

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

(21) **PI0608360-9 A2**

(22) Data de Depósito: 17/02/2006
(43) Data da Publicação: 16/11/2010
(RPI 2080)



(51) *Int.Cl.:*
F02C 9/26

(54) Título: **DISPOSITIVO DE ALIMENTAÇÃO EM COMBUSTÍVEIS DE UM MOTOR DE TURBINA A GÁS COM VAZÃO DE COMBUSTÍVEL REGULADA**

(30) Prioridade Unionista: 17/02/2005 FR 05 01641

(73) Titular(es): HISPANO SUIZA

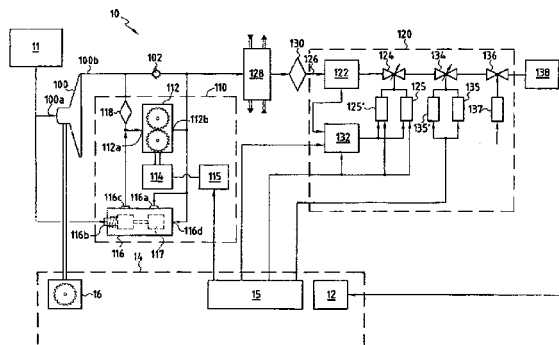
(72) Inventor(es): ALAIN VARIZAT, JEAN-MARIE BROCARD, MICHEL MARTINI, PHILIPPE GALOZIO, RÉGIS DELDALLE

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

(86) Pedido Internacional: PCT EP2006060074 de 17/02/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/087378 de 24/08/2006

(57) **Resumo:** DISPOSITIVO DE ALIMENTAÇÃO EM COMBUSTÍVEL DE UM MOTOR DE TURBINA A GÁS COM VAZÃO DE COMBUSTÍVEL REGULADA. O dispositivo de alimentação em combustível compreende um conduto de alimentação em combustível (126) que recebe combustível sob pressão não regulada fornecido por uma bomba (100), um dispositivo (122) de medição da vazão de combustível no conduto (126), uma primeira válvula (124) de abertura variável comandada montada no conduto de alimentação, um sistema de comando ligado ao dispositivo de medição de vazão e à primeira válvula para comandar essa última a fim de fornecer ao motor uma vazão de combustível desejada regulada em regime de funcionamento normal do motor, uma segunda válvula (134) de abertura variável comandada montada no conduto de alimentação em série com a primeira, e meios da segunda válvula que permitem fornecer ao motor uma vazão de combustível reduzida ajustável a uma detecção de sobre-velocidade ou sobre-impulsão do motor.



“DISPOSITIVO DE ALIMENTAÇÃO EM COMBUSTÍVEL DE UM MOTOR DE TURBINA A GÁS COM VAZÃO DE COMBUSTÍVEL REGULADA”

Plano de fundo da invenção

5 A invenção se refere a um dispositivo de alimentação em combustível de um motor, notadamente um motor de avião, de turbina a gás, com uma vazão de combustível regulada.

De modo corrente, um dispositivo de alimentação em combustível de um motor de turbina a gás compreende habitualmente uma

10 bomba volumétrica acionada pelo motor por intermédio de uma caixa de acionamento de acessórios acoplada a uma árvore do motor. A bomba volumétrica recebe combustível que vem de um circuito de combustível do avião. Uma válvula de dosagem de comando eletro-hidráulico é montada em um conduto de alimentação que liga a saída da bomba volumétrica a uma

15 câmara de combustão do motor. Um circuito de retorno de combustível com uma válvula de derivação de abertura variável comandada é ligado entre a saída e a entrada da bomba volumétrica. A válvula de derivação é comandada hidraulicamente para manter a perda de carga através da válvula de dosagem a um valor constante ou quase constante que permite fornecer a vazão desejada

20 de combustível que corresponde à posição da válvula de dosagem. Uma válvula de proteção de sobre-velocidade ou de sobre-impulsão do motor pode ser montada no conduto de alimentação em série ou em derivação com a válvula de dosagem para comandar uma diminuição da vazão de combustível em resposta à detecção de uma velocidade ou impulsão excessiva que pode

25 traduzir uma falha da válvula de dosagem ou de seu comando. Uma válvula de corte é geralmente prevista em série com as válvulas de dosagem e de sobre-velocidade para cortar o motor por interrupção da alimentação em combustível por comando direto a partir do posto de pilotagem. Será possível se referir notadamente aos documentos EP 1 355 054 e US 2004/0117102.

Em um modo de realização do documento EP 1 355 054, a válvula de sobre-velocidade ou sobre-impulsão é uma válvula de dois estados de funcionamento: um funcionamento em plena abertura em regime normal e um funcionamento em abertura reduzida predeterminada em resposta a uma detecção de sobre-velocidade ou sobre-impulsão. Uma tal disposição apresenta o inconveniente, depois de detecção de uma sobre-velocidade ou sobre-impulsão, de perder a impulsão do motor ou de impor uma vazão volumétrica reduzida de combustível que pode não ser aceitável pelo motor em certos regimes de funcionamento.

O documento EP 0 377 292 descreve um dispositivo de alimentação de uma turbina a gás. O combustível (gás compressível) é fornecido por um compressor que assegura a regulação de vazão em regime normal. Duas válvulas são montadas em série em um conduto de alimentação entre o compressor de gás e os injetores da turbina. Essas válvulas estão na posição plena abertura em regime normal para evitar perdas de cargas e são comandadas em regime transitório (partida) ou em caso de deslastre brutal para regular respectivamente a pressão e uma vazão reduzida.

O documento US 1 280 323 mostra um dispositivo de alimentação de uma turbina a gás com uma válvula de sobre-velocidade e uma válvula de regulador montadas em série. A pressão de combustível fornecida pela bomba é aumentada a fim de conservar uma pressão desejada ao nível dos injetores da turbina apesar de uma viscosidade mais elevada do combustível a frio (partida). Essa ação é simplesmente de tipo programada de acordo com uma lei de correlação, sem laço de regulação.

Objeto e resumo da invenção

A invenção tem como objetivo fornecer um dispositivo de alimentação em combustível de um motor de turbina a gás que tem um funcionamento melhorado e propõe para isso um dispositivo que compreende:

- um conduto de alimentação de motor em combustível,

- uma bomba ligada ao conduto de alimentação e que fornece a esse último combustível sob uma pressão que é função do regime de motor,

- um dispositivo de medição da vazão de combustível no conduto de alimentação,

5 - uma primeira válvula de abertura variável comandada montada no conduto de alimentação,

 - um primeiro circuito de comando ligado ao dispositivo de medição de vazão e à primeira válvula para comandar essa última a fim de fornecer ao motor uma vazão de combustível desejada regulada em regime de
10 funcionamento normal do motor,

- uma segunda válvula de abertura variável comandada montada no conduto de alimentação em série com a primeira, e

 - um segundo circuito de comando ligado à segunda válvula para comandar uma diminuição da vazão de combustível no conduto de
15 alimentação em resposta a uma detecção de sobre-velocidade ou de sobre-impulsão do motor, ao mesmo tempo em que conserva uma capacidade de regulação de vazão.

Assim, a primeira válvula assegura uma regulação da vazão do combustível, em modo de funcionamento normal do motor e a segunda
20 válvula, ou válvula de sobre-velocidade, por substituir a primeira válvula e permitir continuar a assegurar uma regulação de vazão depois de detecção de uma sobre-velocidade.

O dispositivo de medição de vazão pode ser um medidor de vazão mássica e o sistema de comando compreende um circuito local de
25 monitoramento que recebe uma referência de valor de vazão mássica de um sistema de regulação automática do motor.

Em variante, o dispositivo de medição de vazão é um medidor de vazão volumétrica.

Ainda em variante, o dispositivo de medição de vazão é um

dispositivo que permite uma medição de vazão a partir do conhecimento da queda de pressão e da seção de passagem através desse dispositivo.

De acordo com uma particularidade do dispositivo de regulagem, a primeira válvula é uma válvula de comando direto comandada eletricamente. O primeiro circuito de comando pode então compreender pelo menos um acionador eletromecânico para comandar o grau de abertura da primeira válvula, e um laço de monitoramento que recebe um sinal fornecido pelo dispositivo de medição de vazão e que é representativo da vazão real de combustível, que recebe um sinal de referência representativo da vazão desejada de combustível e que fornece um sinal de comando do acionador em função da diferença detectada entre as vazões real e desejada. O laço de monitoramento pode ser implantado localmente na proximidade da primeira válvula e exterior a um sistema de regulagem eletrônica do motor que fornece o sinal de referência. O acionador mecânico pode ser pré-posicionado na partida do motor e a válvula pode compreender uma fresta que opera junto com uma característica de pressão fornecida pela bomba na partida a fim de assegurar um monitoramento da vazão de combustível na partida.

A segunda válvula pode também ser uma válvula de comando direto comandada eletricamente com o auxílio de pelo menos um acionador eletromecânico.

Será possível por outro lado prever uma terceira válvula de corte montada no conduto de alimentação em série com a primeira e a segunda válvulas.

Breve descrição dos desenhos

A invenção será melhor compreendida com a leitura da descrição feita abaixo, a título indicativo mas não limitativo, em referência aos desenhos anexos nos quais:

- a figura 1 ilustra um modo de realização de um dispositivo de alimentação em combustível munido de um circuito de regulagem de acordo

com a invenção, e

- as figuras 2 e 3 são esquemas parciais que ilustram variantes de realização do circuito de regulação da figura 1.

Descrição detalhada de modos de realização da invenção

5 O circuito 10 de alimentação em combustível da figura 1 recebe combustível em proveniência de um circuito de combustível 11 de um avião e fornece uma vazão de combustível a um sistema 12 de injeção de combustível de uma câmara de combustão de turbina a gás de um motor 14 que equipa o avião.

10 O circuito 10 compreende uma bomba centrífuga 100 que constitui a bomba principal do circuito. A bomba 100 tem uma entrada 100a ligada ao circuito de combustível 11 e uma saída de alta pressão 100b que fornece combustível a uma pressão que é função da velocidade de rotação da bomba. O acionamento da bomba é realizado por ligação mecânica com o
15 módulo 16 de acionamento de acessórios do motor 14 acoplado à turbina desse último.

Um grupo de bombeamento de assistência 110 compreende uma bomba volumétrica 112 que tem uma entrada 112a ligada à saída da bomba centrífuga 100, um motor elétrico 114 de acionamento da bomba 112
20 comandado por um circuito de comando elétrico 115 e uma válvula de chapeleta de sobrepressão 116.

A bomba 112 é por exemplo uma bomba de engrenagens. Um filtro 118 pode ser montado entre a saída 100b da bomba 100 e a entrada 112a da bomba 112 para proteger essa última em relação às partículas sólidas
25 eventuais veiculadas pelo combustível proveniente do circuito 11. O funcionamento da bomba centrífuga 1000 não é afetado por tais partículas.

O circuito de comando elétrico 115 é ligado a um sistema 15 de regulação automática de plena autoridade do motor 14, ou FADEC, para comandar o funcionamento da bomba 112. Esse circuito de comando 115

poderia também ser integrado ao módulo de regulação 15.

A válvula de chapeleta de sobrepressão 116 tem uma primeira entrada 116a ligada à saída 112b da bomba 112, uma segunda entrada 116b ligada ao circuito de combustível do avião e que fornece uma pressão de referência à válvula de chapeleta 116, e uma saída 116c ligada à entrada 112a da bomba 112. A válvula de chapeleta de sobrepressão é regulada para se abrir e colocar em comunicação a primeira entrada 116a com a saída 116c quando a diferença de pressão entre as entradas 116a e 116b ultrapassa um limite predeterminado. Para realizar a válvula de chapeleta 116, será possível utilizar uma gaveta 117 submetida, por um lado, à pressão de saída da bomba 112, via uma tomada de pressão 116d e, por um outro lado, à pressão na segunda entrada 116b aumentada de uma força exercida por uma mola.

A saída 100b da bomba centrífuga 100 é ligada por uma válvula de chapeleta anti-retorno 102 à entrada de um circuito 120 de regulação da vazão de combustível fornecido ao sistema 12 de injeção de combustível, enquanto que a saída 112b da bomba 112 é ligada à entrada do circuito de regulação 120.

O funcionamento é o seguinte.

A válvula de chapeleta de sobrepressão 116 é regulada para se abrir sob uma pressão que corresponde a uma pressão mínima P_m predeterminada que permite cobrir a necessidade mínima em combustível do motor 14 na partida.

A bomba volumétrica 112 tem sua partida dada e é acionada a uma velocidade que permite fornecer uma vazão de combustível que excede a necessidade inicial do motor 14 fixada pelo sistema de regulação 120, de modo que a pressão na saída 112b da bomba 112 atinge quase instantaneamente a pressão mínima P_m provocando a abertura da válvula de chapeleta de sobrepressão 116. A pressão na saída 100b da bomba centrífuga começa a aumentar com a partida do motor 114 mas não cobre inicialmente a

necessidade em pressão de combustível. A pressão na saída 112b da bomba 112 é então regulada no valor de pressão P_m , o combustível fornecido pela bomba 112 e não escoado para o sistema de injeção 12 circulando em circuito fechado entre a saída e a entrada da bomba 112 via a válvula de chapeleta 116. A válvula de chapeleta anti-retorno 102 impede o retorno do combustível fornecido pela bomba 112 para a bomba centrífuga 100.

O grupo de bombeamento 110 assegura portanto uma função de assistência para a partida, a válvula de chapeleta 116 permitindo converter a bomba volumétrica 112 em uma bomba que fornece uma pressão de combustível, do mesmo modo que uma bomba centrífuga. No entanto, contrariamente ao que pode acontecer com uma bomba centrífuga, o funcionamento da bomba volumétrica 112 não é afetado pela presença de ar ou de vapor no combustível tirado inicialmente do circuito 11.

A pressão na saída da bomba 100 aumenta quando o regime do motor aumenta e quando essa pressão ultrapassa o valor P_m , a válvula de chapeleta anti-retorno 102 se abre. A pressão fornecida ao circuito 100 de regulação de vazão é então aquela fornecida pela bomba centrífuga 100.

O conjunto bomba 100, grupo de bombeamento 110 e válvula de chapeleta 102 se comporta como um sistema de bombeamento que permite uma transição por preponderância entre as bombas 112 e 100, a pressão fornecida sendo a mais elevada das pressões na saída das bombas 112 e 100.

Quando a bomba 100 substitui a bomba 112, o funcionamento dessa última pode ser interrompido. A paralisação pode ser comandada em resposta à ultrapassagem de um limite de pressão P_1 na saída da bomba 100 ou em resposta à ultrapassagem de um limite de regime V_1 do motor 14. Isso pode ser comandado pelo módulo de regulação automática 15 que age sobre o circuito elétrico de comando 115 em resposta a informações fornecidas por um sensor de pressão de combustível ou por um sensor de velocidade de turbina do motor 14. Os limites P_1 e V_1 podem ser escolhidos para

corresponder a um valor superior a P_m .

Será notado que o grupo de bombeamento 110 pode ser utilizado não somente para a partida mas também por ocasião de outras fases de funcionamento do motor em desaceleração ou em baixo regime no caso em que a bomba centrífuga 100 se torna então incapaz de fornecer a pressão mínima P_m de combustível. Basta então lançar de novo o motor 114 pelo circuito de comando 115 se uma baixa de pressão de combustível aquém de um certo ou uma diminuição do regime do motor aquém de um certo limite de regime é detectada.

O grupo de bombeamento 110 se comporta então não somente como um grupo de assistência para a partida mas também como um grupo de assistência para os baixos regimes do motor para fornecer em todas as circunstâncias uma pressão mínima suficiente de combustível.

No modo de realização ilustrado, a bomba 112 é ligada ao circuito de combustível 11 através da bomba centrífuga que é “transparente” para a bomba 112 na partida. Essa ligação permite que a bomba 112 se beneficie de um aumento de pressão provocado pela bomba 100 desde que ela começa a ser acionada.

Seria evidentemente possível ligar a entrada 112a da bomba 112 ao circuito de combustível 11 via um filtro, sem passar através da bomba centrífuga 100.

O circuito 120 de regulagem da vazão de combustível recebe combustível fornecido pela bomba 100 sob uma pressão não regulada que é função do regime de motor. Ele compreende um medidor de vazão mássica 122 e uma válvula de combustível de comando direto 124 montados em um conduto 126 que liga a bomba 100 e o grupo de bombeamento de assistência 110 ao dispositivo 12 de injeção de combustível. O medidor de vazão 122 é montado de preferência a montante da válvula 124. Um circuito 128 de troca térmica entre óleo de lubrificação de órgãos do motor e o combustível, e um

filtro de partículas 130 podem ser inseridos no conduto 110 a montante do medidor de vazão 120, tais circuitos de troca térmica e filtro sendo eles próprios bem conhecidos.

5 A válvula 124 é por exemplo uma válvula de comando direto comandada eletricamente. O grau de abertura da válvula é comandado com o auxílio de um acionador eletromecânico 125 tal como um macaco ou motor elétrico. O acionador 125 recebe uma alimentação elétrica a partir de um circuito elétrico do motor 14, por exemplo a partir de uma alimentação integrada ao módulo 15 de regulação eletrônica do motor ou de um bus de
10 alimentação elétrica do motor 14. A título de redundância, dois acionadores semelhantes 125, 125' que funcionam em paralelo poderão ser previstos.

Um laço local de monitoramento 132 alimentado a partir de um circuito elétrico do motor recebe um sinal elétrico fornecido pelo medidor de vazão mássica 122 representativo da vazão mássica real do combustível no
15 conduto 126 e um sinal elétrico fornecido pelo módulo 15 de regulação eletrônica do motor e representativo do valor de referência desejado da vazão mássica de combustível a fornecer ao motor 14. O laço de monitoramento 132 fornece ao acionador 125 um sinal elétrico de comando que é função da diferença detectada entre as vazões mássicas real e de referência a fim de
20 posicionar a válvula 124 para regular a vazão no valor de referência desejado em regime de funcionamento normal do motor. O mesmo sinal de comando é fornecido em paralelo ao acionador 125' se ele estiver presente.

Naturalmente, a regulação poderá ser assegurada por um módulo eletrônico integrado ao sistema de regulação automática 15 do motor
25 14. A utilização de um laço local 132, exterior à caixa desse módulo, permite no entanto evitar a presença de ligação desse último com o medidor de vazão 122.

A válvula 124 pode ser do tipo descrito no documento US 6 267 768, cujo funcionamento compreende um modo de pré-posicionamento

do acionador. O acionador compreende uma medida de posição (posição direta absoluta ou incremental) e a válvula compreende uma fresta de perfil determinado. Uma possibilidade de regulagem da vazão na partida do motor, em modo de pré-posicionamento, é oferecida em associação com a

5 característica de vazão fornecida pelo grupo de bombeamento 110 com a válvula de chapeleta de sobrepressão 116. A regulagem de vazão pode então ser realizada de modo redundante com o medidor de vazão a fim de tornar confiável a regulagem nas vazões muito pequenas se a tecnologia do medidor de vazão se torna insuficiente.

10 Uma válvula 134 de proteção de sobre-velocidade ou de sobre-impulsão do motor 14 é montada no conduto 126 a jusante da válvula 124. Será vantajosamente possível utilizar uma válvula de comando direto com acionador eletromecânico 135, de modo semelhante à válvula 124 e ao acionador 125. O acionador 135 é comandado a partir do sistema de

15 regulagem automática 15 do motor 14 por um módulo distinto daquele dedicado à regulagem pela válvula 124, a título de segurança. De fato, uma sobre-velocidade ou sobre-impulsão do motor pode provir de uma falha da válvula 124 ou de seu comando, deixando a válvula na posição plena aberta (exato?). A título de redundância, dois acionadores semelhantes 135, 135' que

20 funcionam em paralelo podem ser previstos.

Em regime de motor normal, de acordo com o valor de referência, a válvula 134 está em posição de abertura máxima e a regulagem da vazão é assegurada pela válvula 124.

O sistema de regulagem eletrônica 15 do motor recebe uma

25 informação representativa do regime do motor, por exemplo uma informação representativa da velocidade de rotação da turbina de alta pressão. Quando um estado de sobre-velocidade (ou sobre-impulsão) é detectado, quer dizer uma velocidade que ultrapassa o valor de referência de velocidade acima de uma diferença determinada, e não pode ser corrigido por ação sobre a válvula 124,

a válvula 134 é comandada para reduzir a vazão de combustível no conduto 126.

O sistema de regulação automática 15 pode ser programado para levar a válvula 134 para uma posição de fechamento parcial
5 predeterminado de segurança que permite fornecer uma vazão de combustível reduzida. A utilização para a válvula 134 de uma válvula de comando direto é então vantajosa pelo fato de que ela permite conservar uma capacidade de comando do motor por modificação da vazão de combustível pelo menos dentro de uma faixa reduzida. Essa modificação pode ser efetuada pelo
10 sistema de regulação automática 15 em função de um regime de motor desejado. Assim, depois de uma detecção de sobre-velocidade, a válvula 134 substitui a válvula 124 para continuar a permitir uma variação de vazão pelo menos dentro de uma certa faixa.

Em relação aos sistemas do estado da técnica nos quais o
15 funcionamento da válvula de sobre-velocidade tem dois estados: (i) plena abertura ou (ii) corte ou abertura reduzida predeterminada, a possibilidade de uma regulação da vazão depois de detecção de sobre-velocidade ou de sobre-impulsão permite conservar uma impulsão de motor e evitar uma situação na qual uma vazão reduzida imposta pode não ser aceitável pelo motor em certas
20 condições.

Uma válvula de fechamento 136 de tipo tudo ou nada é montada no conduto 126, por exemplo a jusante da válvula 134. A válvula 136 pode ser comandada por um acionador eletromecânico 137. De modo conhecido, a válvula de fechamento 136 pode ser acionada por comando a
25 partir do sistema de regulação automática 15 do motor ou, prioritariamente, a partir do posto de pilotagem do avião para cortar o motor 15 por interrupção da alimentação em combustível.

Também de modo conhecido, um medidor de vazão mássica totalizador 138 pode ser montado no conduto 126 a jusante da válvula 136

para fornecer uma informação sobre o consumo cumulado do motor em massa de combustível.

A necessidade de um motor em combustível é traduzida em massa de combustível. A utilização do medidor de vazão mássica 122 permite
5 portanto, no limite de sua margem de erro, uma regulação precisa da alimentação em combustível a partir de um valor de referência de vazão mássica. O medidor de vazão mássica pode ser do tipo daqueles descritos nos documentos US 2004/0123674 e US 2004/0129088.

É no entanto possível, como o mostra a figura 2, substituir o
10 medidor de vazão mássica por um medidor de vazão volumétrica 222. A informação de vazão volumétrica real medida pelo medidor de vazão 222 é transmitida para o sistema de regulação automática 15 do motor 14. O sistema 15 é programado para traduzir a necessidade do motor em vazão volumétrica de referência a partir de um valor de massa volumétrica estimada
15 do combustível. A válvula 124 de comando direto é então comandada pelo sistema 15 para monitorar a vazão volumétrica no conduto 126 no valor de referência desejado.

De acordo com mais um outro modo de realização, como o mostra a figura 3, é possível utilizar um dispositivo 322 que permite uma
20 medição de vazão a partir do conhecimento da queda de pressão ΔP a través do dispositivo 322, da seção de passagem de combustível através do dispositivo 322 e da massa volumétrica do combustível. A vazão é determinada pela medição por um sensor (não representado) da posição de uma válvula cuja perda de carga é imposta por um amola.

Será notado que o dispositivo 322 é conhecido em si. Será
25 possível se referir ao documento EP 1 344 917. O dispositivo 322 tem também uma construção análoga àquela das válvulas de dosagem hidráulicas utilizadas em sistemas conhecidos de alimentação de motores de avião em combustível, tal como aquela do documento EP 1 355 054.

Na descrição que precede, a utilização de válvulas 124, 134, 136 de comando elétrico é considerada. Será possível em variante utilizar válvulas de comando hidráulico.

5 Por outro lado, o dispositivo de alimentação descrito pode ser utilizado para motores de aeronaves que não sejam motores de aviões com turbina a gás, por exemplo motores de helicópteros.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de alimentação em combustível de um motor de turbina a gás com uma vazão de combustível regulada, caracterizado pelo fato de que ele compreende:

- 5 - um conduto de alimentação de motor em combustível,
- uma bomba ligada ao conduto de alimentação e que fornece a esse último combustível sob uma pressão que é função do regime de motor,
- um dispositivo de medição da vazão de combustível no conduto de alimentação,
- 10 - uma primeira válvula de abertura variável comandada montada no conduto de alimentação,
- um primeiro circuito de comando ligado ao dispositivo de medição de vazão e à primeira válvula para comandar essa última a fim de fornecer ao motor uma vazão de combustível desejada regulada em regime de
- 15 funcionamento normal do motor,
- uma segunda válvula de abertura variável comandada montada no conduto de alimentação em série com a primeira, e
- um segundo circuito de comando ligado à segunda válvula para comandar uma diminuição da vazão de combustível no conduto de
- 20 alimentação em resposta a uma detecção de sobre-velocidade ou de sobre-impulsão do motor, ao mesmo tempo em que conserva uma capacidade de regulação de vazão.

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de medição de vazão é um medidor de vazão

25 mássica e o sistema de comando compreende um circuito local de monitoramento que recebe uma referência de valor de vazão mássica de um sistema de regulação automática do motor.

3. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de medição de vazão é um medidor de vazão

volumétrica.

4. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de medição de vazão é um dispositivo que permite uma medição de vazão a partir do conhecimento da queda de pressão e da seção de passagem através desse dispositivo.

5. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a primeira válvula é uma válvula de comando direto comandada eletricamente.

6. Dispositivo de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o primeiro circuito de comando compreende pelo menos um acionador eletromecânico para comandar o grau de abertura da primeira válvula, e um laço de monitoramento que recebe um sinal fornecido pelo dispositivo de medição de vazão e que é representativo da vazão real de combustível, que recebe um sinal de referência representativo da vazão desejada de combustível e que fornece um sinal de comando do acionador em função da diferença detectada entre as vazões real e desejada.

7. Dispositivo de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que O laço de monitoramento é um laço implantado localmente na proximidade da primeira válvula e exterior a um sistema de regulação eletrônica do motor que fornece o sinal de referência.

8. Dispositivo de acordo com uma qualquer das reivindicações 6 e 7, caracterizado pelo fato de que o acionador eletromecânico pode ser pré-posicionado na partida do motor e a válvula compreende uma fresta que opera junto com uma característica de pressão fornecida pela bomba na partida a fim de assegurar um monitoramento da vazão de combustível na partida.

9. Dispositivo de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a segunda válvula pode também ser uma válvula de comando direto comandada eletricamente com o auxílio de pelo menos um acionador eletrônico.

10. Dispositivo de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que ele compreende por outro lado uma terceira válvula de corte montada no conduto de alimentação em série com a primeira e a segunda válvulas.

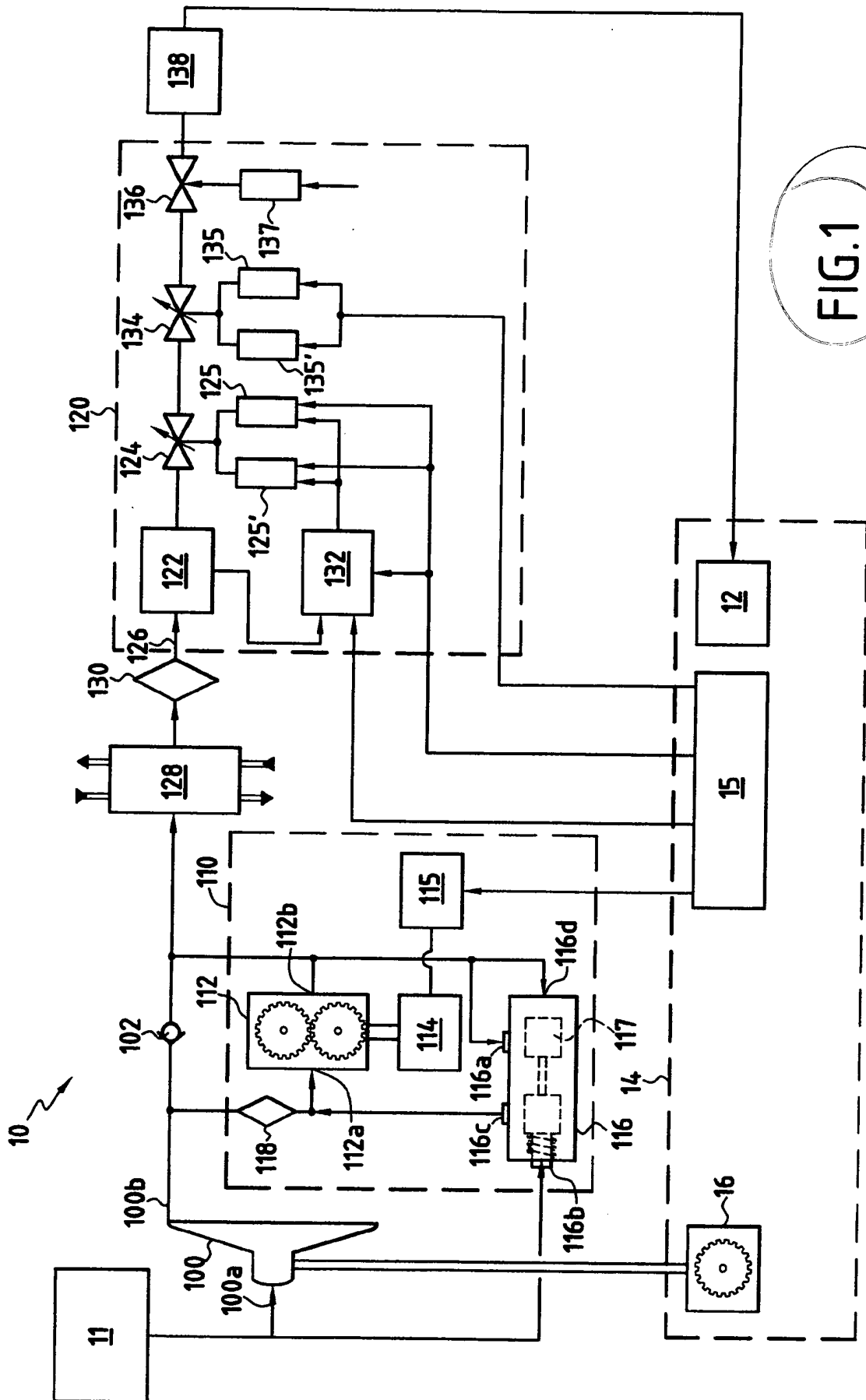


FIG.1

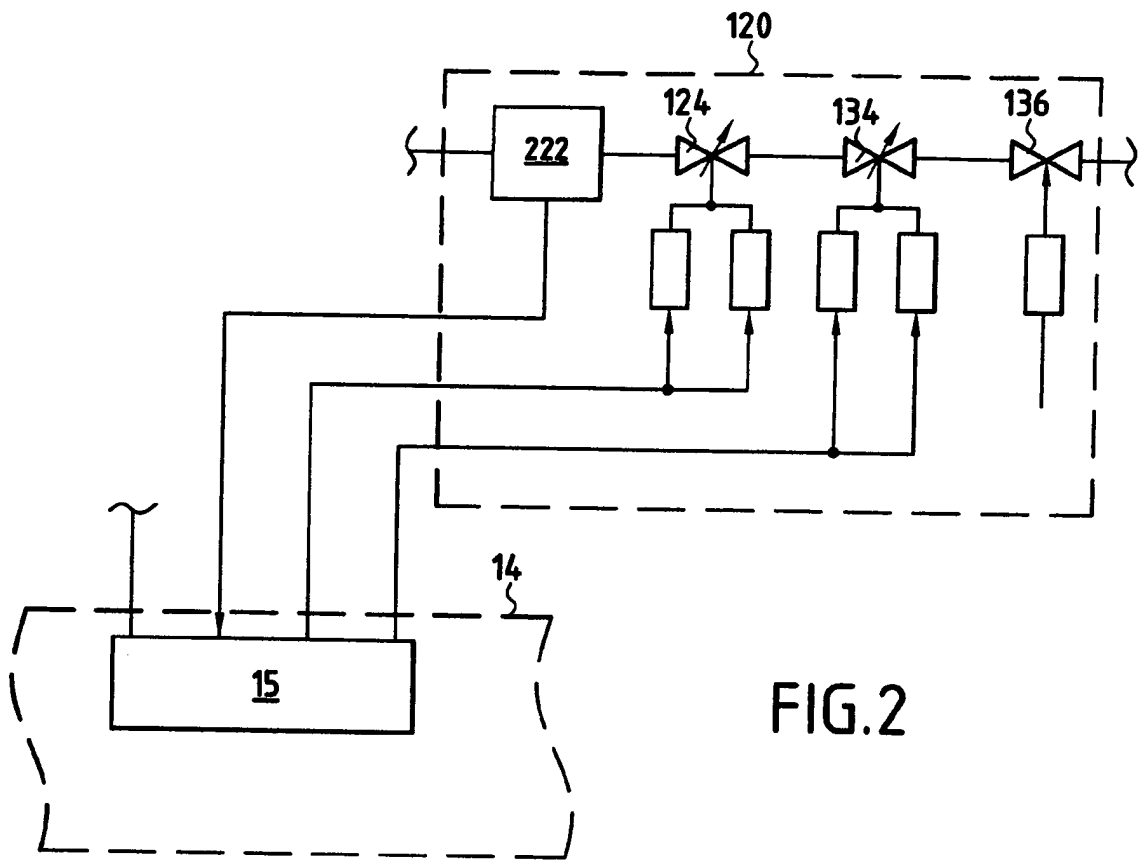


FIG. 2

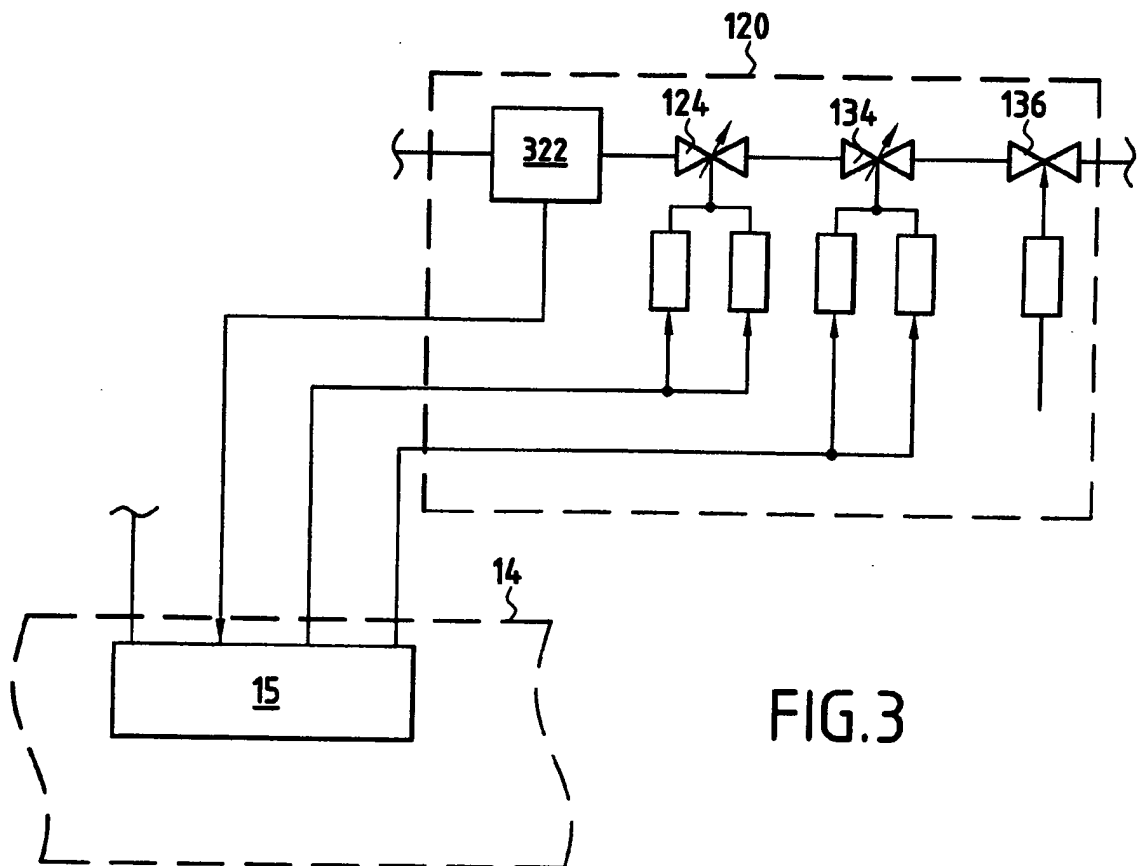


FIG. 3

RESUMO

“DISPOSITIVO DE ALIMENTAÇÃO EM COMBUSTÍVEL DE UM MOTOR DE TURBINA A GÁS COM VAZÃO DE COMBUSTÍVEL REGULADA”

5 O dispositivo de alimentação em combustível compreende um
conduto de alimentação em combustível (126) que recebe combustível sob
pressão não regulada fornecido por uma bomba (100), um dispositivo (122)
de medição da vazão de combustível no conduto (126), uma primeira válvula
(124) de abertura variável comandada montada no conduto de alimentação,
10 um sistema de comando ligado ao dispositivo de medição de vazão e à
primeira válvula para comandar essa última a fim de fornecer ao motor uma
vazão de combustível desejada regulada em regime de funcionamento normal
do motor, uma segunda válvula (134) de abertura variável comandada
montada no conduto de alimentação em série com a primeira, e meios da
15 segunda válvula que permitem fornecer ao motor uma vazão de combustível
reduzida ajustável a uma detecção de sobre-velocidade ou sobre-impulsão do
motor.

A requerente apresenta novas vias das páginas 2, 6, 7, 9, 10 e 11 do relatório descritivo com correções de caráter formal.

Em um modo de realização do documento EP 1 355 054, a válvula de sobre-velocidade ou sobre-impulsão é uma válvula de dois estados de funcionamento: um funcionamento em plena abertura em regime normal e um funcionamento em abertura reduzida predeterminada em resposta a uma detecção de sobre-velocidade ou sobre-impulsão. Uma tal disposição apresenta o inconveniente, depois de detecção de uma sobre-velocidade ou sobre-impulsão, de perder a impulsão do motor ou de impor uma vazão volumétrica reduzida de combustível que pode não ser aceitável pelo motor em certos regimes de funcionamento.

O documento EP 0 377 292 descreve um dispositivo de alimentação de uma turbina a gás. O combustível (gás compressível) é fornecido por um compressor que assegura a regulação de vazão em regime normal. Duas válvulas são montadas em série em um conduto de alimentação entre o compressor de gás e os injetores da turbina. Essas válvulas estão na posição plena abertura em regime normal para evitar perdas de cargas e são comandadas em regime transitório (partida) ou em caso de deslastre brutal para regular respectivamente a pressão e uma vazão reduzida.

O documento US 4 280 323 mostra um dispositivo de alimentação de uma turbina a gás com uma válvula de sobre-velocidade e uma válvula de regulador montadas em série. A pressão de combustível fornecida pela bomba é aumentada a fim de conservar uma pressão desejada ao nível dos injetores da turbina apesar de uma viscosidade mais elevada do combustível a frio (partida). Essa ação é simplesmente de tipo programada de acordo com uma lei de correlação, sem laço de regulação.

Objeto e resumo da invenção

A invenção tem como objetivo fornecer um dispositivo de alimentação em combustível de um motor de turbina a gás que tem um funcionamento melhorado e propõe para isso um dispositivo que compreende:

- um conduto de alimentação de motor em combustível,

poderia também ser integrado ao módulo de regulação 15.

A válvula de chapeleta de sobrepressão 116 tem uma primeira entrada 116a ligada à saída 112b da bomba 112, uma segunda entrada 116b ligada ao circuito de combustível do avião e que fornece uma pressão de referência à válvula de chapeleta 116, e uma saída 116c ligada à entrada 112a da bomba 112. A válvula de chapeleta de sobrepressão é regulada para se abrir e colocar em comunicação a primeira entrada 116a com a saída 116c quando a diferença de pressão entre as entradas 116a e 116b ultrapassa um limite predeterminado. Para realizar a válvula de chapeleta 116, será possível utilizar uma gaveta 117 submetida, por um lado, à pressão de saída da bomba 112, via uma tomada de pressão 116d e, por um outro lado, à pressão na segunda entrada 116b aumentada de uma força exercida por uma mola.

A saída 100b da bomba centrífuga 100 é ligada por uma válvula de chapeleta anti-retorno 102 à entrada de um circuito 120 de regulação da vazão de combustível fornecido ao sistema 12 de injeção de combustível, enquanto que a saída 112b da bomba 112 é ligada à entrada do circuito de regulação 120.

O funcionamento é o seguinte.

A válvula de chapeleta de sobrepressão 116 é regulada para se abrir sob uma pressão que corresponde a uma pressão mínima P_m predeterminada que permite cobrir a necessidade mínima em combustível do motor 14 na partida.

A bomba volumétrica 112 tem sua partida dada e é acionada a uma velocidade que permite fornecer uma vazão de combustível que excede a necessidade inicial do motor 14 fixada pelo circuito de regulação 120, de modo que a pressão na saída 112b da bomba 112 atinge quase instantaneamente a pressão mínima P_m provocando a abertura da válvula de chapeleta de sobrepressão 116. A pressão na saída 100b da bomba centrífuga começa a aumentar com a partida do motor 114 mas não cobre inicialmente a

necessidade em pressão de combustível. A pressão na saída 112b da bomba 112 é então regulada no valor de pressão P_m , o combustível fornecido pela bomba 112 e não escoado para o sistema de injeção 12 circulando em circuito fechado entre a saída e a entrada da bomba 112 via a válvula de chapeleta 116. A válvula de chapeleta anti-retorno 102 impede o retorno do combustível fornecido pela bomba 112 para a bomba centrífuga 100.

O grupo de bombeamento 110 assegura portanto uma função de assistência para a partida, a válvula de chapeleta 116 permitindo converter a bomba volumétrica 112 em uma bomba que fornece uma pressão de combustível, do mesmo modo que uma bomba centrífuga. No entanto, contrariamente ao que pode acontecer com uma bomba centrífuga, o funcionamento da bomba volumétrica 112 não é afetado pela presença de ar ou de vapor no combustível tirado inicialmente do circuito 11.

A pressão na saída da bomba 100 aumenta quando o regime do motor aumenta e quando essa pressão ultrapassa o valor P_m , a válvula de chapeleta anti-retorno 102 se abre. A pressão fornecida ao circuito 120 de regulagem de vazão é então aquela fornecida pela bomba centrífuga 100.

O conjunto bomba 100, grupo de bombeamento 110 e válvula de chapeleta 102 se comporta como um sistema de bombeamento que permite uma transição por preponderância entre as bombas 112 e 100, a pressão fornecida sendo a mais elevada das pressões na saída das bombas 112 e 100.

Quando a bomba 100 substitui a bomba 112, o funcionamento dessa última pode ser interrompido. A paralisação pode ser comandada em resposta à ultrapassagem de um limite de pressão P_1 na saída da bomba 100 ou em resposta à ultrapassagem de um limite de regime V_1 do motor 14. Isso pode ser comandado pelo módulo de regulagem automática 15 que age sobre o circuito elétrico de comando 115 em resposta a informações fornecidas por um sensor de pressão de combustível ou por um sensor de velocidade de turbina do motor 14. Os limites P_1 e V_1 podem ser escolhidos para

filtro de partículas 130 podem ser inseridos no conduto 110 a montante do medidor de vazão 122, tais circuitos de troca térmica e filtro sendo eles próprios bem conhecidos.

5 A válvula 124 é por exemplo uma válvula de comando direto comandada eletricamente. O grau de abertura da válvula é comandado com o auxílio de um acionador eletromecânico 125 tal como um macaco ou motor elétrico. O acionador 125 recebe uma alimentação elétrica a partir de um circuito elétrico do motor 14, por exemplo a partir de uma alimentação integrada ao módulo 15 de regulação eletrônica do motor ou de um bus de
10 alimentação elétrica do motor 14. A título de redundância, dois acionadores semelhantes 125, 125' que funcionam em paralelo poderão ser previstos.

Um laço local de monitoramento 132 alimentado a partir de um circuito elétrico do motor recebe um sinal elétrico fornecido pelo medidor de vazão mássica 122 representativo da vazão mássica real do combustível no
15 conduto 126 e um sinal elétrico fornecido pelo módulo 15 de regulação eletrônica do motor e representativo do valor de referência desejado da vazão mássica de combustível a fornecer ao motor 14. O laço de monitoramento 132 fornece ao acionador 125 um sinal elétrico de comando que é função da diferença detectada entre as vazões mássicas real e de referência a fim de
20 posicionar a válvula 124 para regular a vazão no valor de referência desejado em regime de funcionamento normal do motor. O mesmo sinal de comando é fornecido em paralelo ao acionador 125' se ele estiver presente.

Naturalmente, a regulação poderá ser assegurada por um módulo eletrônico integrado ao sistema de regulação automática 15 do motor
25 14. A utilização de um laço local 132, exterior à caixa desse módulo, permite no entanto evitar a presença de ligação desse último com o medidor de vazão 122.

A válvula 124 pode ser do tipo descrito no documento US 6 267 768, cujo funcionamento compreende um modo de pré-posicionamento

do acionador. O acionador compreende uma medida de posição (posição direta absoluta ou incremental) e a válvula compreende uma fresta de perfil determinado. Uma possibilidade de regulagem da vazão na partida do motor, em modo de pré-posicionamento, é oferecida em associação com a

5 característica de vazão fornecida pelo grupo de bombeamento 110 com a válvula de chapeleta de sobrepressão 116. A regulagem de vazão pode então ser realizada de modo redundante com o medidor de vazão a fim de tornar confiável a regulagem nas vazões muito pequenas se a tecnologia do medidor de vazão se torna insuficiente.

10 Uma válvula 134 de proteção de sobre-velocidade ou de sobre-impulsão do motor 14 é montada no conduto 126 a jusante da válvula 124. Será vantajosamente possível utilizar uma válvula de comando direto com acionador eletromecânico 135, de modo semelhante à válvula 124 e ao acionador 125. O acionador 135 é comandado a partir do sistema de

15 regulagem automática 15 do motor 14 por um módulo distinto daquele dedicado à regulagem pela válvula 124, a título de segurança. De fato, uma sobre-velocidade ou sobre-impulsão do motor pode provir de uma falha da válvula 124 ou de seu comando, deixando a válvula na posição plena aberta. A título de redundância, dois acionadores semelhantes 135, 135' que

20 funcionam em paralelo podem ser previstos.

Em regime de motor normal, de acordo com o valor de referência, a válvula 134 está em posição de abertura máxima e a regulagem da vazão é assegurada pela válvula 124.

O sistema de regulagem eletrônica 15 do motor recebe uma

25 informação representativa do regime do motor, por exemplo uma informação representativa da velocidade de rotação da turbina de alta pressão. Quando um estado de sobre-velocidade (ou sobre-impulsão) é detectado, quer dizer uma velocidade que ultrapassa o valor de referência de velocidade acima de uma diferença determinada, e não pode ser corrigido por ação sobre a válvula 124,

a válvula 134 é comandada para reduzir a vazão de combustível no conduto 126.

O sistema de regulação automática 15 pode ser programado para levar a válvula 134 para uma posição de fechamento parcial
5 predeterminado de segurança que permite fornecer uma vazão de combustível reduzida. A utilização para a válvula 134 de uma válvula de comando direto é então vantajosa pelo fato de que ela permite conservar uma capacidade de comando do motor por modificação da vazão de combustível pelo menos dentro de uma faixa reduzida. Essa modificação pode ser efetuada pelo
10 sistema de regulação automática 15 em função de um regime de motor desejado. Assim, depois de uma detecção de sobre-velocidade, a válvula 134 substitui a válvula 124 para continuar a permitir uma variação de vazão pelo menos dentro de uma certa faixa.

Em relação aos sistemas do estado da técnica nos quais o
15 funcionamento da válvula de sobre-velocidade tem dois estados: (i) plena abertura ou (ii) corte ou abertura reduzida predeterminada, a possibilidade de uma regulação da vazão depois de detecção de sobre-velocidade ou de sobre-impulsão permite conservar uma impulsão de motor e evitar uma situação na qual uma vazão reduzida imposta pode não ser aceitável pelo motor em certas
20 condições.

Uma válvula de fechamento 136 de tipo tudo ou nada é montada no conduto 126, por exemplo a jusante da válvula 134. A válvula 136 pode ser comandada por um acionador eletromecânico 137. De modo conhecido, a válvula de fechamento 136 pode ser acionada por comando a
25 partir do sistema de regulação automática 15 do motor ou, prioritariamente, a partir do posto de pilotagem do avião para cortar o motor 14 por interrupção da alimentação em combustível.

Também de modo conhecido, um medidor de vazão mássica totalizador 138 pode ser montado no conduto 126 a jusante da válvula 136