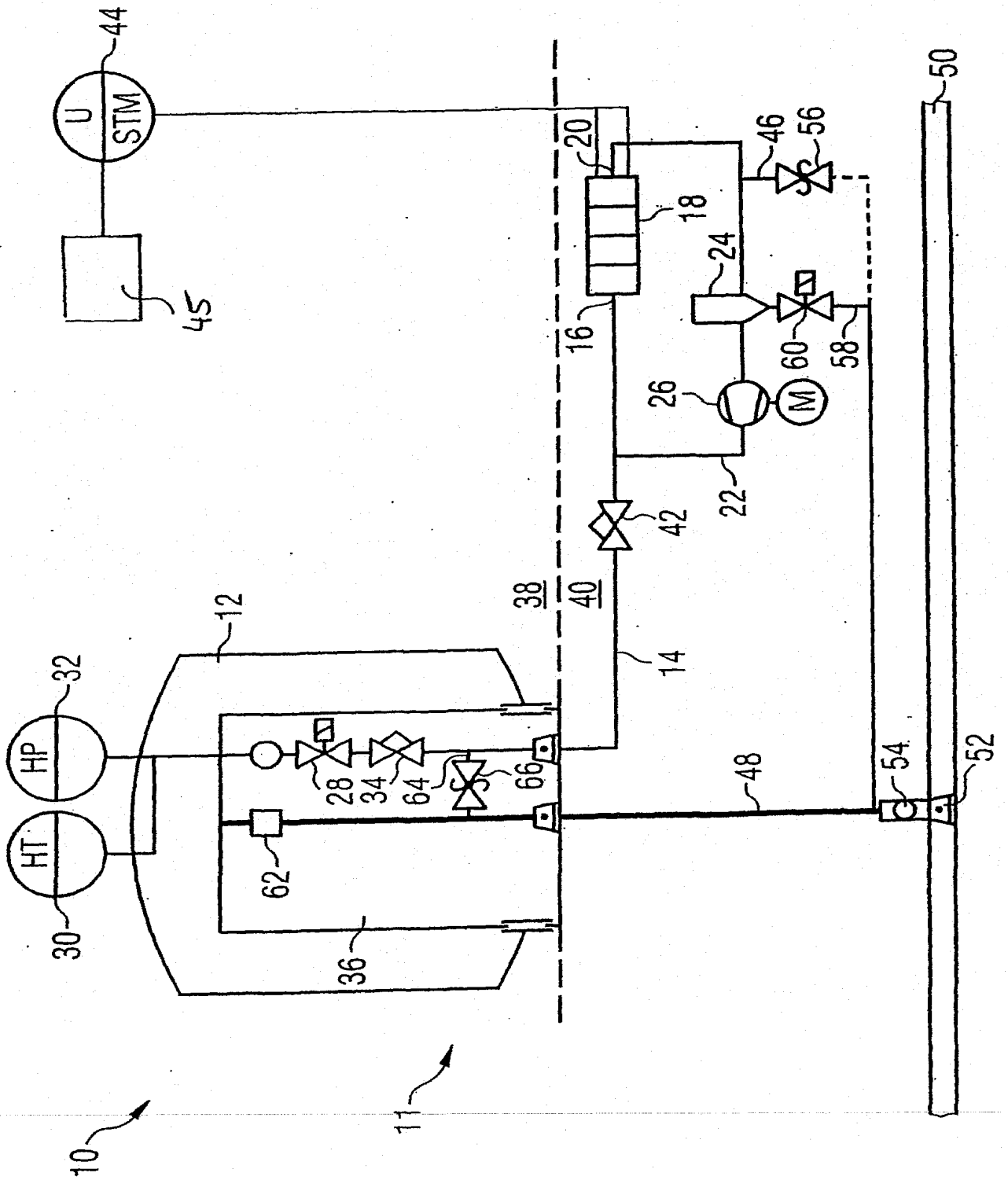


FIG. 1

RESUMO

“AERONAVE INCLUINDO UMA UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO DE COMBUSTÍVEL PARA UM SISTEMA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL”

5 Uma unidade de alimentação de combustível (10) para um sistema de célula de combustível que é particularmente apropriado para aplicação em uma aeronave compreende um tanque de combustível (12) e uma linha de alimentação (14), que conecta o tanque de combustível (12) com uma entrada (16) de uma célula de combustível (18). Uma válvula de
10 isolamento de tanque (28) é disposta na linha de alimentação (14). Uma linha de remoção (46) conecta uma saída (20) da célula de combustível (18) com uma região não pressurizada da aeronave e/ou a atmosfera externa. A unidade de alimentação de combustível (10) também compreende um sensor (44) para detectar uma tensão elétrica na célula de combustível (18) e uma unidade de
15 controle eletrônico (45) que é adaptada para receber sinais emitidos pelo sensor (44) e que é adaptada para detectar uma falha causada por uma abertura involuntária ou uma pane da válvula de isolamento de tanque (28) baseada sobre os sinais do sensor, quando em um estado operacional quiescente do sistema de célula de combustível energia elétrica é gerada pela
20 célula de combustível (18).