



(43) Date de la publication internationale
1 octobre 2015 (01.10.2015)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2015/145076 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F02C 3/10 (2006.01) F02C 7/36 (2006.01)
F02C 7/275 (2006.01) F02C 9/42 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2015/050766

(22) Date de dépôt international :
26 mars 2015 (26.03.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1400752 27 mars 2014 (27.03.2014) FR

(71) Déposant : TURBOMECA [FR/FR]; F-64510 Bordes (FR).

(72) Inventeurs : POUMAREDE, Vincent; 34 avenue de la Marne, F-65000 Tarbes (FR). BAZET, Jean-Michel; 5 avenue Saint Jean, F-64110 Gelos (FR). KLONOWSKI, Thomas; 70 route de Pontacq, F-64160 Sedzere (FR).

(74) Mandataires : DESORMIERE, Pierre-Louis et al.; Cabinet Beau de Loménie, 158 rue de l'Université, F-75340 Paris Cedex 07 (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), eurasien (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).

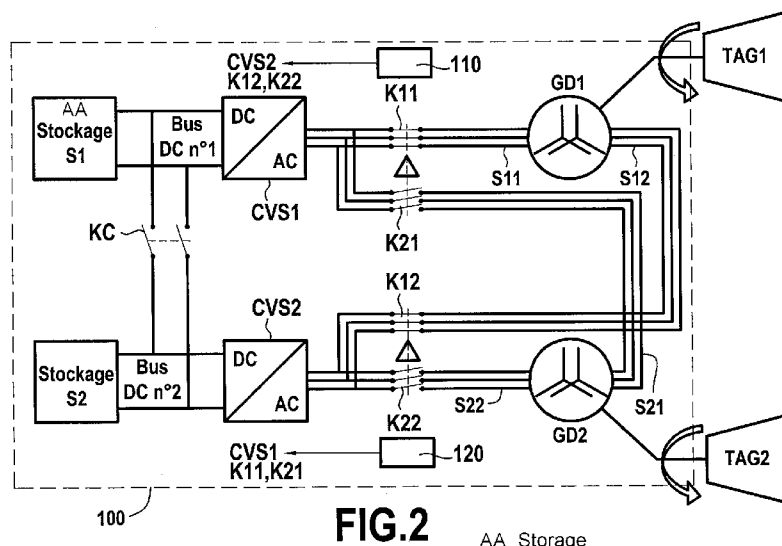
Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : ASSISTANCE DEVICE FOR AN AIRCRAFT FREE TURBINE TURBOMACHINE

(54) Titre : DISPOSITIF D'ASSISTANCE POUR UNE TURBOMACHINE A TURBINE LIBRE D'AERONEF



(57) Abstract : Assistance device (100) for an aircraft free turbine turbomachine (TAG1), the device comprising means (K11, CVS1) for electrically powering a coil (S11) of a rotary starter machine (GD1), referred to as first coil, in order to provide a first acceleration assistance to the gas generator of the turbomachine (TAG1). The device further comprises monitoring means (110) for monitoring the first assistance and means (K12, CVS2) for electrically powering a second coil (S12) of a rotary machine, so as to provide a second acceleration assistance to said gas generator if the monitoring means (110) observe the first assistance as insufficient.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



-
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))

Dispositif d'assistance (100) pour une turbomachine (TAG1) à turbine libre d'aéronef, le dispositif comprenant des moyens (K11, CVS1) pour alimenter en énergie électrique un bobinage (SU) d'une machine tournante démarreur (GD1), dit premier bobinage, pour apporter une première assistance à l'accélération au générateur de gaz de la turbomachine (TAG1). Le dispositif comprend en outre des moyens de surveillance (110) de la première assistance et des moyens (K12, CVS2) pour alimenter en énergie électrique un deuxième bobinage (S12) de machine tournante, pour permettre une deuxième assistance à l'accélération dudit générateur de gaz si les moyens de surveillance (110) observent une insuffisance de la première assistance.

Dispositif d'assistance pour une turbomachine à turbine libre d'aéronef

5 Contexte technique

L'invention s'inscrit dans le domaine des turbomachines à turbine libre pour aéronef comportant plusieurs turbomachines. L'aéronef peut notamment être un hélicoptère.

Pour mémoire, une turbomachine à turbine libre comprend une turbine de puissance ou turbine libre qui, dans un hélicoptère, entraîne les rotors de celui-ci par l'intermédiaire d'une roue libre et d'une boîte de transmission principale (désignée dans la suite par BTP).

La turbomachine comprend par ailleurs un générateur de gaz comprenant notamment un compresseur, une chambre de combustion et une turbine haute pression (HP).

15 Un réducteur mécanique ou boîte d'accessoires permet de relier l'arbre du générateur de gaz à une machine électrique constituée d'un stator et d'un rotor, pouvant fonctionner indifféremment en moteur (démarreur) ou en génératrice.

Dans le mode moteur, cette machine électrique est alimentée par une source d'énergie électrique et développe un couple moteur de manière à entraîner en rotation le générateur de gaz de la turbomachine, notamment dans le but d'en assurer le démarrage, en effectuant ainsi une assistance au démarrage.

20 Dans le mode génératrice, la machine électrique est entraînée en rotation par le générateur de gaz de manière à prélever sur ce dernier une puissance mécanique qui est ensuite convertie en puissance électrique.

25 Il a été proposé dans le document US2013219905, pour un aéronef muni de deux turbomachines en situation de vol de croisière, de mettre une des deux turbomachines dans un régime de veille. Du fait de la roue libre, la turbine libre et la boîte de transmission sont désynchronisées. Parallèlement, le régime de l'autre turbomachine (ou des autres turbomachines) est augmenté, ce qui permet de maintenir des conditions de vol normales. La consommation en carburant globale du système est diminuée, car la consommation spécifique de la turbomachine maintenue en fonctionnement est alors plus faible.

30

Plusieurs variantes de ce régime de veille ont été proposées.

Dans une première variante, le générateur de gaz de la turbine à gaz désynchronisée peut être régulé, par apport de carburant, à un régime de ralenti faible. Cela peut être effectué avec ou sans l'application additionnelle d'un couple moteur d'assistance
5 prolongée (assistance à la rotation à vitesse constante) sur le générateur de gaz par l'intermédiaire de la machine électrique et de la boîte d'accessoires.

Dans une deuxième variante, il est à l'inverse proposé d'éteindre totalement la chambre de combustion de la turbomachine tout en maintenant, à l'aide de la machine tournante, le générateur de gaz en rotation à une vitesse permettant de
10 faciliter le rallumage à l'issue de la phase de vol de croisière. Il s'agit là aussi d'une assistance prolongée (assistance à la rotation à vitesse constante).

Ces modes de fonctionnement sont susceptibles d'être maintenus pendant toute la durée de vol de croisière.

Un redémarrage normal de la turbomachine désynchronisée est alors analogue en
15 termes de performances exigées de la machine tournante actionnant le générateur de gaz, à la fonction usuelle de démarrage au sol. Un tel redémarrage normal demande généralement quelques dizaines de secondes entre le début du démarrage et le moment où le turbomoteur a atteint un régime suffisant pour générer de la puissance utile sur la turbine libre. Il est mis en œuvre par exemple pour procéder à
20 une manœuvre prévue un certain temps à l'avance et dont l'exécution requiert le fonctionnement simultané des deux turbomachines, comme un atterrissage.

Ce redémarrage nécessite une accélération en rotation du générateur de gaz de la turbomachine. Une telle accélération est obtenue par augmentation du débit en carburant.

25 Mais il est parfois nécessaire d'être en mesure de réactiver la turbomachine désynchronisée rapidement, notamment en situation d'urgence, par exemple en cas de panne d'une autre turbomachine, s'il y a trois turbomachines ou plus au total, –ou de l'autre turbomachine si les turbomachines sont au nombre de deux. Le délai maximal autorisé, pour satisfaire les exigences de sécurité, entre la demande de
30 démarrage d'urgence et le moment où le turbomoteur ainsi redémarré est en mesure de délivrer la puissance utile est typiquement de moins de 10 secondes.

Cette nécessité de pouvoir redémarrer rapidement la turbomachine éteinte est notamment la raison du maintien du générateur de gaz en rotation à une vitesse facilitant le rallumage dans les modes de fonctionnement dans lequel la chambre de combustion est éteinte.

- 5 Mais que le générateur de gaz soit dans une situation de faible régime ou de chambre de combustion éteinte, il est préférable, pour le redémarrage d'urgence notamment, d'appliquer sur l'arbre du générateur de gaz une puissance élevée en raison de l'inertie importante des ensembles tournants et du couple résistant du compresseur de la turbomachine. Cette puissance doit être délivrée pendant une
10 durée brève, de l'ordre de quelques secondes. On estime que la puissance développée par le système de démarrage d'urgence doit, pendant ce court laps de temps, être de l'ordre de 5 à 10 fois élevée que celle nécessaire pour un démarrage normal.

- Il a été suggéré dans US2013219905 d'utiliser, entre autres solutions, une énergie
15 électrique, en particulier un supercondensateur, qui fournit une assistance ponctuelle à l'accélération en rotation au générateur de gaz. De manière générale, comme une puissance importante est nécessaire, il est avantageux de disposer d'un organe de stockage d'énergie électrique, capable de mobiliser une puissance importante pendant un court laps de temps. La puissance électrique est appliquée à travers une
20 machine tournante démarreur.

- Dans le document US2013086919, il a aussi été proposé d'utiliser deux
supercondensateurs, qui sont chacun chargés respectivement par un générateur électrique entraîné par le générateur de gaz d'une des turbomachines, et qui servent
25 chacun, ponctuellement, pour démarrer une autre turbomachine à partir d'un état éteint de celle-ci.

- Dans le document US2010058731, une assistance ponctuelle à l'accélération est apportée au générateur de gaz d'un turbomoteur, notamment par apport de puissance mécanique sur le générateur de gaz par l'intermédiaire d'une machine électrique entraînée en rotation par la turbine libre.

- 30 Le document US2013219905 décrit lui aussi un dispositif d'assistance d'une turbomachine.

Ainsi, des solutions ont été proposées pour fournir la puissance élevée nécessaire au redémarrage d'urgence d'une turbomachine.

Mais dans ce contexte, au vu des enjeux en termes de sécurité, on comprend que les systèmes de démarrage d'urgence doivent garantir un haut niveau de disponibilité.

- 5 En effet, en cas de perte de puissance sur le turbomoteur assurant à lui seul la propulsion de l'hélicoptère, l'impossibilité de redémarrer en urgence le turbomoteur initialement en mode de veille peut se traduire par la perte totale de puissance motrice.

- 10 Une telle exigence de haut niveau de disponibilité peut s'appliquer également à la fonction de démarrage normal d'une turbomachine en veille.

- En effet lorsque le second turbomoteur fonctionne de manière nominale, l'impossibilité de redémarrer normalement la turbomachine initialement en mode de veille lors du retour en condition de vol bimoteur, notamment pour préparer l'atterrissage, se traduira par l'utilisation des régimes d'urgence OEI (pour *One*
15 *Engine Inoperative*, ou un moteur non fonctionnant) sur le turbomoteur en fonctionnement.

Cette situation doit être évitée car elle augmente la charge de travail de l'équipage et l'utilisation des régimes d'urgence OEI est très dommageable pour le turbomoteur.

Définition de l'invention et avantages associés

- 20 Pour résoudre ces problèmes, il est proposé un dispositif d'assistance pour une turbomachine à turbine libre d'aéronef, le dispositif comprenant des premiers moyens d'alimentation en énergie électrique d'un premier bobinage d'une machine tournante démarreur pour entraîner le générateur de gaz de la turbomachine, caractérisé en ce que le dispositif comprend de plus des moyens de surveillance des
25 premiers moyens d'alimentation et du premier bobinage et des deuxièmes moyens d'alimentation, lesdits moyens de surveillance commandant l'alimentation en énergie électrique par les deuxièmes moyens d'alimentation d'un deuxième bobinage de la machine tournante, pour entraîner ledit générateur de gaz si les moyens de surveillance observent une insuffisance de puissance dans les premiers moyens
30 d'alimentation ou dans le premier bobinage.

On précise que, conformément à ce qui a été présenté plus haut, la première assistance est une assistance au mouvement en rotation, par entraînement

mécanique du générateur de gaz par le rotor de la machine tournante démarreur, et la deuxième assistance est aussi une assistance au mouvement en rotation, par entraînement mécanique du générateur de gaz par un rotor de machine tournante démarreur, qui peut être la machine tournante démarreur déjà évoquée ou une autre machine tournante démarreur.

Grâce à ces caractéristiques, si le circuit comprenant le premier bobinage et l'alimentation de celui-ci subit une panne (ou plus généralement est insuffisant), ce qui engendre une perte totale ou partielle (ou une insuffisance) de la capacité d'assistance du générateur de gaz à l'aide du premier bobinage, alors il est possible d'y pallier à l'aide du deuxième bobinage et de son circuit d'alimentation.

La ou les machines tournantes démarreur peuvent être à courant alternatif ou à courant continu. Les bobinages peuvent être au rotor ou au stator, en fonction de la structure de la machine tournante utilisée.

L'alimentation du deuxième bobinage peut se faire à l'aide éléments également utilisés pour alimenter le premier bobinage, mais les circuits d'alimentation peuvent aussi être totalement distincts et ségrégués, ce qui est avantageux. Ce point est développé par la suite.

Pour détecter l'insuffisance de la première assistance, des moyens de surveillance sont utilisés, qui surveillent un ou plusieurs éléments de la chaîne de puissance alimentant la machine tournante démarreur en électricité, le système de supervision de la turbomachine, et/ou la turbomachine elle-même.

Selon un mode de réalisation avantageux, le dispositif d'assistance comprend la machine tournante démarreur et de plus une machine tournante démarreur tierce pour apporter une assistance à l'accélération du générateur de gaz d'une deuxième turbomachine de l'aéronef, le deuxième bobinage étant connecté électriquement en dérivation de ladite machine tournante tierce à une même voie d'alimentation électrique.

Cela permet de mutualiser les sources d'énergie et les moyens d'alimentation en énergie et donc de diminuer la masse des éléments nécessaires. Notamment, la source d'énergie en question peut être la source utilisée en priorité pour le redémarrage de la deuxième turbomachine, et qui est donc utilisée à titre de secours pour le redémarrage de la première turbomachine, si son circuit de redémarrage

utilisant le premier bobinage fait défaut. La source peut être un élément de stockage d'énergie, utile notamment pour le redémarrage d'urgence.

Le dispositif d'assistance peut comprendre un convertisseur de puissance et est
5 préférablement configuré pour qu'un convertisseur de puissance transmette de l'énergie électrique au deuxième bobinage de la machine tournante démarreur ou, de manière exclusive, à la machine tournante démarreur tierce. Cette configuration peut être faite à l'aide d'un couple de contacteurs compris dans le dispositif d'assistance et ne pouvant pas être en position fermée de manière simultanée, de manière à obtenir la transmission d'énergie électrique exclusive au deuxième bobinage ou à la machine
10 tournante démarreur tierce.

Dans un mode de réalisation, ladite machine tournante démarreur, comprise dans le dispositif d'assistance, est une machine tournante à courant alternatif à tolérance de panne (« *fault tolerant* ») dite machine à double bobinage ou machine double étoile, le deuxième bobinage étant son deuxième bobinage.

15 De manière connue, ces machines tournantes à courant alternatif, de type synchrone ou asynchrone, sont caractérisées par deux jeux indépendants d'enroulements triphasés au stator, bobinés sur le même circuit magnétique, chaque bobinage étant alimenté par son propre convertisseur de puissance DC/AC. Bien que comportant de nombreuses variantes d'architecture, la conception de ces machines repose sur le
20 principe général consistant à garantir un haut niveau d'isolation électrique et de ségrégation physique, thermique et magnétique entre chacun de ces deux bobinages. Cette séparation permet d'assurer qu'un défaut électrique tel que, par exemple, un court-circuit ou un circuit ouvert, survenant au niveau du premier bobinage ou de son convertisseur DC/AC d'alimentation, n'aura pas d'impact
25 fonctionnel sur le second bobinage et donc sur la capacité du démarreur à délivrer un couple d'assistance au générateur de gaz. En mutualisant le circuit magnétique statorique ainsi que des éléments mécaniques tels que le rotor, les paliers et la structure (carter), une machine tournante de ce type est sensiblement plus compacte et plus légère qu'un ensemble de deux machines complètement indépendantes de
30 performance totale équivalente, tout en offrant un niveau de tolérance élevé vis-à-vis des pannes électriques internes ou des pannes du convertisseur d'alimentation.

L'utilisation d'une machine à double bobinage permet de plus de ne mettre en place qu'une unique machine tournante, ce qui simplifie le montage sur la boîte d'accessoire de la turbomachine.

Dans un mode de réalisation, le premier bobinage est dimensionné pour permettre l'assistance à l'accélération avec des performances supérieures à celles fournies par le deuxième bobinage.

Ainsi, la machine tournante démarreur peut être dimensionnée pour permettre un démarrage d'urgence (démarrage rapide) de la turbomachine avec la seule alimentation électrique dudit premier bobinage, tout en gardant un dimensionnement raisonnable de l'ensemble, et en permettant toujours une redondance des capacités de démarrage en situation non urgente (démarrage normal).

Dans un mode de réalisation, le deuxième bobinage est dimensionné pour permettre l'assistance à l'accélération avec des performances similaires à celles fournies par le premier bobinage.

Ainsi on a une redondance complète des capacités de redémarrage, y compris, si les bobinages et le circuit magnétique sont dimensionnés pour cela, des capacités de redémarrage d'urgence.

Dans un mode de réalisation, le dispositif d'assistance comprend deux convertisseurs de puissance pour transmettre chacun de l'énergie électrique de manière contrôlée respectivement auxdits premier et deuxième bobinages.

Cela permet une transition fine entre les deux assistances en cas de détection de déficience dans le premier circuit. Cela permet aussi le pilotage d'une assistance à l'accélération utilisant les deux bobinages, ce qui est notamment utile en situation d'urgence puisqu'on peut alors bénéficier simultanément pour cette accélération de la puissance développée dans chacun des deux bobinages.

Dans un mode de réalisation, le dispositif d'assistance comprend une première source d'énergie électrique pour alimenter le premier ou respectivement le deuxième bobinage, et le dispositif d'assistance est de plus configuré pour que le deuxième ou respectivement le premier bobinage puisse être alimenté par une deuxième source d'énergie distincte de la première source d'énergie, ce qui offre une plus grande sécurité en cas de défaillance d'une des sources d'énergie ou de sa connexion électrique.

Dans un mode de réalisation, le dispositif comprend de plus une machine tournante démarreur tierce pour apporter une assistance à l'accélération au générateur de gaz d'une deuxième turbomachine de l'aéronef, ladite machine tournante tierce comprenant un bobinage dit troisième bobinage, le dispositif d'assistance
5 comprenant de plus une source d'énergie électrique configurée pour alimenter, en fonction des besoins, le premier ou le troisième bobinages.

Ainsi, sur un appareil bi-moteur, on obtient une assistance à l'accélération pour chacune des turbomachines, tout en ne multipliant pas les sources d'énergie, puisque la source d'énergie pour la première turbomachine est également utilisée pour la
10 deuxième turbomachine.

Dans un mode de réalisation, la machine tournante démarreur, comprise dans le dispositif d'assistance, étant aussi une génératrice actionnée par la turbomachine quand elle est active, le deuxième bobinage est quant à lui celui d'une deuxième machine tournante comprise dans le dispositif d'assistance et qui est seulement un
15 démarreur.

La génératrice peut être utilisée pour recharger un élément de stockage d'énergie compris dans le dispositif d'assistance ou extérieur à celui-ci.

L'élément de stockage d'énergie peut être utilisable pour fournir la puissance électrique pour l'assistance à l'accélération du générateur de gaz. Cela est
20 notamment utile, comme évoqué en introduction, au cours d'une phase de vol de l'aéronef pendant laquelle une deuxième turbomachine fournit de la puissance à la voilure tournante de l'aéronef pour son vol, et qu'il convient d'opérer un redémarrage (réactivation) d'urgence de la première turbomachine.

Le fait d'avoir deux machines tournantes distinctes, une seule étant chargée de la
25 génération de courant, peut permettre de dimensionner au mieux les deux bobinages et les culasses des machines tournantes tout en mettant en place un stockage d'énergie pour le redémarrage d'urgence d'une turbomachine en vol et en assurant une ségrégation physique et fonctionnelle, favorable à la disponibilité de la fonction de démarrage normal ou d'urgence du turbomoteur, entre les deux machines
30 tournantes et leurs convertisseurs d'alimentation, dans les modes de réalisation dans lesquels elles sont reliées à de tels convertisseurs.

Dans un mode de réalisation, le deuxième bobinage est celui d'une deuxième machine tournante comprise dans le dispositif d'assistance, la deuxième machine tournante étant à courant continu, et la première machine tournante, comprise aussi dans le dispositif d'assistance, à courant alternatif.

- 5 Cela permet de mettre en place un pilotage couple/vitesse de la première machine tournante fonctionnant en courant alternatif, utilisée en priorité, et de disposer d'une machine tournante de secours directement alimentée par le réseau de bord à courant continu de l'aéronef, ce qui est actuellement le dispositif de démarrage de la majorité des hélicoptères équipés de turbomoteurs de petites ou moyenne puissance et d'un
- 10 démarreur électrique.

- Dans un mode d'utilisation, le premier bobinage est alimenté par un organe de stockage électrique et le deuxième bobinage est alimenté par le réseau de bord de l'aéronef. On propose donc ici un aéronef, par exemple un hélicoptère bi-moteur, comprenant un dispositif d'assistance selon l'invention, le deuxième bobinage étant
- 15 alimenté par le réseau de bord de l'aéronef.

Cela permet de disposer d'un stockage de puissance, pour le démarrage ou le redémarrage en urgence, tout en étant en mesure de palier à une défaillance de l'organe de stockage électrique sans néanmoins doubler celui-ci, ce qui peut être considéré comme pénalisant sur le plan de l'encombrement et de la masse.

- 20 Dans un mode de réalisation, les moyens pour alimenter le deuxième bobinage comprennent un contacteur qui est fermé s'il est constaté, par les moyens de surveillance, une difficulté ou une impossibilité à accélérer ledit générateur de gaz, par exemple pour démarrer ladite turbomachine, à l'aide du premier bobinage.

- Le contacteur est un dispositif électromécanique simple présentant un risque faible
- 25 de défaillance.

- Il est également proposé un procédé d'assistance à une turbomachine à turbine libre d'aéronef, comprenant une étape d'alimentation en énergie électrique par des premiers moyens d'alimentation en énergie électrique d'un premier bobinage d'une machine tournante démarreur, pour entraîner le générateur de gaz de la
- 30 turbomachine, caractérisé en ce que le procédé comprend de plus une étape de surveillance des premiers moyens d'alimentation et du premier bobinage et une étape d'alimentation en énergie électrique par des deuxièmes moyens d'alimentation

en énergie électrique d'un deuxième bobinage de la machine tournante pour entraîner ledit générateur de gaz, s'il est constaté au cours de l'étape de surveillance une insuffisance de puissance dans les premiers moyens d'alimentation ou dans le premier bobinage.

5 Liste de figures

La figure 1 présente le contexte des modes de réalisation de l'invention.

La figure 2 présente un premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 3 présente un deuxième mode de réalisation de l'invention.

La figure 4 présente un troisième mode de réalisation de l'invention.

10 Description détaillée de modes de réalisation

En référence à la **figure 1**, l'architecture électrique générale d'un mode de réalisation du système proposé est la suivante. Elle est donnée dans le cadre d'un hélicoptère à deux turbomachines.

La boîte de transmission de puissance BTP est entraînée par les turbomachines TAG1
15 et TAG2. Il s'agit ici de turbomoteurs à turbine libre. Elles comprennent chacune une turbine de puissance (turbine libre) entraînant la boîte de transmission de puissance (BTP) par l'intermédiaire d'une roue libre, et un générateur de gaz.

La génération électrique de l'aéronef est assurée par au moins deux alternateurs ALT1 et ALT2 entraînés par la BTP. Bien que cette architecture plutôt réservée aux
20 hélicoptères lourds ne soit pas indispensable pour la mise en œuvre de la présente invention et n'en constitue pas une caractéristique essentielle, elle est techniquement préférable à la solution classique sur les aéronefs de plus faible tonnage consistant à entraîner les génératrices par le générateur de gaz des turbomoteurs. En effet, une économie de carburant en vol de croisière étant obtenue, comme évoqué en
25 introduction, par la mise en veille d'un des turbomoteurs, ce qui est un mode de fonctionnement incompatible avec le prélèvement d'un quelconque niveau de puissance sur le générateur de gaz, il apparaît comme pertinent notamment en termes de sécurité de découpler fonctionnellement la génération électrique de l'aéronef du régime de fonctionnement des turbomoteurs.

30 ALT1 et ALT2 alimentent le réseau électrique de l'aéronef, d'autres sources d'énergies disponibles pour alimenter ce réseau pouvant être constituées par un

groupe auxiliaire de puissance embarqué (APU), une ou plusieurs batteries(s) d'accumulateurs, ou encore, au sol, une prise de parc.

Chaque turbomoteur TAG1 et TAG2, est équipé d'une machine tournante (G/D1 et G/D2, respectivement) apte à fonctionner en démarreur comme en générateur, et
5 mécaniquement reliée au générateur de gaz de la turbomachine correspondante par l'intermédiaire d'une boîte d'accessoires.

Afin d'optimiser la compacité et la masse du dispositif, on préfère pour GD1 et GD2 une architecture de machine compatible avec un entraînement à grande vitesse par le générateur de gaz, donc sans bobinage rotorique, telle par exemple et de manière
10 non exhaustive une machine synchrone « *brushless* » (moteur sans balais) à aimants permanents, une machine à réluctance variable ou une machine asynchrone à cage (sans balais).

Les deux machines G/D1 et G/D2 sont incluses dans un dispositif d'assistance 100, fonctionnant indépendamment du réseau électrique de l'aéronef.

15 En référence à la **figure 2**, on a présenté un premier mode de réalisation du dispositif d'assistance 100. Les machines électriques GD1 et GD2 sont des machines électriques à double bobinage, ou machines tournantes à courant alternatif à tolérance de panne.

Ces machines sont constituées d'un circuit magnétique ou culasse unique et de deux
20 enroulements ou bobinages statoriques polyphasés distincts, notés S11 et S12 pour GD1 et S21 et S22 pour GD2.

GD1 et GD2 sont par exemple des machines de type synchrone ou asynchrone.

Les bobinages S11 et S22 sont reliés respectivement à des convertisseurs de puissance DC/AC réversibles CVS1 et CVS2. Ceux-ci constituent chacun une interface
25 entre le circuit à courant alternatif polyphasé du bobinage et un circuit à courant continu constitué d'un bus à courant continu reliant le convertisseur à un organe de stockage électrique. Les organes de stockage électrique sont notés respectivement S1 et S2, et les bus continus les connectant Bus n°1 et Bus n°2.

Les organes de stockage électrique sont ici à courant continu, et sont par exemple
30 des supercondensateurs, des condensateurs hybride, des batteries d'accumulateurs ou des volants d'inertie équipés d'un convertisseur intégré courant continu / courant alternatif.

Les bobinages S12 et S21 sont quant à eux reliés aux convertisseurs de puissance opposés, c'est à dire respectivement CVS2 et CVS1. Les bobinages S12 et S22 sont ainsi connectés en dérivation, ou en parallèle, l'un vis-à-vis de l'autre à la sortie du convertisseur CVS2, alors que les bobinages S11 et S21 sont connectés en dérivation l'un vis-à-vis de l'autre à la sortie du convertisseur CVS1.

Des contacteurs K11, K21, K12 et K22 sont présents pour isoler ou connecter électriquement respectivement les bobinages S11, S21, S12 et S22, et fonctionnent ou sont actionnés de manière coordonnée pour que les convertisseurs CVS1 et CVS2 puissent être utilisés pour piloter chacun au plus une unique machine tournante à un instant donné. Ainsi, la fermeture du contacteur K11, respectivement K21 entraîne l'ouverture du contacteur K21, respectivement K11, et celle du contacteur K12, respectivement K22 entraîne l'ouverture du contacteur K22, respectivement K12. Sachant que dans tous les cas il n'est besoin de démarrer qu'un seul turbomoteur à la fois, ce dispositif de contacteurs et la logique de commande associée permettent avantageusement de mutualiser les convertisseurs de puissance entre les deux machines tournantes et d'en réduire le nombre nécessaire de quatre à deux, tout en conservant le niveau de redondance exigé par la disponibilité des fonctions de démarrage normal et d'urgence, ce qui procure un gain distinctif en termes de masse et d'encombrement.

Un contacteur KC permet de relier, ou au contraire d'isoler électriquement les deux bus DC, n°1 et n°2.

Les machines tournantes GD1 et GD2 sont ici à la fois des génératrices et des démarreurs. En fonctionnement génératrice, elles sont entraînées en rotation par le générateur de gaz de la turbomachine correspondante, et elles sont en mesure, par l'un ou l'autre de leurs bobinages statoriques, de transférer de l'énergie électrique vers les éléments de stockages S1 et/ou S2, ou vers l'unique élément de stockage si un seul élément de stockage est prévu.

Une fois les éléments de stockage d'énergie électrique chargés, une phase de vol monomoteur peut être menée. Dans le scénario présenté ici, la turbomachine TAG1 fournit la puissance motrice et la turbomachine TAG2 est maintenue dans un mode de veille parmi ceux présentés en introduction. Pour redémarrer la turbomachine TAG2, par exemple avant l'atterrissage, ou en cas de perte de puissance sur la

turbomachine TAG1, il est proposé de tout d'abord isoler électriquement les bus n°1 et n°2 l'un de l'autre à l'aide du contacteur KC, de manière à s'assurer de la non propagation de panne d'une partie du système à une autre. Puis le contacteur K21 est fermé, K11 étant ouvert et le convertisseur CVS1 étant inhibé, prêt au fonctionnement mais n'alimentant pas de manière effective le bobinage S21.

Simultanément, le contacteur K22 est fermé, K12 étant ouvert, et le convertisseur CVS2 étant commandé en onduleur pour contrôler la machine tournante GD2 fonctionnant en mode moteur et réguler le couple fourni par celle-ci selon une loi optimisée pour le démarrage normal ou d'urgence de la turbomachine en fonction des circonstances. Le générateur de gaz de la turbomachine TAG2 est donc actionné de manière à permettre le démarrage de la turbomachine.

Si une panne ou insuffisance de puissance survient sur la chaîne de puissance S2-CVS2-K22-S22 et menace la possibilité de mener l'accélération du générateur de gaz de la turbomachine TAG2 à bien, celle-ci est repérée par des moyens de surveillance 120. Ces moyens de surveillance 120 commandent alors la mise en action du convertisseur CVS1.

Dans une première variante, le convertisseur CVS2 est déconnecté du bobinage S22 à l'aide du contacteur K22 ou mis en veille, et le convertisseur de puissance CVS1 alimente, seul, le bobinage S21 selon une loi de pilotage de couple identique à celle mise en œuvre par le convertisseur CSV1. Ainsi, la séquence de démarrage est poursuivie. Alors qu'initialement l'énergie était prélevée sur l'organe de stockage S2, elle l'est ensuite sur l'organe de stockage S1.

Dans une deuxième variante, et en cas de panne partielle ou progressive de la chaîne de puissance S2-CVS2-K22-S22, il est mis en œuvre une stratégie de pilotage séquentiel des convertisseurs, en transférant le couple d'une branche à l'autre de manière continue, en tout ou partie.

Ainsi les assistances par les deux bobinages peuvent être exclusives ou au contraire simultanées.

On précise qu'une panne ou insuffisance de puissance dans la chaîne de puissance S2-CVS2-K22-S22 peut être détectée, par les moyens de surveillance 120, au niveau de chaque élément de la chaîne de puissance S2-CVS2-K22-S22 (y compris le bus à courant continu), ou au niveau du système de supervision de la turbomachine TAG1,

par exemple en comparant l'accélération du générateur de gaz à un gabarit prédéterminé.

La chaîne de puissance S1-CVS1-K11-S11 et l'assistance à l'accélération du générateur de gaz de la turbomachine TAG1 sont surveillées de la même manière par des moyens de surveillance 110 qui assurent un rôle symétrique aux moyens de surveillance 120.

Dans une variante, chacun des bobinages S11, S12, S21 et S22 est dimensionné pour pouvoir, en fonctionnement moteur, fournir à lui seul les performances nécessaires pour un démarrage d'urgence, et a fortiori pour un démarrage normal de la turbomachine correspondante. Ainsi, en cas de panne ou d'insuffisance sur une des chaînes de puissance, démarrage normal et démarrage d'urgence peuvent être menés à bien avec une chaîne de puissance de remplacement.

Dans une autre variante, seuls les bobinages S11 et S21 sont dimensionnés pour pouvoir fournir, individuellement, les performances nécessaires pour un démarrage d'urgence. Néanmoins, les quatre bobinages S11, S21, S12 et S22 sont dimensionnés pour pouvoir fournir les performances nécessaires à un démarrage normal. Ainsi, en cas de panne ou d'insuffisance sur une des chaînes de puissance impliquant S11 ou S21, le démarrage normal peut être mené à bien avec une chaîne de puissance de remplacement, et le démarrage d'urgence s'opère avec des performances similaires à celles d'un démarrage normal, à l'aide d'un des bobinages S12 ou S22.

Enfin, dans une autre variante, les bobinages S11 et S12 (respectivement S22 et S21) sont dimensionnés pour délivrer conjointement, en étant alimentés simultanément, les performances de couple et de puissance pour le démarrage d'urgence de la turbomachine TAG1 (respectivement TAG2). Les deux convertisseurs CVS1 et CVS2 sont, pour un tel démarrage d'urgence, activés simultanément, l'un étant maître et l'autre esclave, de manière à alimenter de manière coordonnée les deux bobinages. On propose de plus que les bobinages S11 et S12 (respectivement S22 et S21) soient dimensionnés dans cette variante, pour permettre un démarrage normal utilisant un seul bobinage, ce qui permet d'assurer qu'en cas de panne ou d'insuffisance dans une des chaînes de puissance impliquant, un démarrage normal de la turbomachine puisse être mené à bien en tout état de cause.

En référence à la **figure 3**, un autre mode de réalisation d'un dispositif d'assistance, ici référence 101, est présenté. Les machines à double bobinage sont remplacées par des ensembles de deux machines tournantes à simple bobinage.

Ainsi, en remplacement de GD1, une machine tournante M1A à courant alternatif à un seul bobinage statorique est présente, avec, sur une autre prise de la boîte d'accessoires de la turbomachine TAG1, une autre machine tournante M1B à courant alternatif également à un seul bobinage statorique. Le bobinage S11 est dans ce mode de réalisation celui de la machine M1A et le bobinage S12 celui de la machine M1B. Il s'agit de bobinages polyphasés.

La machine M1A est à la fois une génératrice et un démarreur, alors que la machine M1B n'est qu'un démarreur. M1B peut éventuellement être mécaniquement reliée au générateur de gaz de la turbomachine par l'intermédiaire d'une roue libre, ce qui permet de ne dimensionner le démarreur que pour la vitesse maximale d'entraînement en mode démarreur soit autour de 50 à 60%NG, au lieu de la vitesse maximale du générateur de gaz soit 100%NG. Ainsi, pendant les phases de vol au cours desquelles la turbomachine est en fonctionnement, l'élément de stockage d'énergie électrique S1 est rechargé via la génératrice M1A et le convertisseur CVS1, la machine tournante M1B étant laissée au repos.

On précise de plus que l'une des deux machines M1A ou M1B est dimensionnée pour pouvoir fournir les performances requises en cas de démarrage d'urgence, mais que l'autre machine peut n'être dimensionnée que pour fournir les performances requises pour un démarrage normal.

Des éléments similaires sont mis en place au niveau de la boîte d'accessoires de la turbomachine TAG2, les machines électriques étant notées M2A et M2B.

Des moyens de surveillance 111 et 121 surveillent l'assistance à l'accélération des générateurs de gaz des turbomachines, comme en figure 2, pour commander la mise en route des convertisseurs de puissance CVS1 et CVS2.

En référence à la **figure 4**, un autre mode de réalisation d'un dispositif d'assistance, ici référence 102, est présenté. Les machines M1B et M2B sont remplacées par des machines à courant continu à balai et collecteur, D1 et D2. Leurs bobinages d'induit (au rotor) respectifs, S12 et S21, sont reliés au réseau de bord à courant continu de l'hélicoptère, qui est un réseau 28VDC comprenant notamment au moins une batterie

d'accumulateurs B. Des contacteurs KB1 et KB2 (en général non coordonnées l'un à l'autre) permettent d'isoler ces machines du réseau de bord ou au contraire de les y relier.

Un organe de stockage d'énergie électrique S unique peut de plus remplacer, dans la variante représentée, les organes de stockage S1 et S2 des précédents modes de réalisation. Des contacteurs KS1 et KS2 permettent de relier cet organe S soit au convertisseur CVS1 soit au convertisseur CVS2. Il est néanmoins possible d'utiliser deux organes de stockage comme en figures 2 et 3.

Des moyens de surveillance 112 et 122 surveillent l'assistance à l'accélération des générateurs de gaz des turbomachines, comme en figures 2 et 3, pour commander cette fois-ci le basculement des commutateurs KB1 et KB2.

En cas de panne ou d'insuffisance empêchant de procéder au démarrage d'une turbomachine, par exemple la turbomachine TAG1, à l'aide de la machine tournante à courant alternatif correspondante, c'est-à-dire pour TAG1 la machine M1A, le contacteur KB1 est fermé et le moteur à courant continu D1 prend le relai, permettant de procéder à un démarrage normal de la turbomachine TAG1 bien que le couple d'assistance ne puisse pas être piloté.

Les machines à courant continu D1 et D2 peuvent être des génératrices, en plus de leur fonction de démarreur. Si ce n'est pas le cas, elles peuvent être reliées à la boîte d'accessoires de la turbomachine correspondante par une roue libre.

L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation présentés, mais s'étend à toutes les variantes dans le cadre de la portée des revendications.

REVENDEICATIONS

- 5 1. Dispositif d'assistance (100 ; 101 ; 102) pour une turbomachine (TAG1) à turbine libre d'aéronef, le dispositif comprenant des premiers moyens d'alimentation (K11, CVS1) en énergie électrique d'un premier bobinage (S11) d'une machine tournante démarreur (GD1, M1A) pour entraîner le générateur de gaz de la turbomachine (TAG1), caractérisé en ce que le dispositif
- 10 comprend de plus des moyens de surveillance (110 ; 111 ; 112) des premiers moyens d'alimentation et du premier bobinage et des deuxièmes moyens d'alimentation (K12, CVS2, KB1), lesdits moyens de surveillance commandant l'alimentation en énergie électrique par les deuxièmes moyens d'alimentation d'un deuxième bobinage (S12) de la machine tournante, pour entraîner ledit
- 15 générateur de gaz si les moyens de surveillance (110 ; 111 ; 112) observent une insuffisance de puissance dans les premiers moyens d'alimentation ou dans le premier bobinage.
2. Dispositif d'assistance selon la revendication 1, comprenant la machine tournante démarreur (GD1, M1A) et de plus une machine tournante
- 20 démarreur tierce (GD2 ; M2A) pour apporter une assistance à l'accélération du générateur de gaz d'une deuxième turbomachine (TAG2) de l'aéronef, le deuxième bobinage (S12) étant connecté électriquement, en dérivation de ladite machine tournante tierce (GD2 ; M2A), à une même voie d'alimentation électrique (CVS2).
- 25 3. Dispositif d'assistance selon la revendication 2, comprenant un convertisseur de puissance (CVS2) et configuré pour que ledit convertisseur de puissance (CVS2) transmette de l'énergie électrique au deuxième bobinage (S12) de la machine tournante démarreur (GD1, M1A) ou, de manière exclusive, à la machine tournante démarreur tierce (GD2, M2A).
- 30 4. Dispositif d'assistance selon la revendication 3, comprenant un couple de contacteurs (K12, K22) ne pouvant pas être en position fermée de manière simultanée, de manière à obtenir la transmission d'énergie électrique exclusive

au deuxième bobinage (S12) ou à la machine tournante démarreur tierce (GD2, M2A).

5. Dispositif d'assistance selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel les moyens de surveillance (110 ; 111 ; 112) surveillent un ou plusieurs éléments (S1, CVS1, K11, S11) de la chaîne de puissance alimentant la machine tournante démarreur (GD1 ; M1A) en électricité
6. Dispositif d'assistance selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel les moyens de surveillance (110 ; 111 ; 112) surveillent le système de supervision de la turbomachine (TAG1).
7. Dispositif d'assistance selon l'une des revendications 1 à 6, comprenant ladite machine tournante démarreur (GD1), celle-ci étant une machine tournante à courant alternatif à tolérance de panne dite machine à double bobinage ou double étoile, le deuxième bobinage (S12) étant son deuxième bobinage.
8. Dispositif d'assistance selon la revendication 7, dans lequel le deuxième bobinage (S12) est dimensionné pour permettre l'assistance à l'accélération avec des performances similaires à celles fournies par le premier bobinage (S11).
9. Dispositif d'assistance selon la revendication 7, dans lequel le deuxième bobinage (S12) est dimensionné pour permettre l'assistance à l'accélération avec des performances supérieures à celles de la deuxième assistance.
10. Dispositif d'assistance selon l'une des revendications 1 à 9, comprenant deux convertisseurs de puissance (CVS1, CVS2) pour transmettre chacun de l'énergie électrique de manière contrôlée respectivement auxdits premier et deuxième bobinages (S11, S12).
11. Dispositif d'assistance selon l'une des revendications 1 à 10, comprenant une première source d'énergie électrique (S1, S) pour alimenter le premier ou respectivement le deuxième bobinage (S11, S12), le dispositif d'assistance étant de plus configuré pour que le deuxième ou respectivement le premier bobinage (S12, S11) puisse être alimenté par une deuxième source d'énergie (S2 ; B) distincte de la première source d'énergie.
12. Dispositif d'assistance selon l'une des revendications 1 à 11, comprenant de plus une machine tournante démarreur tierce (M2A) pour apporter une

assistance à l'accélération au générateur de gaz d'une deuxième turbomachine (TAG2) de l'aéronef, ladite machine tournante tierce (M2A) comprenant un bobinage (S22) dit troisième bobinage, le dispositif d'assistance comprenant de plus une source d'énergie électrique (S1, S2, KC ; S, KS1, KS2) configurée pour alimenter, en fonction des besoins, le premier ou le troisième bobinage (S11, S22).

13. Dispositif d'assistance selon l'une des revendications 1 à 12, dans lequel la machine tournante démarreur (M1A) est comprise dans le dispositif d'assistance et est aussi une génératrice configurée pour être actionnée par la turbomachine (TAG1), le deuxième bobinage (S12) étant quant à lui celui d'une deuxième machine tournante (M1B ; D1) comprise dans le dispositif d'assistance et qui est seulement un démarreur.

14. Dispositif d'assistance selon l'une des revendications 1 à 13, dans lequel le deuxième bobinage (S12) est celui d'une deuxième machine tournante (D1) comprise dans le dispositif d'assistance, la deuxième machine tournante étant à courant continu, et la première machine tournante (M1A), comprise dans le dispositif d'assistance, étant à courant alternatif.

15. Dispositif d'assistance selon l'une des revendications 1 à 14, dans lequel les moyens pour alimenter le deuxième bobinage comprennent un contacteur (KB1) qui est fermé s'il est constaté une impossibilité à accélérer ledit générateur de gaz à l'aide du premier bobinage.

16. Aéronef comprenant un dispositif d'assistance selon l'une des revendications 1 à 15, et dans lequel le premier bobinage (S11) est alimenté par un organe de stockage électrique (S) et le deuxième bobinage est alimenté par le réseau de bord de l'aéronef.

17. Procédé d'assistance à une turbomachine (TAG1) à turbine libre d'aéronef, comprenant une étape d'alimentation en énergie électrique par des premiers moyens d'alimentation (K11, CVS1) en énergie électrique d'un premier bobinage (S11) d'une machine tournante démarreur (GD1, M1A), pour entraîner le générateur de gaz de la turbomachine (TAG1), caractérisé en ce que le procédé comprend de plus une étape de surveillance des premiers moyens d'alimentation et du premier bobinage et une étape d'alimentation en

énergie électrique par des deuxièmes moyens d'alimentation (K12, CVS2, KB1) en énergie électrique d'un deuxième bobinage (S12) de la machine tournante pour entraîner ledit générateur de gaz, s'il est constaté au cours de l'étape de surveillance une insuffisance de puissance dans les premiers moyens d'alimentation ou dans le premier bobinage.

1/2

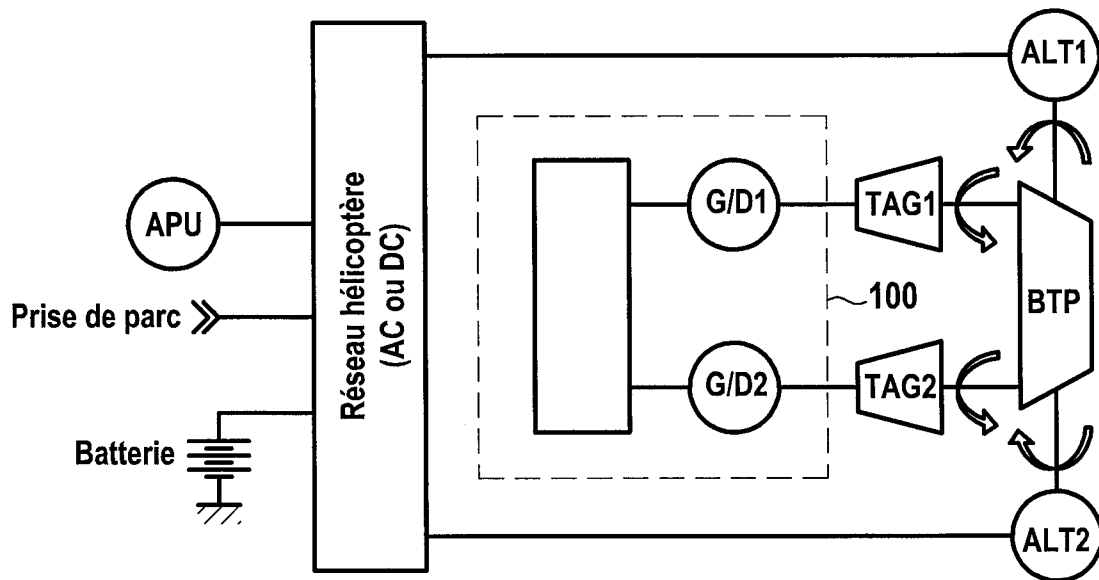


FIG.1

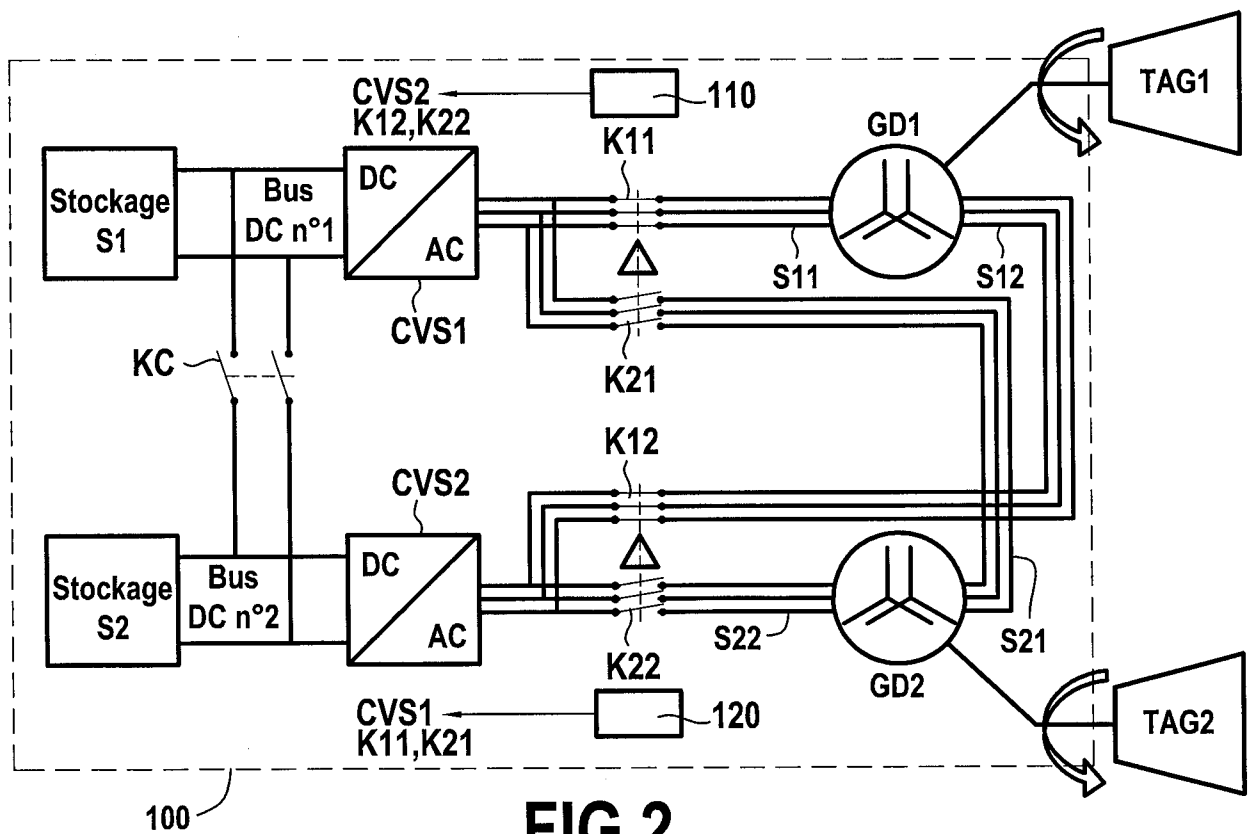
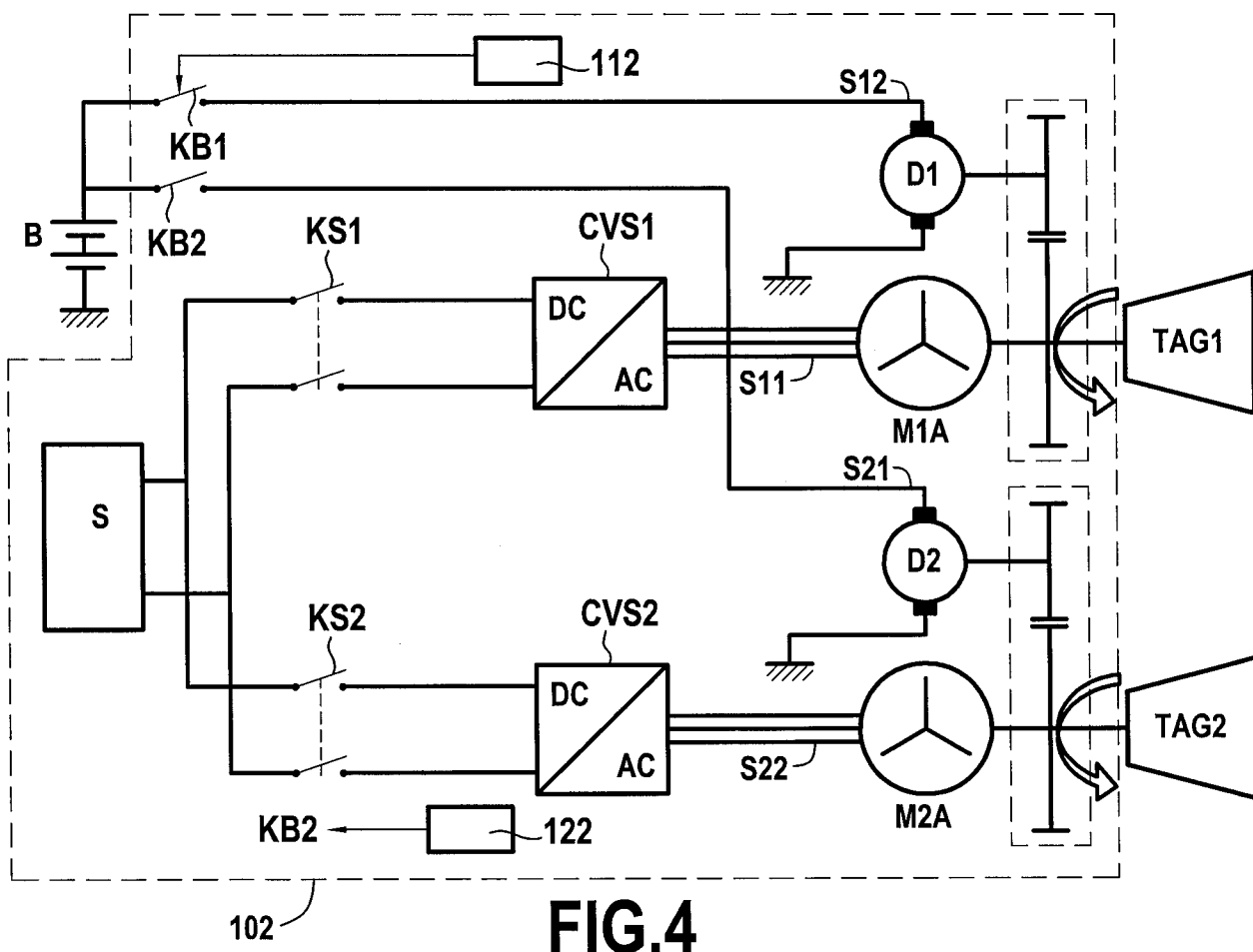
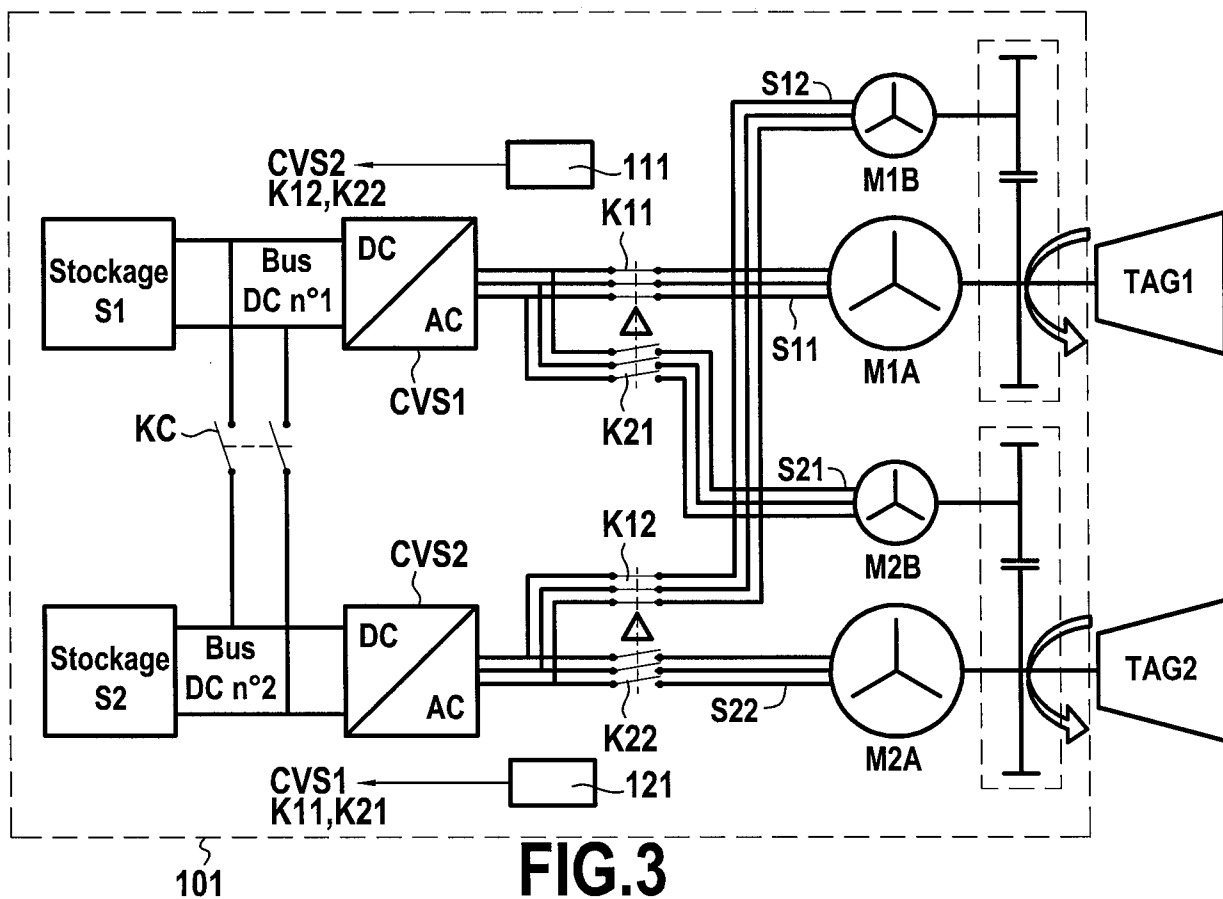


FIG.2

2/2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2015/050766

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F02C3/10 F02C7/275 F02C7/36 F02C9/42 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F02C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 581 586 A2 (PRATT & WHITNEY CANADA [CA]) 17 April 2013 (2013-04-17) cited in the application	1
A	abstract; figure 1 -----	2-17
X	FR 2 967 133 A1 (TURBOMECA [FR]) 11 May 2012 (2012-05-11) cited in the application	1
A	the whole document -----	2-17
A	WO 2011/086019 A2 (ROLLS ROYCE PLC [GB]; CULLEN JOHN [GB]; TRAINER DAVID [GB]; LONG STEPH) 21 July 2011 (2011-07-21) paragraphs [0004], [0027], [0028], [0030] figures 1-3 -----	1-17
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 3 August 2015		Date of mailing of the international search report 12/08/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Herbiet, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2015/050766

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 2581586	A2	17-04-2013	EP	2581586	A2	17-04-2013
			US	2013086919	A1	11-04-2013

FR 2967133	A1	11-05-2012	CA	2814381	A1	10-05-2012
			CN	103314198	A	18-09-2013
			EP	2635782	A2	11-09-2013
			FR	2967132	A1	11-05-2012
			FR	2967133	A1	11-05-2012
			JP	2013544329	A	12-12-2013
			KR	20130139943	A	23-12-2013
			RU	2013119963	A	10-12-2014
			US	2013219905	A1	29-08-2013
			WO	2012059671	A2	10-05-2012

WO 2011086019	A2	21-07-2011	EP	2524424	A2	21-11-2012
			US	2012275068	A1	01-11-2012
			WO	2011086019	A2	21-07-2011

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2015/050766

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F02C3/10 F02C7/275 F02C7/36 F02C9/42 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F02C		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 2 581 586 A2 (PRATT & WHITNEY CANADA [CA]) 17 avril 2013 (2013-04-17) cité dans la demande	1
A	abrégé; figure 1 -----	2-17
X	FR 2 967 133 A1 (TURBOMECA [FR]) 11 mai 2012 (2012-05-11) cité dans la demande	1
A	le document en entier -----	2-17
A	WO 2011/086019 A2 (ROLLS ROYCE PLC [GB]; CULLEN JOHN [GB]; TRAINER DAVID [GB]; LONG STEPH) 21 juillet 2011 (2011-07-21) alinéas [0004], [0027], [0028], [0030] figures 1-3 -----	1-17
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 3 août 2015		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 12/08/2015
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Herbiet, J

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2015/050766

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2581586 A2	17-04-2013	EP 2581586 A2	17-04-2013
		US 2013086919 A1	11-04-2013

FR 2967133 A1	11-05-2012	CA 2814381 A1	10-05-2012
		CN 103314198 A	18-09-2013
		EP 2635782 A2	11-09-2013
		FR 2967132 A1	11-05-2012
		FR 2967133 A1	11-05-2012
		JP 2013544329 A	12-12-2013
		KR 20130139943 A	23-12-2013
		RU 2013119963 A	10-12-2014
		US 2013219905 A1	29-08-2013
		WO 2012059671 A2	10-05-2012

WO 2011086019 A2	21-07-2011	EP 2524424 A2	21-11-2012
		US 2012275068 A1	01-11-2012
		WO 2011086019 A2	21-07-2011
