(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 131 276***
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **21 14423**

(51) Int Cl[8] : ***B 64 D 15/12*** *(2022.01), B 64 C 11/30*

(12) **BREVET D'INVENTION** **B1**

(54) SYSTÈME DE CALAGE ET DÉGIVRAGE DE PALES D'UNE HELICE D'UN AERONEF.

(22) **Date de dépôt :** 23.12.21.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 30.06.23 Bulletin 23/26.

(45) **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention :** 15.12.23 Bulletin 23/50.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

◯ **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *SAFRAN AIRCRAFT ENGINES SAS* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** DE WERGIFOSSE, Huguette et JOUBIER, Maximilien.

(73) **Titulaire(s) :** SAFRAN AIRCRAFT ENGINES SAS.

(74) **Mandataire(s) :** GEVERS & ORES.

FR 3 131 276 - B1

Description

Titre de l'invention : SYSTÈME DE CALAGE ET DÉGIVRAGE DE PALES D'UNE HELICE D'UN AERONEF

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne un système de calage et dégivrage de pales d'une hélice d'un aéronef, ainsi qu'un aéronef comportant un tel système.

Arrière-plan technologique

[0002] La plupart des pales d'hélice équipant les turbopropulseurs ou les turbofans sont équipés d'un système de dégivrage par tapis chauffants qui empêchent la formation de la glace. Leur alimentation en énergie est assurée par un dispositif collecteur à balais qui présente de nombreuses problématiques :

- une usure significative entrainant une maintenance régulière
- un dispositif lourd et encombrant

[0003] Les solutions actuelles proposent de transférer l'énergie électrique du repère fixe vers le repère tournant par un transformateur tournant avec ou sans balais qui constitue un inconvénient majeur par son ajout et ses contraintes d'intégration telles que :

- diamètre imposant si localisé à l' aval du système d'actionnement de pas et si solidaire d'une structure fixe externe de la turbomachine,
- difficulté d'accès au support fixe si localisé à l'amont du système d'actionnement de pas hydraulique classique,
- difficulté du routage des harnais pour l'alimentation du circuit primaire dans le repère fixe.

[0004] Par ailleurs, un système de calage de pas hydraulique classique dispose d'un transfert hydraulique de la partie fixe à la partie tournante qui n'offre pas un accès facile à la partie fixe côté cône de la turbomachine.

[0005] De plus, le transformateur tournant triphasé ou monophasé à haut rayon dont le stator est solidaire de la structure fixe externe de la turbomachine sera forcément de masse significative. Un convertisseur d'énergie DC/AC de puissance équivalente doit donc être prévu.

[0006] Il peut donc être souhaité de concevoir un système palliant tout ou partie des contraintes précitées.

Résumé de l'invention

[0007] Il est donc proposé un système de calage et de dégivrage de pales d'une hélice d'un aéronef, caractérisé en ce qu'il comporte :

- un support rotatif entraîné par une turbomachine de l'aéronef et portant l'hélice ;

- un train épicycloïdal comportant :
  - un planétaire intérieur solidaire du support rotatif pour être entraîné en rotation autour d'un axe principal par rapport à une partie structurelle de l'aéronef,
  - un planétaire extérieur monté rotatif autour de l'axe principal par rapport à la partie structurelle de l'aéronef, le support rotatif étant solidaire du planétaire extérieur,
  - un porte satellite solidaire de la partie structurelle de l'aéronef, et
  - au moins un satellite engrené à la fois avec le planétaire intérieur et avec le planétaire extérieur ;
- un support fixe solidaire du porte satellite ;
- un moteur de calage des pales de l'hélice, le moteur de calage comportant un stator porté par le support rotatif ;
- un dispositif de dégivrage des pales de l'hélice, porté par le support rotatif ;
- un transformateur tournant principal comportant un stator porté par le support fixe et un rotor porté par le support rotatif et conçu transférer de l'énergie électrique au moteur de calage et au dispositif de dégivrage.

[0008] Ainsi, l'invention permet de mutualiser le transformateur tournant, afin de l'utiliser à la fois pour le calage des pales et pour leur dégivrage.

[0009] De façon optionnelle, le système comporte en outre un dispositif de commande du dispositif de dégivrage, le dispositif de commande étant porté par le support rotatif.

[0010] De façon optionnelle également, le système comporte :

- une génératrice auxiliaire comportant un stator porté par le support fixe et un rotor porté par le support mobile ; et
- un convertisseur alternatif-continu porté par le support mobile et conçu pour fournir, à partir d'une tension alternative fournie par le rotor de la génératrice auxiliaire, une tension continue d'alimentation du dispositif de commande.

[0011] De façon optionnelle également, le système comporte :

- un transformateur tournant auxiliaire comportant un stator porté par le support fixe et un rotor porté par le support rotatif, conçu pour transférer de l'énergie électrique au dispositif de commande.

[0012] De façon optionnelle également, le transformateur tournant principal est en outre conçu pour transférer de l'énergie électrique au dispositif de commande.

[0013] De façon optionnelle également, le système comporte en outre un convertisseur continu-alternatif porté par la partie structurelle de l'aéronef et conçu pour fournir, à partir d'une tension continue d'un réseau électrique continu, une tension alternative pour le moteur de calage, et le dispositif de dégivrage est alimenté par la même tension continue.

[0014] De façon optionnelle également, le système comporte en outre un dispositif de régulation de la tension alternative fournie au moteur de calage en commandant le convertisseur continu-alternatif.

[0015] De façon optionnelle également, le système comporte en outre un convertisseur alternatif-alternatif porté par le support rotatif et conçu pour fournir, à partir de la tension alternative fournie par le rotor de la génératrice électrique principale, une tension alternative pour le moteur de calage, et le dispositif de dégivrage est alimenté par la tension alternative fournie par le rotor de la génératrice électrique principale.

[0016] De façon optionnelle également, le système comporte en outre un dispositif de régulation de la tension alternative fournie au moteur de calage en commandant le convertisseur alternatif-alternatif.

[0017] De façon optionnelle également, le système comporte en outre un groupe de lubrification d'un boîtier mécanique RGB et la tension alternative est fournie à ce groupe pour son alimentation électrique.

[0018] Il est également proposé un aéronef comportant un système propulsif selon l'invention.

Brève description des figures

[0019] L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- la [Fig.1] est une vue simplifiée d'un exemple de système propulsif d'un aéronef avec des éléments de calage de pales,
- la [Fig.2] est une vue simplifiée du système propulsif de la [Fig.1], avec des éléments de dégivrage des pales,
- la [Fig.3] illustre les éléments de calage de pales et les éléments de dégivrage des pales, dans une première alternative d'alimentation d'un dispositif de commande pour le dégivrage des pales,
- la [Fig.4] illustre les éléments de calage de pales et les éléments de dégivrage dans une seconde alternative d'alimentation d'un dispositif de commande pour le dégivrage des pales,
- la [Fig.5] illustre les éléments de calage de pales et les éléments de dégivrage des pales dans une troisième alternative d'alimentation d'un dispositif de commande pour le dégivrage des pales,
- la [Fig.6] illustre une alternative de régulation d'une tension pour un moteur de calage des pales,
- la [Fig.7] illustre une première réalisation d'un convertisseur de mouvement pour le calage des pales,
- la [Fig.8] illustre une deuxième réalisation d'un convertisseur de mouvement

pour le calage des pales, et

– la [Fig.9] est une vue en coupe d'une implantation possible de l'invention.

Description détaillée de l'invention

[0020] En référence à la [Fig.1], un exemple d'un système propulsif 100 d'un aéronef, dans lequel l'invention est mise en œuvre, va à présent être décrit.

[0021] Le système propulsif 100 comporte tout d'abord une turbomachine 102.

[0022] Le système propulsif 100 comporte en outre un train épicycloïdal 103 comportant tout d'abord un planétaire intérieur 103P. Ce dernier est entraîné par la turbomachine 102, en rotation autour d'un axe principal P par rapport à une partie structurelle 105 de l'aéronef. Le train épicycloïdal 103 comporte en outre au moins un satellite 103S et un porte satellite 103PS solidaire de la partie structurelle 105 de l'aéronef et portant chaque satellite 103S. Le train épicycloïdal 103 comporte en outre un planétaire extérieur 103PE monté rotatif autour de l'axe principal P par rapport à la partie structurelle 105 de l'aéronef. Chaque satellite 103S est engrené à la fois avec le planétaire intérieur 103PI et avec le planétaire extérieur 103PE. De cette manière, la rotation du planétaire intérieur 103PI entraîne la rotation du planétaire extérieur 103PE, avec un certain rapport d'entraînement.

[0023] Le système propulsif 100 comporte en outre un support rotatif 104 solidaire du planétaire extérieur 103PE et un support fixe 107 solidaire du porte satellite 103PS, tous les deux situés de l'autre côté du porte satellite 103PS que la turbomachine 102. Ainsi, le support fixe 107 forme un repère fixe et le support rotatif 104 forme un repère tournant.

[0024] Le système propulsif 100 comporte en outre une hélice 106 montée sur le support rotatif 104. L'hélice 106 comporte des pales 108. Les termes d'hélice et de pales couvrent également respectivement une soufflante et des aubes de cette soufflante.

[0025] Afin de changer leur orientation par rapport au support rotatif 104, les pales 108 sont montées mobiles par rapport au support rotatif 104. Plus précisément, dans l'exemple illustré, elles sont montées pivotantes autour d'axes radiaux A respectifs.

[0026] Afin de piloter l'orientation des pales 108, le système propulsif 100 comporte en outre un actionneur 110. Cet actionneur 110 est en particulier adapté pour les architectures de type turbomachine caréné ou non caréné (USF de l'anglais « Unducted Single Fan », VPF de l'anglais « Variable Pitch Fan »).

[0027] L'actionneur 110 comporte tout d'abord un transformateur tournant 112 triphasé ou bien monophasé. Il comporte ainsi un rotor 112R porté par le support rotatif 104 et un stator 112S porté par le support fixe 107. En particulier, le stator 112S est placé sur l'axe principal P et le rotor 112R s'étend autour de l'axe principal P pour tourner autour de ce dernier. Le stator 112S est conçu pour recevoir de l'énergie électrique et

pour la transmettre au rotor 112R, quel que soit l'angle de rotation entre eux. Par exemple, le stator 112S du transformateur tournant principal 112 reçoit de l'énergie électrique d'un réseau électrique continu 115 de l'aéronef, au travers d'un convertisseur continu-alternatif 117 (onduleur). Le réseau électrique continu 115 et l'onduleur 117 sont placés dans le repère fixe, c'est-à-dire portés par la partie structurelle 105.

[0028] L'actionneur 110 comporte en outre un moteur électrique 116 de calage des pales 108, comportant un stator 116S et un rotor 116R. Il s'agit par exemple d'un moteur électrique asynchrone, par exemple à cage d'écureuil. Le moteur électrique de calage 116 est porté par le support rotatif 104, ce qui signifie en particulier que son stator 116S est porté par le support rotatif 104 et que le rotor 116R est conçu pour tourner par rapport au stator 116S et donc par rapport au support rotatif 104.

[0029] Le moteur électrique de calage 116, et plus particulièrement son stator 116S, est alimenté électriquement par le rotor 112R du transformateur tournant principal 112, afin de faire tourner le rotor 116R. La connexion électrique entre le rotor 112R et le moteur électrique de calage 116 est portée par le support rotatif 104, sans revenir en particulier dans le repère fixe.

[0030] L'actionneur 110 comporte en outre un convertisseur de mouvement 124, porté par le support rotatif 104 (et donc dans le repère tournant) conçu pour convertir la rotation du rotor 116R en un mouvement des pales 108. Des exemples de convertisseur de mouvement 124 seront décrits plus loin.

[0031] Pour contrôler le changement d'orientation des pales 108, l'actionneur 110 peut comporter en outre un dispositif 126 de mesure de l'orientation des pales 108 et un dispositif 128 de régulation de la tension moteur Vm~ (en particulier, son niveau et/ou sa fréquence) pour commander le moteur électrique de calage 116 à partir de l'orientation mesurée des pales 108 et d'une consigne C d'orientation des pales 108. La commande est par exemple vectorielle ou scalaire. Le dispositif de commande 128 est par exemple conçu pour réguler la tension moteur Vm~ en commandant l'onduleur 117.

[0032] En outre, en attachant le support fixe 107 au porte satellite 103PS et le support mobile 104 au planétaire extérieur 103PE, il est possible de placer le support fixe 107 sur l'axe principal P, avec le support rotatif 104 autour. Le stator 112S du transformateur tournant principal 112 peut ainsi être placé sur l'axe principal P avec son rotor 112R autour.

[0033] En référence à la [Fig.2], le système propulsif 100 comporte en outre un système 200 de dégivrage des pales 108. Par soucis de clarté, la plupart des éléments de l'actionneur 110 de la [Fig.1] ne sont pas repris sur la [Fig.2].

[0034] Le système de dégivrage 200 comporte tout d'abord un dispositif de dégivrage 202

des pales 108, porté par le support rotatif 104.

[0035] Le dispositif de dégivrage 202 comporte par exemple des tapis chauffants 204 pour chauffer chacun une ou plusieurs pales 108 respectives. Le dispositif de dégivrage 202 comporte en outre un commutateur de puissance 206 conçu pour sélectivement alimenter un ou plusieurs des tapis chauffants 204 à partir de la tension Vm~, par exemple via un convertisseur alternatif-continu 206'. Ainsi, le dispositif de dégivrage 202 est alimenté électriquement au travers du transformateur tournant principal 112.

[0036] La tension moteur Vm~ peut en outre être utilisée pour l'alimentation électrique d'un groupe 207 de lubrification d'un boitier mécanique RGB (de l'anglais « rotary gear box », pouvant se traduire par « boîte de vitesses rotative »). Un tel boitier mécanique RGB assure un rapport de démultiplication entre le régime basse pression et la rotation de la soufflante. Le groupe de lubrification 207 est porté par le support rotatif 104 et comporte par exemple une machine électrique asynchrone ou bien synchrone et une pompe entraînée par la machine électrique.

[0037] Le système de dégivrage 200 comporte en outre un dispositif 208 de commande du dispositif de dégivrage 202, pour sélectionner la ou les pales 108 à dégivrer et pour appliquer cette sélection au dispositif de dégivrage 202. Dans l'exemple décrit, cette sélection se fait par la sélection d'un ou plusieurs des tapis chauffants 204. Le dispositif de commande 208 est également porté par le support rotatif 104.

[0038] Pour alimenter électriquement le dispositif de commande 208, le système de dégivrage 200 comporte par exemple une génératrice auxiliaire 210 comportant un stator 210S porté par le support fixe 107 et un rotor 210R (par exemple à aimant permanent) porté par le support rotatif 104. En particulier, le stator 210S est placé sur l'axe principal P et le rotor 210R s'étend autour de l'axe principal P pour tourner autour de ce dernier.

[0039] Le système de dégivrage 200 comporte alors en outre un convertisseur alternatif-continu 212 porté par le support rotatif 104 et conçu pour fournir, à partir d'une tension alternative Va'~ fournie par le rotor 230R de la génératrice auxiliaire 210, une tension continue d'alimentation du dispositif de commande 208.

[0040] La plupart des éléments de l'actionneur 110, du dispositif de dégivrage 202 et du dispositif d'excitation 302 sont représentés ensemble sur la [Fig.3].

[0041] En référence à la [Fig.4], la génératrice auxiliaire 210 pourrait être remplacée par un transformateur tournant auxiliaire 402, alimenté par un réseau alternatif 404 de l'aéronef. Cela permet le dégivrage à l'arrêt de la turbomachine 102.

[0042] En référence à la [Fig.5], le dispositif de commande 208 peut être alimenté au travers du transformateur tournant principal 112. Dans ce cas, le redresseur 212 peut redressé la tension moteur Vm~ en une tension d'alimentation continue pour le dispositif de commande 208. Ce mode de réalisation présente l'avantage de ne nécessiter qu'un

nombre restreint de composants dans le repère tournant.

[0043] Cependant, lorsqu'un calage de pas n'est pas nécessaire, la puissance transférée par le transformateur tournant principale peut ne pas être suffisante pour le dégivrage.

[0044] Ainsi, en référence à la [Fig.6], il est possible de prévoir un convertisseur alternatif-alternatif 602 pour convertir la tension Vm~ fournie par le transformateur tournant principal en une tension Vm'~ pour le moteur de calage 116. Dans ce cas, le dispositif de régulation 128 est conçu pour commander le convertisseur alternatif-alternatif 602. En particulier, ce dernier peut comporter un convertisseur alternatif-continu 604 suivi d'un convertisseur continu-alternatif 606 et le dispositif de régulation peut être conçu pour commander le convertisseur continu-alternatif 606.

[0045] En outre, le dispositif de dégivrage 206 est alors alimenté par la tension Vm~ fournie par le transformateur tournant principal.

[0046] Sur l'exemple de la [Fig.6], l'alimentation du dispositif de commande 208 se fait par le transformateur courant auxiliaire 402, mais cette alimentation pourrait également se faire par la génératrice auxiliaire 210 (comme sur la [Fig.3]) ou bien à partir de la tension fournie par le transformateur tournant principal 112 (comme sur la [Fig.5]).

[0047] Ainsi, il est possible de prévoir deux modes de commande du système de calage de pas, par exemple suivant le niveau de puissance requis par le dispositif de dégivrage 202. Si le dispositif de dégivrage 202 requiert une puissance inférieure à celle du contrôle de pas, il est possible d'utiliser un mode de pilotage commun localisé en amont du transformateur tournant 112 comme illustré sur les figures 3, 4 ou 5. Par contre si la puissance requise par le dispositif de dégivrage 202 est supérieure, les deux pilotages sont de préférence dissociés en activant le redresseur 604 et l'onduleur 606 pour le système de contrôle de pas comme illustré sur la [Fig.6].

[0048] En référence à la [Fig.7], un premier exemple de convertisseur de mouvement 124 va à présent être décrit plus en détail.

[0049] Dans ce premier exemple, le convertisseur de mouvement 124 comporte une pompe hydraulique 502 entraînée par le rotor 116R du moteur électrique de calage 116. La pompe hydraulique 502 est par exemple à cylindrée fixe, ce qui lui permet d'être robuste.

[0050] Le convertisseur de mouvement 124 comporte en outre un vérin hydraulique 504 présentant deux chambres séparées par un piston 505 et actionné par la pompe hydraulique 502.

[0051] Lorsque le rotor 116R du moteur électrique calage 116 tourne dans un sens de rotation, la pompe hydraulique 502 remplit la première chambre pour déplacer le piston 505 dans une première direction. Lorsque le rotor 116R du moteur électrique de calage 116 tourne dans l'autre sens de rotation, la pompe hydraulique 502 remplit la deuxième chambre pour déplacer le piston 505 dans la direction opposée.

[0052] Le convertisseur de mouvement 124 comporte en outre un mécanisme 506 pour transformer le mouvement de translation du vérin hydraulique 504 en un mouvement de rotation de la pale 108 autour de l'axe A.

[0053] En référence à la [Fig.8], un deuxième exemple de convertisseur de mouvement 124 va à présent être décrit plus en détail.

[0054] Ce deuxième exemple est similaire au premier exemple de la [Fig.2], si ce n'est que la pompe hydraulique 502 et le vérin hydraulique 504 sont remplacés par une vis à bille 602 portant un écrou se translatant dans une direction et dans la direction opposée suivant le sens de rotation du rotor 116R du moteur électrique de calage 116.

[0055] En référence à la [Fig.9], un exemple d'implantation dans la zone de l'hélice est illustré.

[0056] On notera que l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits précédemment. Il apparaîtra en effet à l'homme de l'art que diverses modifications peuvent être apportées aux modes de réalisation décrits ci-dessus, à la lumière de l'enseignement qui vient de lui être divulgué. En particulier, les caractéristiques des différents exemples de réalisation précédemment décrits peuvent être combinées entre elles suivant n'importe quelle combinaison techniquement possible.

[0057] Dans la présentation détaillée de l'invention qui est faite précédemment, les termes utilisés ne doivent pas être interprétés comme limitant l'invention aux modes de réalisation exposés dans la présente description, mais doivent être interprétés pour y inclure tous les équivalents dont la prévision est à la portée de l'homme de l'art en appliquant ses connaissances générales à la mise en œuvre de l'enseignement qui vient de lui être divulgué.

Revendications

[Revendication 1] Système (100) de calage et de dégivrage de pales (108) d'une hélice (106) d'un aéronef, caractérisé en ce qu'il comporte :

- un support rotatif (104) entraîné par une turbomachine (102) de l'aéronef et portant l'hélice (106) ;
- un train épicycloïdal (103) comportant :
  - un planétaire intérieur (103PI) solidaire du support rotatif (104) pour être entraîné en rotation autour d'un axe principal (P) par rapport à une partie structurelle (105) de l'aéronef,
  - un planétaire extérieur (103PE) monté rotatif autour de l'axe principal (P) par rapport à la partie structurelle (105) de l'aéronef, le support rotatif (104) étant solidaire du planétaire extérieur (103PE),
  - un porte satellite (103PS) solidaire de la partie structurelle (105) de l'aéronef, et
  - au moins un satellite (103S) engrené à la fois avec le planétaire intérieur (103PI) et avec le planétaire extérieur (103PE) ;
- un support fixe (107) solidaire du porte satellite (103PS) ;
- un moteur (116) de calage des pales (108) de l'hélice (106), le moteur de calage (116) comportant un stator (116S) porté par le support rotatif (104) ;
- un dispositif de dégivrage (202) des pales (108) de l'hélice (106), porté par le support rotatif (104) ; et
- un transformateur tournant principal (112) comportant un stator (112S) porté par le support fixe (107) et un rotor (112R) porté par le support rotatif (104) et conçu transférer de l'énergie électrique au moteur de calage (116) et au dispositif de dégivrage (202).

[Revendication 2] Système (100) selon la revendication 1, comportant en outre un dispositif (208) de commande du dispositif de dégivrage (202), le dispositif de commande (208) étant porté par le support rotatif (104).

[Revendication 3] Système (100) selon la revendication 2, comportant :

- une génératrice auxiliaire (210) comportant un stator (210S)

porté par le support fixe (107) et un rotor (210R) porté par le support mobile (104) ; et

– un convertisseur alternatif-continu (212) porté par le support mobile (104) et conçu pour fournir, à partir d'une tension alternative (Va'~) fournie par le rotor (210R) de la génératrice auxiliaire (230), une tension continue (Ve=) d'alimentation du dispositif de commande (208).

[Revendication 4] Système (100) selon la revendication 2, comportant :

– un transformateur tournant auxiliaire (402) comportant un stator porté par le support fixe (107) et un rotor porté par le support rotatif (104), conçu pour transférer de l'énergie électrique au dispositif de commande (208).

[Revendication 5] Système (100) selon la revendication 2, dans lequel le transformateur tournant principal (112) est en outre conçu pour transférer de l'énergie électrique au dispositif de commande (208).

[Revendication 6] Système (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comportant en outre un convertisseur continu-alternatif (117) porté par la partie structurelle (105) de l'aéronef et conçu pour fournir, à partir d'une tension continue d'un réseau électrique continu (115), une tension alternative pour le moteur de calage (116), et dans lequel le dispositif de dégivrage (206) est alimenté par la même tension continue.

[Revendication 7] Système (100) selon la revendication 6, comportant en outre un dispositif (128) de régulation de la tension alternative (Vm~) fournie au moteur de calage (116) en commandant le convertisseur continu-alternatif (117).

[Revendication 8] Système (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comportant en outre un convertisseur alternatif-alternatif (604, 606) porté par le support rotatif (104) et conçu pour fournir, à partir de la tension alternative fournie par le rotor (112R) de la génératrice électrique principale (112), une tension alternative pour le moteur de calage (116), et dans lequel le dispositif de dégivrage (206) est alimenté par la tension alternative fournie par le rotor (112R) de la génératrice électrique principale (112).

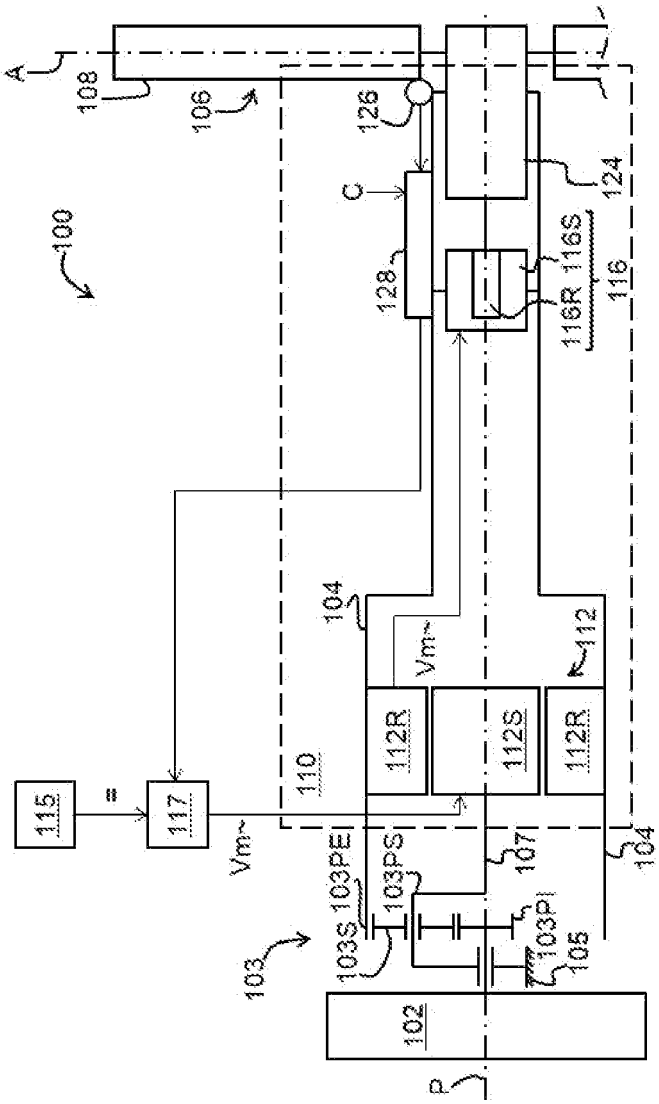
[Revendication 9] Système (100) selon la revendication 8, comportant en outre un

dispositif (128) de régulation de la tension alternative (Vm~) fournie au moteur de calage (116) en commandant le convertisseur alternatif-alternatif (604, 606).

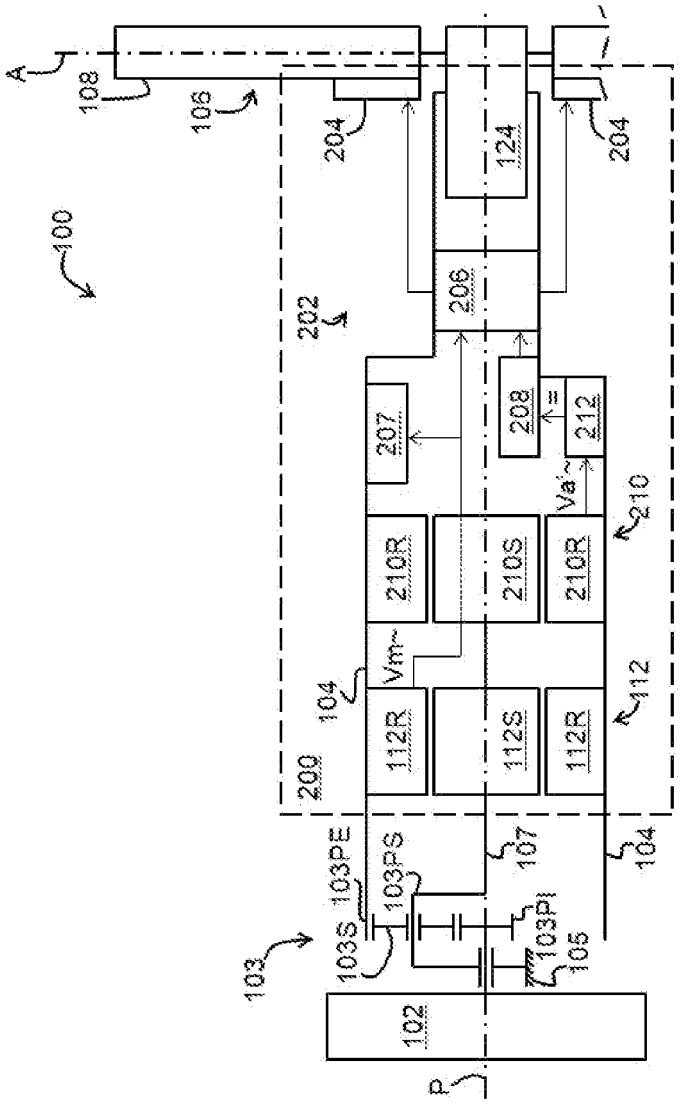
[Revendication 10] Système (100) selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, comportant en outre un groupe (207) de lubrification d'un boîtier mécanique RGB et dans lequel la tension alternative (Vm~) est fournie à ce groupe pour son alimentation électrique.

[Revendication 11] Aéronef comportant un système propulsif (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

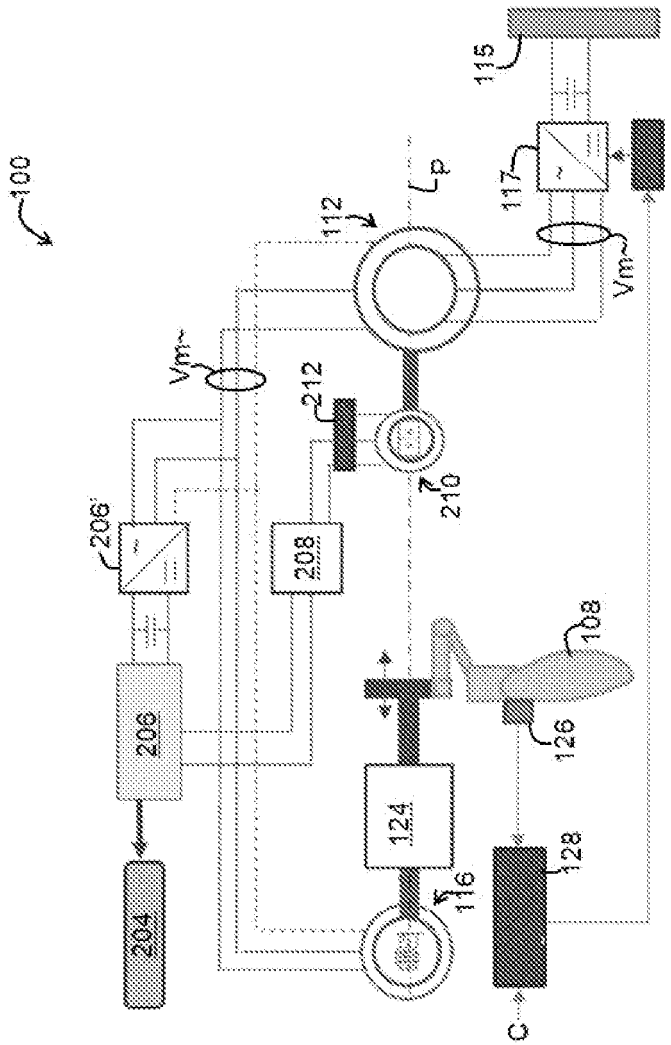
[Fig. 1]


100
A
108
106
126
C
128
124
116S
116R
116
104
Vm~
112
112R
112S
112R
110
115
=
117
Vm~
103PE
103PS
107
104
103S
103P
105
103
102
P

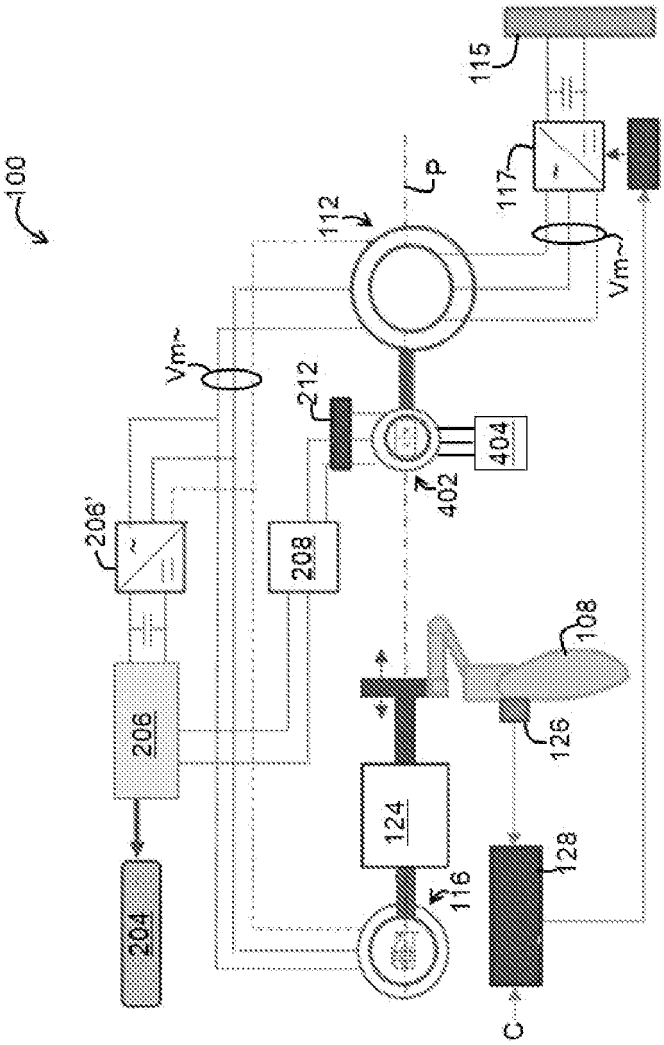
[Fig. 2]


100
A
108
106
204
204
124
206
202
207
208
212
Va
210
210R
210S
210R
Vm
104
112R
112S
112R
112
200
107
104
103PE
103PS
103S
103Pi
105
103
102
P

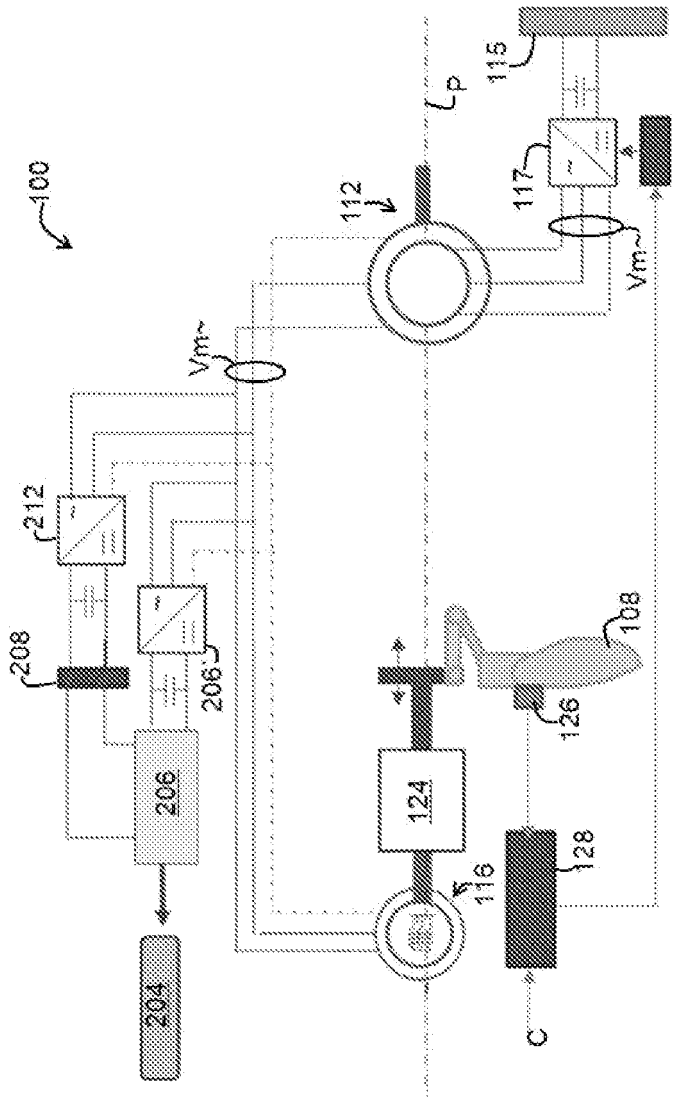
[Fig. 3]


100
206'
Vm~
206
204
208
212
112
Lp
210
124
116
108
126
128
C
117
Vm~
115

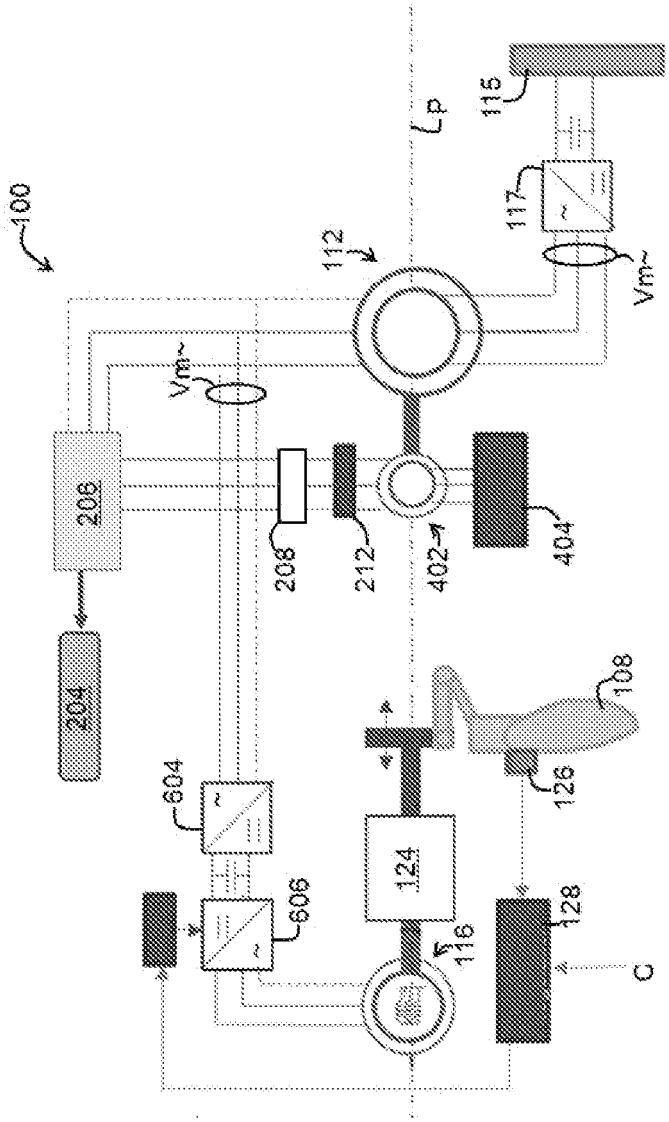
[Fig. 4]


100
206'
206
204
Vm~
208
212
112
402
404
124
116
108
126
128
C
P
117
Vm~
115

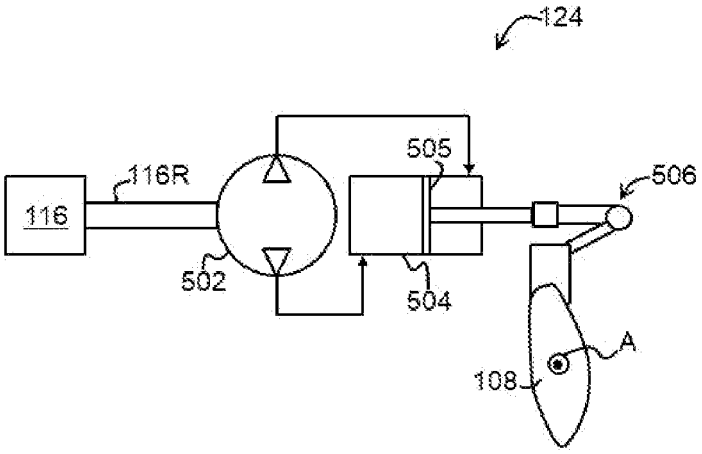
[Fig. 5]



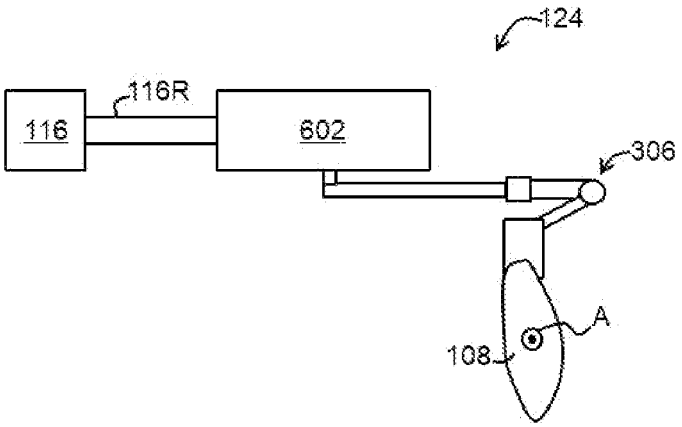
[Fig. 6]


100
112
Lp
115
117
Vm~
Vm~
208
204
208
212
402
404
108
604
606
124
116
126
128
C

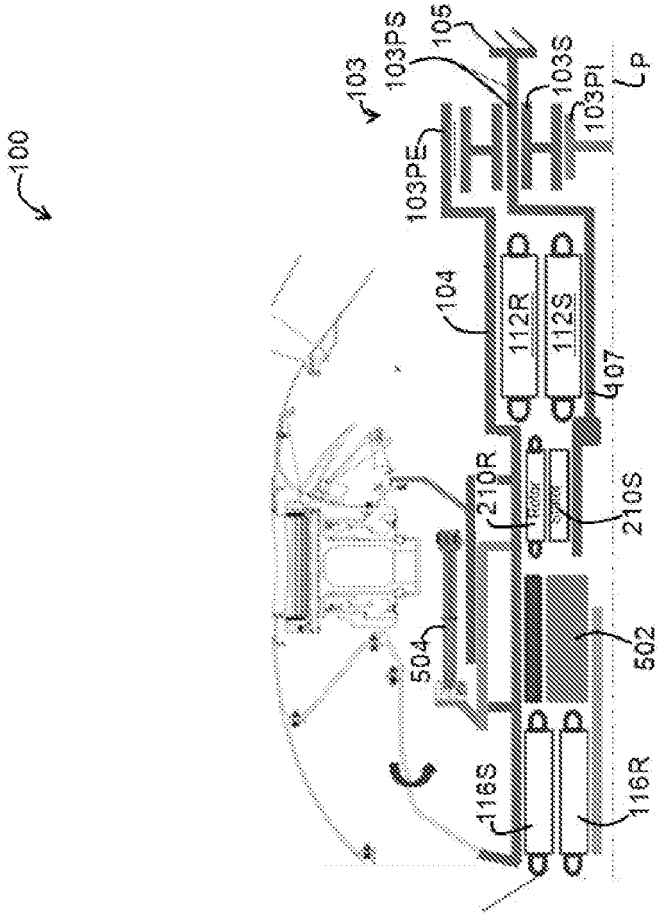
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]


100
103
103PS
105
103S
103PI
p
103PE
104
112R
112S
407
210R
210S
504
502
116S
116R

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveauté) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.
Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☐ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

[x] Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

[x] Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

NEANT

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

EP 2 977 315 A1 (PRATT & WHITNEY CANADA [CA]) 27 janvier 2016 (2016-01-27)

US 2016/053690 A1 (PERKINSON ROBERT H [US] ET AL) 25 février 2016 (2016-02-25)

FR 3 080 944 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]; SAFRAN ELECTRICAL & POWER [FR] ET AL.) 8 novembre 2019 (2019-11-08)

FR 2 990 809 A1 (HISPANO SUIZA SA) 22 novembre 2013 (2013-11-22)

US 2004/255590 A1 (RAGO GIUSEPPE [CA] ET AL) 23 décembre 2004 (2004-12-23)

GB 604 225 A (FAIREY AVIAT CO LTD; ARCHIBALD GRAHAM FORSYTH) 30 juin 1948 (1948-06-30)

FR 3 057 120 A1 (SAFRAN HELICOPTER ENGINES [FR]) 6 avril 2018 (2018-04-06)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT