



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

(21) PI 1005261-5 A2



(22) Data de Depósito: 23/12/2010  
(43) Data da Publicação: 01/10/2013  
(RPI 2230)

(51) Int.Cl.:  
B60T 8/17  
B60T 8/60  
B64C 25/42

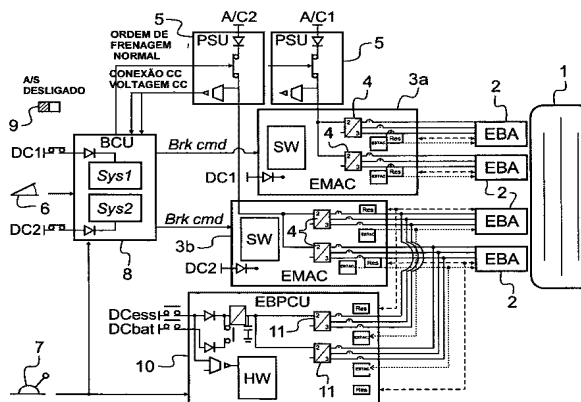
(54) Título: ARQUITETURA DE FRENAGEM ELÉTRICA ASSIMÉTRICA PARA AERONAVE

(30) Prioridade Unionista: 24/12/2009 FR 09 59589

(73) Titular(es): Messier-Bugatti, Messier-Bugatti-Dowty

(72) Inventor(es): Emmanuel Colin, Julien Thibault

(57) Resumo: ARQUITETURA DE FRENAGEM ELÉTRICA ASSIMÉTRICA PARA AERONAVE. A invenção se refere a uma arquitetura de frenagem elétrica assimétrica para aeronave, compreendendo certo número de atuadores de freio eletromecânicos (EBAs) (2) para aplicar seletivamente uma força de frenagem sobre elementos de fricção a fim de diminuir a rotação de rodas freadas, dita arquitetura compreendendo: uma unidade de controle de freio (BCU) (8) para atuar no modo normal para gerar valores de ponto de ajuste de frenagem em resposta a uma ordem de frenagem; controladores de atuador eletromecânicos (EMACs) (3), cada um incluindo pelo menos um inversor para fornecer energia elétrica para os EBAs em resposta aos valores de ponto de ajuste de frenagem; pelo menos uma unidade de energia de freio de emergência e controle (EBPCU) (10) incluindo pelo menos um inversor para fornecer energia elétrica para alguns dos EBAs em resposta a uma ordem de frenagem; e dispositivos de proteção (12) para canalizar energia fornecida pelos EMACs ou os EBPCU para os atuadores enquanto impede que energia seja desviada para a arquitetura.



## “ARQUITETURA DE FRENAGEM ELÉTRICA ASSIMÉTRICA PARA AERONAVE”

A invenção se refere a uma arquitetura de frenagem elétrica assimétrica.

### 5 ANTECEDENTES TECNOLÓGICOS DA INVENÇÃO

A prevenção de falhas de modo comum em complexas arquiteturas redundantes é uma etapa de projeto essencial que é bem conhecida aos especialistas de sistema. Falhas de modo comum são eventos que afetam certo número de elementos em uma arquitetura, que são idênticos  
10 ou similares um ao outro, e que são considerados serem independentes. O uso de tecnologias dissimilares a fim de tornar as arquiteturas com sistemas redundantes assimétricos torna possível minimizar os riscos de falhas de modo comum.

Em arquiteturas de frenagem hidráulicas, é bem conhecido  
15 fazer uso maciço do princípio de dissimilaridade. O exemplo é dado de uma arquitetura de frenagem hidráulica em que:

- a frenagem é provida no modo normal por meio de uma unidade de controle de freio normal (BCU) e servoválvulas (SV) para converter um valor de ponto de ajuste de frenagem, gerado pelo BCU, em  
20 energia hidráulica para os freios. A unidade de controle de reio normal recebe ordens de frenagem via os pedais, enquanto as servoválvulas são energizadas por uma rede de energia hidráulica normal;

- a frenagem é provida no modo de emergência por meio de uma unidade de controle de freio de emergência (EBCU), e por servoválvulas  
25 de acionamento direto (DDV); e

- a frenagem final pode ser provida por meio de um armazenamento de reserva de energia hidráulica e por um comando de frenagem que vem da alavanca de controle de estacionamento.

Neste tipo de arquitetura, os mesmos elementos funcionais

(unidades de controle, conversores de comando/energia) são mantidos para o canal de emergência como para o canal normal, com os elementos funcionais usando tecnologias diferentes. A assimetria de tecnologia estende até o atuador de frenagem, especificamente o próprio freio. Dito freio pode incluir  
5 uma cavidade dupla de modo que uma cavidade é conectada à correspondente servoválvula SV do circuito normal e a outra cavidade é conectada à correspondente servoválvula DDV do circuito de emergência. Alternativamente, o freio pode ter somente uma única cavidade que é associada com uma válvula de efeito duplo para receber energia hidráulica a partir de um ou do outro dos canais, com ditos dois canais sendo segregados.  
10

No campo de frenagem elétrica provida por meio de atuadores eletromecânicos, a dissimilaridade geralmente não se estende até o atuador de frenagem. A dissimilaridade termina antes de atingir o dispositivo para desligar o motor do atuador (tipicamente o inversor elétrico contido no controlador de atuador eletromecânico (EMAC) que energiza os atuadores de  
15 freio eletromecânicos (EBAs)).

Se for desejado tornar uma tal arquitetura menos sensível a falhas de modo comum, é essencial tentar tornar o circuito normal redundante de uma maneira que seja assimétrico, ou seja, pela duplicação de todos de  
20 seus elementos funcionais (BCU, EMACs) pelo uso de tecnologias diferentes, esta solução apresenta a desvantagem de ser muito cara, em termos tanto de tamanho quanto de custo.

### OBJETIVO DA INVENÇÃO

A presente invenção propõe uma arquitetura inovadora que  
25 torna possível reduzir o risco de falha de modo comum no sistema normal e no sistema de emergência, mas sem meramente duplicação de maneira dissimilar.

### BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

A invenção se refere a uma arquitetura de frenagem elétrica

assimétrica para aeronave, compreendendo certo número de atuadores de freio eletromecânico (EBAs) para aplicar seletivamente uma força de frenagem sobre elementos de fricção a fim de reduzir a rotação das rodas frenadas, dita arquitetura compreendendo:

- 5                   · uma unidade de controle de freio (BCU) para atuar no modo normal para gerar valores de ponto de ajuste de frenagem em resposta a uma ordem de frenagem;
- controladores de atuador eletromecânicos (EMACs), cada energizado por uma fonte de energia elétrica de CA, e cada um incluindo pelo  
10 menos um inversor para fornecer energia elétrica para os EBAs em resposta aos valores de ponto de ajuste de frenagem;
- pelo menos uma unidade de energia de freio de emergência e controle (EBPCU), energizada somente por uma fonte de energia elétrica de CC, e incluindo pelo menos um inversor para fornecer energia elétrica para  
15 alguns dos EBAs em resposta a uma ordem de frenagem; e
- dispositivos de proteção para channeling energia fornecida pelos EMACs ou os EBPCU para os atuadores enquanto impede que energia seja desviada para a arquitetura.

Assim, a redundância assimétrica não é provida pela  
20 duplicação do equipamento do sistema normal, enquanto usa tecnologias dissimilares, mas pela proposição de um sistema de emergência constituído de uma maneira que é essencialmente diferente, e pela provisão de dispositivos análogos a válvulas de efeito duplo hidráulicas, a fim de assegurar que a energia fornecida pelos EMACs ou pelo EBPCU não vá, mais precisamente,  
25 para os atuadores e não seja desviada de volta para o outro sistema.

#### BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

A invenção pode ser mais bem entendida na leitura da seguinte descrição de uma implementação particular da invenção:

- a figura 1 é uma vista esquemática de uma arquitetura de

frenagem assimétrica em uma modalidade particular da invenção, durante a operação nominal da arquitetura de frenagem;

· a figura 2 é uma vista esquemática da arquitetura da figura 1, durante um modo de frenagem alternativo, em seguida à perda de um dos  
5 fornecedores de energia;

· a figura 3 é uma vista esquemática da arquitetura da figura 1, durante a frenagem de emergência, em seguida à perda de um dos componentes essenciais do sistema normal;

· a figura 4 é uma vista esquemática da arquitetura da figura 1, durante a frenagem final usando a unidade de emergência; e  
10

· a figura 5 é uma vista esquemática de um atuador eletromecânico e do EMAC.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DAS FIGURAS

Com referência à figura 1, a arquitetura assimétrica da  
15 invenção, neste exemplo, é aplicada a uma aeronave que inclui um certo número de rodas frenadas 1 (somente uma dessas rodas é mostrada), ditas rodas sendo equipadas com freios que compreendem discos de freio que são pressionados um contra o outro por meio de atuadores de freio eletromecânicos 2 (EBAs). Neste exemplo, o freio inclui quatro EBAs. Os  
20 EBAs de todos dos freios são energizados pelos EMACs 3a, 3b, os quais, cada, incluem inversores 4 para fornecer energia elétrica para os EBAs sob consideração em resposta a um valor de ponto de ajuste de frenagem (brk cmd na figura). Neste exemplo, os EBAs de cada freio são energizados aos pares por dois EMACs separados. O EMAC 3a é conectado a uma primeira fonte de  
25 corrente contínua (CC) DC1 para energizar cartões eletrônicos (SW na figura) incluídos no EMAC 3a, enquanto o EMAC 3b é conectado a uma segunda fonte de energia de CC DC2 para energizar cartões eletrônicos (SW na figura) incluídos no EMAC 3b. Onde apropriado, os EMACs são também capazes de controlar os EBAs nas outras rodas.

A corrente alternada (CA) que, depois da resposta intermitente pelos inversores dos EMCs 3, é fornecida para os EBAs 2, provém de duas unidades de suprimento de energia (PSU) 5, que são responsáveis pela calibração da energia que vem de duas redes de energia de CA AC1 e AC2 da aeronave.

Os valores de ponto de ajuste de frenagem (brk cmd na figura) fornecido aos EMACs 3<sup>a</sup>, 3b são gerados por uma unidade de controle de freio BCU 8 em resposta à recepção da ordem de frenagem que vem dos pedais de freio 6 ou a partir de uma alavanca de freio de estacionamento 7. De maneira conhecida, a BCU 8 compreende dois canais de cálculo (sys1 e sys2), cada energizado por uma diferente fonte de energia de CC, respectivamente DC1 e DJC2. É conhecido tornar a BCU redundante e prover pelo menos uma segunda BCU também compreendendo dois canais de cálculo.

Os vários elementos descritos acima formam o sistema de frenagem normal.

De acordo com a invenção, o sistema de frenagem de emergência é constituído como segue: ele compreende uma unidade de energia e controle de emergência EBPCU 10 que inclui inversores 11 para gerar energia de CA para somente alguns dos atuadores 2, esta energia sendo derivada da energia de CC que provém da rede essencial (DCEss) da aeronave, ou a partir da bateria (DCBat). Neste exemplo, somente metade dos EBAs 2 da aeronave é energizada pela EBPCU (especificamente, os atuadores energizados pelo EMAC 3b). é destacado que, neste exemplo, o EBPCU 10 recebe o sinal que provém da alavanca de freio de estacionamento 7, mas não recebe nenhum sinal que vem a partir dos pedais de freio 6.

Assim, o sistema de emergência é completamente assimétrico. Contrariamente ao princípio de dissimilaridade conhecido, no qual os elementos do sistema normal são meramente duplicados pela alteração da tecnologia usada para produzir ditos elementos, o sistema de emergência

neste exemplo é essencialmente diferente do sistema normal em vários aspectos:

- a EBPCU 10 recebe somente o sinal a partir da alavanca de freio de estacionamento, enquanto a BCU 8 recebe o sinal a partir dos pedais 6 e o sinal a partir da alavanca de freio de estacionamento 7;
- no sistema normal, os valores de ponto de ajuste são preparados em uma unidade (a BCU) que é distinta das unidades de EMAC que contêm os inversores, enquanto isto não é verdadeiro do dispositivo de emergência;
- os inversores do sistema normal são energizados com CA, enquanto o inversor do sistema de emergência é acionado com voltagem de CC, cuja fonte é presumida ser independente dos geradores que fornecem os fornecedores de energia de CA AC1 e AC2; e
- o sistema normal aciona todos dos atuadores, enquanto o sistema de emergência aciona somente alguns dos atuadores.

Preferivelmente, o sistema de emergência e a EBPCU em particular não incluem nenhum software, mas somente dispositivos lógicos ligados por fios, ou mais geralmente dispositivos de hardware, para determinar um valor de ponto de ajuste de frenagem para controlar o inversor associado.

Para os atuadores em consideração, o sistema de emergência inclui menos linhas de energia que no sistema normal. O elemento de bloqueio de estacionamento 2c e o resolvidor 2b (ver a figura 6) equipado em cada EBA 2 são conectados ao correspondente EMAC, mas não à EBPCU.

A assimetria provida desta maneira é, por conseguinte, total, mesmo não tendo o recurso para mera duplicação dissimilar de elementos do sistema normal.

A fim de aplicar a frenagem por meio da arquitetura então descrita, os seguintes controles são disponíveis ao piloto;

- os pedais de freio 6, para reduzir a velocidade da aeronave;
- a alavanca de freio de estacionamento 7, para assegurar que a aeronave permaneça estacionária quanto dita aeronave parou de se mover, ou para aplicar a frenagem final como descrito abaixo; e

5                   · uma chave seletora AS/OFF 9, que permite que o piloto indique se ou não um sistema de proteção antiderrapamento deve ser aplicado.

Os vários modos de operação da arquitetura da invenção são descritos em detalhe abaixo.

10                   Quando todos dos elementos do sistema normal estão funcionando e são normalmente energizados pelas várias fontes de energia da aeronave, o piloto pode realizar a frenagem nos seguintes modos:

15                   · modo de frenagem normal: com a chave seletora AS/OFF na posição antiderrapamento (AS), o piloto é capaz de controlar a desaceleração por meio de pedais. A BCU 8 então gera valores de ponto de ajuste de frenagem para os EMACs 3, que distribuem a energia correspondente para os EBAs 2 de modo a frear as rodas, dependendo da desaceleração desejada; e

20                   · modo de frenagem de estacionamento: quando uma vez a aeronave parou, o piloto pode assegurar que a aeronave seja mantida estacionária pela aplicação de frenagem de estacionamento por meio da alavanca de frenagem de estacionamento. A BCU 8 então gera valores de ponto de ajuste de frenagem para os EMACs 3, que distribuem a energia correspondente para os EBAs 2 de modo a pressionar ou comprimir contra os discos de freio, e então para manter a força de frenagem pelo tempo que leva para bloquear os empurradores dos EBAs 2 na posição.

25                   Em uma situação mostrada na figura 2, em que um dos geradores elétricos da aeronave apresenta falha, conduzindo à perda das correspondentes fontes de CA e CC (neste exemplo, à perda das fontes AC1 e DC1), a correspondente PSU não mais está em uma posição para prover energia para os EMACs 3a. Os cartões eletrônicos de ditos EMACs não mais

são energizados. Os EBAs 2 conectados aos EMACs 3a são, portanto, inúteis. Em adição, um dos canais de cálculo da BCU é neutralizado pelo fato de que ele também não é mais energizado. Não obstante, permanece possível assegurar frenagem pelo uso do segundo canal de cálculo (sYs2) da BCU 8, a fim de gerar valores de ponto de ajuste de frenagem para os EMACs 3b que continuam a ser energizados. Dito modo de frenagem é conhecido como “modo alternativo”. Neste modo, é possível chamar os EBAs válidos 2 para exercer uma força de frenagem mais forte para compensar a perda dos EBAs não energizados 2.

10 Em uma variante da invenção, o sistema normal pode incluir uma pluralidade de BCUs 8. A perda de uma fonte de energia de CC DC1 ou DC2, causando com que cada uma das ECUs 8 perca um de seus canais de cálculo, pode ser compensada pela reconfiguração de canais de cálculo válidos (aqueles que continuam a ser energizados) a fim de fornecer valores de ponto de ajuste para todos dos EMACs 3.

15 Em outra situação mostrada na figura 3, durante a qual a BCU 8 ou todos dos EMACs 3 falham (por exemplo, no caso de um enlace infinito que ocorre em software e que afeta tanto os canais de cálculo da BCU, quanto os EMACs 3<sup>a</sup> e 3b, como um resultado de uma falha de modo comum), naturalmente não é mais possível frear usando o sistema normal. O piloto observa uma tal situação quando nenhuma frenagem ocorre quando exerce pressão sobre os pedais 6. O piloto então coloca a chave seletora AS/OFF 9 na posição desligada. Este é o sinal dado para a arquitetura ativar o sistema de emergência. Este modo de frenagem é conhecido como o modo de frenagem de emergência. A frenagem é assim executada pela EBPCU 10 que recebe um sinal de frenagem a partir da alavanca de freio de estacionamento 7, que é atuada pelo piloto. A EBPCU 10 então envia energia calibrada para os EBAs 2 em consideração em resposta à atuação da alavanca de freio de estacionamento 7, a energia neste exemplo sendo extraída da fonte de energia

de CC DCEss. Durante a frenagem, os empurradores do EBAs 2 naturalmente não estão bloqueados na posição, como estariam durante a frenagem de estacionamento.

5 Finalmente, em uma situação crítica, tal como aquela mostrada na figura 4, é possível que todos os geradores da aeronave apresentem falha, de uma tal maneira que fontes de energia não sejam disponíveis, além da bateria. Da mesma maneira que para a situação acima descrita, o piloto não recebe nenhuma resposta quando aplica pressão sobre os pedais. O piloto então coloca a chave seletora AS/OFF na posição desligada. O sistema de  
10 emergência é assim ativado. A frenagem é então executada pela EBPCU 10, que recebe um sinal de frenagem a partir da alavanca de freio de estacionamento que é atuada pelo piloto. A EBPCU 10 então envia energia calibrada para os EBAs 2 em consideração, em resposta à atuação da alavanca de freio de estacionamento, a energia sendo assim extraída somente das  
15 baterias DCBat. Este é o modo de frenagem final.

Em uma implementação particular, projetada para economizar energia que vem das baterias, os EBAs 2 podem ser bloqueados em uma posição de aplicação de força, depois da primeira aplicação de força. Assim, a força de frenagem é mantida sem consumir energia que da bat4eria. Para esta  
20 finalidade, a EBPCU 10 é programada para controlar o elemento de travamento que é provido nos EBAs em consideração, depois da aplicação da força de frenagem, de modo a bloquear os empurradores de ditos EBAs 2 na posição.

Em um arranjo importante mostrando na figura 5, quando o sistema de emergência é ativado e quando os EBAs 2 em consideração recebem energia a partir da EBPCU 10, é recomendável que dita energia passe para os EBAs 2 e para não poluir os EMACs em consideração por causar com que energia retorne, de maneira intempestiva, para o sistema normal. A ativação do sistema de emergência quando os EMACs 3 estão em  
25

um estado de operação apropriado não pode conduzir à energia ir da EBPCU 10 o sistema normal, uma vez que os transistores de energia que formam os inversores dos EMACs 3 são normalmente não condutores, e os inversores estão normalmente desconectados, impedindo assim que qualquer energia seja desviada. Todavia, a situação é diferente se em um dos EMACs 3 em consideração, um dos transistores permanecer na posição condutora, por exemplo, em seguida à falha de dito transistor. Neste caso, o EMAC 3 em consideração atua como um curto-circuito, e a energia fornecida pela EBPCU 10 é provável que seja desviada para o sistema normal via dito EMAC. Para superar este problema, é recomendável prover a arquitetura com dispositivos de proteção a fim de garantir que a energia fornecida pela EBPCU 10 seja, de fato, canalizada para os EBAs 2, e para prevenir que energia seja desviada para o sistema normal. Para esta finalidade. Os EMACs 3 neste exemplo são providos com fusíveis 12 em SUS linhas de saída, ditos fusíveis sendo adaptados, no caso de um transistor que permanece condutor em um dos EMACs 3, para desconectar todas as conexões entre os EBAs 2 em consideração e dito EMAC 3 quando energia está sendo fornecida pela EBPCU 10, independentemente de se ou não o EMAC 3 em consideração está sendo energizado. Neste exemplo, os fusíveis são dispostos em todas das conexões entre o EBA 2 e o EMAC 3, e nas linhas que fornecem energia para o motor 2a, para o resolvidor 2b e para o elemento de bloqueio de estacionamento 2c do EBA 2. Em uma variante, os dispositivos de proteção compreendem dispositivos ativos, como relés (normalmente abertos), em adição ou em substituição aos dispositivos passivos constituídos pelos fusíveis.

De maneira similar, é também importante que a energia que vem do sistema normal, assim dos EMACs 3, seja consumida pelos EBAs 2 e que ela não seja desviada para o sistema de emergência. Para esta finalidade, a EBPCU 10 é também provida com fusíveis em ditas linhas de saída, de

modo que no caso de um dos transistores do inversor da EBPCU 10 permanecer condutor, os fusos interrompem a conexão entre a EBPCU 10 e os correspondentes EBAs 2, e assim impedem que energia proveniente dos EMACs 3 seja desviada para a EBPCU 10 quando os EMACs 3 estão fornecendo energia, e por condução de dita energia para os EBAs 2 em consideração.

Assim, os dois sistemas são eletricamente isolados um do outro e não apresentam o risco de serem sujeitos à energia que provém do outro sistema sendo desviada para o mesmo de maneira intempestiva. É notado que os fusíveis 12 são instalados nos EMACs e EBPCU a montante dos pontos comuns entre as linhas de energia que vêm dos EMACs e da EBPCU que conduzem para os mesmos atuadores.

A arquitetura assimétrica acima descrita pode apresentar inúmeras características adicionais.

Em um aspecto particular da invenção, se o piloto usa a alavanca de freio de estacionamento, quando a chave seletora AS/OFF 9 está na posição AS, o sistema normal é então chamado e o a BCU 8 pode, por conseguinte, entender que o piloto está tentando executar a frenagem de estacionamento com os empurradores dos EBAs 2 sendo bloqueados, o que pode ser difícil se a aeronave ainda está se movendo. Por conseguinte, é recomendável verificar se o piloto realmente deseja aplicar a frenagem de estacionamento. Por conseguinte, é vantajoso monitorar informação de velocidade (velocidade da aeronave, ou velocidade da rotação de roda), a fim de verificar se aeronave está se movendo ou parou. A frenagem de estacionamento será somente aplicada se a aeronave tiver parado. A título de exemplo, a alavanca de freio de estacionamento pode ser desativada quando a chave seletora AS/OFF 9 está na posição AS.

Em outro aspecto da invenção, pode ser concebido substituir a fonte de energia DCEss pela fonte DC1 ou DC2 para fornecer energia para a

EBPCU 10. É conhecido que a fonte DCEss é uma fonte de energia de CC baseada em uma combinação paralela de fontes DC1 e DC2 que obtêm sua energia a partir de respectivos geradores acionados pelos motores esquerdo e direito da aeronave. Assim, a assimetria da arquitetura é até mesmo mais pronunciada. Ao efetuar isto, um ponto comum é criado na EBPCU 10 entre a fonte DC1 (ou DC2) e a fonte DEBatt, mas nunca entre as fontes DC1 e DC2. Se uma falha de energia se propagar de DC1 para DCBatt, a fonte DC2 ainda estará disponível para o sistema normal, e a frenagem será ainda possível com este sistema.

10                   Pode ser ainda concebido prover o sinal de pedal 6 à EBPCU 10 a fim de criar um modo de frenagem adicional (frenagem diferencial sem antiderrapamento) no caso de perda dos EMACs 3 ou das PSUs 5.

15                   A comunicação entre as BCU(s) 8 e a EBPCU 10 poderia também ser colocada no local e que torna possível que os BCUs testem regularmente a EBPCU 10 para verificar que ela está operando corretamente, uma vez que a EBPCU 10 é usada somente muito excepcionalmente.

## REIVINDICAÇÕES

1. Arquitetura de frenagem elétrica assimétrica para aeronave, compreendendo certo número de atuadores de freio eletromecânicos (EBAs) para aplicar seletivamente uma força de frenagem sobre elementos de fricção a fim de diminuir a rotação de rodas frenadas, dita arquitetura caracterizada pelo fato de que compreende:

· uma unidade de controle de freio (BCU) (8) para atuar no modo normal para gerar valores de ponto de ajuste de frenagem em resposta a uma ordem de frenagem;

· controladores de atuador eletromecânicos (EMACs) (3), cada energizado por uma fonte de energia elétrica de CA, e cada um incluindo pelo menos um inversor para fornecer energia elétrica para os EBAs em resposta aos valores de ponto de ajuste de frenagem;

· pelo menos uma unidade de energia de freio de emergência e controle (EBPCU) (10) energizada somente por uma fonte de energia elétrica de CC, e incluindo pelo menos um inversor para fornecer energia elétrica para alguns dos EBAs em resposta a uma ordem de frenagem; e

· dispositivos de proteção (12) para channeling energia fornecida pelos EMACs ou os EBPCU para os atuadores enquanto impede que energia seja desviada para a arquitetura.

2. Arquitetura de frenagem elétrica assimétrica para aeronave de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a ordem de frenagem recebida pelo BCU (8) provém dos pedais de freio (6) ou de uma alavanca de freio de parking (7), enquanto a ordem de frenagem recebida pelo EBPCU (10) provém somente da alavanca de freio de parking (7).

3. Arquitetura de frenagem elétrica assimétrica para aeronave de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que, em cada uma das rodas, uma primeira metade dos atuadores é energizada por um primeiro controlador (3a), e uma segunda metade dos atuadores é energizada por um

segundo controlador (3b), somente os atuadores da segunda metade sendo energizados pelo EBPCU (10).

5 4. Arquitetura de frenagem elétrica assimétrica para aeronave de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que os EMACs (3) energizando os atuadores de uma dada roda são energizados por duas fontes de energia separadas (AC1, DC1/AC2, DC2) compreendendo respectivamente um suprimento de energia de CA para fornecer energia para os inversores, e uma fonte de energia de CC para fornecer energia para os cartões eletrônicos dos EMACs (3).

10 5. Arquitetura de frenagem elétrica assimétrica para aeronave de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que o EBPCU (10) é energizado por uma fonte de energia (DCEss, DCBat) que é distinta das fontes de energia que energizam os EMACs (3).

15 6. Arquitetura de frenagem elétrica assimétrica para aeronave de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o dispositivo de proteção para channeling energia fornecida ou pelos EMACs (3), ou pelo EBPCU (10), para os atuadores por impedir que a energia seja desviada para a arquitetura, inclui dispositivos passivos e/ou ativos (12) dispostos nas linhas de energia dos EBAs (2), a montante de um ponto comum entre ditas linhas de energia.

20 7. Arquitetura de frenagem elétrica assimétrica para aeronave de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a unidade de emergência inclui dispositivos de hardware para determinar um valor de ponto de ajuste de frenagem para controlar o inversor associado.

25 8. Arquitetura de frenagem elétrica assimétrica para aeronave de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que cada atuador de frenagem eletromecânico inclui um elemento de bloqueio e/ou um resolvidor que é/são energizados pelos controladores, mas não pela unidade de emergência.

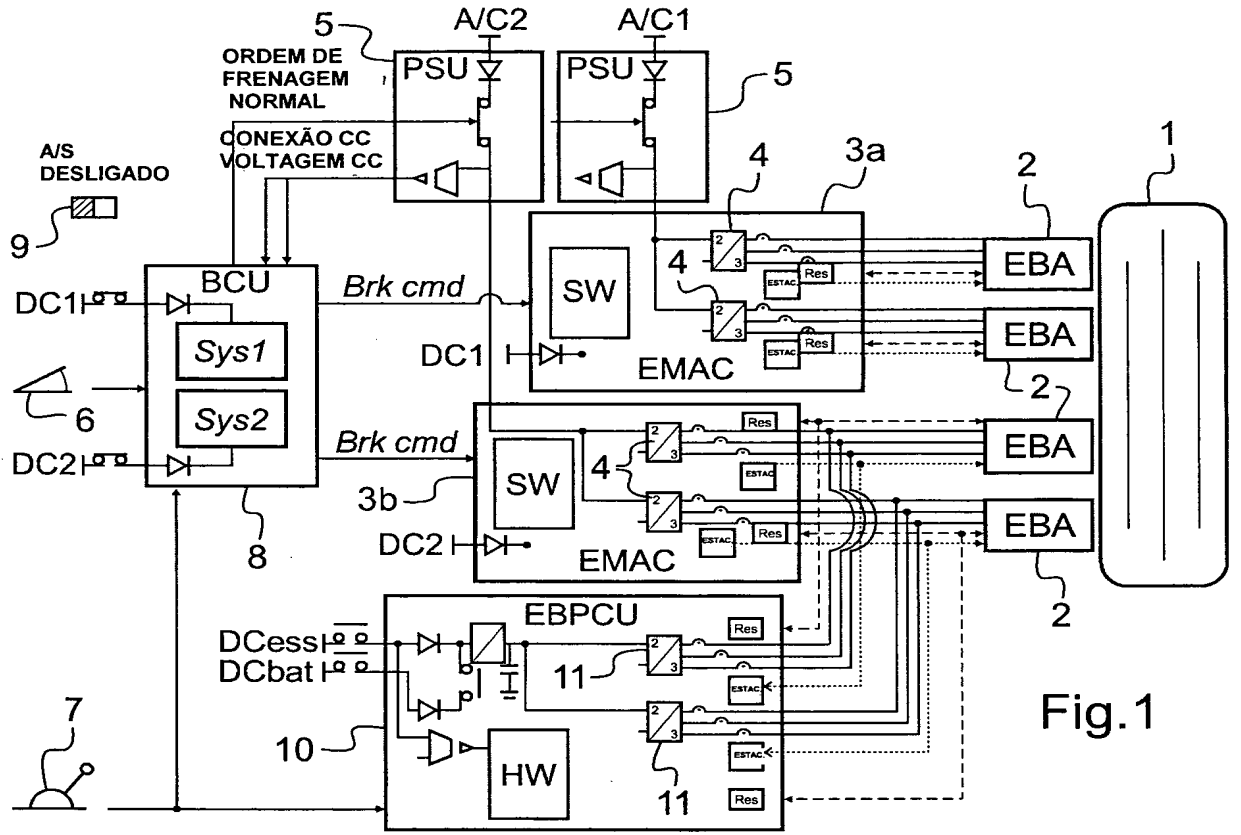


Fig.1

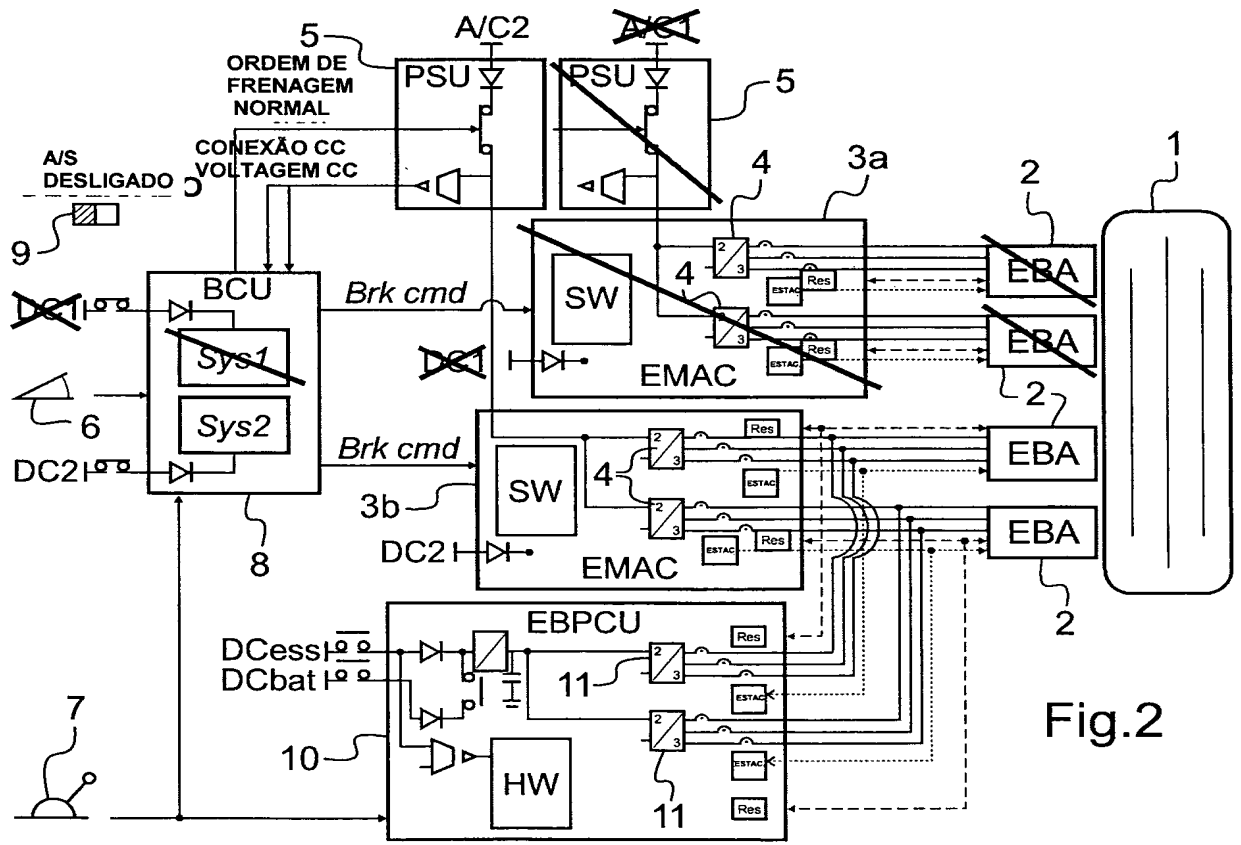
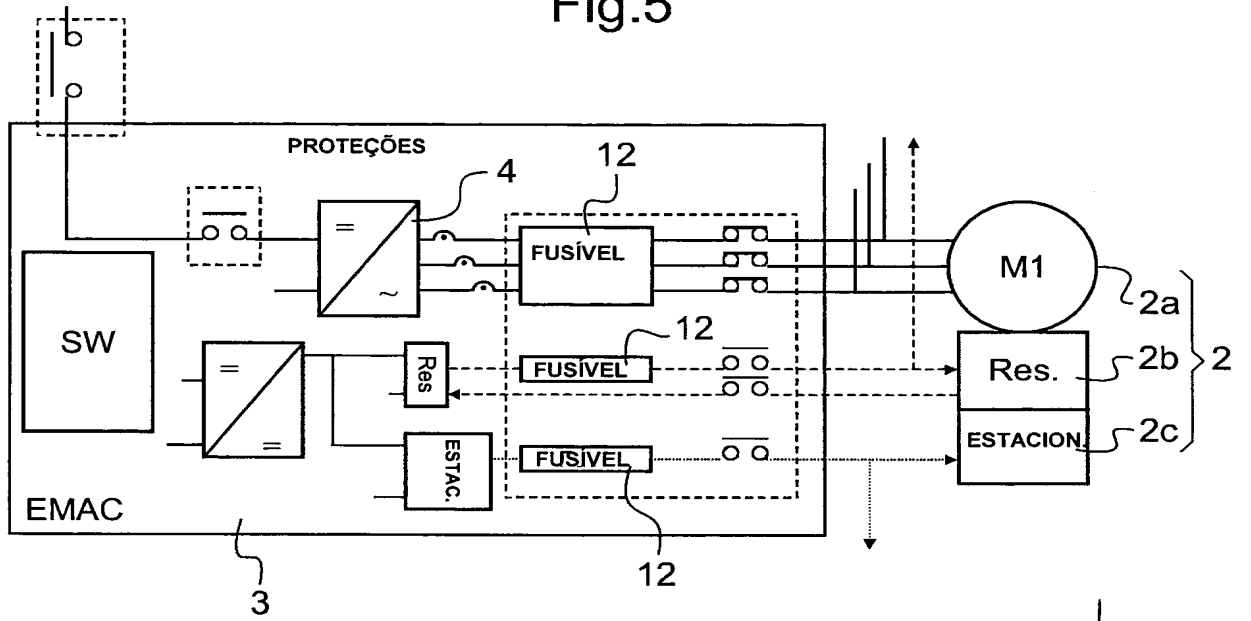


Fig.2



Fig.5



RESUMO**“ARQUITETURA DE FRENAGEM ELÉTRICA ASSIMÉTRICA PARA AERONAVE”**

A invenção se refere a uma arquitetura de frenagem elétrica  
5 assimétrica para aeronave, compreendendo certo número de atuadores de freio  
eletromecânicos (EBAs) (2) para aplicar seletivamente uma força de  
frenagem sobre elementos de fricção a fim de diminuir a rotação de rodas  
freadas, dita arquitetura compreendendo: uma unidade de controle de freio  
(BCU) (8) para atuar no modo normal para gerar valores de ponto de ajuste  
10 de frenagem em resposta a uma ordem de frenagem; controladores de  
atuador eletromecânicos (EMACs) (3), cada um incluindo pelo menos um  
inversor para fornecer energia elétrica para os EBAs em resposta aos  
valores de ponto de ajuste de frenagem; pelo menos uma unidade de  
energia de freio de emergência e controle (EBPCU) (10) incluindo pelo  
15 menos um inversor para fornecer energia elétrica para alguns dos EBAs em  
resposta a uma ordem de frenagem; e dispositivos de proteção (12) para  
canalizar energia fornecida pelos EMACs ou os EBPCU para os atuadores  
enquanto impede que energia seja desviada para a arquitetura.