



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

**(11) PI 0810074-8 B1**



**(22) Data do Depósito: 04/04/2008**

**(45) Data de Concessão: 04/02/2020**

---

**(54) Título:** TURBOMOTOR DE UMA AERONAVE

**(51) Int.Cl.:** F01D 15/10; F02C 7/26.

**(30) Prioridade Unionista:** 06/04/2007 FR 0754346.

**(73) Titular(es):** TURBOMECA.

**(72) Inventor(es):** EDGAR HAEHNER; GÉRALD SENGER.

**(86) Pedido PCT:** PCT FR2008050601 de 04/04/2008

**(87) Publicação PCT:** WO 2008/139096 de 20/11/2008

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 02/10/2009

**(57) Resumo:** TURBOMOTOR DE UMA AERONAVE A invenção se refere a um turbomotor (10) notadamente para um helicóptero que compreende um gerador de gás (12) e uma turbina livre (14) acionada em rotação pelo fluxo de gás (F) gerado pelo gerador de gás (12). A invenção se caracteriza pelo fato de que o turbomotor (10) compreende por outro lado um motor/gerador acoplado (30) a um eixo (18) do gerador de gás (12), para fornecer uma quantidade de energia cinética de rotação suplementar ao eixo (18) por ocasião de uma fase de aceleração do turbomotor (10), ou retirar uma quantidade de energia cinética de rotação no eixo (18) por ocasião de uma fase de desaceleração do turbomotor.

## “TURBOMOTOR DE UMA AERONAVE”

### FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

#### CAMPO DA INVENÇÃO

**[0001]** A presente invenção se refere ao domínio das turbinas a gás e notadamente àquela dos turbomotores para aeronaves tais como helicópteros.

**[0002]** A presente invenção se refere mais especialmente a um turbomotor, notadamente para um helicóptero, que compreende um gerador de gás e uma turbina livre acionada em rotação pelo fluxo de gás gerado pelo gerador de gás.

#### DESCRIÇÃO DA TÉCNICA RELACIONADA

**[0003]** Tradicionalmente, o gerador de gás compreende pelo menos um compressor centrífugo e uma turbina acoplados em rotação. O princípio de funcionamento é o seguinte: pó ar fresco que entra no turbomotor é comprimido devido à rotação do compressor antes de ser enviado para uma câmara de combustão na qual ele é misturado a um carburante. Os gases queimados devido à combustão são em seguida evacuados em grande velocidade para a turbina do gerador de gás.

**[0004]** Produz-se então uma primeira expansão dentro da turbina do gerador de gás, durante a qual essa última extrai a energia necessária para o acionamento do compressor.

**[0005]** A turbina do gerador de gás não absorve toda a energia dos gases queimados e o excedente de energia constitui o fluxo de gás gerado pelo gerador de gás.

**[0006]** Esse último fornece, portanto, energia cinética para a turbina livre de modo que se produz uma segunda expansão dentro da turbina livre que transforma a energia do gás em energia cinética de rotação a fim de acionar um órgão receptor, tal como o rotor do helicóptero.

**[0007]** Bem evidentemente, o turbomotor é previsto para funcionar dentro de limites prescritos, a manutenção do turbomotor dentro de tais limites sendo efetuada agindo-se principalmente sobre a vazão de carburante injetado na câmara de combustão.

**[0008]** Assim, por ocasião de uma fase de aceleração do turbomotor, notadamente em voo, em consequência de uma solicitação de potência do piloto, a vazão de combustível injetado dentro da câmara de combustão aumenta, o que tem como efeito aumentar o fluxo de gás gerado e, conseqüentemente, a potência fornecida para a turbina livre.

**[0009]** No entanto, a aceleração deve ser efetuada dentro de certos limites a fim de evitar o fenômeno de bombeamento que é prejudicial ao turbomotor. Esse fenômeno pode se produzir por ocasião de uma aceleração brutal demais durante a qual, em razão de uma vazão de combustível grande demais, a pressão a jusante da câmara de combustão se torna superior à pressão a montante, quer dizer a pressão de ar comprimido refluída pelo compressor. Nesse caso, a primeira expansão é efetuada não somente para a jusante, mas também para a montante de modo que a vazão dos gases queimados se torna nula e a pressão no compressor cai.

**[0010]** É bem conhecido que o fenômeno de bombeamento pode ter conseqüências lastimáveis sobre as peças constitutivas do turbomotor e sobre a potência fornecida pelo turbomotor.

**[0011]** Como uma fase transitória de aceleração necessita de um aumento substancial da vazão do combustível, é previsto geralmente uma margem (chamada de margem de bombeamento) suficiente para que o turbomotor possa funcionar sem bombeamento em seu domínio de utilização.

**[0012]** Compreende-se, portanto, que a capacidade de aceleração de um tal turbomotor é limitada pela margem de bombeamento.

#### BREVE SUMÁRIO DA INVENÇÃO

**[0013]** Um objetivo da presente invenção é propor um turbomotor para helicóptero que apresenta uma melhor capacidade de aceleração ao mesmo tempo em que tem a mesma margem de bombeamento que aquela do turbomotor da arte anterior.

**[0014]** A invenção atinge seu objetivo pelo fato de que ele compreende por outro lado um motor auxiliar acoplado a um eixo do gerador de gás, para fornecer uma quantidade de energia cinética de rotação suplementar ao eixo por ocasião de uma

fase de aceleração do turbomotor.

**[0015]** O eixo do gerador de gás é aquele no qual são montados o compressor e a turbina.

**[0016]** No sentido da invenção, o motor auxiliar é absolutamente distinto do conjunto constituído pela câmara de combustão e pela ou pelas turbinas do gerador de gás, quer dizer que ele constitui um elemento auxiliar ao gerador de gás.

**[0017]** Assim, o motor auxiliar, que forma meios de assistência para a aceleração do turbomotor, é próprio para fornecer um torque de rotação suplementar ao eixo do gerador de gás por ocasião de uma fase de aceleração em consequência do que a aceleração global do turbomotor é vantajosamente obtida pelo aumento da vazão de carburante e pelo torque de rotação suplementar fornecido pelo motor auxiliar.

**[0018]** Disso resulta vantajosamente que graças à presença do motor auxiliar, é menos necessário aumentar a vazão de carburante a fim de acelerar o turbomotor, o motor auxiliar fornecendo o complemento de aceleração.

**[0019]** Compreende-se, portanto, que o turbomotor de acordo com a presente invenção apresentará uma taxa de aceleração superior àquela do turbomotor da arte anterior ao mesmo tempo em que tem a mesma margem de bombeamento.

**[0020]** Alternativamente, um outro interesse da presente invenção é o de poder conceber turbomotores que têm margens de bombeamento reduzidas, o que se traduz por uma redução vantajosa do tamanho do turbomotor.

**[0021]** Compreende-se também que graças à presente invenção, a redução da sobrevazão de carburante necessária para a aceleração sendo reduzida, a temperatura das partes quentes do turbomotor é vantajosamente reduzida.

**[0022]** Finalmente, o turbomotor de acordo com a presente invenção é próprio para fornecer vantajosamente uma taxa de aceleração constante qualquer que seja a altitude do helicóptero.

**[0023]** De acordo com um primeiro modo de realização, o motor auxiliar é um motor elétrico.

**[0024]** De acordo com uma primeira variante, o motor auxiliar é alimentado por uma bateria.

**[0025]** De acordo com uma primeira variante vantajosa, o motor elétrico é alimentado por um primeiro gerador de eletricidade acionado em rotação pela turbina livre.

**[0026]** Nesse caso, dimensiona-se o gerador de eletricidade, próprio para transformar um movimento de rotação em corrente elétrica, a fim de que ele só retire uma pequena fração do torque no eixo da turbina livre, a maior parte do torque sendo bem evidentemente destinada a acionar em rotação o ou os rotores do helicóptero.

**[0027]** É possível também associar o gerador de eletricidade a uma bateria de complemento se for necessário.

**[0028]** De acordo com uma outra variante vantajosa, o motor elétrico é alimentado por um primeiro gerador de eletricidade acionado em rotação por um rotor de helicóptero.

**[0029]** Para fazer isso, o primeiro gerador de eletricidade retira energia cinética de rotação no rotor, pouco diante da energia total de rotação do rotor, a fim de transformá-la em energia elétrica para alimentar o motor elétrico auxiliar acoplado ao eixo do gerador de gás.

**[0030]** O rotor de helicóptero apresenta um torque grande de modo que ele funciona tal como um volante de inércia, em consequência do que a retirada de energia no rotor não perturba notavelmente o voo do helicóptero.

**[0031]** De acordo com um outro modo de realização, o motor auxiliar é um motor hidráulico.

**[0032]** Por outro lado, no âmbito do funcionamento do turbomotor da arte anterior, descrito acima, a desaceleração é efetuada diminuindo-se substancialmente a vazão de combustível.

**[0033]** Assim como a aceleração, a desaceleração deve ser efetuada dentro de certos limites.

**[0034]** De fato, uma diminuição brutal demais da vazão de combustível pode levar ao apagamento do turbomotor, de modo que se retira também uma margem para o apagamento.

**[0035]** Compreende-se, portanto, que na arte anterior, não se pode diminuir rápido demais a potência fornecida ao helicóptero por causa do risco de apagamento do motor.

**[0036]** Um outro objetivo da invenção é fornecer um turbomotor que oferece uma melhor capacidade de desaceleração.

**[0037]** A invenção atinge seu objetivo pelo fato de que o turbomotor de acordo com a invenção compreende por outro lado meios de assistência para a desaceleração, para retirar uma quantidade de energia cinética de rotação no eixo do gerador de gás por ocasião de uma fase de desaceleração do turbomotor.

**[0038]** Esses meios de assistência são auxiliares, quer dizer que eles são distintos do conjunto formado pela câmara de combustão e pela turbina do gerador de gás.

**[0039]** Além disso, eles contribuem para desaceleração do turbomotor diminuindo para isso a energia de rotação do eixo do gerador de gás. Dito de outro modo, eles agem de certo modo como um freio mecânico.

**[0040]** Assim, graças à invenção, é possível diminuir mais rapidamente a velocidade de rotação do eixo do gerador de gás sem diminuir substancialmente demais a vazão de carburante, quer dizer sem correr o risco de apagar o turbomotor.

**[0041]** De maneira vantajosa, os meios de assistência para a desaceleração compreendem um segundo gerador de eletricidade ligado ao eixo do gerador de gás.

**[0042]** Por ocasião de uma fase de desaceleração, ativa-se o segundo gerador de eletricidade de modo que esse último retira uma parte da energia de rotação do eixo do gerador de gás a fim de transformá-la em energia elétrica.

**[0043]** De maneira preferencial, mas não necessariamente, os meios de assistência para a desaceleração compreendem por outro lado uma unidade de armazenamento para armazenar sob a forma de energia elétrica a quantidade de energia cinética retirada pelo gerador de eletricidade.

**[0044]** Assim a energia acumulada poderá ser reutilizada pelos dispositivos elétricos do helicóptero e, de maneira especialmente vantajosa, pelo motor elétrico

auxiliar. Nesse caso, a unidade de armazenamento pode vantajosamente constituir a bateria do motor elétrico auxiliar.

**[0045]** Dito de outro modo, a energia acumulada pela unidade de armazenamento por ocasião de uma fase de desaceleração pode ser vantajosamente utilizada para alimentar o motor elétrico auxiliar por ocasião de uma fase de aceleração.

**[0046]** Vantajosamente, os meios de assistência para a desaceleração compreendem por outro lado um segundo motor ligado a um rotor do helicóptero que é alimentado pelo gerador de eletricidade para armazenar sob a forma de energia cinética de rotação no rotor do helicóptero a quantidade de energia cinética retirada pelo gerador de eletricidade.

**[0047]** Assim, por ocasião de uma fase de desaceleração, a energia elétrica fornecida pelo segundo gerador ligado ao eixo do gerador de gás é transformada em energia mecânica pelo segundo motor acoplado ao rotor, essa energia mecânica sendo armazenada no rotor que age como um volante de inércia.

**[0048]** De maneira ainda mais vantajosa, o motor auxiliar é também próprio para funcionar como gerador de eletricidade de modo que os meios de assistência para a desaceleração compreendem o dito motor que funciona como gerador.

**[0049]** De acordo com um outro modo de realização vantajoso, o segundo motor ligado ao rotor é também próprio para funcionar como um gerador de eletricidade a fim de alimentar o motor auxiliar ligado ao eixo do gerador de gás.

**[0050]** Em uma outra variante da invenção, os meios de assistência para a desaceleração compreendem por outro lado uma bomba hidráulica acoplada ao eixo do gerador de gás.

#### BREVE DESCRIÇÃO DAS DIVERSAS VISTAS DOS DESENHOS

**[0051]** A invenção será melhor compreendida e suas vantagens aparecerão melhor com a leitura da descrição que se segue, de um modo de realização indicado a título de exemplos não limitativos. A descrição se refere aos desenhos anexos.

**[0052]** A figura 1 representa um turbomotor de helicóptero de acordo com a presente invenção, que compreende um motor auxiliar acoplado ao eixo do gerador

de gás para lhe fornecer uma energia cinética de rotação suplementar.

**[0053]** A figura 2 representa de maneira esquemática um segundo modo de realização da invenção no qual a energia fornecida ao eixo do gerador de gás é retirada no rotor, enquanto que a energia retirada no eixo do gerador de gás pode ser armazenada no rotor.

**[0054]** A figura 3 representa um terceiro modo de realização da invenção no qual o motor auxiliar é um motor hidráulico e no qual meios de assistência para a desaceleração compreendem uma bomba hidráulica.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

**[0055]** Na figura 1, foi representado de modo esquemático um turbomotor 10 de acordo com um primeiro modo de realização da invenção destinado notadamente a acionar em rotação um rotor de um helicóptero (não representado aqui), o turbomotor 10 compreendendo um gerador de gás 12 e uma turbina livre 14 própria para ser acionada em rotação por um fluxo de gás F gerado pelo gerador de gás 12.

**[0056]** A turbina livre 14 é montada em um eixo 16 que transmite o movimento de rotação a um órgão receptor tal como um rotor principal do helicóptero.

**[0057]** O turbomotor 10 representado na figura 1 é do tipo de tomada de movimento traseira. Seria muito bem possível considerar, sem sair do âmbito da presente invenção, um turbomotor de turbina livre do tipo de tomada de movimento dianteira com transmissão por eixo exterior ou então um turbomotor de turbina livre do tipo de tomada de movimento dianteira com transmissão por eixo coaxial.

**[0058]** O gerador de gás compreende um eixo rotativo 18 no qual são montados um compressor centrífugo 20 e uma turbina 22, assim como uma câmara de combustão 24 disposta axialmente entre o compressor 20 e a turbina desde o momento que se considera o gerador de gás 12 de acordo com a direção axial do eixo rotativo 18.

**[0059]** O turbomotor 10 apresenta um cárter 26 munido de uma entrada de ar 28 pela qual entra o ar fresco no gerador de gás 12.

**[0060]** Depois de sua admissão no recinto do gerador de gás 12, o ar fresco é comprimido pelo compressor centrífugo 20 que o reflui para a entrada da câmara de

combustão 24 na qual ele é misturado com carburante.

**[0061]** A combustão que ocorre na câmara de combustão 24 provoca a evacuação em grande velocidade dos gases queimados na direção da turbina 22, o que tem como efeito acionar em rotação o eixo 18 do gerador de gás 12 e, conseqüentemente, o compressor centrífugo 20.

**[0062]** A velocidade de rotação do eixo 18 do gerador de gás 12 é determinada pela vazão de carburante que entra na câmara de combustão 24.

**[0063]** Apesar da extração de energia cinética pela turbina 22, o fluxo de gás F que sai do gerador de gás apresenta uma energia significativa.

**[0064]** Como é compreendido com o auxílio da figura 1, o fluxo de gás F é dirigido para a turbina livre 14 o que tem como efeito provocar uma expansão dentro da turbina livre 14 que leva à colocação em rotação da roda de turbina e do eixo 16.

**[0065]** De acordo com a invenção, o turbomotor compreende de maneira vantajosa um motor auxiliar 30 acoplado a uma extremidade do eixo 18 do gerador de gás 12.

**[0066]** No primeiro modo de realização representado na figura 1, o motor auxiliar 30 é um motor elétrico alimentado por uma unidade de armazenamento 32, de preferência dos tipos baterias elétricas, associação de supercapacitores, ou uma combinação dos dois.

**[0067]** Por ocasião de uma fase de aceleração do turbomotor, o motor 30 é acionado de maneira a fornecer vantajosamente um suplemento de energia cinética de rotação ao eixo 18 do gerador de gás 12, a aceleração do eixo do gerador de gás sendo assim assistida pelo motor auxiliar 30.

**[0068]** Disso resulta um aumento mais rápido da velocidade do eixo 18 do gerador de gás e, conseqüentemente, um aumento mais rápido da potência disponível na turbina 14 de aceleração do eixo 16 da turbina livre 14.

**[0069]** O torque suplementar fornecido pelo motor auxiliar 30 permite, portanto, de maneira especialmente vantajosa aumentar a taxa de aceleração do rotor, em conseqüência do que a maneabilidade do helicóptero é melhorada.

**[0070]** De maneira vantajosa, o motor elétrico 30 pode também ser alimentado

por um primeiro gerador de eletricidade 34 acoplado ao eixo 16 da turbina livre 14.

**[0071]** De maneira preferencial, o primeiro gerador de eletricidade 34 é também ligado à unidade de armazenamento 32 de maneira a poder recarregar essa última.

**[0072]** O turbomotor 10 representado na figura 1 compreende por outro lado meios de assistência para a desaceleração destinados a retirar uma quantidade de energia cinética de rotação no eixo 18 do gerador de gás 12 por ocasião de uma fase de desaceleração do turbomotor 10.

**[0073]** Esses meios de desaceleração compreendem um segundo gerador de eletricidade que é de preferência, mas não necessariamente, constituído pelo motor elétrico 30.

**[0074]** Sem sair do âmbito da presente invenção, seria possível de fato prever que o segundo gerador se apresente sob a forma de um órgão distinto do motor 30.

**[0075]** Assim, nesse modo de realização, o motor elétrico 30 é também próprio para funcionar como geratriz. Esse tipo de motor de funcionamento inversível é bem conhecido por outro lado e não será descrito em detalhe aqui.

**[0076]** Por preocupação com a simplicidade, o motor elétrico 30 é próprio para funcionar como geratriz e será denominado “motor/gerador 30” na sequência da descrição detalhada.

**[0077]** Quando ele funciona como geratriz, o motor/gerador 30 retira uma quantidade de energia cinética de rotação no eixo 18 do gerador de gás 12 a fim de transformá-la em energia elétrica.

**[0078]** Disso resulta que a energia cinética de rotação do eixo 18 diminui, em consequência do que o eixo 18 do gerador de gás 12 desacelera mais rapidamente do que no caso tradicional em que a desaceleração é efetuada unicamente diminuindo-se a vazão de carburante.

**[0079]** De maneira vantajosa, a energia elétrica produzida pelo motor/gerador 30 é armazenada, de preferência na unidade de armazenamento 32, a fim de ser reutilizada notadamente por ocasião da assistência para a aceleração alimentando para isso o motor/gerador 30 que funciona em moto motor.

**[0080]** De preferência, coloca-se um conversor 50 e um dispositivo eletrônico de

controle 52 entre a unidade de armazenamento 32 e o motor/gerador 30, de maneira a comandar as trocas de energia elétrica entre o motor/gerador 30 e a unidade de armazenamento 32.

**[0081]** De maneira preferencial, o motor/gerador 30 é destinado a dar a partida no gerador de gás (quer dizer acioná-lo em rotação) por ocasião de uma fase de partida do turbomotor.

**[0082]** Para resumir, em relação aos turbomotores conhecidos, o turbomotor 10 de acordo com o primeiro modo de realização da invenção compreende por outro lado um motor/gerador de eletricidade 30 ligado eletricamente a uma unidade de armazenamento 32 ao mesmo tempo em que está acoplado mecanicamente a um eixo 18 do gerador de gás 12, a unidade de armazenamento 32 sendo própria para alimentar o motor/gerador por ocasião de uma fase de aceleração do turbomotor para fornecer uma quantidade de energia cinética de rotação suplementar ao eixo 18, e sendo também próprio para armazenar sob a forma de energia elétrica uma quantidade de energia cinética retirada no eixo do gerador de gás 18 pelo motor/gerador 30 por ocasião de uma fase de desaceleração do turbomotor.

**[0083]** A figura 2 ilustra de maneira esquemática um segundo modo de realização do turbomotor 110 de acordo com a invenção. Os elementos comuns com aqueles do primeiro modo de realização levam as mesmas referências numéricas aumentadas do valor 100.

**[0084]** Nesse segundo modo de realização, o turbomotor 110 compreende vantajosamente um primeiro motor elétrico auxiliar 130 próprio para fornecer uma quantidade de energia suplementar ao eixo 118 do gerador de gás 112.

**[0085]** O primeiro motor elétrico 130 é vantajosamente alimentado por um primeiro gerador de eletricidade 140 acoplado a um eixo 142 do rotor 144 de um helicóptero no qual é montado o turbomotor 110, o eixo 142 do rotor 144 sendo no que lhe diz respeito acoplada ao eixo da turbina livre do turbomotor 110.

**[0086]** Dito de outro modo, extrai-se na energia cinética de rotação do rotor 144 uma quantidade de energia que é transformada em energia elétrica graças ao primeiro gerador de eletricidade 140.

**[0087]** Faz-se evidentemente de modo com que a quantidade de energia extraída seja muito inferior à energia cinética de rotação do rotor 144, o que não apresenta dificuldades especiais em razão do valor significativo da energia cinética do rotor.

**[0088]** Assim, de acordo com a invenção, por ocasião de uma fase de desaceleração do turbomotor, retira-se energia no rotor 144 que é transmitida ao eixo 118 do gerador de gás 112 em consequência do que aumenta-se vantajosamente a taxa de aceleração do turbomotor 110.

**[0089]** Como pode ser visto na figura 2, o turbomotor 110 compreende por outro lado meios de assistência para a desaceleração de acordo com a invenção que permitem aumentar vantajosamente a taxa de desaceleração do turbomotor, que compreendem um segundo gerador de eletricidade 146 acoplado ao eixo 118 do gerador de gás 112, assim como um segundo motor elétrico 148 ligado ao eixo 142 do rotor 144.

**[0090]** O segundo gerador de eletricidade 146, quando ele é acionado, retira uma quantidade de energia cinética de rotação no eixo 118 do gerador de gás para transformá-la em energia cinética. Essa última é transmitida para o segundo motor elétrico 148 que a transforma por sua vez em energia mecânica para transmiti-la para o eixo 142 do rotor 144.

**[0091]** O segundo gerador de eletricidade 146, quando ele é acionado, retira uma quantidade de energia cinética de rotação no eixo 118 do gerador de gás para transformá-la em energia elétrica. Essa última é transmitida para o segundo motor elétrico 148 que a transforma por sua vez em energia mecânica para transmiti-la para o eixo 142 do rotor 144.

**[0092]** Compreende-se, portanto, que, de acordo com a invenção, por ocasião de uma fase de desaceleração, a energia retirada no eixo do gerador de gás 112 é vantajosamente armazenada no rotor 144 sob a forma de energia cinética de rotação e pode ser vantajosamente reutilizada para acionar o primeiro motor elétrico por ocasião de uma fase de aceleração do turbomotor.

**[0093]** De maneira preferencial, o primeiro motor 130 e o segundo gerador 146

constituem um mesmo dispositivo, a saber um primeiro motor/gerador 150, enquanto que o primeiro gerador 140 e o segundo motor 148 constituem preferencialmente um mesmo dispositivo elétrico, a saber um segundo motor/gerador 152, cada um dos motores/geradores sendo um motor próprio para funcionar como geratriz.

**[0094]** Fazendo-se referência à figura 3, agora vai ser descrito um terceiro modo de realização de um turbomotor 210 de acordo com a presente invenção.

**[0095]** Nessa figura, um elemento idêntico a um da figura 1 leva a mesma referência numérica aumentada do valor 200.

**[0096]** De maneira similar ao primeiro modo de realização, o turbomotor 210 compreende um gerador de gás 212 munido de um eixo 218 assim como uma turbina livre 214 que tem um eixo 216.

**[0097]** De acordo com a invenção, o turbomotor 210 compreende um motor auxiliar hidráulico 260 acoplado ao eixo 218 do gerador de gás 212, motor esse que é destinado a fornecer uma quantidade de energia cinética de rotação ao eixo 218 do gerador de gás 212 por ocasião de uma fase de aceleração do turbomotor 212.

**[0098]** Esse motor 260 pode ser alimentado por uma fonte hidráulica disposta no helicóptero, por exemplo por uma primeira bomba 262 acoplada ao eixo 216 da turbina livre 214, ou qualquer outro dispositivo de armazenamento, de preferência um acumulador de pressão hidráulica 261.

**[0099]** Nesse modo de realização, o turbomotor 210 compreende por outro lado e de preferência meios de assistência para a desaceleração que compreendem uma segunda bomba hidráulica acoplada ao eixo 218 do gerador de gás 212, essa segunda bomba sendo destinada a retirar uma quantidade de energia cinética no eixo 218 do gerador de gás de maneira a aumentar a taxa de desaceleração do turbomotor 210. De preferência, a segunda bomba hidráulica é constituída pelo motor hidráulico 260 que funciona em modo invertido, portanto como bomba. Compreende-se então que a bomba hidráulica equivale a um “gerador” hidráulico. A energia retirada pode nesse caso ser armazenada sob a forma de energia hidráulica no acumulador de pressão hidráulica 261.

## REIVINDICAÇÕES

1. Turbomotor (10) de uma aeronave, caracterizado por compreender:
  - um gerador de gás (12) e uma turbina livre (14) acionada em rotação pelo fluxo de gás (F) gerado pelo gerador de gás,
  - um primeiro gerador de eletricidade (34) acoplado a um eixo (16) da turbina livre (14);
  - uma unidade de armazenamento (32) eletricamente conectada ao primeiro gerador de eletricidade; e
  - um motor/gerador de eletricidade (30) eletricamente conectado à unidade de armazenamento (32) e acoplado mecanicamente a um eixo (18) do gerador de gás (12),
    - em que o eixo (16) da turbina livre é acoplado a um rotor de um helicóptero,
    - em que a unidade de armazenamento supre energia ao motor/gerador (30) durante uma fase de aceleração do turbomotor para fornecer uma quantidade de energia cinética de rotação suplementar ao eixo (18) do gerador de gás e armazena sob a forma de energia elétrica uma quantidade de energia cinética retirada do eixo do gerador de gás pelo motor/gerador (30) durante uma fase de desaceleração do turbomotor, e
    - em que a unidade de armazenamento (32) é recarregada pelo primeiro gerador de eletricidade (34).
2. Turbomotor (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente um conversor (50) e um dispositivo eletrônico de controle (52) que são posicionados entre o motor/gerador (30) e a unidade de armazenamento (32).
3. Turbomotor (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a unidade de armazenamento (32) é uma bateria elétrica, um grupo de supercapacitores, ou uma combinação de ambos.
4. Turbomotor (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o motor/gerador (30) dá partida no gerador de gás (12) enquanto dando

partida no turbomotor (10).

5. Turbomotor (10) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente um segundo motor/gerador que inclui o primeiro gerador de eletricidade (34), o segundo motor/gerador é acoplado a um eixo do rotor, e em que o motor/gerador inclui um segundo gerador de eletricidade.

