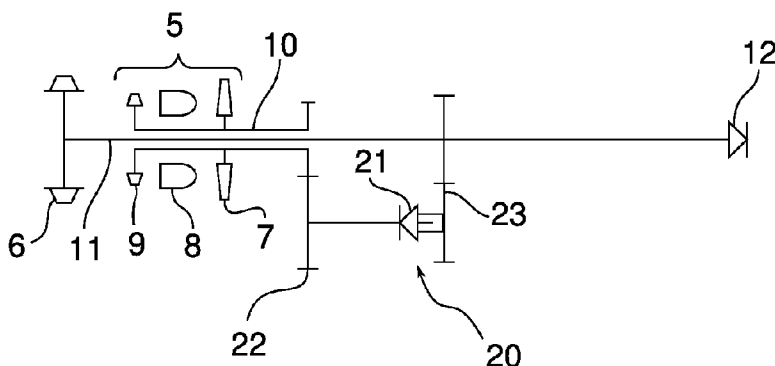




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2015/03/20
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2015/10/01
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2022/06/21
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2016/09/15
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2015/050699
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2015/145043
(30) Priorité/Priority: 2014/03/27 (FR1452645)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F02C 3/10* (2006.01),
F02C 3/113 (2006.01), *F02C 7/36* (2006.01)
(72) Inventeurs/Inventors:
MARCONI, PATRICK, FR;
THIRIET, ROMAIN, FR;
BEDRINE, OLIVIER, FR
(73) Propriétaire/Owner:
SAFRAN HELICOPTER ENGINES, FR
(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : TURBOMOTEUR, HELICOPTERE BIMOTEUR EQUIPE D'UN TEL TURBOMOTEUR ET PROCEDE D'OPTIMISATION DU REGIME DE SUPER-RALENTI A PUISSANCE NULLE D'UN TEL HELICOPTERE BIMOTEUR
(54) Title: TURBOSHAFT ENGINE, TWIN-ENGINE HELICOPTER EQUIPPED WITH SUCH A TURBOSHAFT ENGINE, AND METHOD FOR OPTIMISING THE ZERO-POWER SUPER-IDLE SPEED OF SUCH A TWIN-ENGINE HELICOPTER



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne un turbomoteur comprenant un générateur de gaz (5) adapté pour être mis en rotation et une turbine libre (6) entraînée en rotation par les gaz dudit générateur de gaz (5), caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif (20) de couplage mécanique spontané dudit générateur de gaz (5) et de ladite turbine libre (6) adapté pour lier mécaniquement et spontanément ledit générateur de gaz (5) et ladite turbine libre (6) dès que le rapport de la vitesse (NGG) de rotation dudit générateur de gaz par la vitesse (NLT) de rotation de ladite turbine libre atteint une valeur seuil prédéterminée.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(10) Numéro de publication internationale

WO 2015/145043 A1(43) Date de la publication internationale
1 octobre 2015 (01.10.2015)

WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :
F02C 3/10 (2006.01) F02C 3/113 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2015/050699
- (22) Date de dépôt international :
20 mars 2015 (20.03.2015)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1452645 27 mars 2014 (27.03.2014) FR
- (71) Déposant : TURBOMECA [FR/FR]; F-64510 Bordes (FR).
- (72) Inventeurs : MARCONI, Patrick; 1 Impasse Aliénor, F-64110 Gelos (FR). THIRIET, Romain; 47 rue Paul Verlaine, F-64110 Jurancon (FR). BEDRINE, Olivier; Route de Piétat, F-64290 Bosdarros (FR).
- (74) Mandataires : BRINGER, Mathieu et al.; Gevers France, 9 rue Saint Antoine du T, F-31000 Toulouse (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Publiée :
— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : TURBOSHAFT ENGINE, TWIN-ENGINE HELICOPTER EQUIPPED WITH SUCH A TURBOSHAFT ENGINE, AND METHOD FOR OPTIMISING THE ZERO-POWER SUPER-IDLE SPEED OF SUCH A TWIN-ENGINE HELICOPTER

(54) Titre : TURBOMOTEUR, HELICOPTERE BIMOTEUR EQUIPE D'UN TEL TURBOMOTEUR ET PROCEDE D'OPTIMISATION DU REGIME DE SUPER-RALENTI A PUISSANCE NULLE D'UN TEL HELICOPTERE BIMOTEUR

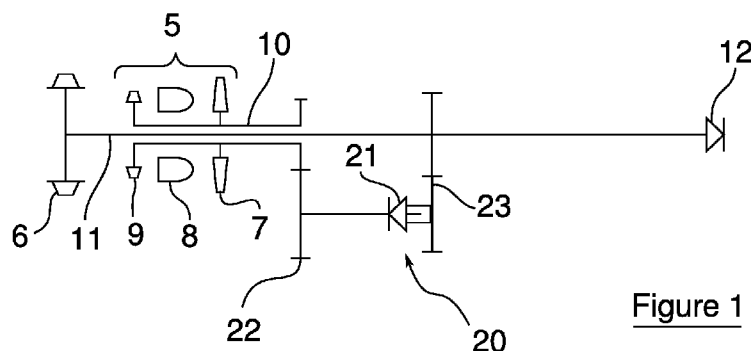


Figure 1

(57) Abstract : The invention relates to a turboshaft engine comprising a gas generator (5) designed to be rotated and a free turbine (6) rotated by the gases from the gas generator (5). The turboshaft engine is characterised in that it comprises a device (20) for the spontaneous mechanical coupling of the gas generator (5) and the free turbine (6), said device being adapted to connect the gas generator (5) and the free turbine (6) in a spontaneous and mechanical manner once the ratio of the rotation speed (NGG) of the gas generator to the rotation speed (NTL) of the free turbine reaches a pre-determined threshold value.

(57) Abrégé : L'invention concerne un turbomoteur comprenant un générateur de gaz (5) adapté pour être mis en rotation et une turbine libre (6) entraînée en rotation par les gaz dudit générateur de gaz (5), caractérisé

[Suite sur la page suivante]

WO 2015/145043 A1 

en ce qu'il comprend un dispositif (20) de couplage mécanique spontané dudit générateur de gaz (5) et de ladite turbine libre (6) adapté pour lier mécaniquement et spontanément ledit générateur de gaz (5) et ladite turbine libre (6) dès que le rapport de la vitesse (NGG) de rotation dudit générateur de gaz par la vitesse (NTL) de rotation de ladite turbine libre atteint une valeur seuil prédéterminée.

**TURBOMOTEUR, HELICOPTERE BIMOTEUR EQUIPE D'UN TEL
TURBOMOTEUR ET PROCEDURE D'OPTIMISATION DU REGIME DE
SUPER-RALENTI A PUISSANCE NULLE D'UN TEL HELICOPTERE
BIMOTEUR**

5

1. Domaine technique de l'invention

L'invention concerne un turbomoteur destiné à équiper un hélicoptère bimoteur. L'invention concerne également un procédé d'optimisation du régime de super-ralenti à puissance nulle d'un tel hélicoptère bimoteur.

10

2. Arrière-plan technologique

Un hélicoptère est en général équipé d'au moins deux turbomoteurs qui fonctionnent à des régimes qui dépendent des conditions de vol de l'hélicoptère. Dans tout le texte qui suit, un hélicoptère est dit en situation de vol de croisière lorsqu'il évolue dans des conditions normales, au cours de toutes les phases du vol, hors phases transitoires de décollage, d'atterrissage ou de vol stationnaire. Dans tout le texte qui suit, un hélicoptère est dit en situation critique de vol lorsqu'il est nécessaire qu'il dispose de la puissance totale installée, c'est-à-dire dans les phases transitoires de décollage, de montée, d'atterrissage et de régime dans lequel un des turbomoteurs est défaillant, désigné par l'acronyme anglais 15 OEI (*One Engine Inoperative*).

Il est connu que lorsque l'hélicoptère est en situation de vol de croisière, les turbomoteurs fonctionnent à des niveaux de puissance faibles, inférieures à leur puissance maximale continue (ci-après, PMC). Dans certaines configurations (vitesses d'avancement inférieures à la vitesse maximale, hélicoptère ne volant 25 pas à la masse maximale, etc.), la puissance fournie par les turbomoteurs lors d'un vol de croisière, peut être inférieure à 50 % de la puissance maximale de décollage (ci-après, PMD). Ces faibles niveaux de puissance entraînent une consommation spécifique (ci-après, Cs) définie comme le rapport entre la consommation horaire de carburant par la chambre de combustion du turbomoteur

et la puissance mécanique fournie par ce turbomoteur, supérieure de l'ordre de 30% à la Cs de la PMD, et donc une surconsommation en carburant en vol de croisière.

Enfin, lors des phases d'attente au sol, les pilotes préfèrent généralement
5 mettre les différents turbomoteurs au ralenti sol afin d'être sûrs de pouvoir les redémarrer. Les turbomoteurs continuent alors de consommer du carburant bien qu'ils ne fournissent aucune puissance.

D'autre part, les turbomoteurs sont également surdimensionnés pour
pouvoir assurer le vol dans tout le domaine de vol spécifié par l'avionneur et
10 notamment le vol à des altitudes élevées et par temps chaud. Ces points de vol, très contraignants, notamment lorsque l'hélicoptère a une masse proche de sa masse maximale de décollage, ne sont rencontrés que dans certains cas d'utilisation de certains hélicoptères. De ce fait, certains turbomoteurs, bien que dimensionnés pour pouvoir fournir de telles puissances ne voleront jamais dans de
15 telles conditions.

Ces turbomoteurs surdimensionnés sont pénalisants en termes de masse et de consommation de carburant. Afin de réduire cette consommation en vol de croisière ou en attente au sol, il est possible d'arrêter l'un des turbomoteurs et de le placer en régime, dit de veille. Le ou les moteurs actifs fonctionnent alors à des
20 niveaux de puissance plus élevés pour fournir toute la puissance nécessaire et donc à des niveaux de Cs plus favorables. Cependant, cette pratique est contraire aux règles de certification actuelles, et les turbomoteurs ne sont pas conçus pour garantir un taux de fiabilité de redémarrage compatible avec les normes de sûreté. De même, les pilotes ne sont actuellement pas sensibilisés ni familiarisés avec la
25 perspective de mettre en veille un turbomoteur en vol.

Un turbomoteur d'hélicoptère comprend de manière connue un générateur de gaz et une turbine libre alimentée par le générateur de gaz pour fournir de la puissance. Le générateur de gaz se compose classiquement de compresseurs d'air en lien avec une chambre de combustion de carburant dans l'air comprimé qui
30 délivrent des gaz chauds à des turbines de détente partielle de gaz qui entraînent en rotation les compresseurs via des arbres d'entraînement. Les gaz entraînent

ensuite la turbine libre de transmission de puissance. La turbine libre transmet la puissance au rotor de l'hélicoptère par le biais d'une boîte de transmission.

Les demandeurs ont proposé dans les demandes FR1151717 et FR1359766, des procédés d'optimisation de la consommation spécifique des turbomoteurs d'un hélicoptère par la possibilité de placer au moins un
5 turbomoteur dans un régime de vol stabilisé, dit continu, et au moins un turbomoteur dans un régime de veille particulier duquel il peut sortir de manière urgente ou normale, selon les besoins. Une sortie du régime de veille est dite normale lorsqu'un changement de situation de vol impose l'activation du
10 turbomoteur en veille, par exemple lorsque l'hélicoptère va passer d'une situation de vol de croisière à une phase d'atterrissage. Une telle sortie de veille normale s'effectue sur une durée de 10s à 1 min. Une sortie du régime de veille est dite urgente lorsqu'une panne ou un déficit de puissance du moteur actif intervient ou que les conditions de vol deviennent soudainement difficiles. Une telle sortie de
15 veille d'urgence s'effectue sur une durée inférieure à 10s.

Les demandeurs ont notamment proposé les deux régimes de veille suivants :

- un régime de veille, dit super-ralenti usuel, dans lequel la chambre de combustion est allumée et l'arbre du générateur de gaz tourne à
20 une vitesse comprise entre 20 et 60% de la vitesse nominale,
- un régime de veille, dit super-ralenti assisté, dans lequel la chambre de combustion est allumée et l'arbre du générateur de gaz tourne, assisté mécaniquement, à une vitesse comprise entre 20 et 60% de la vitesse nominale.

25 Le régime de super-ralenti usuel est pénalisé par des températures de fonctionnement qui deviennent de plus en plus élevées à mesure que l'on cherche à atteindre un ralenti de plus en plus bas.

Le régime de super-ralenti assisté permet de pallier ce problème de température de fonctionnement. Cela étant, il impose le recours à une machine
30 d'entraînement, électrique ou pneumatique et d'un couplage correspondant.

Aussi, il se pose maintenant le problème technique d'obtenir un régime de

super-ralenti qui ne soit pas assisté mécaniquement mais qui ne soit pas limité par les températures du turbomoteur. Il se pose donc le problème technique de fournir un turbomoteur permettant de proposer un tel régime de super-ralenti amélioré.

3. Objectifs de l'invention

5 L'invention vise à fournir un turbomoteur qui puisse présenter un régime de super ralenti, dans lequel la chambre de combustion est allumée et l'arbre du générateur de gaz tourne à une vitesse comprise entre 20 et 60% de la vitesse nominale, qui ne soit ni pénalisé par les températures de fonctionnement du turbomoteur, ni assisté mécaniquement par un dispositif d'entraînement externe.

10 L'invention vise donc à fournir un turbomoteur qui puisse présenter un nouveau régime de super ralenti.

L'invention vise aussi à fournir un hélicoptère bimoteur comprenant au moins un turbomoteur selon l'invention.

15 L'invention vise aussi à fournir un procédé d'optimisation du régime de super-ralenti à puissance nulle d'un hélicoptère bimoteur selon l'invention comprenant au moins un turbomoteur selon l'invention.

4. Exposé de l'invention

Pour ce faire, selon un premier aspect général, il est proposé un turbomoteur comprenant un générateur de gaz adapté pour être mis en rotation et
 20 une turbine libre entraînée en rotation par les gaz dudit générateur de gaz, comprenant un dispositif de couplage mécanique spontané dudit générateur de gaz et de ladite turbine libre, ledit dispositif de couplage comprenant au moins une roue libre reliant un premier arbre présentant avec ledit générateur de gaz un premier rapport de réduction et un deuxième arbre présentant avec la turbine libre
 25 un deuxième rapport de réduction, ladite roue libre étant agencée de telle sorte que ladite turbine libre entraîne spontanément ledit générateur de gaz, par le biais desdits premier et deuxième arbres et de ladite roue libre, dès qu'un rapport des vitesses obtenu en divisant une vitesse de rotation dudit générateur de gaz par une vitesse de rotation de ladite turbine libre est inférieur à un rapport des rapports de
 30 réduction obtenu en divisant le deuxième rapport de réduction par le premier rapport de réduction, le turbomoteur comportant en outre une génératrice-

démarreur solidaire d'un arbre intermédiaire, ledit dispositif de couplage comprenant deux roues libres reliant respectivement ledit arbre intermédiaire avec ledit premier arbre et ledit deuxième arbre, lesdites roues libres étant agencées de telle sorte que ladite turbine libre entraîne spontanément ledit générateur de gaz, par le biais desdits arbres et desdites roues libres, dès que le rapport des vitesses est inférieur au rapport des rapports de réduction.

Selon un autre aspect général, il est proposé un hélicoptère bimoteur comprenant au moins un turbomoteur selon la présente invention.

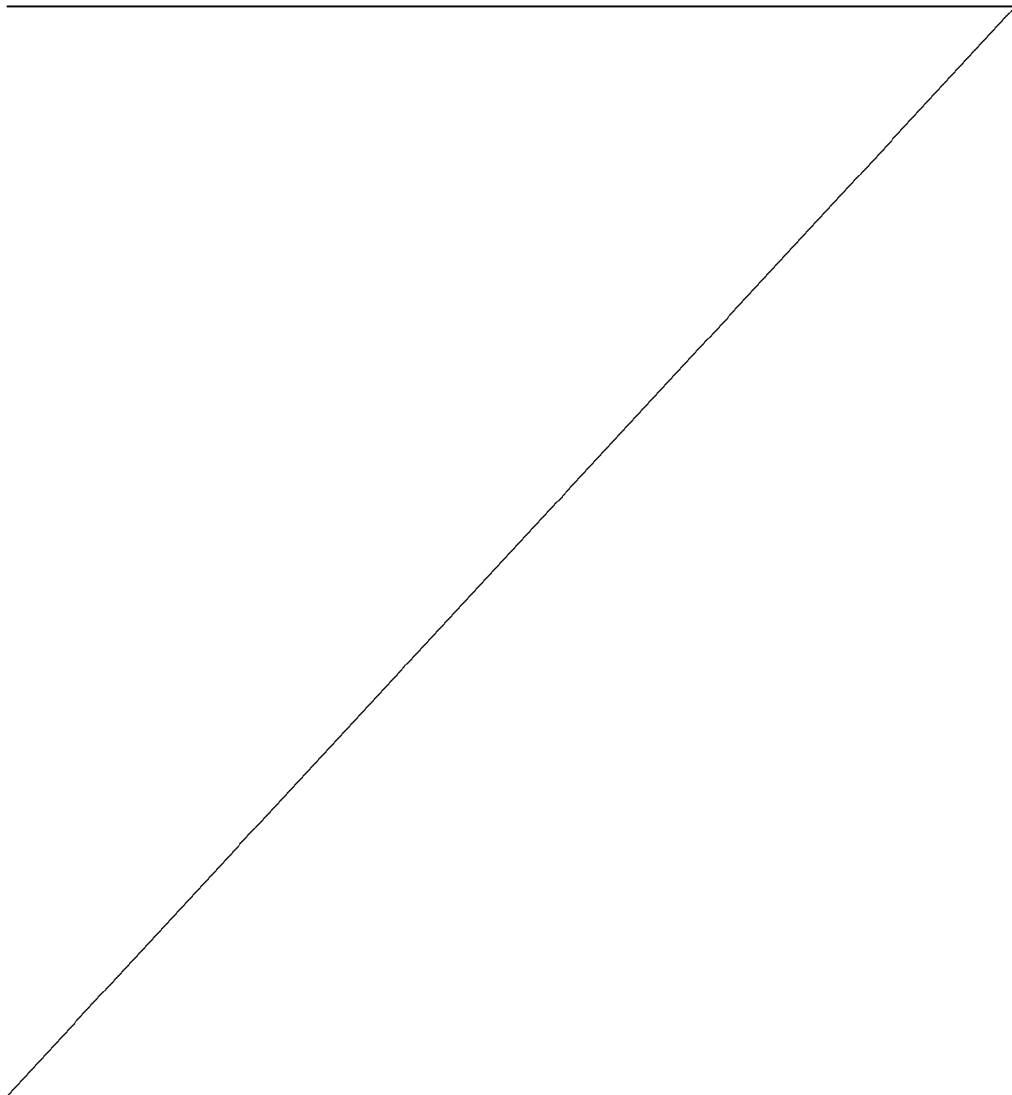
Selon un autre aspect général, il est proposé un procédé d'optimisation du régime de super-ralenti à puissance nulle d'un hélicoptère bimoteur comprenant au moins un turbomoteur comprenant un générateur de gaz adapté pour être mis en rotation et une turbine libre entraînée en rotation par les gaz dudit générateur de gaz, comprenant une étape de couplage mécanique spontané dudit générateur de gaz et de ladite turbine libre en reliant par le biais d'une roue libre un premier arbre présentant avec ledit générateur de gaz un premier rapport de réduction et un deuxième arbre présentant avec la turbine libre un deuxième rapport de réduction, ladite roue libre étant agencée de telle sorte que ladite turbine libre entraîne spontanément ledit générateur de gaz dès qu'un rapport des vitesses obtenu en divisant une vitesse de rotation dudit générateur de gaz par une vitesse de rotation de ladite turbine libre est inférieur à un rapport des rapports de réduction obtenu en divisant le deuxième rapport de réduction par le premier rapport de réduction, dans lequel ledit couplage mécanique est obtenu en reliant par le biais de deux roues libres un arbre intermédiaire solidaire d'une génératrice-démarreur respectivement audit premier arbre et audit deuxième arbre, lesdites roues libres étant agencées de telle sorte que ladite turbine libre entraîne spontanément ledit générateur de gaz dès que ledit rapport des vitesses est inférieur audit rapport des rapports de réduction.

Des variantes, des exemples et des réalisations préférées de l'invention sont décrits ci-dessous.

Par exemple, l'invention concerne un turbomoteur comprenant un générateur de gaz adapté pour être mis en rotation et une turbine libre entraînée en rotation par les gaz dudit générateur de gaz, caractérisé en ce qu'il comprend un

dispositif de couplage mécanique spontané dudit générateur de gaz et de ladite turbine libre comprenant au moins une roue libre reliant un premier arbre présentant avec ledit générateur de gaz un rapport de réduction $K1$ et un deuxième arbre présentant avec la turbine libre un rapport de réduction $K2$, ladite roue libre étant agencée de telle sorte que ladite turbine libre entraîne spontanément ledit générateur de gaz, par le biais desdits arbres et de ladite roue libre, dès que le rapport de la vitesse de rotation dudit générateur de gaz par la vitesse de rotation de ladite turbine libre est inférieur au rapport $K2/K1$.

Un turbomoteur selon l'invention permet donc de forcer l'entraînement du générateur de gaz par la turbine libre lorsque des conditions prédéterminées sont



atteintes. En d'autres termes, un turbomoteur selon l'invention équipé d'un dispositif de couplage mécanique spontané du générateur de gaz et de la turbine libre permet de basculer automatiquement, sans dispositif d'assistance et/ou de commande extérieure, le turbomoteur d'une configuration dite de turbines libres à
5 une configuration dite de turbines liées.

Un turbomoteur selon l'invention peut donc être placé dans un régime de super ralenti au cours duquel la turbine libre entraîne le générateur de gaz, ce qui permet de diminuer les températures des parties chaudes du turbomoteur et de réduire la consommation de carburant.

10 En outre, le fonctionnement en turbines liées au voisinage du ralenti améliore les performances transitoires, en particulier en cas de chute de tours du rotor lors d'une mise de pas rapide. En effet, le générateur de gaz tourne alors à une vitesse supérieure à sa vitesse nécessaire à puissance nulle en mode turbine libre. Le moteur produit donc très rapidement une puissance conséquente sur la
15 turbine libre, correspondant à la valeur qu'aurait le turbomoteur à turbine libre à cette vitesse, augmentée de la puissance supplémentaire due au fait qu'on atteint rapidement la limite d'accélération, avant même que la turbine à gaz ait commencé à accélérer.

Dans tout le texte, le terme « arbre » désigne un moyen adapté pour être
20 mis en rotation et pour transmettre un couple. Il peut donc s'agir d'un arbre s'étendant longitudinalement, mais également d'un simple pignon d'engrenage.

Les rapports de réduction $K1$ et $K2$ sont choisis de telle sorte que lorsque le rapport de la vitesse de rotation du générateur de gaz par la vitesse de rotation de la turbine libre est supérieur au rapport $K2/K1$, le turbomoteur est dans la
25 configuration de turbines libres, le générateur de gaz et la turbine libre n'étant pas mécaniquement liés. Dès que le rapport de la vitesse de rotation du générateur de gaz par la vitesse de rotation de la turbine libre devient inférieur au rapport $K2/K1$, la turbine libre entraîne en rotation le générateur de gaz, et le turbomoteur bascule dans une configuration de turbines liées.

30 Avantageusement et selon l'invention, ledit dispositif de couplage mécanique spontané est adapté pour lier mécaniquement et spontanément ledit

générateur de gaz et ladite turbine libre dès que ledit rapport des vitesses est inférieur au rapport $K2/K1$ et pour séparer spontanément ledit générateur de gaz et ladite turbine libre dès que ledit rapport des vitesses est supérieur au rapport $K2/K1$.

5 Avantageusement et selon l'invention, le turbomoteur comprend une génératrice-démarreur solidaire d'un arbre intermédiaire et ledit dispositif de couplage comprend deux roues libres reliant respectivement ledit arbre intermédiaire avec ledit premier arbre présentant avec ledit générateur de gaz un rapport de réduction $K1$ et ledit deuxième arbre présentant avec la turbine libre un rapport de réduction $K2$, lesdites roues étant agencées de telle sorte que ladite turbine libre entraîne spontanément ledit générateur de gaz, par le biais desdits arbres et desdites roues libres, dès que ledit rapport des vitesses est inférieur au rapport $K2/K1$.

15 L'invention concerne également un hélicoptère bimoteur comprenant au moins un turbomoteur selon l'invention.

20 L'invention concerne également un procédé d'optimisation du régime de super-ralenti à puissance nulle d'un hélicoptère bimoteur comprenant au moins un turbomoteur comprenant un générateur de gaz adapté pour être mis en rotation et une turbine libre entraînée en rotation par les gaz dudit générateur de gaz, caractérisé en qu'il comprend une étape de couplage mécanique spontané dudit générateur de gaz et de ladite turbine libre en reliant par le biais d'une roue libre un premier arbre présentant avec ledit générateur de gaz un rapport de réduction $K1$ et un deuxième arbre présentant avec la turbine libre un rapport de réduction $K2$, ladite roue libre étant agencée de telle sorte que ladite turbine libre entraîne spontanément ledit générateur de gaz dès que ledit rapport des vitesses est inférieur au rapport $K2/K1$.

25 Avantageusement et selon l'invention, le couplage mécanique est obtenu en reliant par le biais d'une roue libre un premier arbre présentant avec ledit générateur de gaz un rapport de réduction $K1$ et un deuxième arbre présentant avec la turbine libre un rapport de réduction $K2$, ladite roue libre étant agencée de telle sorte que ladite turbine libre entraîne spontanément ledit générateur de gaz

dès que ledit rapport des vitesses est inférieur au rapport $K2/K1$.

Avantageusement et selon l'invention, le couplage mécanique est obtenu en reliant par le biais de deux roues libres un arbre intermédiaire solidaire d'une génératrice-démarreur respectivement audit premier arbre présentant avec ledit
5 générateur de gaz un rapport de réduction $K1$ et audit deuxième arbre présentant avec la turbine libre un rapport de réduction $K2$, lesdites roues étant agencées de telle sorte que ladite turbine libre entraîne spontanément ledit générateur de gaz dès que ledit rapport des vitesses est inférieur au rapport $K2/K1$.

L'invention concerne également un turbomoteur, un hélicoptère et un
10 procédé d'optimisation du régime de super-ralenti à puissance nulle, caractérisés en combinaison par tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus ou ci-après.

5. Liste des figures

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la
15 lecture de la description suivante donnée à titre uniquement non limitatif et qui se réfère aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique d'un turbomoteur selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 2 est une vue schématique d'un turbomoteur selon un
20 deuxième mode de réalisation de l'invention.

6. Description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention

Un turbomoteur selon l'invention comprend, tel que représenté sur les figures, un générateur 5 de gaz et une turbine libre 6 alimentée par le générateur 5 de gaz. Un générateur 5 de gaz comprend de manière connue au moins un
25 compresseur d'air 7 en liaison avec une chambre de combustion 8 d'un carburant dans l'air comprimé qui délivre des gaz chauds et au moins une turbine 9 de détente partielle des gaz qui entraîne en rotation le compresseur 7 via un arbre 10 d'entraînement. Les gaz entraînent ensuite la turbine libre 6 de transmission de puissance. Cette turbine libre 6 comprend un arbre 11 de transmission de
30 puissance reliée à une boîte de transmission de puissance, non représentée sur les

figures, par le biais d'une roue libre 12. Cette roue libre 12 permet d'empêcher qu'un blocage mécanique du turbomoteur entraîne un blocage mécanique de la boîte de transmission de puissance et par extension du rotor de l'hélicoptère sur lequel ce turbomoteur est monté.

5 Un turbomoteur selon l'invention comprend en outre un dispositif 20 de couplage mécanique du générateur 5 de gaz et de la turbine libre 6 adapté pour lier mécaniquement et spontanément le générateur de gaz 5 et la turbine libre 6 dès que le rapport de la vitesse de rotation de l'arbre 10 du générateur de gaz 5 par la vitesse de rotation de l'arbre 11 de la turbine libre 6 est inférieur à une valeur
10 seuil prédéterminée et pour séparer spontanément le générateur de gaz 5 et la turbine libre 6 dès que le rapport est supérieur à cette valeur seuil prédéterminée.

Selon un premier mode de réalisation et tel que représenté sur la figure 1, ce dispositif 20 de couplage comprend un arbre 22 relié mécaniquement à l'arbre 10 du générateur de gaz 5. Ces arbres 22 et 10 présentent entre eux un rapport de
15 réduction $K1$.

Le dispositif 20 de couplage comprend en outre un arbre 23 relié mécaniquement à l'arbre 11 de la turbine libre 6. Ces arbres 23 et 11 présentent entre eux un rapport de réduction $K2$.

Le dispositif 20 comprend en outre une roue libre 21 agencée entre les
20 arbres 22 et 23.

Dès lors, la vitesse de rotation de l'arbre 22 est égale à $K1.NGG$, où NGG est la vitesse de rotation de l'arbre 10 du générateur 5 de gaz.

La vitesse de rotation de l'arbre 23 est égale à $K2.NTL$, où NTL est la vitesse de rotation de l'arbre 11 de la turbine libre 6.

25 La roue libre 21 est orientée de telle sorte que l'arbre 23 peut entraîner l'arbre 22 par l'intermédiaire de cette roue libre 21.

Si la vitesse de rotation de l'arbre 23 est inférieure à la vitesse de rotation de l'arbre 22, les deux arbres sont indépendants. Sinon, les deux arbres sont liés.

Autrement dit, les arbres sont indépendants si l'équation suivante est
30 respectée : $K2.NTL < K1.NGG$. Les arbres sont donc indépendants si le rapport $NGG/NTL > K2/K1$.

Si le rapport de vitesse est inférieur ou égal à $K2/K1$, alors un couple moteur est transmis de la turbine libre 6 vers le générateur 5 de gaz.

Autrement dit, le dispositif 20 de couplage décrit en lien avec la figure 1 permet de lier mécaniquement et spontanément le générateur 5 de gaz et la turbine libre 6 dès que le rapport NGG/NTL est inférieur ou égal à $K2/K1$, qui fait donc office de valeur seuil prédéterminée. Le dispositif permet aussi de séparer spontanément le générateur 5 de gaz et la turbine libre 6 dès que le rapport NGG/NTL devient supérieur à $K2/K1$.

Selon un mode de réalisation, les valeurs de $K1$ et $K2$ sont respectivement de 0.2567 et 0.2725.

Selon un deuxième mode de réalisation et tel que représenté sur la figure 2, le turbomoteur comprend en outre une génératrice-démarreur 30. Dans ce cas, le dispositif de couplage comprend en plus des arbres 22 et 23 décrits en lien avec la figure 1, un arbre 25 intermédiaire solidaire de la génératrice-démarreur 30.

Le dispositif 20 de couplage comprend en outre une première roue libre 26 qui relie l'arbre 25 intermédiaire avec l'arbre 23. Il comprend en outre une seconde roue libre 24 qui relie l'arbre 25 intermédiaire avec l'arbre 22.

De la même manière que pour le mode de réalisation de la figure 1, la vitesse de rotation de l'arbre 22 est égale à $K1.NGG$ et la vitesse de rotation de l'arbre 23 est égale à $K2.NTL$.

Les roues libres 26, 24 sont orientées de telle sorte que l'arbre 25 intermédiaire solidaire de la génératrice-démarreur 30 est adapté pour entraîner l'arbre 22, et l'arbre 23 est adapté pour entraîner l'arbre 25 intermédiaire solidaire de la génératrice-démarreur 30.

Les deux roues libres 26, 24 entraînent simultanément si le rapport NGG/NTL est égal à $K2/K1$.

Si le rapport NGG/NTL est inférieur ou égal à $K2/K1$, alors les arbres 10, 11 sont mécaniquement liés et un couple moteur est transmis de la turbine libre 6 vers le générateur 5 de gaz.

Si le rapport NGG/NTL est supérieur à $K2/K1$, alors les arbres sont mécaniquement indépendants.

La génératrice-démarreur 30 est soit entraînée par la turbine libre (cas d'une fonction génératrice) ou entraîne le générateur de gaz (cas d'une fonction démarreur). Le dispositif assure donc aussi la fonction de commutation automatique GG-TL (Générateur de Gaz – Turbine Libre) consistant à coupler la
5 génératrice-démarreur 30 avec le générateur de gaz lors du démarrage et avec l'arbre 11 de la turbine libre lors du fonctionnement en génératrice.

Autrement dit, le dispositif 20 de couplage décrit en lien avec la figure 2 permet également de lier mécaniquement et spontanément le générateur de gaz 5 et la turbine libre 6 dès que le rapport NGG/NTL est inférieur ou égal à $K2/K1$.
10 Le dispositif permet aussi de séparer spontanément le générateur de gaz 5 et la turbine libre 6 dès que le rapport NGG/NTL devient supérieur à $K2/K1$. En outre, dans ce mode de réalisation, la fonction génératrice et/ou démarreur est possible.

L'invention concerne également un procédé d'optimisation du régime de super-ralenti à puissance nulle d'un hélicoptère bimoteur comprenant au moins un
15 turbomoteur selon l'un des modes de réalisation décrit.

Un tel procédé comprend donc une étape de couplage mécanique spontané du générateur 5 de gaz et de la turbine libre 6 dès que le rapport de la vitesse de rotation du générateur de gaz par la vitesse de rotation de la turbine libre atteint la valeur $K2/K1$.

20 Un procédé selon l'invention est avantageusement mis en œuvre par un turbomoteur selon l'un des modes de réalisation décrits. Un turbomoteur selon l'un des modes de réalisation décrits met avantageusement en œuvre un procédé selon l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Turbomoteur comprenant un générateur de gaz adapté pour être mis en rotation et une turbine libre entraînée en rotation par les gaz dudit générateur de gaz, comprenant un dispositif de couplage mécanique spontané dudit générateur de gaz et de ladite turbine libre, ledit dispositif de couplage comprenant au moins une roue libre reliant un premier arbre présentant avec ledit générateur de gaz un premier rapport de réduction et un deuxième arbre présentant avec la turbine libre un deuxième rapport de réduction, ladite roue libre étant agencée de telle sorte que ladite turbine libre entraîne spontanément ledit générateur de gaz, par le biais desdits premier et deuxième arbres et de ladite roue libre, dès qu'un rapport des vitesses obtenu en divisant une vitesse de rotation dudit générateur de gaz par une vitesse de rotation de ladite turbine libre est inférieur à un rapport des rapports de réduction obtenu en divisant le deuxième rapport de réduction par le premier rapport de réduction, le turbomoteur comportant en outre une génératrice-démarrreur solidaire d'un arbre intermédiaire, ledit dispositif de couplage comprenant deux roues libres reliant respectivement ledit arbre intermédiaire avec ledit premier arbre et ledit deuxième arbre, lesdites roues libres étant agencées de telle sorte que ladite turbine libre entraîne spontanément ledit générateur de gaz, par le biais desdits arbres et desdites roues libres, dès que le rapport des vitesses est inférieur au rapport des rapports de réduction.
2. Turbomoteur selon la revendication 1, dans lequel ledit dispositif de couplage mécanique spontané est adapté pour lier mécaniquement et spontanément ledit générateur de gaz et ladite turbine libre dès que ledit rapport des vitesses est inférieur au rapport des rapports de réduction et pour séparer spontanément ledit générateur de gaz et ladite turbine libre dès que ledit rapport des vitesses est supérieur au rapport des rapports de réduction.
3. Un hélicoptère bimoteur comprenant au moins un turbomoteur selon la revendication 1 ou 2.
4. Procédé d'optimisation du régime de super-ralenti à puissance nulle d'un hélicoptère bimoteur comprenant au moins un turbomoteur comprenant un

générateur de gaz adapté pour être mis en rotation et une turbine libre entraînée en rotation par les gaz dudit générateur de gaz, comprenant une étape de couplage mécanique spontané dudit générateur de gaz et de ladite turbine libre en reliant par le biais d'une roue libre un premier arbre présentant avec ledit générateur de gaz un premier rapport de réduction et un deuxième arbre présentant avec la turbine libre un deuxième rapport de réduction, ladite roue libre étant agencée de telle sorte que ladite turbine libre entraîne spontanément ledit générateur de gaz dès qu'un rapport des vitesses obtenu en divisant une vitesse de rotation dudit générateur de gaz par une vitesse de rotation de ladite turbine libre est inférieur à un rapport des rapports de réduction obtenu en divisant le deuxième rapport de réduction par le premier rapport de réduction, dans lequel ledit couplage mécanique est obtenu en reliant par le biais de deux roues libres un arbre intermédiaire solidaire d'une génératrice-démarreur respectivement audit premier arbre et audit deuxième arbre, lesdites roues libres étant agencées de telle sorte que ladite turbine libre entraîne spontanément ledit générateur de gaz dès que ledit rapport des vitesses est inférieur audit rapport des rapports de réduction.

1/1

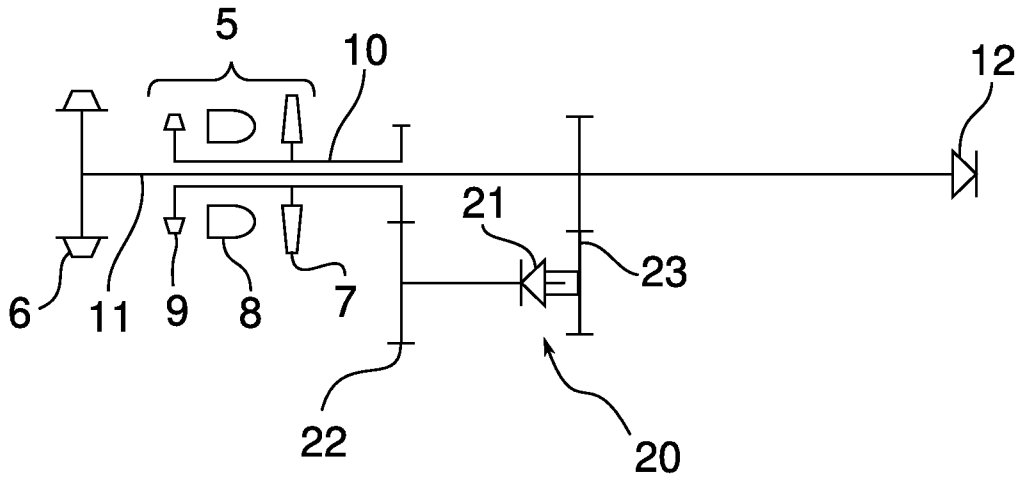


Figure 1

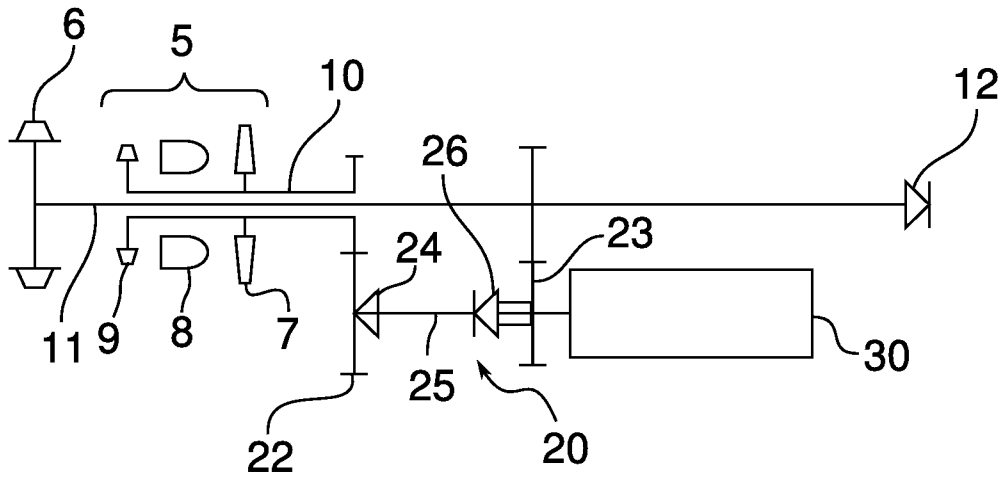


Figure 2

