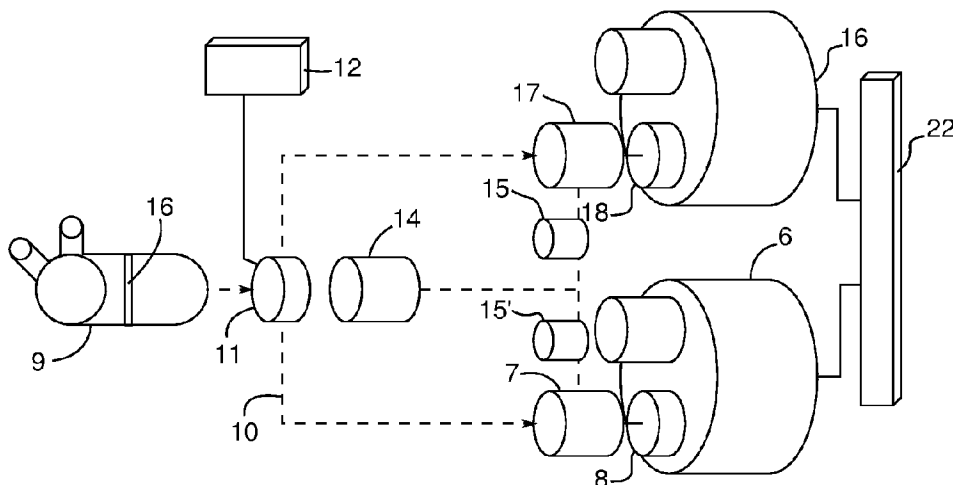




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2015/03/20
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2015/10/01
(45) Date de délivrance/Issue Date: 2022/05/31
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2016/09/08
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2015/050696
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2015/145040
(30) Priorité/Priority: 2014/03/27 (FR1452643)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F02C 7/27* (2006.01),
F01D 19/00 (2006.01), *F02C 6/14* (2006.01)
(72) Inventeurs/Inventors:
THIRIET, ROMAIN, FR;
MOINE, BERTRAND, FR;
SERGHINE, CAMEL, FR;
POREL, FRANCOIS, FR
(73) Propriétaire/Owner:
SAFRAN HELICOPTER ENGINES, FR
(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : DISPOSITIF HYDRAULIQUE DE DEMARRAGE D'URGENCE D'UN TURBOMOTEUR, SYSTEME PROPULSIF D'UN HELICOPTERE MULTI-MOTEUR EQUIPE D'UN TEL DISPOSITIF ET HELICOPTERE CORRESPONDANT
(54) Title: HYDRAULIC DEVICE FOR EMERGENCY STARTING A TURBINE ENGINE, PROPULSION SYSTEM OF A MULTI-ENGINE HELICOPTER PROVIDED WITH ONE SUCH DEVICE, AND CORRESPONDING HELICOPTER



(57) **Abrégé/Abstract:**

L'invention concerne un dispositif de démarrage d'urgence d'un turbomoteur (6) d'un hélicoptère, caractérisé en ce qu'il comprend : un moteur (7) hydraulique relié mécaniquement audit turbomoteur (6) ; un stockeur (9) hydropneumatique relié audit moteur (7) hydraulique par le biais d'un circuit (10) hydraulique d'alimentation en liquide sous pression dudit moteur (7) hydraulique ; et une vanne (11) hydraulique à ouverture rapide commandée agencée sur le circuit (10) hydraulique entre ledit stockeur (9) et ledit moteur (7) hydraulique et adaptée pour être placée sur commande au moins dans une position ouverte dans laquelle le liquide peut alimenter ledit moteur (7) hydraulique, ou dans une position fermée dans laquelle ledit moteur (7) hydraulique n'est plus alimenté en liquide sous pression.



ABRÉGÉ

L'invention concerne un dispositif de démarrage d'urgence d'un turbomoteur (6) d'un hélicoptère, caractérisé en ce qu'il comprend : un moteur (7)
5 hydraulique relié mécaniquement audit turbomoteur (6); un stockeur (9) hydropneumatique relié audit moteur (7) hydraulique par le biais d'un circuit (10) hydraulique d'alimentation en liquide sous pression dudit moteur (7) hydraulique; et une vanne (11) hydraulique à ouverture rapide commandée agencée sur le circuit (10) hydraulique entre ledit stockeur (9) et ledit moteur (7)
10 hydraulique et adaptée pour être placée sur commande au moins dans une position ouverte dans laquelle le liquide peut alimenter ledit moteur (7) hydraulique, ou dans une position fermée dans laquelle ledit moteur (7) hydraulique n'est plus alimenté en liquide sous pression.

**DISPOSITIF HYDRAULIQUE DE DÉMARRAGE D'URGENCE D'UN
TURBOMOTEUR, SYSTÈME PROPULSIF D'UN HÉLICOPTÈRE
MULTI-MOTEUR ÉQUIPÉ D'UN TEL DISPOSITIF ET
HÉLICOPTÈRE CORRESPONDANT**

5

1. Domaine technique de l'invention

L'invention concerne un dispositif hydraulique autonome de démarrage d'urgence d'un turbomoteur. L'invention concerne aussi une architecture d'un système propulsif d'un hélicoptère multi-moteur –en particulier bimoteur ou
10 trimoteur– équipé d'au moins un tel dispositif de démarrage d'urgence. L'invention concerne également un hélicoptère comprenant un système propulsif présentant une telle architecture.

2. Arrière-plan technologique

Un hélicoptère bimoteur ou trimoteur présente de manière connue un
15 système propulsif comprenant deux ou trois turbomoteurs, chaque turbomoteur comprenant un générateur de gaz et une turbine libre entraînée en rotation par le générateur de gaz, et solidaire d'un arbre de sortie. L'arbre de sortie de chaque turbine libre est adapté pour mettre en mouvement une boîte de transmission de puissance, qui entraîne elle-même le rotor de l'hélicoptère équipé de pales à pas
20 variable.

Il est connu que les turbomoteurs de l'hélicoptère 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
25 transitoires de décollage, de montée, 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 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, inférieurs à leur puissance maximale continue. Ces faibles niveaux de puissance entraînent une
5 consommation spécifique (ci-après, C_s) 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 C_s de la puissance maximale de décollage, et donc une surconsommation en carburant en vol de croisière.

10 En outre, les turbomoteurs d'un hélicoptère sont conçus de manière surdimensionnée pour pouvoir maintenir l'hélicoptère en vol en cas de panne de l'un des moteurs. Cette situation de vol correspond au régime OEI décrit ci-dessus. Cette situation de vol survient suite à la perte d'un moteur et se traduit par le fait que chaque moteur en fonctionnement fournit une puissance bien au-delà de
15 sa puissance nominale pour permettre à l'hélicoptère de faire face à une situation périlleuse, puis de pouvoir poursuivre son vol.

D'autre part, les turbomoteurs sont également surdimensionnés pour pouvoir assurer le vol dans tout le domaine de vol spécifié par l'avionneur et notamment le vol à des altitudes élevées et par temps chaud. Ces points de vol,
20 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.

Ces turbomoteurs surdimensionnés sont pénalisants en termes de masse et de consommation de carburant. Afin de réduire cette consommation en vol de
25 croisière, il est envisagé d'arrêter en vol l'un des turbomoteurs et de le placer en régime, dit de veille. Le ou les moteurs actifs fonctionnent alors à des niveaux de puissance plus élevés pour fournir toute la puissance nécessaire et donc à des niveaux de C_s plus favorables.

Les demandeurs ont proposé dans les demandes FR1151717 et
30 FR1359766, des procédés d'optimisation de la consommation spécifique des turbomoteurs d'un hélicoptère par la possibilité de placer au moins un

turbomoteur dans un régime de puissance stabilisée, 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
5 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
10 veille d'urgence s'effectue sur une durée inférieure à 10s.

La sortie d'un régime de veille d'un turbomoteur et le passage d'une phase de vol économique à une phase de vol classique est obtenu par exemple par le biais d'un pack de redémarrage du turbomoteur associé à un dispositif de stockage d'énergie tel qu'un stockage électrochimique du type batterie Li-Ion ou un
15 stockage électrostatique du type surcapacité, qui permet de fournir au turbomoteur l'énergie nécessaire pour redémarrer et atteindre rapidement un régime de fonctionnement nominal.

Un tel pack de redémarrage d'urgence du turbomoteur en veille présente l'inconvénient d'alourdir sensiblement le poids total du turbomoteur. Le gain en
20 consommation de carburant obtenu par la mise en veille du turbomoteur est donc en partie perdu par le surpoids occasionné par le dispositif de redémarrage et le dispositif de stockage d'énergie associé, en particulier lorsque chaque turbomoteur est équipé d'un tel dispositif de redémarrage d'urgence.

En outre, ces composants électrotechniques peuvent être dépendants de
25 l'architecture électrique de l'hélicoptère sur lequel ils sont montés.

Les inventeurs ont donc cherché à concilier des problèmes a priori incompatibles que sont la possibilité de placer l'hélicoptère en phase de vol économique, c'est-à-dire de mettre au moins un turbomoteur en veille, sans
30 générer un surpoids trop important de l'ensemble du système propulsif, mais tout en permettant une sortie d'urgence du régime de veille.

En d'autres termes, les inventeurs ont cherché à proposer un nouveau

dispositif de redémarrage d'urgence d'un turbomoteur et une architecture nouvelle du système propulsif d'un hélicoptère bimoteur ou trimoteur.

L'état de l'art comprend également les documents GB-A-1 032 392 et WO-A2-2008/139096.

5 **3. Objectifs de l'invention**

L'invention vise à fournir un dispositif de démarrage rapide d'un turbomoteur qui pallie les inconvénients des solutions antérieures.

L'invention vise aussi à fournir un système propulsif d'un hélicoptère multi-moteur.

10 L'invention vise aussi à fournir un système propulsif d'un hélicoptère multi-moteur qui autorise la mise en veille d'un turbomoteur et son redémarrage rapide.

L'invention vise aussi à fournir, dans au moins un mode de réalisation de l'invention, un système propulsif qui présente une masse et un volume non
15 réductibles pour pouvoir être embarquée dans un hélicoptère.

L'invention vise aussi à fournir, dans au moins un mode de réalisation de l'invention, un système propulsif qui présente un coût inférieur aux architectures de l'art antérieur à performances égales.

L'invention vise aussi à fournir un procédé de démarrage rapide d'un
20 turbomoteur.

4. Exposé de l'invention

Selon un aspect général, il est proposé un système propulsif pour un hélicoptère multi-moteurs comprenant des turbomoteurs adaptés pour être reliés à une boîte de transmission de puissance, ledit système comprenant : au moins un
25 turbomoteur hybride parmi lesdits turbomoteurs, ledit au moins un turbomoteur hybride étant apte à fonctionner dans au moins un régime de veille au cours d'un vol stabilisé de l'hélicoptère, les autres turbomoteurs fonctionnant seuls au cours dudit vol stabilisé, au moins un dispositif de démarrage d'urgence dudit au moins un turbomoteur hybride adapté pour pouvoir sortir ledit au moins un turbomoteur
30 hybride dudit régime de veille et atteindre un régime nominal dans lequel il

fournit une puissance mécanique à ladite boîte de transmission de puissance, ledit au moins un dispositif de démarrage d'urgence comprenant : un moteur hydraulique relié mécaniquement audit au moins un turbomoteur hybride et adapté pour l'entraîner en rotation pour permettre son démarrage, un stockeur
 5 hydropneumatique relié audit moteur hydraulique par le biais d'un circuit hydraulique d'alimentation en liquide sous pression dudit moteur hydraulique, une vanne hydraulique à ouverture rapide commandée agencée sur le circuit hydraulique entre ledit stockeur hydropneumatique et ledit moteur hydraulique et adaptée pour être placée sur commande au moins dans une position ouverte dans
 10 laquelle le liquide peut alimenter ledit moteur hydraulique, permettant ainsi un démarrage dudit au moins un turbomoteur hybride, ou dans une position fermée dans laquelle ledit moteur hydraulique n'est plus alimenté en liquide sous pression, une bêche de récupération de liquide reliée audit moteur hydraulique par le biais d'un clapet de purge.

15 Selon un autre aspect, il est proposé un hélicoptère comprenant un système propulsif selon la présente invention.

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

Par exemple, l'invention concerne un dispositif de démarrage d'urgence
 20 pour un turbomoteur d'un hélicoptère, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un moteur hydraulique adapté pour être relié mécaniquement audit turbomoteur et adapté pour l'entraîner en rotation pour permettre son démarrage,
- un stockeur hydropneumatique relié audit moteur hydraulique par le
 25 biais d'un circuit hydraulique d'alimentation en liquide sous pression dudit moteur hydraulique,
- une vanne hydraulique à ouverture rapide commandée agencée sur

le circuit hydraulique entre ledit stockeur et ledit moteur hydraulique et adaptée pour être placée sur commande au moins dans une position ouverte dans laquelle le liquide peut alimenter ledit moteur hydraulique, permettant ainsi un démarrage dudit turbomoteur lorsque le dispositif est utilisé avec le turbomoteur, ou dans une position fermée dans laquelle ledit moteur hydraulique n'est plus alimenté en liquide sous pression,

- une bache de récupération de liquide reliée audit moteur hydraulique par le biais d'un clapet de purge.

Un dispositif de démarrage d'un turbomoteur selon l'invention prévoit donc un dispositif hydraulique – de préférence complètement indépendant du réseau hydraulique de l'hélicoptère sur lequel un tel turbomoteur est destiné à être monté – pour assurer le démarrage du turbomoteur.

Un turbomoteur comprend de manière connue un générateur de gaz et une turbine libre alimentée par le générateur de gaz et reliée à une boîte de transmission de puissance. De préférence, un dispositif de démarrage selon l'invention prévoit que le générateur de gaz du turbomoteur est entraîné en rotation par le moteur hydraulique adapté pour transformer la puissance hydraulique du liquide sous pression qui alimente le moteur en une puissance mécanique d'entraînement du générateur de gaz.

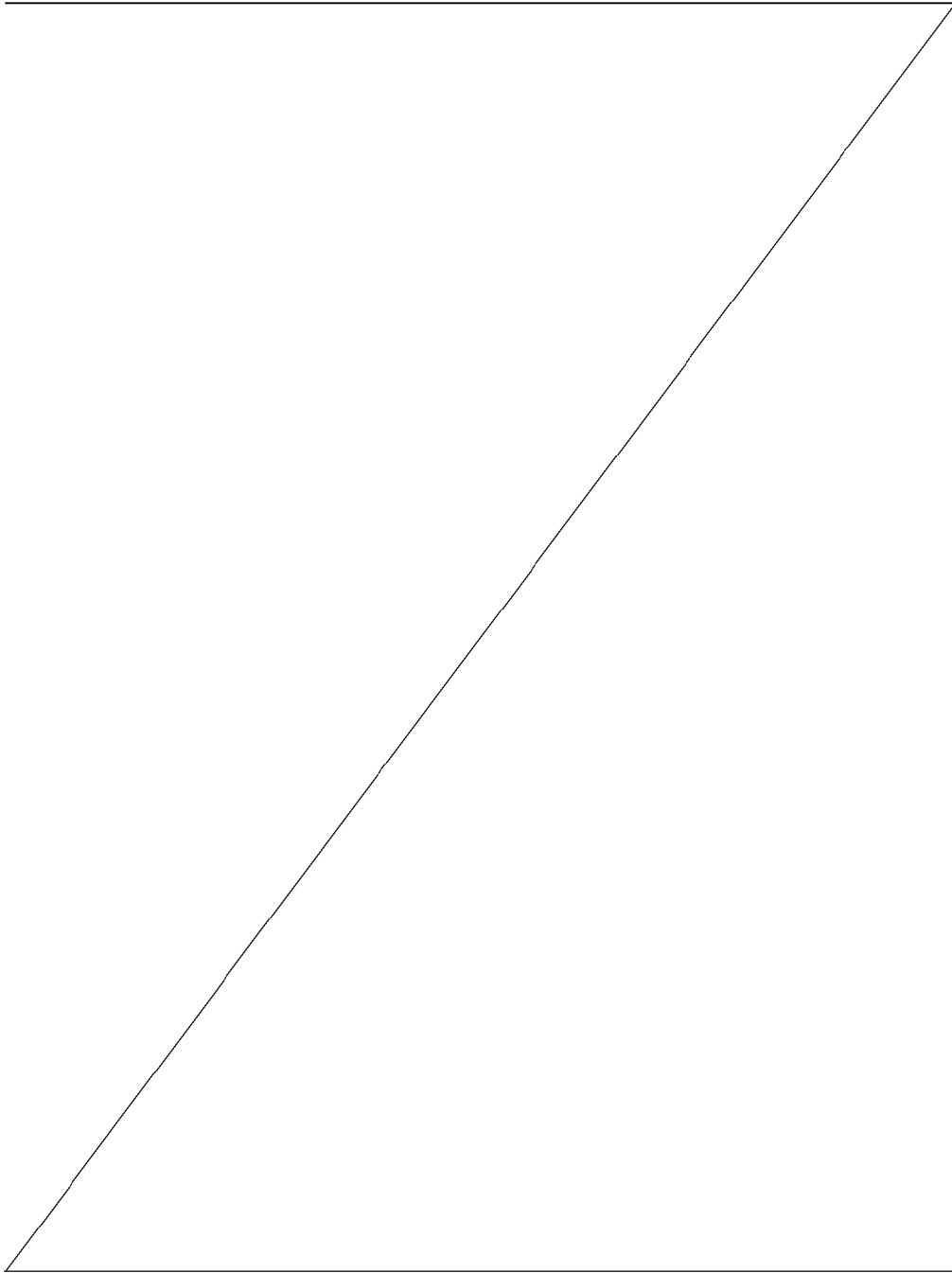
L'alimentation en liquide du moteur hydraulique est réalisée par la coopération d'un stockeur hydropneumatique et d'une vanne à ouverture rapide commandée.

Un tel dispositif de démarrage est donc indépendant du réseau électrique de l'hélicoptère et ne nécessite pas de batteries de stockage volumineuses. La solution proposée permet donc d'assurer un démarrage rapide d'un turbomoteur, en particulier un turbomoteur placé en un régime de veille, sans générer des problèmes d'encombrement, de masse et de coût.

En outre, un dispositif selon l'invention est simple d'utilisation et peut-être testé sur banc avant son intégration sur un hélicoptère.

L'ensemble formé de la bache de récupération et du clapet de purge

permet une expulsion du liquide du circuit hydraulique dès que la pression du liquide dans ce circuit dépasse un seuil prédéterminé, et une récupération de ce liquide expulsé dans la bêche de récupération. Le clapet de purge définit le seuil prédéterminé à partir duquel le liquide est expulsé du circuit hydraulique.



Avantageusement et selon l'invention, le stockeur hydropneumatique est choisi dans le groupe comprenant un stockeur à vessie, un stockeur à membrane et un stockeur à piston.

Un tel stockeur comprend par exemple une enceinte métallique ou en matériaux composites, un capteur de pression qui permet d'assurer la disponibilité du stockeur, une soupape de sécurité, un réservoir de gaz du type azote, hélium ou argon et un réservoir d'huile faisant office de liquide d'alimentation du circuit hydraulique.

Avantageusement et selon l'invention, le moteur hydraulique comprend un arbre moteur relié mécaniquement à un arbre, dit arbre de boîte, d'une boîte d'accessoires dudit turbomoteur par le biais de moyens d'engrènement comprenant au moins une roue libre portée par ledit arbre moteur.

Une boîte d'accessoires d'un turbomoteur permet l'entraînement des servitudes nécessaires au fonctionnement du générateur de gaz du turbomoteur et d'équipements de l'hélicoptère, comme par exemple les dispositifs de conditionnement d'air. Selon cette variante, le moteur hydraulique est directement intégré sur cette boîte d'accessoires, ce qui permet d'une part de faciliter son installation et interconnexion avec le générateur de gaz du turbomoteur, et d'autre part, de fournir, si nécessaire, une partie de la puissance nécessaire à l'entraînement des servitudes et/ou alimentation des équipements de l'hélicoptère.

La présence de la roue libre permet d'éviter un entraînement spontané du moteur hydraulique par la boîte d'accessoires lorsque le générateur de gaz fournit de la puissance mécanique.

Avantageusement et selon cette variante, lesdits moyens d'engrènement comprennent en outre :

- un premier étage d'engrènement comprenant ledit arbre moteur portant un pignon principal monté sur ladite roue libre et un pignon, dit pignon de pompage,
- un deuxième étage d'engrènement comprenant ledit arbre de boîte portant un pignon principal engrené par ledit pignon principal dudit premier étage d'engrènement, et un pignon, dit pignon de pompage,

- un étage intermédiaire d'engrènement comprenant un arbre intermédiaire portant un pignon de liaison, mobile entre une position embrayée dans laquelle il est engrené conjointement auxdits pignons de pompage des premier et deuxième étages d'engrènement, et une position débrayée, dans laquelle il n'interfère pas avec lesdits pignons de pompage.

Un dispositif selon cette variante permet un fonctionnement réversible du dispositif. En particulier, il permet non seulement d'assurer un démarrage du turbomoteur par le moteur hydraulique, mais également de recharger le stockeur hydropneumatique en utilisant le moteur hydraulique comme une pompe hydraulique. Pour ce faire, un étage intermédiaire comprend un pignon de liaison qui est adapté pour être déplacé d'une position dans laquelle il n'est accouplé ni à l'arbre moteur, ni à l'arbre de boîte (le moteur hydraulique fonctionne alors comme un moteur et fournit de la puissance mécanique pour entraîner l'arbre de la boîte d'accessoires), vers une position dans laquelle il est accouplé conjointement à l'arbre moteur et à l'arbre de boîte (le moteur hydraulique se comporte alors comme une pompe hydraulique et l'arbre de la boîte d'accessoires entraîne en rotation l'arbre moteur par le biais de l'arbre intermédiaire. Cet arbre intermédiaire, agencé entre l'arbre de boîte et l'arbre moteur, inverse le sens de rotation de l'arbre moteur par rapport à la première position, conférant ainsi au moteur hydraulique une fonction de pompe hydraulique).

Lorsque le moteur hydraulique est utilisé comme pompe hydraulique pour assurer la recharge du stockeur hydropneumatique, il est utile de prévoir un dispositif de pilotage du clapet de purge pour inhiber son fonctionnement anti-retour.

L'invention concerne également un système propulsif d'un hélicoptère multi-moteur comprenant des turbomoteurs reliés à une boîte de transmission de puissance, caractérisé en ce qu'il comprend :

- au moins un turbomoteur parmi lesdits turbomoteurs, dit turbomoteur hybride, apte à fonctionner dans au moins un régime de veille au cours d'un vol stabilisé de l'hélicoptère, les autres

chaque turbomoteur hybride, ladite vanne hydraulique étant une vanne bistable commandée pour orienter le fluide vers ledit moteur hydraulique du turbomoteur hybride à redémarrer.

Selon cette variante, la vanne bistable est commandée pour orienter le
5 liquide du circuit hydraulique vers le turbomoteur hybride qui doit être redémarré.

L'invention concerne également un hélicoptère comprenant un système propulsif selon l'invention.

L'invention concerne également un procédé de démarrage d'urgence d'un turbomoteur d'un hélicoptère caractérisé en ce qu'il comprend :

- 10 – une étape de commande d'ouverture d'une vanne hydraulique agencée sur un circuit hydraulique entre un stockeur hydropneumatique et un moteur hydraulique relié mécaniquement audit turbomoteur,
- une étape de cheminement du liquide prélevé vers ledit moteur
15 hydraulique,
- une étape de transformation par ledit moteur hydraulique de la puissance hydraulique du liquide sous pression en puissance mécanique pour entraîner le démarrage du turbomoteur.

L'invention concerne également un dispositif de démarrage d'un
20 turbomoteur, un système propulsif d'un hélicoptère multi-moteurs, un hélicoptère équipé d'un système propulsif, et un procédé de démarrage d'un turbomoteur, caractérisés en combinaison par tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus ou ci-après.

5. Liste des figures

25 D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la 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 dispositif de démarrage d'un turbomoteur selon un mode de réalisation de l'invention,
- 30 – la figure 2 est une vue schématique d'une architecture d'un système

propulsif d'un hélicoptère selon un mode de réalisation de l'invention,

- la figure 3 est une vue schématique d'une architecture d'un système propulsif d'un hélicoptère selon un autre mode de réalisation de l'invention,
- la figure 4 est une vue schématique de moyens d'engrènement d'un dispositif de démarrage selon un mode de réalisation de l'invention dans une position dans laquelle le dispositif fonctionne en mode moteur,
- la figure 5 est une vue schématique de moyens d'engrènement d'un dispositif de démarrage selon un mode de réalisation de l'invention dans une position dans laquelle le dispositif fonctionne en mode de pompe.

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

Sur les figures, les échelles et les proportions ne sont pas respectées et ce, à des fins d'illustration et de clarté.

La figure 1 est une vue schématique d'un dispositif de démarrage d'un turbomoteur 6 selon un mode de réalisation de l'invention.

Un tel dispositif comprend un moteur 7 hydraulique relié mécaniquement au turbomoteur 6 par le biais d'une roue libre 8. Ce moteur 7 hydraulique peut être un moteur à pistons axiaux ou radiaux. Il a pour fonction de transformer la puissance hydraulique qu'il reçoit en une puissance mécanique permettant d'entraîner le démarrage du turbomoteur.

Ce moteur 7 hydraulique est de préférence monté sur le turbomoteur 6 par le biais d'une boîte d'accessoires, non représentée sur la figure 1.

Le dispositif comprend en outre un stockeur 9 hydropneumatique relié au moteur 7 hydraulique par le biais d'un circuit 10 hydraulique d'alimentation en liquide sous pression de ce moteur 7 hydraulique. Ce stockeur 9 hydropneumatique est, selon le mode de réalisation de la figure 1, un stockeur à piston 16 monobloc. Le piston 16 délimite un compartiment 17 de gaz à volume variable et un compartiment 18 d'huile à volume variable. Le compartiment 17 de

gaz est par exemple rempli d'azote, d'hélium ou d'argon. Ce gaz du compartiment 17 de gaz exerce une pression sur le piston 16 mobile vers une augmentation du volume du compartiment 17 de gaz et une diminution du volume du compartiment 18 d'huile. L'huile est donc poussée vers le circuit 10 hydraulique.

5 L'alimentation du moteur 7 hydraulique est dépendante d'une vanne 11 hydraulique à ouverture rapide, commandée, qui est agencée sur le circuit 10 hydraulique entre le stockeur 9 et le moteur 7 hydraulique.

Cette vanne 11 hydraulique est commandée par un dispositif 12 de commande, qui est de préférence le calculateur de commande du turbomoteur 6,
10 qui permet en outre de définir le régime de fonctionnement du turbomoteur.

Lorsque la vanne 11 est commandée en ouverture, l'huile du compartiment 18 d'huile du stockeur 9 est éjectée vers le moteur 7 hydraulique pour que ce dernier transforme la puissance hydraulique de l'huile reçue en une puissance mécanique en sortie.

15 Le dispositif de démarrage comprend également une bêche 14 de récupération de liquide relié au moteur 7 hydraulique par le biais d'un clapet 15 de purge. Ce clapet est taré de telle sorte que l'huile est éjectée du circuit 10 dès que la pression dépasse un seuil prédéterminé.

Le dispositif de démarrage de la figure 1 équipe avantageusement une
20 architecture d'un système propulsif d'un hélicoptère bimoteur tel que représenté sur la figure 2.

Selon le mode de réalisation de la figure 2, le système propulsif comprend deux turbomoteurs 6, 16 reliés à une boîte 22 de transmission de puissance, qui entraîne elle-même un rotor de l'hélicoptère (non représenté sur les figures).
25 Chaque turbomoteur est un turbomoteur hybride, apte à être placé dans au moins un régime de veille au cours d'un vol stabilisé de l'hélicoptère, dont il peut ressortir en urgence par le biais d'un dispositif de démarrage selon l'invention. Un turbomoteur comprend de manière connue un générateur de gaz, une chambre de combustion et une turbine libre.

30 Le régime de veille est par exemple un des régimes de fonctionnement suivant :

- un régime de veille, dit ralenti usuel, dans lequel la chambre de combustion est allumée et l'arbre du générateur de gaz tourne à une vitesse comprise entre 60 et 80% de la vitesse nominale,
- 5 – 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 une vitesse comprise entre 20 et 60% de la vitesse nominale,
- 10 – 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,
- 15 – un régime de veille, dit vireur, dans lequel la chambre de combustion est éteinte et l'arbre du générateur de gaz tourne, assisté mécaniquement, à une vitesse comprise entre 5 et 20% de la vitesse nominale,
- 20 – un régime de veille, dit d'arrêt, dans lequel la chambre de combustion est éteinte et l'arbre du générateur de gaz est à l'arrêt complet.

Le dispositif de démarrage comprend, en plus des éléments décrits en lien avec la figure 1, un moteur 17 hydraulique relié au turbomoteur 16 par le biais d'une roue libre 18. En outre, le circuit 10 hydraulique s'étend du stockeur 9 hydro-pneumatique jusqu'au moteur 17 hydraulique et au moteur 7 hydraulique.

La vanne 11 commandée est, selon ce mode de réalisation, une vanne trois voies adaptée pour permettre, sur commande, soit l'alimentation du moteur 17 hydraulique lié au turbomoteur 16, soit l'alimentation du moteur 7 hydraulique du turbomoteur 6. La commande est fonction du turbomoteur en veille devant sortir en urgence de son régime de veille.

Le principe de fonctionnement du dispositif de démarrage de cette architecture est, pour chaque turbomoteur 6, 16, identique à celui décrit en lien avec la figure 1.

30 La figure 3 est un système propulsif selon un autre mode de réalisation de l'invention. Selon ce mode de réalisation, un dispositif de démarrage distinct est

prévu pour chaque turbomoteur. En d'autres termes, un stockeur 29, 39 hydropneumatique est associé à chaque moteur 7, 17 hydraulique et une vanne 21, 31 est associée à chaque stockeur 29, 39 pour assurer l'alimentation des moteurs et le redémarrage du turbomoteur correspondant. Les vannes 21, 31 sont
5 commandées par l'unité 12 de commande. Seule la bêche 14 de récupération d'huile est commune aux deux dispositifs de démarrage. Selon une autre variante non représentée sur les figures, tous les éléments sont distincts, y compris la bêche 14 de récupération.

Le système propulsif comprend en outre, pour chaque moteur 6, 16, un
10 clapet de purge 15, 15' distinct associé à ce moteur. Chaque clapet 15, 15' de purge présente une double fonction.

D'une part, lorsque le moteur associé est inactif, il permet de maintenir l'huile à l'intérieur de ce dernier. Le clapet de purge permet ainsi d'éviter au moteur de démarrer à vide.

15 D'autre part, lorsqu'un des deux moteurs démarre, il faut éviter que l'huile de la ligne retour du moteur en fonctionnement ne vienne alimenter l'autre moteur (qui se mettrait sinon lui aussi à tourner). Le clapet de purge permet ainsi dans cette situation de faire office de dispositif anti-retour pour isoler l'autre moteur.

En outre, selon le mode de réalisation de la figure 3, les stockeurs 29, 39
20 hydropneumatiques sont des stockeurs à vessie. Chaque stockeur 29, 39 comprend une vessie 28, 38 contenant un gaz, du type azote, argon ou hélium agencée au sein de l'enceinte du stockeur rempli d'huile. Une telle vessie joue le rôle du compartiment 17 de gaz du stockeur 9 de la figure 1. Dans un autre mode de réalisation les stockeurs hydropneumatiques sont à membrane ou à piston.

25 Les figures 4 et 5 sont des vues schématiques d'un mode de réalisation de la liaison mécanique entre le moteur 7 hydraulique et une boîte 13 d'accessoires du turbomoteur 6.

Cette liaison mécanique est formée par des moyens d'engrènement qui comprennent un premier étage d'engrènement formé d'un arbre 40 moteur, qui est
30 l'arbre de sortie du moteur 7 hydraulique, un pignon 41 principal porté par l'arbre 40 moteur et monté sur la roue libre 8, et un pignon 42 de pompage.

Les moyens d'engrènement comprennent en outre un deuxième étage d'engrènement formé par un arbre 60 de boîte, un pignon 61 principal porté par l'arbre 60 de boîte et engrené par le pignon 41 principal du premier étage d'engrènement, et un pignon 62 de pompage porté par l'arbre 60 de boîte.

5 Les moyens d'engrènement comprennent enfin un étage intermédiaire d'engrènement formé d'un arbre 50 intermédiaire portant un pignon 52 de liaison.

Le pignon 52 de liaison est configuré pour présenter deux positions, une position embrayée représentée par la figure 5 et une position débrayée représentée par la figure 4.

10 Dans la position embrayée de la figure 5, le pignon est entraîné en rotation par le pignon 62 de pompage porté par l'arbre 60 de la boîte 13 d'accessoires, et il entraîne en rotation le pignon 42 de pompage porté par l'arbre 40 moteur. Ainsi, dans cette position, l'arbre 40 est entraîné en rotation par l'arbre 60 de la boîte d'accessoires. Le moteur 7 hydraulique fonctionne donc en mode de pompe
15 hydraulique, ce qui permet de réinjecter l'huile vers le stockeur hydropneumatique. La roue libre 8 autorise la libre rotation du pignon 41.

Dans la position débrayée de la figure 4, le pignon 52 n'est pas lié mécaniquement avec les pignons 42, 62 de pompage. Aussi, dans cette position, le pignon 41 principal porté par l'arbre 40 moteur entraîne le pignon 61 porté par
20 l'arbre 60 de la boîte d'accessoires. Il s'agit de la position permettant le démarrage rapide du turbomoteur.

Le déplacement du pignon 52 de la position débrayée à la position embrayée peut être assuré par un vérin hydraulique, pneumatique ou électrique, ou par tous moyens équivalents.

25 Le principe d'utilisation d'un dispositif de démarrage d'un turbomoteur au sein d'une architecture bimoteur tel que représenté par la figure 2 est le suivant :

- lorsque les conditions de vol sont favorables, un ordre est émis pour placer un turbomoteur en veille pour économiser du carburant (régime de veille choisi parmi les régimes de veille cités ci-dessus),
- 30 – les calculateurs des turbomoteurs déterminent alors quel turbomoteur peut être mis en veille et ordonnent sa mise en veille

- (dans toute la suite, on considère que le turbomoteur 6 est mis en veille et que seul le turbomoteur 16 fournit de la puissance à la boîte 22 de transmission de puissance),
- 5 – le turbomoteur 6 est en régime de veille (ce régime de veille peut être l'un des régimes de veille susmentionnés, à chambre allumée ou éteinte, assistée mécaniquement ou non),
 - au cours du vol, le turbomoteur 16 tombe subitement en panne ou le pilote décide de redémarrer d'urgence le turbomoteur 6 pour une manœuvre d'urgence particulière,
 - 10 – la chambre de combustion du turbomoteur 6 est alors rapidement rallumée (cas d'un régime de veille chambre éteinte),
 - après un délai prédéterminé, l'unité 12 de commande ordonne l'ouverture de la vanne 11 bistable vers le turbomoteur 6,
 - 15 – le moteur 7 hydraulique passe alors rapidement (dans un délais inférieur à la seconde) de 0 tr/min à la vitesse d'accostage du générateur de gaz initialement en régime de veille en transformant la puissance hydraulique en une puissance mécanique permettant d'entraîner le générateur de gaz du turbomoteur 6 par le biais de la roue libre 8,
 - 20 – le moteur 7 hydraulique poursuit l'entraînement du turbomoteur 6 pendant une durée courte, par exemple inférieure à 10s, au cours de laquelle le turbomoteur a atteint son régime d'urgence,
 - le démarrage d'urgence du turbomoteur 6 est donc obtenu.

25 La vitesse d'accostage correspond à la vitesse de veille du générateur de gaz divisée par le rapport de réduction de vitesses entre l'arbre du générateur de gaz et l'entrée de la boîte d'accessoires du turbomoteur sur laquelle est monté le démarreur hydraulique.

 Un dispositif selon l'invention permet donc de redémarrer rapidement un turbomoteur en veille en ayant recours uniquement à des organes peu coûteux, 30 simples d'utilisation et d'installation, qui peuvent être testés sur bancs et qui permettent une recharge du stockeur hydropneumatique.

L'invention ne se limite pas aux seuls modes de réalisation décrits. En particulier, le système propulsif peut comprendre trois turbomoteurs pour l'équipement d'un hélicoptère trimoteur et l'homme du métier déterminera aisément sur la base des enseignements du présent texte comment adapter les

5 modes de réalisation décrits à un système propulsif multi-moteur, notamment trimoteur.

REVENDEICATIONS

1. Système propulsif pour un hélicoptère multi-moteurs comprenant des turbomoteurs adaptés pour être reliés à une boîte de transmission de puissance, ledit système comprenant :

- 5 – au moins un turbomoteur hybride parmi lesdits turbomoteurs, ledit au moins un turbomoteur hybride étant apte à fonctionner dans au moins un régime de veille au cours d'un vol stabilisé de l'hélicoptère, les autres turbomoteurs fonctionnant seuls au cours dudit vol stabilisé,
- au moins un dispositif de démarrage d'urgence dudit au moins un turbomoteur hybride adapté pour pouvoir sortir ledit au moins un turbomoteur hybride dudit régime de veille et atteindre un
- 10 régime nominal dans lequel il fournit une puissance mécanique à ladite boîte de transmission de puissance, ledit au moins un dispositif de démarrage d'urgence comprenant :
 - un moteur hydraulique relié mécaniquement audit au moins un turbomoteur hybride et adapté pour l'entraîner en rotation pour permettre son démarrage,
 - un stockeur hydropneumatique relié audit moteur hydraulique par le biais d'un circuit
 - 15 hydraulique d'alimentation en liquide sous pression dudit moteur hydraulique,
 - une vanne hydraulique à ouverture rapide commandée agencée sur le circuit hydraulique entre ledit stockeur hydropneumatique et ledit moteur hydraulique et adaptée pour être
 - placée sur commande au moins dans une position ouverte dans laquelle le liquide peut
 - alimenter ledit moteur hydraulique, permettant ainsi un démarrage dudit au moins un
 - 20 turbomoteur hybride, ou dans une position fermée dans laquelle ledit moteur hydraulique n'est plus alimenté en liquide sous pression,
 - une bêche de récupération de liquide reliée audit moteur hydraulique par le biais d'un clapet de purge.

2. Système selon la revendication 1, comprenant deux turbomoteurs hybrides et deux dispositifs de

25 démarrage d'urgence, chaque turbomoteur hybride étant associé à un dispositif de démarrage d'urgence.

3. Système selon la revendication 1, comprenant deux turbomoteurs hybrides et un unique dispositif de démarrage d'urgence qui comprend deux moteurs hydrauliques reliés respectivement à chaque turbomoteur hybride, ladite vanne hydraulique étant une vanne trois voies commandée pour orienter le fluide vers ledit moteur hydraulique du turbomoteur hybride à démarrer.

4. Système selon la revendication 1, dans lequel ledit stockeur hydropneumatique est choisi dans le

30 groupe comprenant un stockeur à vessie, un stockeur à membrane et un stockeur à piston.

5. Système selon la revendication 1 ou 4, dans lequel ledit moteur hydraulique comprend un arbre moteur adapté pour être relié mécaniquement à un arbre de boîte d'une boîte d'accessoires dudit au moins un turbomoteur hybride par le biais de moyens d'engrènement comprenant au moins une roue libre portée par ledit arbre moteur.
- 5 6. Système selon la revendication 5, dans lequel lesdits moyens d'engrènement comprennent en outre :
- un premier étage d'engrènement comprenant ledit arbre moteur portant un pignon principal monté sur ladite roue libre et un pignon de pompage,
 - un deuxième étage d'engrènement comprenant ledit arbre de boîte portant un pignon principal engrené par ledit pignon principal dudit premier étage d'engrènement, et un pignon de pompage,
 - un étage intermédiaire d'engrènement comprenant un arbre intermédiaire portant un pignon de liaison mobile entre une position embrayée dans laquelle il est engrené conjointement auxdits pignons de pompage des premier et deuxième étages, et une position débrayée, dans laquelle il n'interfère pas avec lesdits pignons de pompage.
- 10
- 15 7. Hélicoptère comprenant un système propulsif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

1/2

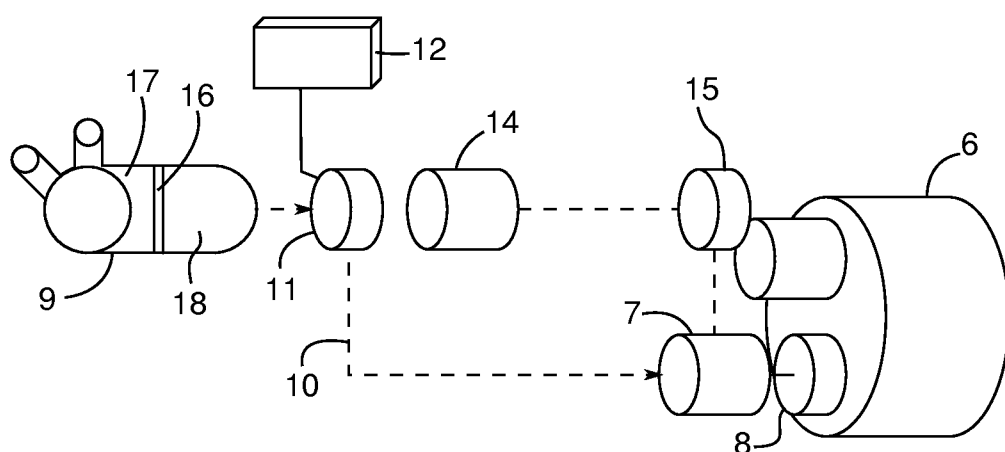


Figure 1

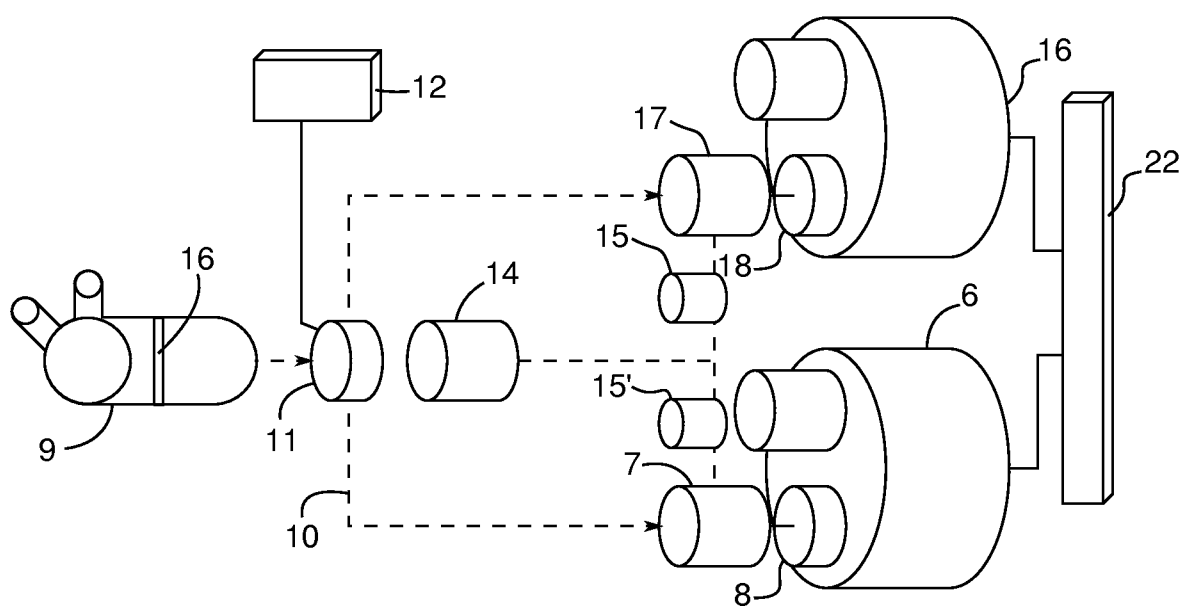


Figure 2

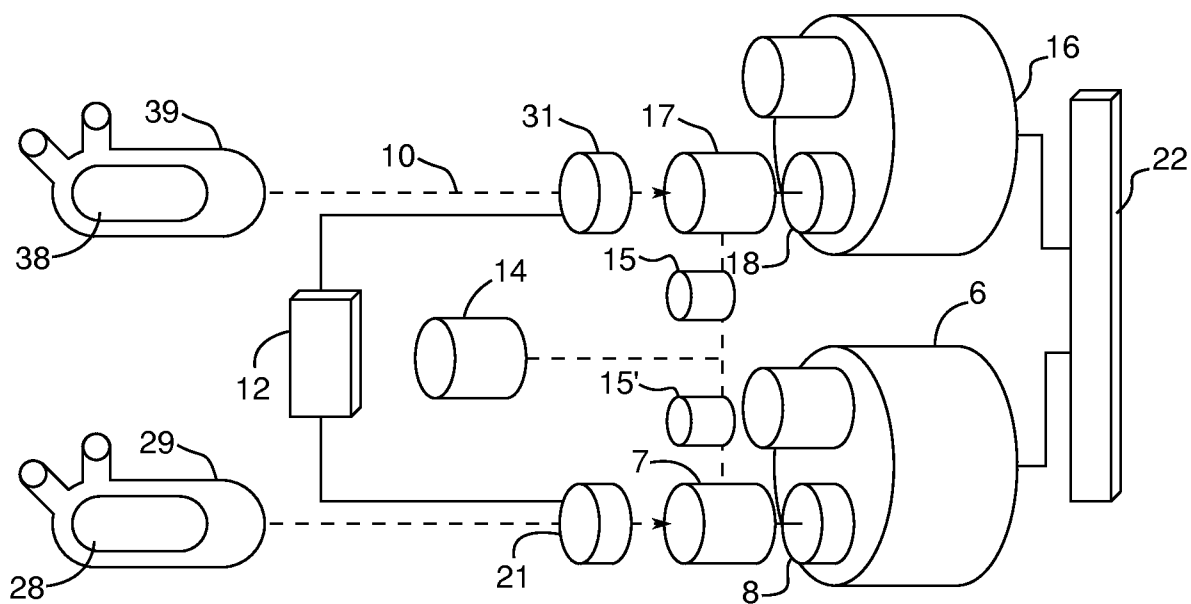
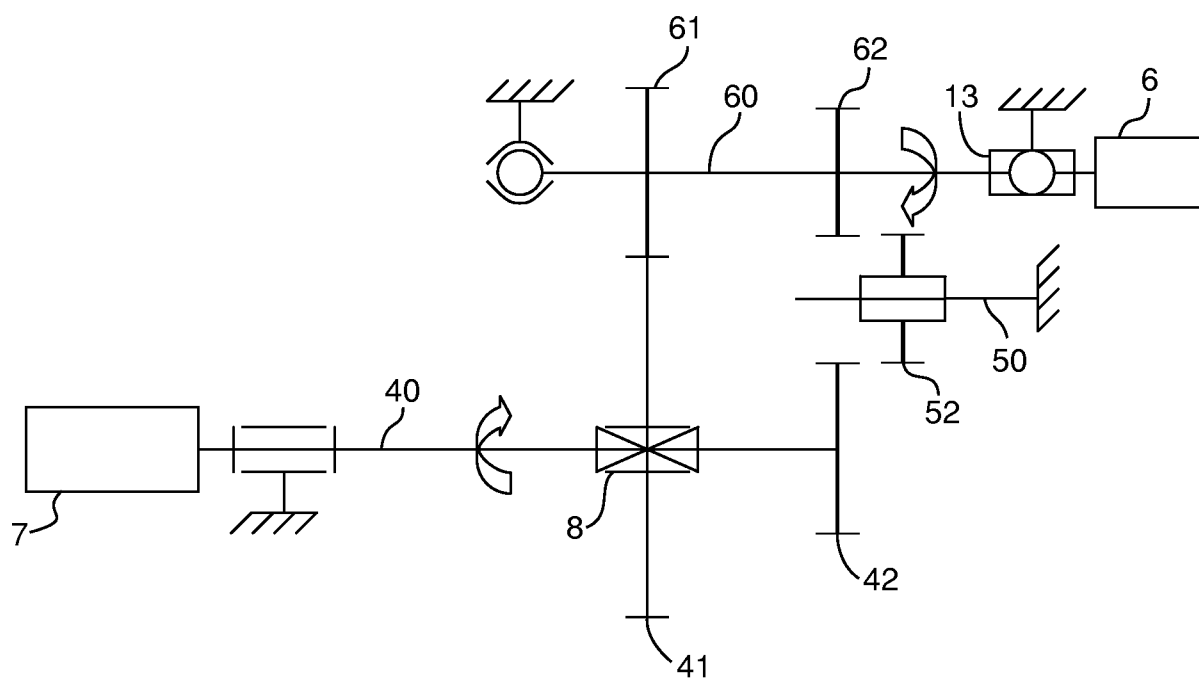
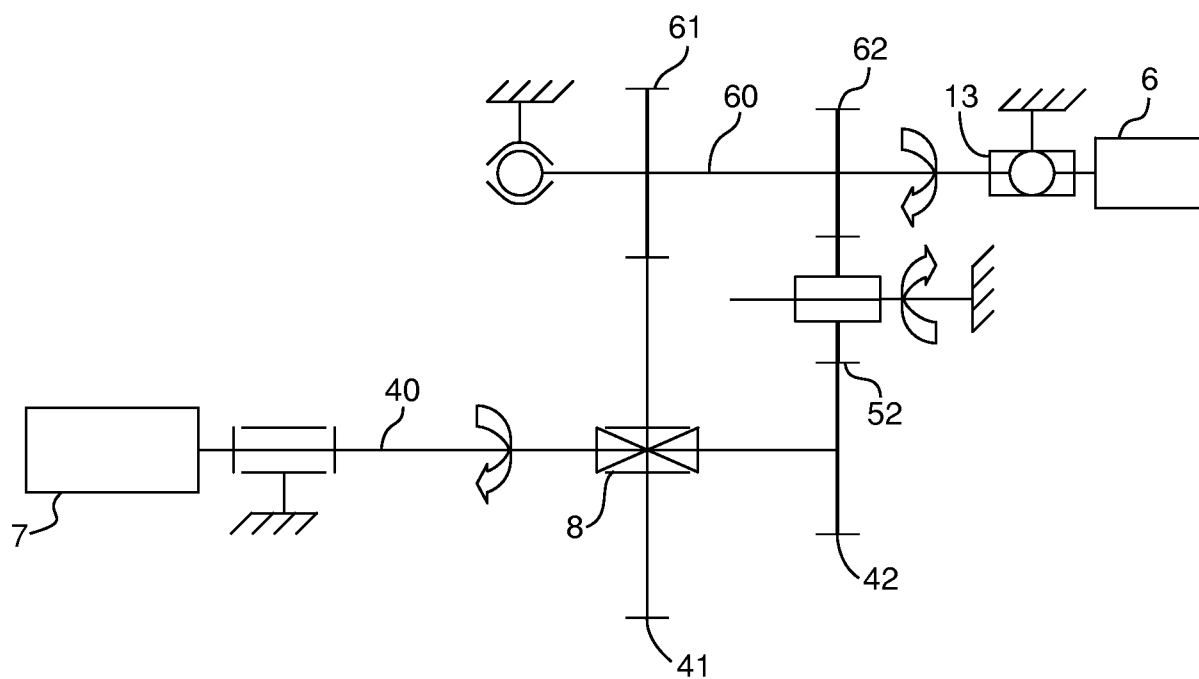


Figure 3

2/2

Figure 4Figure 5

