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

(11) BR 112016003574-7 B1

(22) Data do Depósito: 20/08/2014

(45) Data de Concessão: 13/10/2021

(54) Título: SISTEMA DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL, MÉTODO DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL, PRODUTO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR E MÍDIA DE ARMAZENAMENTO

(51) Int.Cl.: F23K 5/06; F02C 7/228; F02C 9/34; F23R 3/34.

(30) Prioridade Unionista: 03/09/2013 FR 13 58422; 20/08/2013 FR 13 58078.

(73) Titular(es): SNECMA.

(72) Inventor(es): SÉBASTIEN CHALAUD.

(86) Pedido PCT: PCT FR2014052105 de 20/08/2014

(87) Publicação PCT: WO 2015/025109 de 26/02/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 19/02/2016

(57) Resumo: SISTEMA DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL, MÉTODO DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL, PRODUTO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR E MÍDIA DE ARMAZENAMENTO. A invenção refere-se a um sistema para injetar combustível em uma câmara de combustão de um motor, que compreende pelo menos dois circuitos de combustível, um com uma taxa de fluxo constante (1) e o outro com uma taxa de fluxo intermitente (2), os membros (4, 5) para dosar e distribuir combustível entre os dois circuitos e um meio de controle (3) para controlar os ditos membros, sendo que o circuito de fluxo intermitente tem capacidade para ser sangrado, caracterizado pelo fato de que, ao receber uma ordem para preencher os circuitos com combustível após o circuito de fluxo intermitente ter sido sangrado, o meio de controle (3) é adequado para - controlar os membros de distribuição e dosagem (4, 5, 6, 7) para se obter uma taxa de fluxo de combustível predeterminada maior do que a taxa de fluxo que corresponde à ordem de preenchimento e fornecer o excedente de combustível resultante ao circuito de fluxo intermitente, durante uma duração predeterminada.

“SISTEMA DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL, MÉTODO DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL, PRODUTO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR E MÍDIA DE ARMAZENAMENTO”

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] Essa invenção refere-se à injeção de combustível na câmara de combustão de um motor e, particularmente, um motor de aeronave.

[002] A mesma refere-se, em particular, ao fornecimento de combustível a injetores em uma câmara de combustão com baixa emissão de óxidos de nitrogênio NOx.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[003] Sabe-se que o combustível pode ser injetado em uma câmara de combustão de motor através de dois circuitos de injeção, para reduzir a taxa de emissão de poluentes e, particularmente, óxidos de nitrogênio NOx. Um circuito chamado de circuito piloto tem um fluxo permanente otimizado para velocidades baixas. Um circuito chamado de circuito principal tem um fluxo intermitente otimizado para velocidades altas. O mesmo complementa o fluxo de combustível, particularmente, para ser capaz de alcançar a potência necessária para a decolagem. O circuito principal não é usado de maneira permanente, o mesmo é usado sempre que há uma necessidade de empuxo de motor adicional, e o seu fluxo por ser zero ou muito baixo em algumas velocidades.

[004] A operação intermitente do circuito principal combinada com as temperaturas altas que ocorrem no motor tem a consequência de induzir a decomposição ou formação de coque indesejada do combustível estagnado no circuito principal quando o fluxo de combustível no circuito principal é muito baixo ou é interrompido.

[005] Os documentos EP 1 770 333 e EP 2 026 002 emitidos pelo requerente revelam injetores de múltiplos pontos com dois circuitos de

combustível desse tipo.

[006] Sabe-se que o circuito principal pode ser drenado quando não é usado, para eliminar o risco de formação de coque de combustível no circuito principal.

[007] No entanto, a operação do circuito piloto e de todo o sistema de injeção de combustível pode ser perturbado quando o circuito principal é usado novamente após ser drenado. O sistema de fornecimento que compreende um dispositivo de regulagem que controla uma válvula de dosagem de combustível e uma válvula de distribuição de combustível entre os dois circuitos abre, então, a válvula de distribuição na posição controlada pela regulagem que corresponde a uma velocidade exigida. Parte do fluxo de combustível é, então, usada para preencher o circuito principal e, portanto, não é injetada na câmara de combustão nesse momento.

[008] Isso gera uma escassez temporária de combustível durante a fase de preenchimento do circuito principal, um atraso na resposta do circuito principal e um risco de que a velocidade exigida seja excedida no final do preenchimento do circuito principal.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[009] A invenção tem como objetivo solucionar os problemas, de acordo com a técnica anterior, revelando-se um sistema para a injeção de combustível em uma câmara de combustão de um motor, que compreende pelo menos dois circuitos de combustível, um em fluxo permanente e o outro em fluxo intermitente, dispositivos de dosagem e distribuição de combustível para dosar combustível e distribuir combustível entre os dois circuitos e u meio de controle desses dispositivos, em que o circuito de fluxo intermitente é possivelmente drenado,

[010] caracterizado pelo fato de que, quando uma ordem para preencher os circuitos com combustível, após o circuito com fluxo intermitente

ter sido drenado, é recebida, o meio de controle é adaptado para

- controlar os dispositivos de dosagem e distribuição para se obter um fluxo de combustível predeterminado mais alto que o fluxo que corresponde à ordem de preenchimento e para fornecer o excedente resultante de combustível ao circuito de fluxo intermitente por uma duração predeterminada.

[011] Com a invenção, o fluxo de combustível injetado na câmara de combustão permanece em conformidade com o fluxo esperado para uma operação suave e, particularmente, não há escassez de combustível devido ao preenchimento do circuito de fluxo intermitente.

[012] Não há atraso na resposta do circuito de fluxo intermitente e a velocidade exigida não é excedida após o preenchimento do circuito de fluxo intermitente.

[013] De acordo com uma primeira realização da invenção, os dispositivos de dosagem e distribuição de combustível compreendem uma válvula de dosagem de combustível e uma válvula de distribuição de combustível, em que a válvula de dosagem é projetada para controlar a saída de fluxo de combustível para os circuitos de fluxo intermitente e permanente, e a válvula de distribuição tem capacidade para distribuir o combustível entre o circuito de fluxo intermitente e o circuito de fluxo permanente. A válvula de dosagem e a válvula de distribuição são conectadas em série entre uma bomba de combustível e os circuitos de injeção.

[014] De acordo com uma segunda realização da invenção, os dispositivos de dosagem e distribuição de combustível compreendem uma válvula de dosagem de combustível para o circuito de fluxo permanente e uma válvula de dosagem de combustível para o circuito de fluxo intermitente. As duas válvulas de dosagem são, então, conectadas em paralelo entre a bomba de combustível e os circuitos de injeção e dosam o combustível para cada circuito e distribuem o combustível entre os dois circuitos.

[015] De acordo com uma variante, o sistema de injeção de combustível também é caracterizado pelo fato de que após receber uma ordem para preencher os circuitos com o combustível após o circuito de fluxo intermitente ter sido drenado, o meio de controle é adaptado para:

- comparar o valor ajustado recebido com um limiar de ajuste e, se o valor ajustado for mais alto do que o limiar de ajuste,

- controlar os dispositivos de dosagem e distribuição para preencher o circuito de fluxo intermitente antes de alcançarem um limiar de empuxo de motor que corresponde a uma distribuição de combustível predeterminada entre o circuito de fluxo permanente e o circuito de fluxo intermitente.

[016] A invenção fornece uma solução robusta de modo que o tempo para preencher o circuito de fluxo intermitente não tenha efeito sobre a aceleração do motor.

[017] Com a invenção, a necessidade de se usar o circuito de fluxo intermitente pode ser antecipada sem se preencher o mesmo com combustível quando não é necessário.

[018] Portanto, o circuito de fluxo intermitente permanece no estado drenado pelo maior tempo possível, o que elimina o risco de formação de coque de combustível estagnado.

[019] De acordo com uma característica preferencial, o meio de controle é adaptado para determinar o limiar de ajuste como uma função do limiar de empuxo de motor, para um determinado ponto no domínio de voo.

[020] De acordo com uma característica preferencial, o meio de controle é adaptado para determinar o limiar de empuxo de motor como sendo o ponto de empuxo começando pelo qual o circuito de fluxo intermitente é usado.

[021] De acordo com uma característica preferencial, o meio de

controle é adaptado para determinar o valor ajustado como uma função da posição do estrangulador acionado por um usuário.

[022] A invenção também se refere a um método de injeção de combustível em uma câmara de combustão de motor através de um sistema de injeção que compreende pelo menos dois circuitos de combustível, um circuito de fluxo permanente e um circuito de fluxo intermitente, dispositivos de dosagem e distribuição de combustível para dosar combustível e distribuir combustível entre os dois circuitos e um meio de controle para esses dispositivos, em que o circuito de fluxo intermitente é possivelmente drenado,

caracterizado pelo fato de que, após receber uma ordem para preencher os circuitos com combustível após o circuito de fluxo intermitente ter sido drenado, o mesmo compreende a etapa de:

- controlar os dispositivos de dosagem e distribuição para se obter um fluxo de combustível predeterminado mais alto que o fluxo que corresponde à ordem de preenchimento e para fornecer o excedente resultante de combustível ao circuito de fluxo intermitente por uma duração predeterminada.

[023] De acordo com uma variante, o método de injeção de combustível é caracterizado pelo fato de que, quando uma ordem para preencher os circuitos com combustível, após o circuito de fluxo intermitente ter sido drenado, é recebida, o mesmo inclui as etapas de:

- comparar o valor ajustado recebido com um limiar de ajuste e, se o valor ajustado for mais alto do que o limiar de ajuste,

- controlar os dispositivos de dosagem e distribuição para preencher o circuito de fluxo intermitente antes de alcançarem um limiar de ponto de empuxo que corresponde a uma distribuição predeterminada de combustível entre o circuito de fluxo permanente e o circuito de fluxo intermitente.

[024] O método tem vantagens semelhantes aquelas

apresentadas acima.

[025] Em uma realização específica, as etapas no método, de acordo com a invenção, são implantadas por instruções em um programa de computador.

[026] Consequentemente, a invenção também se refere a um programa de computador em uma mídia de dados, em que esse programa é utilizável em um computador, sendo que esse programa inclui instruções adaptadas para a implantação de etapas em um método como aquele descrito acima.

[027] Esse programa pode usar qualquer linguagem de programação, e pode estar na forma de um código-fonte, código-objeto ou um código intermediário entre o código-fonte e o código-objeto, tal como em uma forma parcialmente compilada, ou o mesmo pode estar em qualquer forma desejada.

[028] A invenção também se refere a uma mídia de dados que pode ser lida por um computador, que compreende instruções de programa de computador adaptadas para implantar as etapas em um método como aquele descrito acima.

[029] A mídia de dados pode ser qualquer entidade ou dispositivo com capacidade para armazenar o programa. Por exemplo, a mídia pode compreender um meio de armazenamento tal como um ROM, por exemplo, um CD ROM ou um ROM em um circuito microeletrônico, ou um meio de gravação magnética, por exemplo, um disquete ou um disco rígido.

[030] A mídia de dados também pode ser uma mídia transmissível, tal como um sinal elétrico ou óptico, que pode ser roteado através de um cabo elétrico ou óptico, por rádio ou outro meio. Em particular, o programa, de acordo com a invenção, pode ser baixado em uma rede do tipo internet.

[031] Alternativamente, a mídia de dados pode ser um circuito integrado no qual o programa é integrado, em que o circuito é adaptado para implantar ou ser usado na implantação do método de acordo com a invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[032] Outras características e vantagens se tornarão aparentes após a leitura da descrição a seguir de duas realizações preferenciais fornecidas como exemplos não limitadores com referência às Figuras, nas quais:

A Figura 1 mostra, diagramaticamente, um sistema para a injeção de combustível em uma câmara de combustão de motor, de acordo com a primeira realização da invenção;

A Figura 2 mostra, diagramaticamente, um sistema para a injeção de combustível em uma câmara de combustão de motor, de acordo com a segunda realização da invenção;

A Figura 3 mostra, diagramaticamente, um método para a injeção de combustível em uma câmara de combustão de motor, de acordo com uma realização da invenção;

As Figuras 4a a 4f mostram os fluxos de combustível em diferentes pontos no sistema e uma distribuição de combustível entre os circuitos de injeção, de acordo com esta invenção;

A Figura 5 shows outro método de injeção de combustível em uma câmara de combustão de motor, de acordo com uma realização variante da invenção;

A Figura 6 mostra um fluxo de combustível exemplificador que pode ser obtido com o método na Figura 5, de acordo com esta invenção;

A Figura 7 mostra um valor ajustado e velocidade de motor exemplificadores aplicáveis ao método na Figura 5, de acordo com esta invenção.

DESCRIÇÃO DE REALIZAÇÕES DA INVENÇÃO

[033] De acordo com uma primeira realização preferencial da invenção mostrada com referência à **Figura 1**, a invenção se aplica a um sistema para injetar combustível em uma câmara de combustão de motor. Em particular, um motor de aeronave é considerado.

[034] Apenas os elementos uteis para a compreensão da invenção são mostrados e descritos.

[035] O sistema de injeção compreende dois circuitos para injetar combustível na câmara de combustão, não mostrados.

[036] O primeiro circuito de injeção de combustível 1, chamado de circuito piloto ou do circuito inativo, tem um fluxo limitado e permanente. O mesmo compreende um conjunto de bocais de injeção simbolizados por setas.

[037] O segundo circuito de injeção de combustível 2, chamado de circuito principal, é projetado para complementar o fluxo de combustível até o ponto de estrangulamento máximo. O mesmo é suficiente para se alcançar a potência máxima necessária para a decolagem. O circuito também compreende um conjunto de bocais de injeção simbolizados por setas, mas o mesmo não é usado de maneira permanente e, consequentemente, seu fluxo é intermitente e pode ser zero ou muito baixo em algumas velocidades de motor.

[038] O fato de que dois circuitos de injeção de motor podem ser usados, um dos quais não é usado de maneira permanente, pode proporcionar uma melhor uniformidade da mistura ar/combustível e, portanto, uma melhor combustão. Portanto, isso reduz a emissão de poluentes, particularmente, óxidos de nitrogênio.

[039] Um dispositivo de controle eletrônico 3, chamado de FADEC « controle de motor digital de autoridade máxima», controla um dispositivo de dosagem de combustível 4 que determina o fluxo de combustível fornecido aos dois circuitos de injeção 1 e 2.

[040] O dispositivo de controle 3 também controla um dispositivo de distribuição de combustível 5 que distribui combustível entre os dois circuitos de injeção 1 e 2.

[041] Portanto, de acordo com essa realização, o dispositivo de dosagem 4 é uma válvula de dosagem que impõe o fluxo de combustível fornecido aos dois circuitos de injeção juntos. O dispositivo de distribuição 5 é uma válvula de distribuição que distribui o combustível entre os dois circuitos de injeção. A válvula de dosagem 4 e a válvula de distribuição 5 são conectadas em série entre uma bomba de combustível não mostrada e os dois circuitos de injeção 1 e 2. Portanto, a dosagem de combustível é determinada, primeiramente, de modo global para os dois circuitos e, então, o combustível é distribuído entre os dois circuitos.

[042] A **Figura 2** mostra uma segunda realização do sistema de injeção de combustível. Essa segunda realização é diferente da primeira realização devido a seus dispositivos de dosagem e distribuição de combustível.

[043] O sistema de injeção compreende dois circuitos de injeção de motor 1 e 2 semelhantes àqueles descritos acima. O mesmo também compreende um dispositivo de controle 3 semelhante àquele descrito acima. O mesmo compreende os dispositivos de dosagem e distribuição de combustível 6 e 7 entre os dois circuitos 1 e 2.

[044] Nessa realização, o dispositivo de dosagem e o dispositivo de distribuição são duas válvulas de dosagem 6 e 7 controladas pelo dispositivo de controle 3.

[045] Portanto, as válvulas de dosagem 6 e 7 são conectadas em paralelo entre a bomba de combustível, não mostrada, e os circuitos de injeção 1 e 2, respectivamente. Cada válvula de dosagem 6, 7 impõe o fluxo de combustível fornecido ao seu circuito de injeção correspondente 1, 2 e as

razões entre os fluxos de combustível fornecidos para os circuitos de injeção determina a distribuição entre os circuitos de injeção. Cada válvula de dosagem é, portanto, um dispositivo de dosagem e distribuição de combustível.

[046] O circuito principal 2 é drenado para evitar a formação de coque do combustível nos bocais do circuito principal quando nenhum combustível flui dos mesmos para a câmara de combustão. A drenagem é controlada pelo dispositivo de controle eletrônico 3 e pode ser realizada de diferentes maneiras.

[047] De acordo com variantes não mostradas, as duas realizações de sistema de injeção de combustível podem compreender mais do que dois circuitos de injeção. Pelo menos um circuito de injeção de combustível pode ser drenado em todos os casos.

[048] A **Figura 3** mostra um método de injeção de combustível em uma câmara de combustão de motor usado na primeira realização do dispositivo descrito acima e, mais particularmente, no dispositivo de controle eletrônico 3. O método inclui as etapas E1 a E3.

[049] A etapa E1 é a recepção de uma ordem para preencher os circuitos de injeção com combustível, após o circuito de fluxo intermitente 2 ter sido drenado. Assume-se que a ordem de preenchimento ocorre no tempo T1.

[050] A **Figura 4a** mostra um exemplo do fluxo de combustível total D1 entregue à câmara de combustão pelos circuitos de injeção, como uma função do tempo, como resultado da ordem de preenchimento recebida. O fluxo de combustível total entregue à câmara de combustão é igual a um primeiro valor relativamente baixo D11 até o tempo T1, então, aumenta até um segundo valor D12 maior do que o primeiro valor, entre os tempos T1 e T3. O fluxo D1 permanece, então, igual ao segundo valor D12. Por exemplo, o valor D11 é igual a 750 kg/h, o valor D12 é igual a 3.000 kg/h e a duração T3-T1 é igual a 7 segundos.

[051] A próxima etapa E2 é para controlar os dispositivos de dosagem e distribuição 4 e 5 de modo que o dispositivo de dosagem 4 emita um fluxo de combustível predeterminado D2 que seja mais alto do que o fluxo D1 que corresponde à ordem de preenchimento por uma duração predeterminada, e fornece o combustível excedente resultante ao circuito de fluxo intermitente 2 por uma duração predeterminada. O combustível excedente que corresponde à diferença entre os fluxos D2-D1 é usado para preencher o circuito principal 2.

[052] A **Figura 4b** mostra o fluxo de combustível D2 entregue pela válvula de dosagem 4, como uma função do tempo. O fluxo de combustível D2 entregue pela válvula de dosagem entre os tempos T1 e T2 é mais alto do que o fluxo de combustível total D1 entregue à câmara de combustão pelos circuitos de injeção, mostrado na Figura 4a. Portanto, o fluxo de combustível D2 alcança um valor máximo D21 mais alto do que o valor de fluxo D1, entre os tempos T1 e T2. O tempo T1 é o tempo no qual a ordem de preenchimento é recebida, conforme descrito acima, e o tempo T2 é o tempo no qual o circuito principal 2 está completamente preenchido de combustível. O tempo T2 é antes do tempo T3. Por exemplo, a duração T2-T1 é igual a 4 segundos e o valor de fluxo D21 é igual a 4.500 kg/h.

[053] A **Figura 4c** mostra a distribuição de combustível designada ao circuito principal 2, como uma função do tempo. Essa distribuição é determinada pela válvula de distribuição 5 e é mostrada como uma porcentagem.

[054] A distribuição de combustível entre os tempos T1 e T2 aumenta rapidamente, até cerca de 80% para o circuito principal 2 e, então, é reduzida para um valor próximo a zero. Como resultado dessa distribuição, o circuito principal é preenchido devido ao combustível excedente entregue pela válvula de dosagem 4.

[055] A duração (T2-T1), o valor de fluxo D2 entre os tempos T1 e T2 e a distribuição entre os dois circuitos de injeção de motor entre esses dois tempos são predeterminados. Essas magnitudes dependem da composição do circuito principal 2e, particularmente, o volume a ser preenchido com combustível.

[056] Portanto, o circuito principal 2 é preenchido com combustível devido à combinação do fluxo de combustível excedente na saída da válvula de dosagem 4 e a distribuição simultânea realizada pela válvula de distribuição 5 que envia o combustível excedente para o circuito principal 2. O fluxo de combustível que preenche o circuito principal é a diferença entre o fluxo D2 entregue pela válvula de dosagem e o fluxo D1 entregue na câmara de combustão.

[057] A **Figura 4d** mostra a curva de preenchimento de combustível para o circuito principal 2, expressa como uma porcentagem do volume do circuito principal, como uma função do tempo.

[058] O circuito principal 2 está completamente preenchido de combustível iniciando-se no tempo T2. Nesse momento, a etapa E3 representa um retorno a um modo de controle convencional no qual o fluxo de combustível D2 na saída da válvula de dosagem 4 é igual ao fluxo de combustível D1 entregue na câmara de combustão, e no qual a válvula de distribuição 5 é ajustada de modo que o fluxo D3 entregue pelo circuito principal 2 aumente progressivamente.

[059] A **Figura 4e** mostra o fluxo D3 entregue pelo circuito principal 2, como uma função do tempo, enquanto que a **Figura 4f** mostra o fluxo D4 entregue pelo circuito piloto 1, como uma função do tempo. O fluxo D4 no circuito piloto é igual ao fluxo total D1 entre os tempos T1 e T2, então, há um valor de estabilização para esse fluxo e, então, o valor diminui novamente para um valor baixo. O fluxo D3 é zero até o tempo T2 e, então, aumenta. O

fluxo D1 é igual à soma dos fluxos D3 e D4 em cada momento.

[060] Na segunda realização, os dois circuitos de injeção de motor são fornecidos em paralelo. O fluxo de combustível total entregue à câmara de combustão é idêntico ao fluxo total D1 mostrado na Figura 4a. O fluxo de combustível entregue pelo circuito piloto 1 é idêntico ao fluxo D4 mostrado na Figura 4f.

[061] A saída de fluxo de combustível para o circuito principal 2 é igual à diferença entre o fluxo D2 (Figura 4b) e o fluxo D1 (Figura 4a), entre os tempos T1 e T2 e é, então, igual ao fluxo D3 (Figura 4e) iniciando-se do tempo T2.

[062] A **Figura 5** mostra outro método para injetar combustível em uma câmara de combustão de motor, usado na realização do sistema descrito acima e, mais particularmente, no dispositivo de controle eletrônico 3. O método inclui as etapas E11 a E14.

[063] A etapa E11 é a recepção de uma ordem para preencher os circuitos de injeção com combustível, após o circuito de fluxo intermitente 2 ter sido drenado. Assume-se que a ordem de preenchimento é determinada no tempo T11.

[064] A ordem para se preencher os circuitos de injeção com combustível corresponde a um valor ajustado de empuxo de motor determinado pela posição do estrangulador acionado por um usuário.

[065] A **Figura 6** mostra um exemplo do fluxo de combustível total D(t) entregue na câmara de combustão pelos circuitos de injeção 1 e 2, como uma função do tempo, que corresponde à ordem de preenchimento recebida. O fluxo de combustível total entregue na câmara de combustão é igual a um primeiro valor relativamente baixo D11 até o T11 no qual a ordem para preencher circuitos de injeção com combustível é recebida e, então, o mesmo aumenta para um segundo valor D12 mais alto do que o primeiro, entre

os tempos T11 e T14. O fluxo D(t) permanece, então, igual ao segundo valor D12. Por exemplo, o valor D11 é igual a 750 kg/h, o valor D12 é igual a 3.000 kg/h e a duração T14-T11 é igual a 7 segundos.

[066] Um limiar de fluxo de combustível total A11 é determinado nessa curva. O limiar A11 é o que corresponde a uma distribuição predeterminada de combustível entre o circuito de fluxo permanente e o circuito de fluxo intermitente. O fluxo limiar A11 corresponde a um limiar de empuxo de motor.

[067] De preferência, o fluxo limiar A11 é o fluxo a partir do qual o circuito de fluxo intermitente é usado. Apenas o circuito de fluxo permanente 1 está em uso quando o fluxo de combustível é menor ou igual ao fluxo limiar, em outras palavras, para um empuxo de motor menor ou igual ao limiar de empuxo de motor. O circuito de fluxo intermitente 2 também começa a ser buscado iniciando-se pelo fluxo limiar, em outras palavras, do limiar de empuxo.

[068] O limiar de combustível A11 é alcançado no tempo T12.

[069] Deve-se notar que o ponto de empuxo que corresponde ao fluxo limiar A11 se encontra em um nível intermediário entre empuxo inativo de solo e empuxo de decolagem.

[070] As Como uma variante, o fluxo limiar e, portanto, o limiar de empuxo de motor é escolhido para corresponder a outra distribuição de combustível predeterminada entre o circuito de fluxo permanente e o circuito de fluxo intermitente. Em todos os casos, essa outra distribuição depende do uso do circuito de fluxo intermitente.

[071] O fluxo A12 é o fluxo máximo que pode passar no circuito de fluxo permanente. O fluxo A12 é alcançado no tempo T13 maior que T12. Por exemplo, a duração (T13-T12) pode ser igual a 0,6 segundos.

[072] De acordo com a técnica anterior, o circuito de fluxo

intermitente drenado anteriormente permanece vazio até o tempo T12 quando o mesmo se encontra em demanda pela primeira vez. O circuito de fluxo intermitente tem, então, que ser preenchido antes que o mesmo posso entregar combustível na câmara de combustão. O preenchimento do circuito de fluxo intermitente leva um tempo mínimo que é mais longo do que a duração (T13-T12). Por exemplo, o tempo de preenchimento do circuito de fluxo intermitente é 2 segundos. O circuito de fluxo intermitente não é funcional até que o mesmo tenha sido preenchido com combustível.

[073] Portanto, de acordo com a técnica anterior, há um período de tempo, que se inicia a partir do tempo T13, durante o qual o fluxo de combustível injetado na câmara de combustão é limitado ao valor A12 alcançado nesse instante.

[074] O dispositivo de controle eletrônico 3 determina um limiar de ajuste B na etapa E12.

[075] Para um determinado ponto no domínio de voo, o limiar de ajuste é determinado como uma função do limiar de empuxo de motor, em outras palavras, o fluxo limiar A11 que corresponde à distribuição predeterminada de combustível entre o circuito de fluxo permanente e o circuito de fluxo intermitente. Lembrando que o fluxo limiar A11 é, de preferência, o fluxo começando pelo qual o circuito de fluxo intermitente é usado.

[076] O limiar de ajuste em um determinado ponto no domínio de voo é o valor ajustado no qual é possível alcançar o valor de empuxo igual ao limiar de empuxo.

[077] O limiar de ajuste B varia como uma função do ponto no domínio de voo da aeronave, e é por isso que o dispositivo de controle 3 calcula o mesmo de maneira permanente.

[078] A etapa E11 é seguida pela etapa E13 que compara o valor ajustado recebido com a saída do limiar de ajuste B atual da etapa E12.

[079] Se o valor ajustado recebido for menor que o limiar de ajuste B, então, o dispositivo de controle eletrônico 3 controla a válvula de dosagem e a válvula de distribuição de modo convencional.

[080] Se o valor ajustado recebido for maior do que o limiar de ajuste B, então, a etapa E13 é seguida pela etapa E14 que controla os dispositivos de dosagem e distribuição 4, 5 para preencher o circuito de fluxo intermitente 2 antes do limiar de ponto de empuxo ser alcançado. Isso significa que ultrapassar o limiar de empuxo de motor, em outras palavras, ultrapassar o fluxo limiar A11, é antecipado. Portanto, o circuito de fluxo intermitente é preenchido com combustível antecipadamente, antes de o mesmo ser usado.

[081] Portanto, o preenchimento do circuito de fluxo intermitente se inicia no tempo T11, ou como uma variante, em um tempo entre os tempos T11 e (T12-DR), em que DR é a duração do preenchimento do circuito de fluxo intermitente 2, de modo que o circuito de fluxo intermitente esteja completamente preenchido de combustível e esteja preparado para entregar o combustível na câmara de combustão no tempo T12 no qual o mesmo se encontra em demanda.

[082] A **Figura 7** mostra a velocidade de motor e o valor ajustado aplicado que corresponde ao exemplo na Figura 6, como uma função do tempo. A velocidade de motor é proporcional ao empuxo de motor.

[083] O estrangulador é acionado para se aplicar um valor ajustado no tempo T11. A curva de valor ajustado C(t) é igual a um primeiro valor C11 até o tempo T11, e se torna igual a um segundo valor C12 no tempo T11. O valor C12 é maior do que o limiar de ajuste B.

[084] A velocidade de motor é igual a um primeiro valor relativamente baixo R11 até o tempo T11 no qual a ordem para preencher os circuitos de injeção com combustível é recebida e, então, aumenta para um segundo valor R12 mais alto do que o primeiro valor, entre os tempos T11 e

T14. A velocidade de motor permanece, então, igual ao segundo valor R12. Por exemplo, o valor R11 é igual a 2.000 RPM, o valor R12 é igual a 7.000 RPM e a duração T14-T11 é igual a 7 segundos.

REIVINDICAÇÕES

1. SISTEMA DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL, na câmara de combustão de um motor que compreende pelo menos dois circuitos de combustível, um circuito de fluxo permanente (1) e um circuito de fluxo intermitente (2), dispositivos de dosagem e distribuição de combustível (4, 5, 6, 7) para dosar combustível e distribuir combustível entre os dois circuitos e um meio (3) para controlar esses dispositivos, em que o circuito de fluxo intermitente é possivelmente drenado,

caracterizado por, quando uma ordem para preencher os circuitos com combustível, após o circuito com fluxo intermitente ter sido drenado, é recebida, o meio de controle (3) ser adaptado para

- controlar os dispositivos de dosagem e distribuição (4, 5, 6, 7) para se obter um fluxo de combustível predeterminado mais alto que o fluxo que corresponde à ordem de preenchimento e para fornecer o excedente resultante de combustível ao circuito de fluxo intermitente por uma duração predeterminada.

2. SISTEMA DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelos dispositivos de dosagem e distribuição de combustível compreenderem uma válvula de dosagem de combustível (4) e uma válvula de distribuição de combustível (5), em que a válvula de dosagem é projetada para controlar a saída de fluxo de combustível para os circuitos de fluxo intermitente e permanente, e sendo que a válvula de distribuição tem capacidade para distribuir combustível entre o circuito de fluxo intermitente e o circuito de fluxo permanente.

3. SISTEMA DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelos dispositivos de dosagem e distribuição de combustível compreenderem uma válvula de dosagem de combustível (6) para o circuito de fluxo permanente e uma válvula de dosagem

de combustível (7) para o circuito de fluxo intermitente.

4. SISTEMA DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3,

caracterizado por, após receber uma ordem para preencher os circuitos com combustível, após o circuito de fluxo intermitente ter sido drenado, o meio de controle (3) ser adaptado para

- comparar o valor ajustado recebido com um limiar de ajuste e, se o valor ajustado for mais alto do que o limiar de ajuste,

- controlar os dispositivos de dosagem e distribuição (4, 5) para preencher o circuito de fluxo intermitente (2) antes de alcançarem um limiar de empuxo de motor que corresponde a uma distribuição de combustível predeterminada entre o circuito de fluxo permanente e o circuito de fluxo intermitente.

5. SISTEMA DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo meio de controle (3) ser adaptado para determinar o limiar de ajuste como uma função do limiar de empuxo de motor, para um determinado ponto no domínio de voo.

6. SISTEMA DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 5, caracterizado pelo meio de controle (3) ser adaptado para determinar o limiar de empuxo de motor como sendo o ponto de empuxo começando pelo qual o circuito de fluxo intermitente é usado.

7. SISTEMA DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL, de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 6, caracterizado pelo meio de controle (3) ser adaptado para determinar o valor ajustado como uma função da posição do estrangulador acionado por um usuário.

8. MÉTODO DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL, em uma câmara de combustão de motor através de um sistema de injeção que

compreende pelo menos dois circuitos de combustível, um circuito de fluxo permanente e um circuito de fluxo intermitente, dispositivos de dosagem e distribuição de combustível para dosar combustível e distribuir combustível entre os dois circuitos e um meio de controle para esses dispositivos, em que o circuito de fluxo intermitente é possivelmente drenado,

caracterizado por, após receber (E1) uma ordem para preencher os circuitos com combustível após o circuito de fluxo intermitente ter sido drenado, o mesmo compreender a etapa de:

- controlar (E2) os dispositivos de dosagem e distribuição para se obter um fluxo de combustível predeterminado mais alto que o fluxo que corresponde à ordem de preenchimento e para fornecer o combustível excedente resultante ao circuito de fluxo intermitente, por uma duração predeterminada.

9. MÉTODO DE INJEÇÃO DE COMBUSTÍVEL, de acordo com a reivindicação 8,

caracterizado por, quando uma ordem para preencher os circuitos com combustível, após o circuito de fluxo intermitente ter sido drenado, é recebida (E11), o mesmo incluir as etapas de:

- comparar o valor ajustado recebido com um limiar de ajuste e, se o valor ajustado for mais alto do que o limiar de ajuste,

- controlar os dispositivos de dosagem e distribuição (4, 5) para preencher o circuito de fluxo intermitente (2) antes de alcançarem um limiar de ponto de empuxo que corresponde a uma distribuição predeterminada de combustível entre o circuito de fluxo permanente e o circuito de fluxo intermitente.

10. PRODUTO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR, caracterizado por incluir instruções para implantar o método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 8 a 9, quando o programa é executado

por um computador.

11. MÍDIA DE ARMAZENAMENTO, caracterizada por ser lida por um computador no qual um programa de computador que compreende instruções para executar o método, conforme definido em qualquer uma das reivindicações 8 a 9, é armazenado.

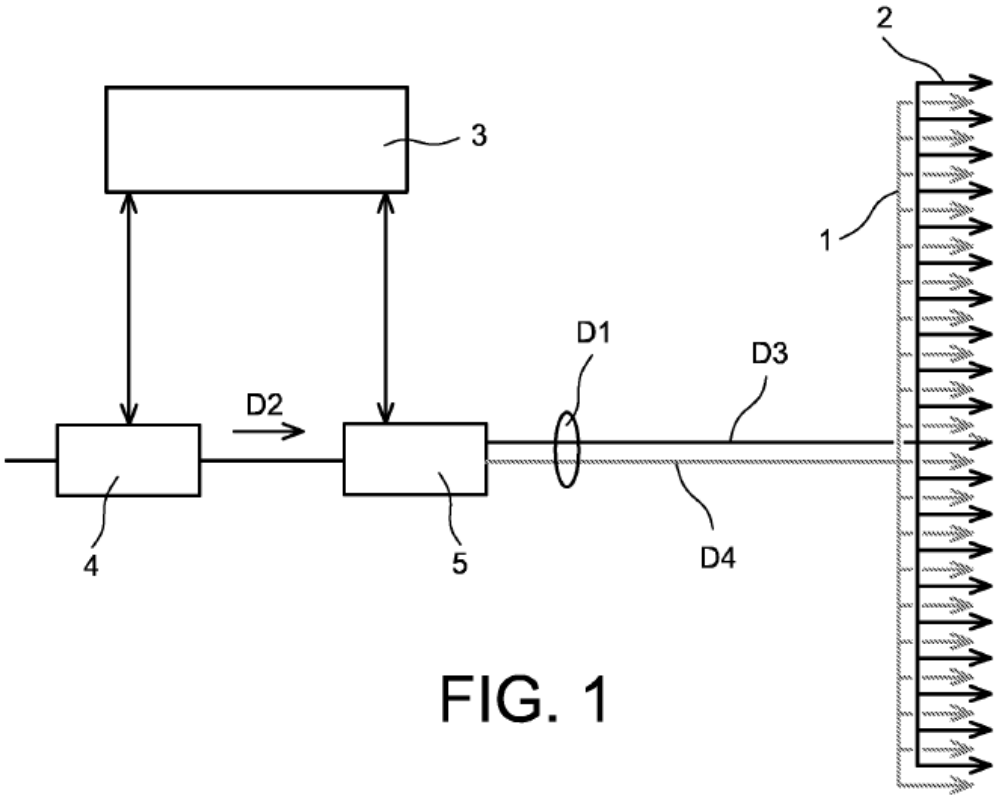

FIG. 1

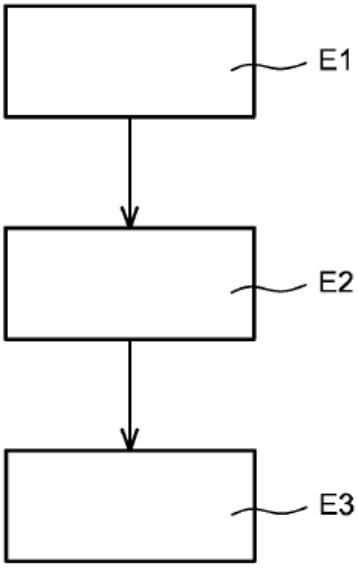

FIG. 3

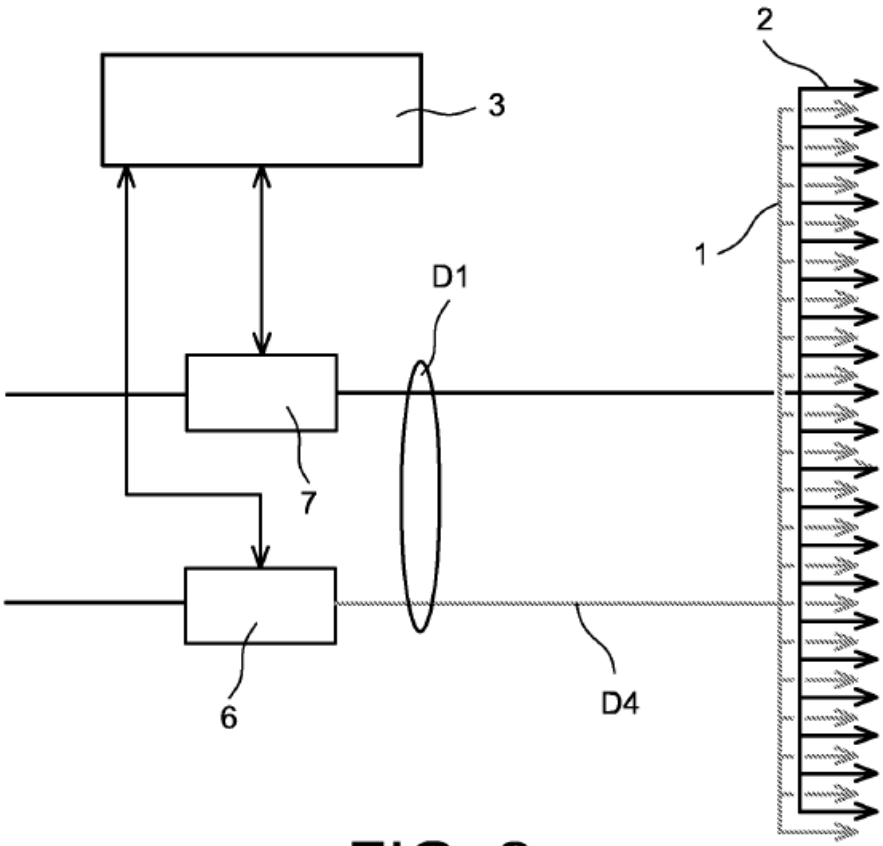

FIG. 2

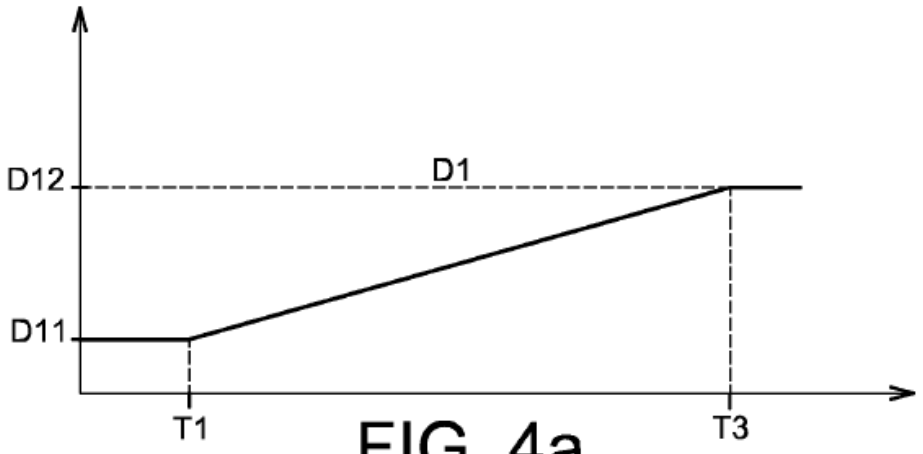

FIG. 4a

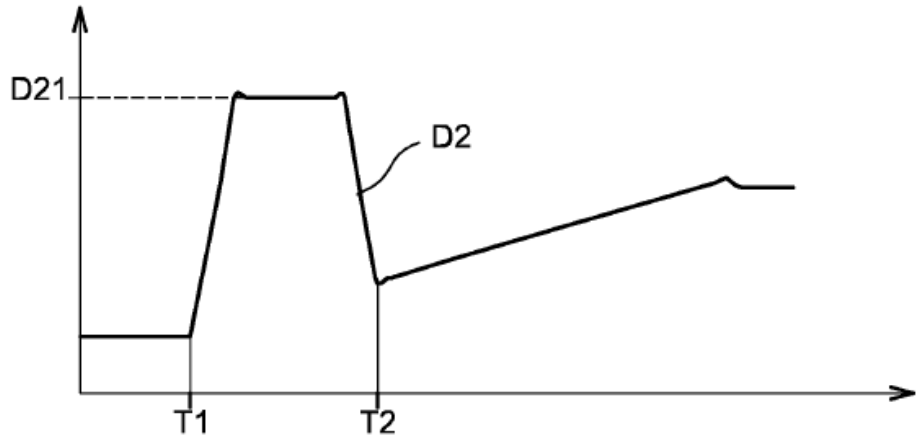

FIG. 4b

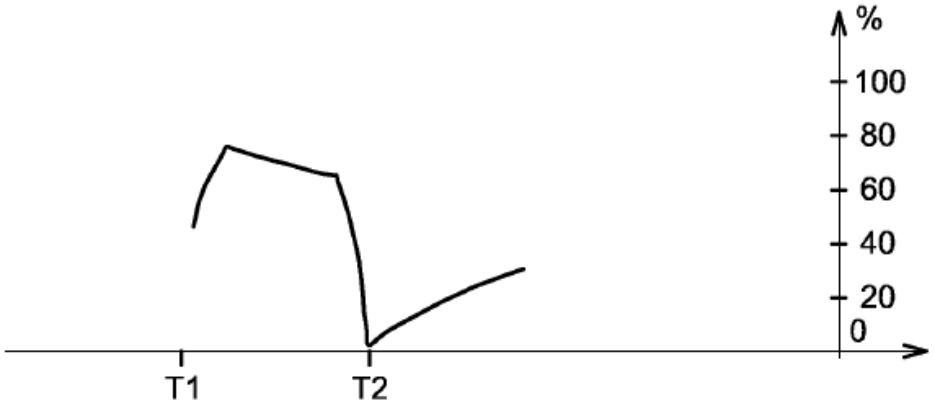

FIG. 4c

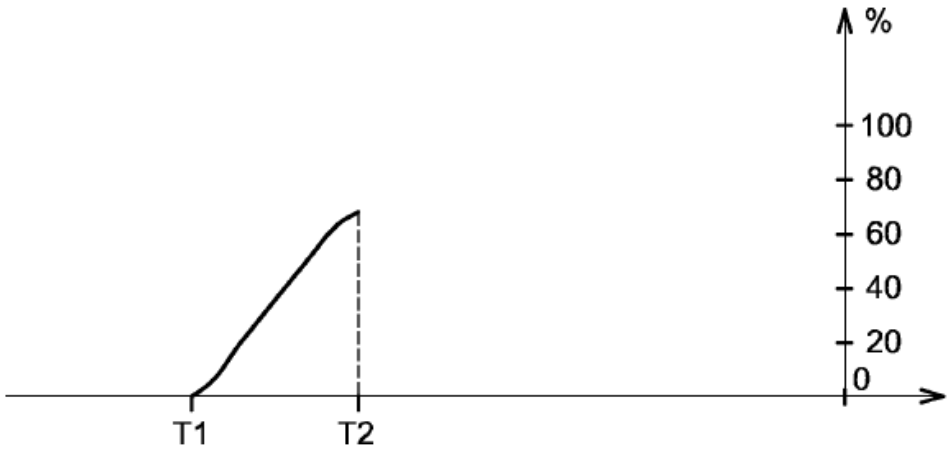

FIG. 4d

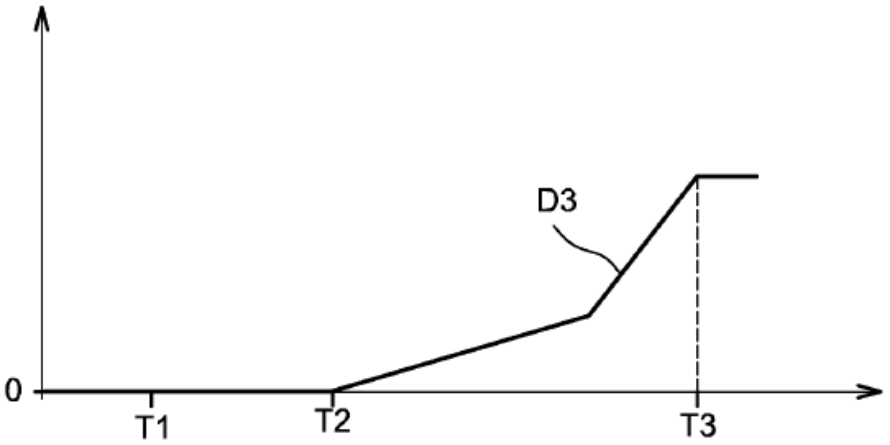

FIG. 4e

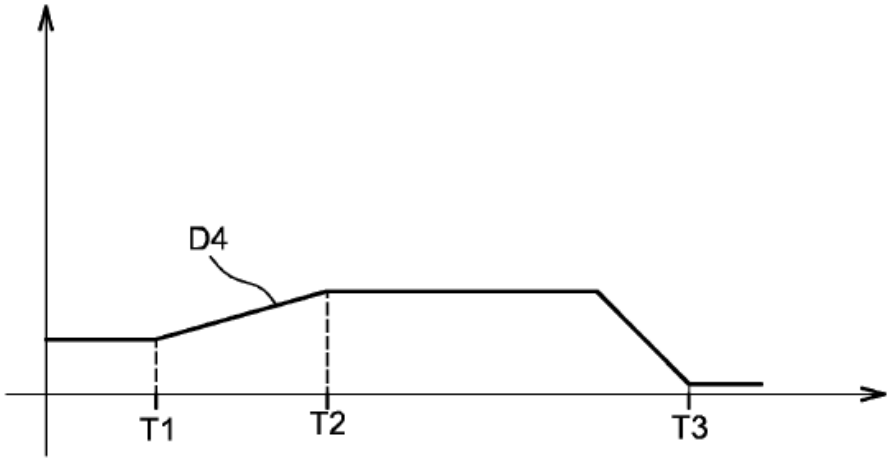

FIG. 4f

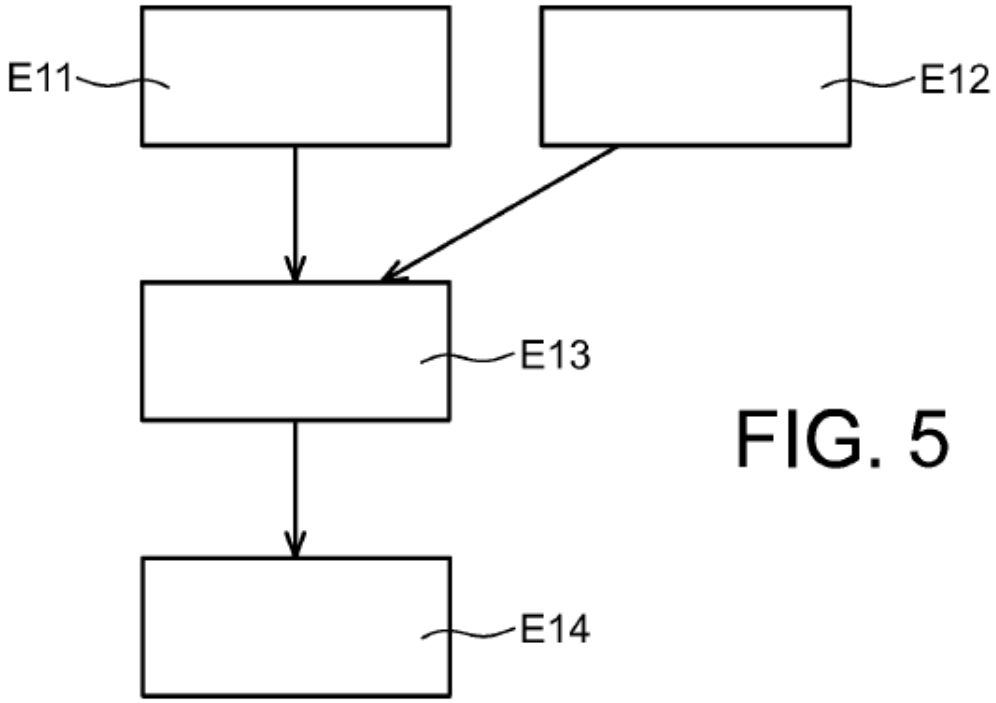

FIG. 5

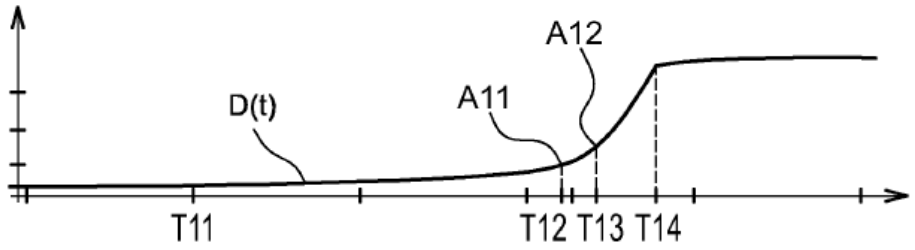

FIG. 6

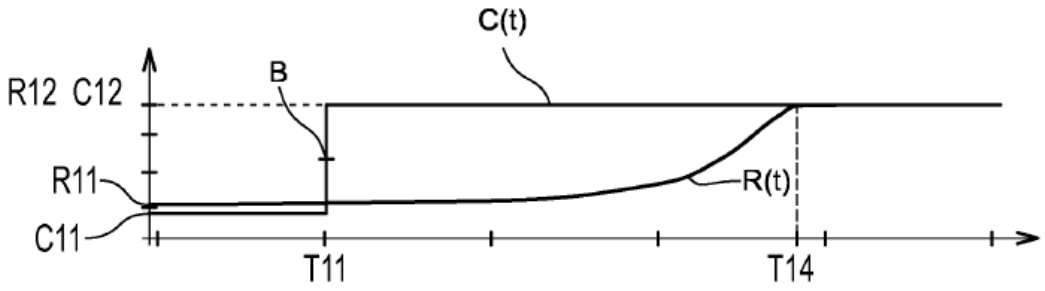

FIG. 7