

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

(11) N° de publication :

3 025 183

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national :

14 58026

(51) Int Cl⁸ : B 64 D 33/00 (2016.01), B 64 D 13/06

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 27.08.14.

(30) Priorité :

(43) Date de mise à la disposition du public de la
demande : 04.03.16 Bulletin 16/09.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

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

☐ Demande(s) d'extension :

(71) Demandeur(s) : LABINAL POWER SYSTEMS — FR.

(72) Inventeur(s) : ALBERO FRANCK et ROQUES
SERGE, THIERRY.

(73) Titulaire(s) : LABINAL POWER SYSTEMS.

(74) Mandataire(s) : REGIMBEAU.

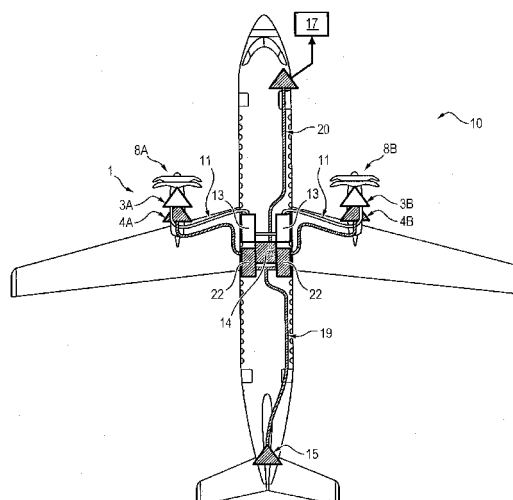
(54) SYSTEME ET PROCEDE DE GENERATION D'ENERGIE PNEUMATIQUE DANS UN AERONEF.

(57) L'invention concerne un système (1) de génération
d'énergie pneumatique dans un aéronef (10) équipé de tur-
bomoteurs (8, 8A, 8B), comprenant :

- au moins un compresseur (3, 3A, 3B) mécanique des-
tiné à la production d'énergie pneumatique ;
- au moins une unité (4, 4A, 4B) électrique, apte à fonc-
tionner en tant que moteur électrique ou en tant que géné-
rateur électrique,

caractérisé en ce que :

le compresseur (3, 3A, 3B) mécanique est connecté mé-
caniquement à l'unité (4, 4A, 4B) électrique et est apte à être
connecté mécaniquement à une turbine (9) d'un turbomo-
teur (8, 8A, 8B), de sorte à ce que le compresseur (3) mé-
canique soit entraîné soit par l'unité (4, 4A, 4B) électrique
configurée pour fonctionner en tant que moteur électrique,
soit par la turbine (9).



FR 3 025 183 - A1



Domaine de l'invention

L'invention concerne un système et un procédé de génération d'énergie pneumatique dans un aéronef comprenant des turbomoteurs.

5 Présentation de l'Art Antérieur

A bord d'un aéronef, il est nécessaire d'avoir à disposition de l'énergie pneumatique sous forme d'air pressurisé, afin de pouvoir réaliser certaines fonctions, telles que le conditionnement d'air de la cabine de pilotage et de la cabine des passagers ou le dégivrage de certains organes
10 de l'aéronef.

A hautes altitudes, l'oxygène se raréfie et la pression de l'air baisse. Ceci implique, pour assurer le confort et la survie des passagers lors d'un vol, de pressuriser les cabines de l'aéronef. Pour cela, de l'air avec un niveau minimum de pression (en général entre 0,8 et 1 bar) et une
15 température maîtrisée (exigence réglementaire) doit être fourni au circuit de conditionnement d'air. Un aéronef est ainsi équipé (cf. Figure 1) d'un système de pressurisation et de climatisation qui alimente notamment en air comprimé des modules 100 de pressurisation de la cabine.

Dans l'art antérieur, il est connu de prélever en vol (prélèvement symbolisé par la référence numérique 103 en Figure 1) de l'air comprimé
20 sur une des turbomachines 101, et au sol (prélèvement symbolisé par la référence numérique 106 en Figure 1) sur l'unité auxiliaire de puissance 104 (en anglais APU, pour « *Auxiliary Power Unit* »). Des conduits 102 pneumatiques sont prévus pour le prélèvement et la transmission de l'air comprimé dans l'aéronef.
25

La Figure 1 illustre également une unité électrique 106 de la turbomachine, une unité électrique 110 de l'unité auxiliaire de puissance, ainsi que des cœurs 105 électriques de l'aéronef, des connexions 107 électriques étant prévues entre ces différents sous-systèmes.

30 La solution de l'art antérieur présente toutefois des inconvénients dont certains sont cités ci-dessous :

- les performances du turbomoteur sont diminuées en raison du prélèvement d'air venant dégrader le cycle de fonctionnement ;
- la température de l'air prélevé au niveau du compresseur dépasse largement la contrainte réglementaire (la contrainte réglementaire impose une température maximale de cheminement des conduits pneumatiques sans risque de dégradation de son voisinage, notamment dans les zones carburant), ce qui nécessite un dispositif de refroidissement difficile à intégrer dans la nacelle ou dans le mat moteur (généralement appelé pré-refroidisseur - de l'anglais « *precooler* ») avant envoi de l'air dans le circuit de l'aéronef ;
- la climatisation au sol n'est possible que si l'unité auxiliaire de puissance est allumée ;
- de nombreux conduits pneumatiques sont nécessaires pour relier les turbomachines, l'unité auxiliaire de puissance et le système de pressurisation et de climatisation.

Présentation de l'invention

L'invention propose un système de génération d'énergie pneumatique dans un aéronef équipé de turbomoteurs, comprenant au moins un compresseur mécanique destiné à la production d'énergie pneumatique, au moins une unité électrique, apte à fonctionner en tant que moteur électrique ou en tant que générateur électrique, caractérisé en ce que le compresseur mécanique est connecté mécaniquement à l'unité électrique et est apte à être connecté mécaniquement à une turbine d'un turbomoteur, de sorte à ce que le compresseur mécanique soit entraîné soit par l'unité électrique configurée pour fonctionner en tant que moteur électrique, soit par la turbine.

L'invention est avantageusement complétée par les caractéristiques suivantes, prises seules ou en une quelconque de leur combinaison techniquement possible :

- le système comprend un dispositif d'accouplement/désaccouplement mécanique configuré pour accoupler ou désaccoupler

mécaniquement le compresseur mécanique de la turbine du turbomoteur ;

- le dispositif d'accouplement/désaccouplement mécanique est choisi parmi un embrayage, un train épicycloïdal, ou un système de roue libre ou tout autre système d'accouplement mécanique ;
- le système comprend une unité électronique d'alimentation apte à alimenter électriquement l'unité électrique, ladite unité électronique d'alimentation présentant une connexion électrique vers une source de puissance interne de l'aéronef de l'aéronef ou vers une source d'alimentation externe à l'aéronef.

L'invention concerne également un aéronef comprenant un ou plusieurs turbomoteurs présentant une turbine, caractérisé en ce qu'il comprend un système de génération d'énergie pneumatique tel que décrit précédemment, au moins un compresseur mécanique et une unité électrique dudit système étant disposés sur au moins un des turbomoteurs.

L'invention concerne également un procédé de génération d'énergie pneumatique dans un aéronef comprenant des turbomoteurs, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

- dans au moins un premier mode de fonctionnement, entraîner au moins un compresseur mécanique disposé dans un turbomoteur par une unité électrique du turbomoteur fonctionnant en tant que moteur électrique, et
 - dans au moins un deuxième mode de fonctionnement, entraîner le compresseur mécanique par une turbine dudit turbomoteur,
- pour la production d'énergie pneumatique dans l'aéronef.

L'invention est avantageusement complétée par les caractéristiques suivantes, prises seules ou en une quelconque de leur combinaison techniquement possible :

- dans le premier mode de fonctionnement, le turbomoteur est éteint, et le compresseur mécanique et l'unité électrique sont désaccouplés mécaniquement de la turbine du turbomoteur ;

- dans le premier mode de fonctionnement, une unité électronique d'alimentation alimente l'unité électrique, ladite unité électronique d'alimentation étant alimentée électriquement par une source de puissance interne de l'aéronef ou par une source d'alimentation externe à l'aéronef ;
 - dans le deuxième mode de fonctionnement, le turbomoteur est allumé, et le compresseur mécanique et l'unité électrique sont accouplés mécaniquement à la turbine du turbomoteur, et sont entraînés par celle-ci, l'unité électrique fonctionnant en tant que générateur électrique ;
 - dans un troisième mode de fonctionnement, au moins un turbomoteur est éteint et au moins un turbomoteur est opérationnel, ledit procédé comprenant les étapes consistant à entraîner un compresseur mécanique disposé sur le turbomoteur éteint par une unité électrique dudit turbomoteur fonctionnant en tant que moteur électrique, entraîner un compresseur mécanique, et une unité électrique fonctionnant en tant que générateur électrique, du turbomoteur opérationnel par une turbine dudit turbomoteur.
- L'invention présente de nombreux avantages.
- Les performances des turbomoteurs sont améliorées par la suppression du prélèvement d'air comprimé.
- Les performances énergétiques du système sont améliorées, étant donné qu'il n'est plus nécessaire de refroidir l'air dans un pré-refroidisseur.
- En outre, la chaîne de puissance est améliorée réduisant ainsi la consommation du carburant.
- Le compresseur pneumatique peut présenter une géométrie de sortie variable permettant de réguler la pression de sortie à la demande.
- La climatisation au sol est possible via l'unité auxiliaire de puissance (ce qui assure une autonomie vis-à-vis de l'aéroport), ou via le GPU (« *Ground Power Unit* »).

Au sol, une unique unité électronique d'alimentation (de type électronique de puissance ou contacteur) sert à la fois à démarrer le moteur et à alimenter l'unité électrique du système.

En vol, l'unité électronique d'alimentation sert à la fois à redémarrer un moteur éteint ou, en cas d'impossibilité de redémarrage du turbomoteur, à alimenter l'unité électrique du système à partir d'une unité auxiliaire de puissance afin de soulager le(s) turbomoteur(s) restant(s).

Concernant les conduits pneumatiques, leur nombre est minimisé par la suppression de la liaison pneumatique depuis l'unité auxiliaire de puissance jusqu'au système de pressurisation et de climatisation, et leur masse est réduite car leur dimensionnement n'a plus à tenir compte des surpressions occasionnelles dues à des défauts de régulation dans les systèmes de l'art antérieur.

Enfin, la mutualisation de l'unité électronique d'alimentation de pilotage du compresseur avec des fonctions de démarrage moteur permet de réduire la masse embarquée.

Présentation des figures

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront encore de la description qui suit, laquelle est purement illustrative et non limitative, et doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la Figure 1 est une représentation d'un système de génération d'énergie pneumatique d'un aéronef, selon l'art antérieur ;
- la Figure 2 est une représentation d'un système de génération d'énergie pneumatique d'un aéronef, selon un mode de réalisation de l'invention ;
- la Figure 3 est une représentation d'un turbomoteur comprenant un compresseur mécanique et une unité électrique, ainsi qu'un dispositif d'accouplement/désaccouplement mécanique ;
- la Figure 4 est une représentation d'un dispositif d'accouplement/désaccouplement mécanique configuré pour accoupler mécaniquement le compresseur mécanique et l'unité

- électrique avec une turbine du turbomoteur, ou pour les désaccoupler ;
- la Figure 5 est une représentation schématique d'un premier mode de fonctionnement du système, avec des vues schématiques du fonctionnement de chacun des turbomoteurs ;
 - la Figure 6 est une représentation schématique d'un deuxième mode de fonctionnement du système, avec des vues schématiques du fonctionnement de chacun des turbomoteurs ;
 - la Figure 7 est une représentation schématique d'un troisième mode de fonctionnement du système, avec des vues schématiques du fonctionnement de chacun des turbomoteurs.

Description détaillée

Système de génération d'énergie pneumatique

On a représenté schématiquement en Figures 2 et 3 un mode de réalisation d'un système 1 de génération d'énergie pneumatique dans un aéronef 10. Le système 1 permet la génération d'air comprimé et sa transmission, notamment à la cabine de l'aéronef, à des fins de pressurisation et de climatisation. Le cas échéant, l'air comprimé fourni par le système 1 est transmis vers des zones de l'aéronef 10 à dégivrer, comme les ailes de l'aéronef 10.

L'aéronef 10 comprend des turbomoteurs 8, qui sont par exemple des turboréacteurs ou des turbopropulseurs (les indices A et B sont utilisés par la suite pour différencier les turbomoteurs, ainsi que leurs composants respectifs).

Le système 1 comprend au moins un compresseur 3 mécanique. Chaque compresseur 3 mécanique est installé sur un turbomoteur 8 en plus des compresseurs liés à la génération d'énergie propulsive. Différentes technologies peuvent être utilisées : compresseur à turbine, à vis, à palettes ou autres.

Le compresseur 3 mécanique est installé sur le turbomoteur 8.

Le système 1 comprend des conduits 11 pneumatiques qui reçoivent l'air comprimé produit par le compresseur 3 mécanique et le transportent par exemple vers les ailes de l'aéronef 10, ou vers la cabine de l'aéronef 10.

5 En particulier, des modules 13 de gestion de la pressurisation et de la climatisation de la cabine reçoivent l'air comprimé et le diffuse dans la cabine en fonction des conditions de vol et de la pression dans la cabine. Ces modules 13, qui sont configurés pour abaisser la pression et la température de l'air et pour réguler l'ambiance de la cabine, sont en soi connus et font partie des systèmes ECS (Environmental Control System)
10 classiquement installés dans un aéronef.

Le système 1 comprend en outre au moins une unité 4 électrique. Cette unité 4 électrique est apte à fonctionner en tant que moteur électrique (c'est-à-dire que l'unité 4 peut fournir une énergie mécanique à partir d'une
15 énergie électrique) ou en tant que générateur électrique (c'est-à-dire que l'unité 4 peut fournir une énergie électrique à partir d'une énergie mécanique). L'unité 4 est donc un moteur/générateur (on peut par exemple trouver ce type d'unité dans les voitures ou dans certaines turbomachines)

L'unité 4 électrique est également installée sur le turbomoteur 8. En
20 Figure 3, on a également représenté un starter et/ou générateur 7 qui peut notamment servir à démarrer le turbomoteur 8.

Le compresseur 3 mécanique est connecté mécaniquement à l'unité 4 électrique pour l'entraînement du compresseur 3 mécanique par l'unité 4 électrique.

25 Un système d'engrènement 21 (par exemple comprenant un ou plusieurs arbres) est donc prévu entre l'unité 4 électrique et le compresseur 3 mécanique, pour la transmission du mouvement mécanique.

En particulier, dans un premier mode de fonctionnement, l'unité 4 électrique est alors configurée pour entraîner le compresseur 3 mécanique,
30 l'unité 4 électrique fonctionnant alors en tant que moteur électrique.

En outre, le compresseur 3 mécanique est apte à être connecté à une turbine 9 du turbomoteur 8, pour l'entraînement du compresseur 3

mécanique par la turbine 9. Il s'agit de la turbine 9 du turbomoteur 8 sur lequel le compresseur 3 mécanique est installé.

Comme explicité par la suite, cette connexion mécanique entre le compresseur 3 mécanique et la turbine 9 peut être permanente ou être
5 gérée par un dispositif 12 d'accouplement/désaccouplement mécanique.

En particulier, le système d'engrènement 21 qui lie l'unité 4 électrique et le compresseur 3 mécanique est connecté mécaniquement à une transmission 16 (par exemple un arbre tournant) de la turbine 9.

La turbine 9 entraîne donc à la fois le compresseur 3 mécanique et
10 l'unité 4 électrique, qui fonctionne alors en tant que générateur électrique.

Comme illustré en Figure 4, le système 1 peut comprendre un dispositif 12 d'accouplement/désaccouplement mécanique configuré pour accoupler ou désaccoupler mécaniquement le compresseur 3 mécanique de la turbine 9 du turbomoteur 8. En particulier, ce dispositif 12 permet
15 d'accoupler mécaniquement l'ensemble comprenant l'unité 4 électrique et le compresseur 3 mécanique à la turbine 9. De même, le dispositif 12 permet leur désaccouplement.

Le dispositif 12 gère donc la liaison mécanique entre le système d'engrènement 21 et la transmission 16 de la turbine 9.

20 Divers modes de réalisation du dispositif 12 sont possibles.

Dans un exemple de réalisation, le dispositif 12 est un embrayage permettant un entraînement par friction ou par dentures/cannelures.

Dans un autre exemple de réalisation, le dispositif 12 est un train épicycloïdal permettant de transmettre ou non un couple en bloquant l'un
25 des étages du train épicycloïdal. Le système de blocage peut par exemple être un frein, de type à disque et mors, ou à tambour.

Un autre exemple de réalisation du dispositif 12 consiste en un système de roue libre, étant donné que le couple moteur est toujours orienté dans le même sens de rotation. Cet exemple de réalisation présente
30 des avantages en termes de simplicité et de fiabilité. Par exemple, un système de roue libre à rouleaux peut être utilisé.

Le système 1 comprend en outre une unité électronique d'alimentation 14 permettant d'alimenter électriquement l'unité 4 électrique, dans certains modes de fonctionnement du système 1. L'unité électronique d'alimentation 14 est par exemple une électronique de puissance ou un
5 contacteur.

Le cas échéant l'unité électronique d'alimentation 14 peut alimenter l'unité 4 électrique via des cœurs 22 de puissance de l'aéronef.

L'unité électronique d'alimentation 14 peut en particulier être elle-même alimentée électriquement par une source d'alimentation interne à
10 l'aéronef, comme une unité 15 auxiliaire de puissance (APU) de l'aéronef. Une connexion électrique 19 lie l'unité 15 auxiliaire de puissance à l'unité électronique d'alimentation 14.

Alternativement, le système 1 comprend une connexion 20 électrique entre l'unité électronique d'alimentation 14 et une source 17 d'alimentation
15 externe à l'aéronef. Cette source 17 d'alimentation externe se trouve typiquement dans les aéroports, et est désignée par l'acronyme GPU (« *Ground Power Unit* ») par l'homme du métier.

L'aéronef 10 peut comprendre un ou plusieurs compresseurs 3 mécanique et une ou plusieurs unités 4 électriques par turbomoteur 8.

20 Le système 1 comprend enfin typiquement une unité de traitement qui permet de contrôler les modes de fonctionnement du système. En particulier l'unité de traitement reçoit des informations de l'aéronef sur l'état de vol de l'aéronef et l'état de fonctionnement des turbomoteurs, pour contrôler ainsi les modes de fonctionnement du système en fonction de ces
25 informations. Par exemple, l'unité de traitement commande l'unité électronique d'alimentation 14 afin que celle-ci alimente ou non l'unité 4 électrique. L'unité de traitement sélectionne également la source d'alimentation électrique de l'unité électronique d'alimentation 14 en fonction du mode de fonctionnement du système, ou en fonction des ordres
30 du pilote.

Selon le mode de réalisation du dispositif 12 d'accouplement/désaccouplement, celui-ci peut être contrôlé par ladite unité

de traitement, via des commandes électromécaniques. Dans le cas d'un système de roue libre, celui-ci est autonome et il n'est pas nécessaire de le contrôler.

L'unité de traitement peut également être configurée pour recevoir des ordres du pilote afin de sélectionner les modes de fonctionnement du système 1.

Procédé de génération d'énergie pneumatique

On décrit à présent un procédé de génération d'énergie pneumatique dans un aéronef, mettant en œuvre le système 1 précédemment décrit.

Des modes de fonctionnement sont illustrés en Figures 5 à 7. On note que les flèches ou parties hachurées correspondent à une fourniture d'énergie électrique, les flèches ou parties noires correspondent à une fourniture d'énergie mécanique, et les flèches ou parties blanches correspondent à une fourniture d'énergie pneumatique.

Dans un premier mode de fonctionnement (illustré en Figure 5), le procédé comprend l'étape consistant à entraîner le compresseur 3A, 3B mécanique installé sur un turbomoteur 8A, 8B de l'aéronef 10 par l'unité 4A, 4B électrique du turbomoteur 8 fonctionnant en tant que moteur électrique.

Ce premier mode de fonctionnement est mis en œuvre lorsque l'aéronef est au sol.

Dans ce premier mode de fonctionnement, les turbomoteurs 8A, 8B sont éteints, afin de réduire les pollutions sonores. Pour chaque turbomoteur 8A, 8B le compresseur 3A, 3B mécanique et l'unité 4A, 4B électrique sont désaccouplés mécaniquement de la turbine 9A, 9B dudit turbomoteur 8A, 8B, via le dispositif 12A, 12B d'accouplement/désaccouplement.

Ce désaccouplement permet d'éviter que l'unité 4A, 4B électrique, qui fonctionne en tant que moteur électrique, n'entraîne également la turbine 9A, 9B du turbomoteur 8A, 8B ce qui n'est pas souhaité.

En outre, l'unité 4A, 4B électrique est alimentée électriquement par l'unité électronique d'alimentation 14. L'unité électronique d'alimentation 14 est elle-même alimentée soit par une source d'alimentation interne à l'aéronef comme l'unité 15 auxiliaire de puissance de l'aéronef, soit par une
5 source 17 d'alimentation externe à l'aéronef (de type GPU). Si l'alimentation est réalisée par la source 17, l'unité 15 auxiliaire de puissance peut être éteinte.

Le choix de l'alimentation électrique de l'unité électronique d'alimentation 14 peut notamment dépendre la présence d'une unité 15
10 auxiliaire de puissance dans l'aéronef et de la présence d'une source 17 dans l'aéroport.

Au sol, le système 1 gère en général uniquement la climatisation de la cabine de l'aéronef 10.

Dans un deuxième mode de fonctionnement (illustré en Figure 6), le
15 procédé comprend l'étape consistant à entraîner le compresseur 3A, 3B mécanique par la turbine 9A, 9B du turbomoteur 8A, 8B.

Dans ce deuxième mode de fonctionnement, qui correspond à une phase en vol ou à une phase de roulage/décollage, les turbomoteurs 8A, 8B sont allumés.

20 Pour chaque turbomoteur 8A, 8B, le compresseur 3A, 3B mécanique et l'unité 4A, 4B électrique sont accouplés mécaniquement à la turbine 9A, 9B dudit turbomoteur 8A, 8B, via le dispositif 12A, 12B d'accouplement, et sont entraînés par la turbine 9A, 9B, l'unité 4A, 4B électrique fonctionnant en tant que générateur électrique. L'énergie produite par l'unité 4A, 4B
25 électrique est utilisée par l'aéronef.

Un excellent rendement est assuré car les transformations de puissance sont limitées. En outre, ce mode de fonctionnement est bénéfique pour la consommation en carburant, celle-ci étant réduite par rapport à l'état de l'art.

30 Dans ce mode de fonctionnement, l'unité 15 auxiliaire de puissance est en général éteinte.

On note qu'en phase de démarrage des turbomoteurs 8A, 8B, la climatisation est en général coupée (durée inférieure à une minute). L'unité électronique d'alimentation 14 pilote le starter/générateur 7 du turbomoteur 8A, 8B pour démarrer le turbomoteur 8A, 8B. L'unité électronique d'alimentation 14 est elle-même alimentée par l'unité 15 auxiliaire de puissance de l'aéronef ou par batterie ou par la source 17 d'alimentation externe à l'aéronef, si celle-ci est disponible.

On note donc que l'unité électronique d'alimentation 14 est utilisable pour assurer à la fois les fonctions de démarrage moteur et d'alimentation du système 1 de génération d'énergie pneumatique. Cette mutualisation de l'unité électronique d'alimentation pour le pilotage du compresseur pneumatique avec des fonctions de démarrage moteur permet de réduire la masse embarquée.

Dans un troisième mode de fonctionnement (illustré en Figure 7), au moins un turbomoteur 8A est éteint et au moins un turbomoteur 8B est opérationnel. Ce mode de fonctionnement peut être mis en œuvre au sol ou en vol.

Le procédé comprend les étapes consistant à :

- entraîner le compresseur 3A mécanique du turbomoteur 8A éteint par l'unité 4A électrique dudit turbomoteur ;
- entraîner le compresseur 3B mécanique, et l'unité 4B électrique fonctionnant en tant que générateur électrique, du turbomoteur 8B opérationnel par la turbine 9B dudit turbomoteur 8B.

En particulier, dans le turbomoteur 8B opérationnel, le compresseur 3B mécanique et l'unité 4B électrique sont accouplés mécaniquement à la turbine 9B dudit turbomoteur 8B, et sont entraînés par celle-ci, l'unité 4B électrique fonctionnant en tant que générateur électrique.

Dans le turbomoteur 8A éteint, le compresseur 3A mécanique et l'unité 4A électrique sont désaccouplés mécaniquement de la turbine 9A dudit turbomoteur 8A. L'unité 4A électrique fonctionne en tant que moteur électrique pour entraîner le compresseur 3A mécanique. L'unité 4A électrique est alimentée électriquement par l'unité électronique

d'alimentation 14 de l'aéronef, l'unité électronique d'alimentation 14 étant elle-même alimentée par le turbomoteur 8B opérationnel ou par l'unité 15 auxiliaire de puissance.

5 Dans les modes de fonctionnement précédemment décrit, l'énergie pneumatique fournie par le système 1 sous forme d'air comprimé sert notamment à pressuriser la cabine et à la climatiser. En outre, l'air comprimé peut être amené vers des zones de l'aéronef pour en assurer le dégivrage, comme les ailes de l'aéronef. Les conduits 11 pneumatiques assurent le transport de l'air comprimé.

10 On note que les modes de fonctionnement des Figures 5 à 7 sont des exemples de réalisation et d'autres modes de fonctionnement peuvent être implémentés selon les besoins ou les configurations de vol de l'aéronef.

15 Comme on le comprend, le système et le procédé de l'invention offrent de nombreux avantages.

Les performances des turbomoteurs sont améliorées par la suppression du prélèvement d'air comprimé.

Les performances énergétiques du système sont améliorées, étant donné qu'il n'est plus nécessaire de refroidir l'air dans un pré-refroidisseur.

20 En outre, la chaîne de puissance est améliorée réduisant ainsi la consommation du carburant.

Le compresseur pneumatique peut présenter une géométrie de sortie variable permettant de réguler la pression de sortie à la demande.

25 La climatisation au sol est possible via l'unité auxiliaire de puissance (ce qui assure une autonomie vis-à-vis de l'aéroport), ou via le GPU (« *Ground Power Unit* »).

Au sol, une unique unité électronique d'alimentation (de type électronique de puissance ou contacteur) sert à la fois à démarrer le moteur et à alimenter l'unité électrique du système.

30 En vol, l'unité électronique d'alimentation sert à la fois à redémarrer un moteur éteint ou, en cas d'impossibilité de redémarrage du turbomoteur,

à alimenter l'unité électrique du système à partir d'une unité auxiliaire de puissance afin de soulager le(s) turbomoteur(s) restant(s).

Concernant les conduits pneumatiques, leur nombre est minimisé par la suppression de la liaison pneumatique depuis l'unité auxiliaire de puissance jusqu'au système de pressurisation et de climatisation, et leur masse est réduite car leur dimensionnement n'a plus à tenir compte des surpressions occasionnelles dues à des défauts de régulation dans les systèmes de l'art antérieur.

Enfin, la mutualisation de l'unité électronique d'alimentation de pilotage du compresseur avec des fonctions de démarrage moteur permet de réduire la masse embarquée.

Revendications

1. Système (1) de génération d'énergie pneumatique dans un aéronef (10) équipé de turbomoteurs (8, 8A, 8B), comprenant :
 - 5 – au moins un compresseur (3, 3A, 3B) mécanique destiné à la production d'énergie pneumatique ;
 - au moins une unité (4, 4A, 4B) électrique, apte à fonctionner en tant que moteur électrique ou en tant que générateur électrique, caractérisé en ce que :
- 10 le compresseur (3, 3A, 3B) mécanique est connecté mécaniquement à l'unité (4, 4A, 4B) électrique et est apte à être connecté mécaniquement à une turbine (9) d'un turbomoteur (8, 8A; 8B), de sorte à ce que le compresseur (3) mécanique soit entraîné soit par l'unité (4, 4A, 4B) électrique configurée pour fonctionner en tant que moteur électrique, soit
15 par la turbine (9).
2. Système selon la revendication 1, comprenant un dispositif (12) d'accouplement/désaccouplement mécanique configuré pour accoupler ou désaccoupler mécaniquement le compresseur (3, 3A, 3B) mécanique de la
20 turbine (9) du turbomoteur (8, 8A, 8B).
3. Système selon la revendication 2, dans lequel le dispositif (12) d'accouplement/désaccouplement mécanique est choisi parmi :
 - un embrayage ;
 - 25 – un train épicycloïdal ;
 - un système de roue libre.
4. Système selon l'une des revendications 1 à 3, comprenant une unité électronique d'alimentation (14) apte à alimenter électriquement l'unité (4,
30 4A, 4B) électrique, ladite unité électronique d'alimentation (14) présentant une connexion électrique (19, 20) vers une source (15) de puissance

interne de l'aéronef ou vers une source (17) d'alimentation externe à l'aéronef.

5. Aéronef (10) comprenant un ou plusieurs turbomoteurs (8, 8A, 8B)
5 présentant une turbine (9), caractérisé en ce qu'il comprend un système de génération d'énergie pneumatique selon l'une des revendications 1 à 4, au moins un compresseur (3, 3A, 3B) mécanique et une unité (4, 4A, 4B) électrique dudit système étant disposés sur au moins un des turbomoteurs (8, 8A, 8B).
- 10 6. Procédé de génération d'énergie pneumatique dans un aéronef comprenant des turbomoteurs (8, 8A, 8B), caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :
- dans au moins un premier mode de fonctionnement, entraîner au
15 moins un compresseur (3, 3A, 3B) mécanique disposé dans un turbomoteur (8, 8A, 8B) par une unité (4, 4A, 4B) électrique du turbomoteur fonctionnant en tant que moteur électrique, et
 - dans au moins un deuxième mode de fonctionnement, entraîner le compresseur (3, 3A, 3B) mécanique par une turbine (9) dudit
20 turbomoteur (8, 8A, 8B),
- pour la production d'énergie pneumatique dans l'aéronef.
7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel, dans le premier mode de fonctionnement :
- 25 – le turbomoteur (8, 8A, 8B) est éteint, et
 - le compresseur (3, 3A, 3B) mécanique et l'unité (4, 4A, 4B) électrique sont désaccouplés mécaniquement de la turbine (9) du turbomoteur (8, 8A, 8B).
- 30 8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel, dans le premier mode de fonctionnement, une unité électronique d'alimentation (14) alimente l'unité (4, 4A, 4B) électrique, ladite unité électronique d'alimentation (14) étant

alimentée électriquement par une source (15) de puissance interne de l'aéronef ou par une source (17) d'alimentation externe à l'aéronef.

9. Procédé selon la revendication 6, dans lequel, dans le deuxième mode de fonctionnement :

- le turbomoteur (8, 8A, 8B) est allumé, et
- le compresseur (3, 3A, 3B) mécanique et l'unité (4, 4A, 4B) électrique sont accouplés mécaniquement à la turbine (9) du turbomoteur (8, 8A, 8B), et sont entraînés par celle-ci, l'unité (4, 4A, 4B) électrique fonctionnant en tant que générateur électrique.

10. Procédé selon l'une des revendications 6 à 9, dans lequel, dans un troisième mode de fonctionnement, au moins un turbomoteur (8A) est éteint et au moins un turbomoteur (8B) est opérationnel, ledit procédé comprenant les étapes consistant à :

- entraîner un compresseur (3A) mécanique disposé sur le turbomoteur (8A) éteint par une unité (4A) électrique dudit turbomoteur fonctionnant en tant que moteur électrique ;
- entraîner
 - un compresseur (3B) mécanique, et
 - une unité (4B) électrique fonctionnant en tant que générateur électrique,du turbomoteur (8B) opérationnel par une turbine (9) dudit turbomoteur (8B).

1/6

FIG. 1

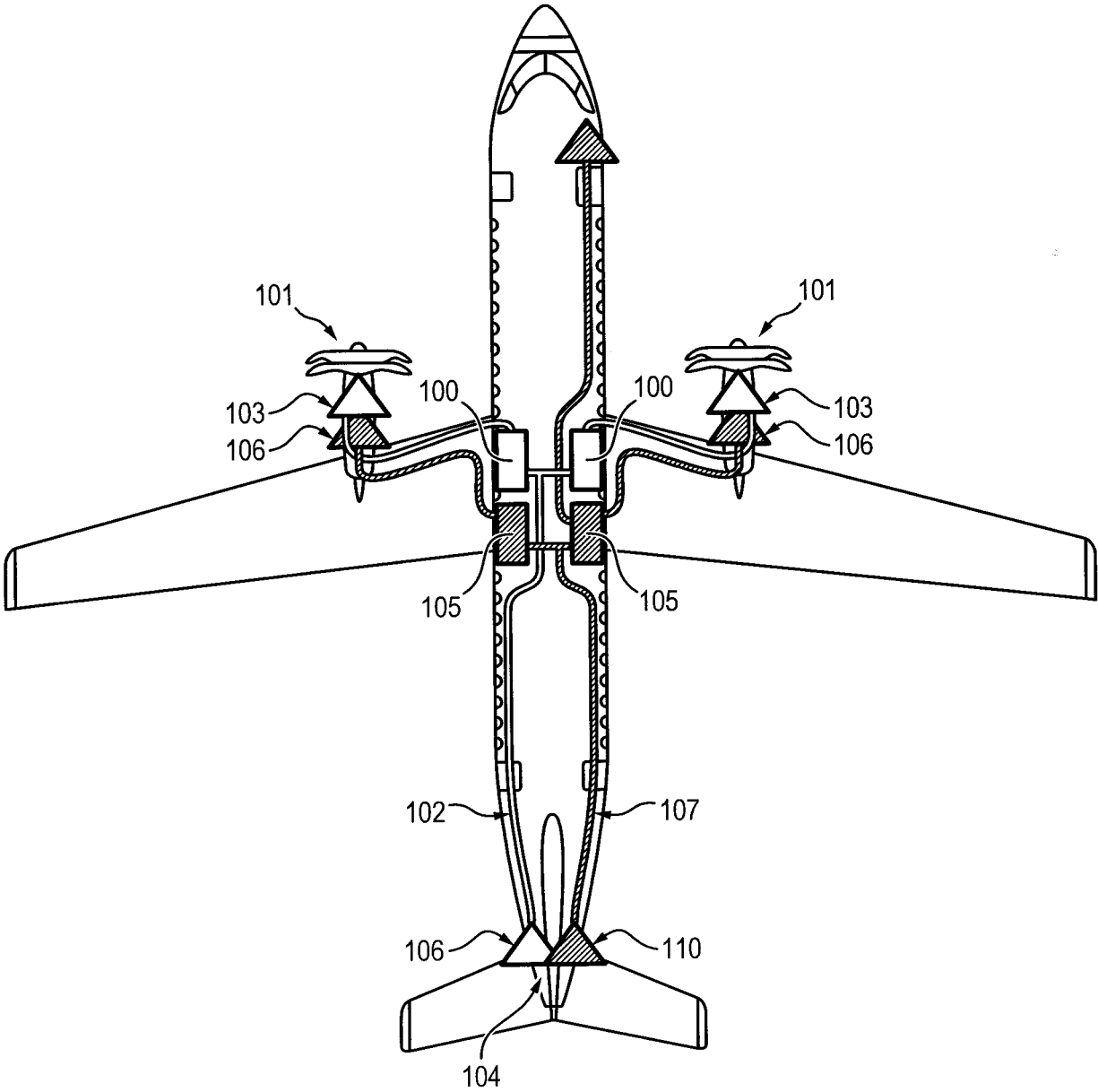
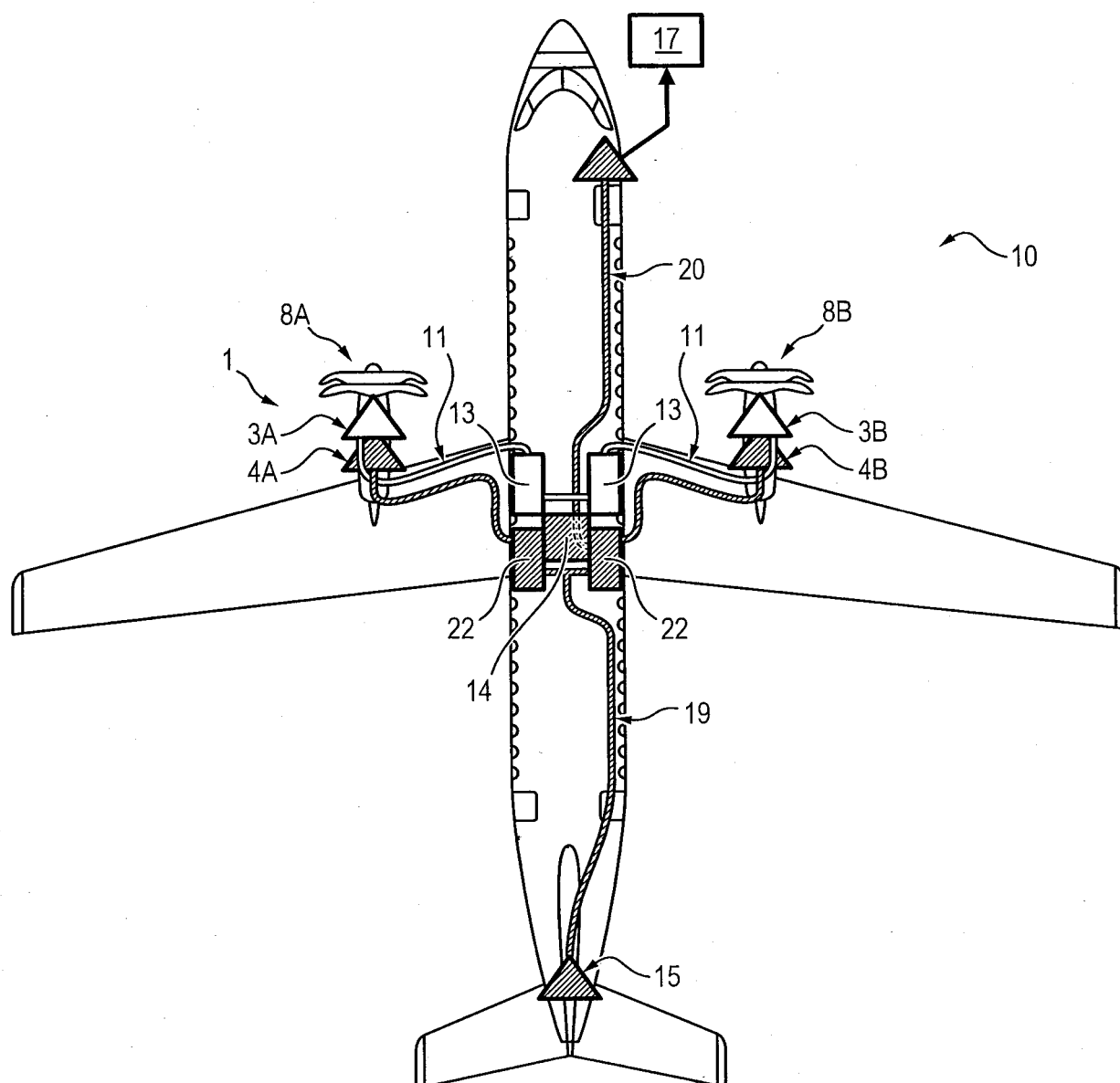
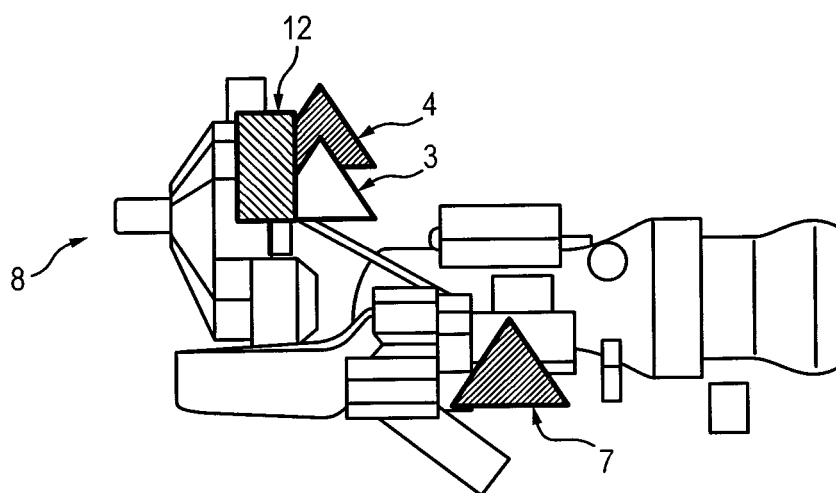
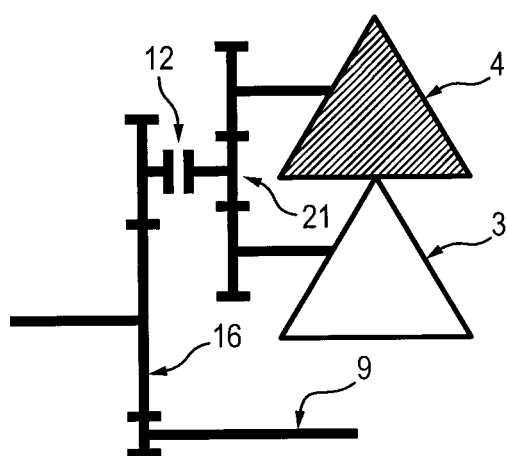


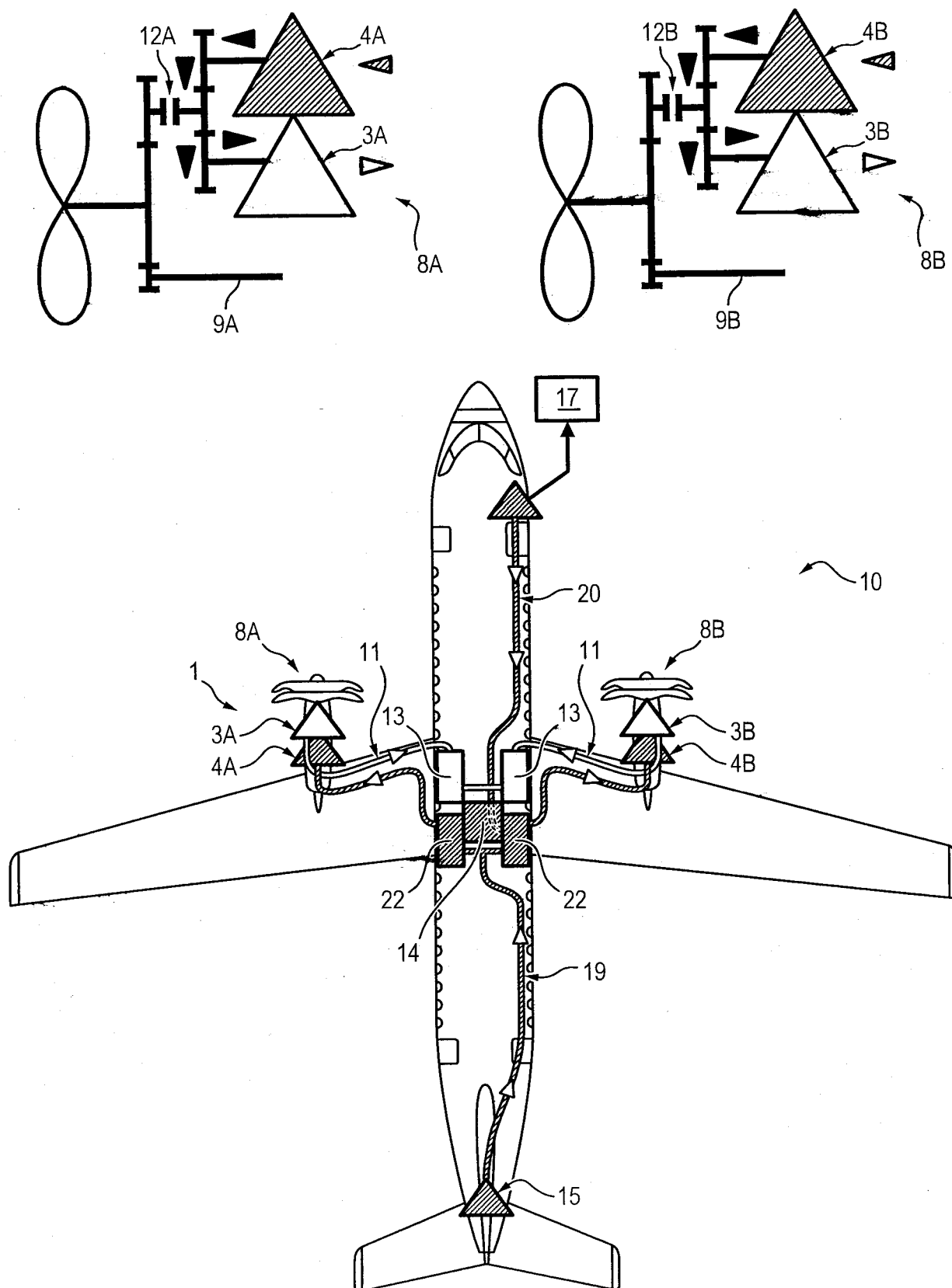
FIG. 2



3/6**FIG. 3****FIG. 4**

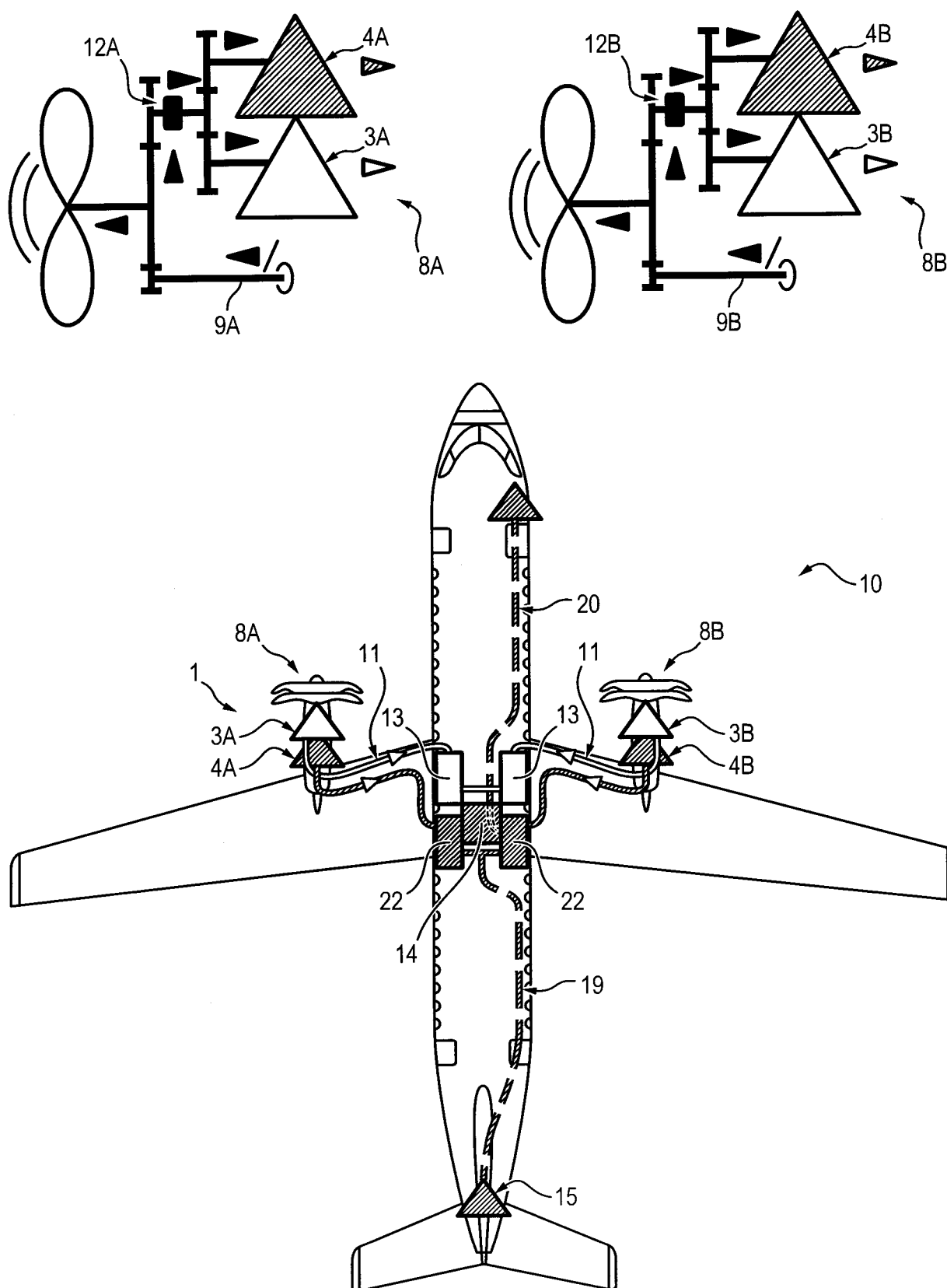
4/6

FIG. 5



5/6

FIG. 6





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 798977
FR 1458026

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2010/034750 A2 (AIRBUS OPERATIONS GMBH [DE]; STOLTE RALF-HENNING [DE]) 1 avril 2010 (2010-04-01) * page 9, ligne 6 - page 10, ligne 21; figures *	1-10	B64D33/00 B64D13/06
X	US 4 494 372 A (CRONIN MICHAEL J [US]) 22 janvier 1985 (1985-01-22) * colonne 3, ligne 19-32 * * colonne 5, ligne 8-65; figures *	1-4,6-9	
X	US 4 885 909 A (RODGERS COLIN [US]) 12 décembre 1989 (1989-12-12) * colonne 3, ligne 30-36; figures *	1-4,6	
A	WO 03/023530 A1 (ENERGY TRANSFER GROUP L L C [US]) 20 mars 2003 (2003-03-20) * page 6, ligne 6-21; figure 1 *	1-4	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B64C B64D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
8 mai 2015		Vermeulen, Tom	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1458026 FA 798977

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **08-05-2015**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2010034750 A2		01-04-2010	CA 2736474 A1	01-04-2010
			CN 102282073 A	14-12-2011
			DE 102008048915 A1	29-04-2010
			EP 2326556 A2	01-06-2011
			JP 2012503569 A	09-02-2012
			RU 2011115717 A	10-11-2012
			US 2011220759 A1	15-09-2011
			WO 2010034750 A2	01-04-2010

US 4494372 A	22-01-1985	AUCUN		

US 4885909 A	12-12-1989	AUCUN		

WO 03023530 A1		20-03-2003	CA 2459912 A1	20-03-2003
			GB 2396027 A	09-06-2004
			US 2003060907 A1	27-03-2003
			US 2005116473 A1	02-06-2005
			WO 03023530 A1	20-03-2003
