

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
6 août 2015 (06.08.2015)

(10) Numéro de publication internationale

WO 2015/114266 A1

(51) Classification internationale des brevets :  
*F02C 6/20* (2006.01)      *B64D 13/06* (2006.01)  
*B64D 13/02* (2006.01)

Chemin des Bourdets, F-31170 Tournefeuille (FR). THORAVAL, Bruno; Snecma PI (AJI), Rond-Point René Ravaud-Réau, F-77550 Moissy Cramayel Cedex (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2015/050214

(74) Mandataires : BARBE, Laurent et al.; Gevers France, 41 avenue de Friedland, F-75008 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international :  
29 janvier 2015 (29.01.2015)

(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.

(25) Langue de dépôt : français  
(26) Langue de publication : français

(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,

*[Suite sur la page suivante]*

(54) Title : SUPPLY OF AIR TO AN AIR-CONDITIONING CIRCUIT OF AN AIRCRAFT CABIN FROM ITS TURBOPROP ENGINE

(54) Titre : ALIMENTATION EN AIR D'UN CIRCUIT DE CONDITIONNEMENT D'AIR D'UNE CABINE D'UN AÉRONEF A PARTIR DE SON TURBOPROPULSEUR

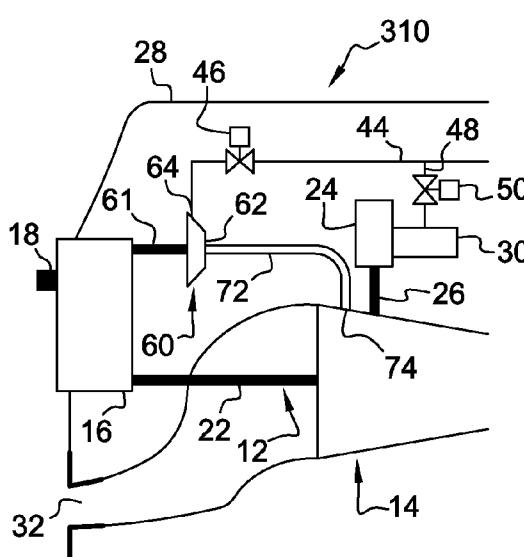


Fig. 3

(57) Abstract : The invention relates to an aircraft turboprop engine (310) comprising at least a low-pressure body (12) and a high-pressure body (14), possibly also an intermediate-pressure body, at least one of said bodies comprising a compressor, the low-pressure body driving a propeller by means of a first gearbox (16), the turboprop engine also comprising means for supplying air to an air-conditioning circuit of an aircraft cabin, characterised in that said supply means comprise at least one compressor (60) of which the rotor (61) is coupled to the low-pressure body, said load compressor (60) including an air inlet (62) connected to means (72) for bleeding air from the compressor of the turboprop engine when all of the aforementioned bodies comprise only a single compressor, or from the compressor of the low-pressure body or the compressor of the intermediate-pressure body of the turboprop engine when all of the bodies comprise at least two compressors.

(57) Abrégé :

*[Suite sur la page suivante]*



SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, —

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

**Publiée :**

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

---

Alimentation en air d'un circuit de conditionnement d'air d'une cabine d'un aéronef à partir de son turbopropulseur Turbopropulseur (310) d'aéronef, comportant au moins un corps basse pression (12) et un corps haute pression (14), voire également un corps à pression intermédiaire, au moins un desdits corps comportant un compresseur, le corps basse pression entraînant une hélice de propulsion par l'intermédiaire d'une première boîte d'engrenages (16), le turbopropulseur comportant en outre des moyens d'alimentation en air d'un circuit de conditionnement d'air d'une cabine de l'aéronef, caractérisé en ce que lesdits moyens d'alimentation comprennent au moins un compresseur (60) dont le rotor (61) est accouplé au corps basse pression, ledit compresseur de charge (60) comprenant une entrée d'air (62) reliée à des moyens (72) de prélèvement d'air dans : le compresseur du turbopropulseur, lorsque l'ensemble desdits corps ne comporte qu'un seul compresseur, ou dans le compresseur du corps basse pression ou du corps à pression intermédiaire du turbopropulseur, lorsque l'ensemble desdits corps comporte au moins deux compresseurs.

**Alimentation en air d'un circuit de conditionnement d'air d'une cabine  
d'un aéronef à partir de son turbopropulseur**

**DOMAINE TECHNIQUE**

5        La présente invention concerne l'alimentation en air d'un circuit de conditionnement d'air d'une cabine d'un aéronef qui est équipé d'au moins un turbopropulseur.

**ETAT DE L'ART**

A bord d'un aéronef, il est nécessaire d'avoir à disposition de l'air afin 10 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 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 15 cela, de l'air avec un niveau minimum de pression (en général entre 0,8 et 1 bar) et une température maîtrisée (exigence réglementaire) doit être fourni au circuit de conditionnement d'air. Un aéronef est ainsi équipé d'un circuit de conditionnement d'air qui est alimenté par le ou les moteurs de l'aéronef, qui sont des turbopropulseurs dans le cadre de l'invention.

20       Typiquement, un turbopropulseur comprend au moins un corps basse pression et un corps haute pression, le corps basse pression entraînant une hélice de propulsion par l'intermédiaire d'une boîte d'engrenages ou boîte de réduction, appelée couramment PGB (pour *Power Gear Box*). Le corps basse pression comprend un rotor de turbine 25 relié par un arbre à l'hélice et éventuellement à un compresseur. Chaque autre corps comprend un rotor de compresseur relié par un arbre à un rotor de turbine.

Dans la technique actuelle, le circuit de conditionnement d'air est alimenté par de l'air prélevé sur un des compresseurs du turbopropulseur. 30 Ceci présente toutefois des inconvénients parmi lesquels les plus importants sont :

- la pression de l'air fourni à l'aéronef dépasse largement le besoin, notamment lors de la phase de montée de l'aéronef, ce qui nécessite des dispositifs de protection en cas de surpression et un dimensionnement des canalisations d'air en conséquence,
- 5 - la température de l'air prélevé, au niveau du compresseur, dépasse largement la contrainte réglementaire (température maximale au passage dans les zones carburant), ce qui nécessite un dispositif de refroidissement difficile à intégrer dans la nacelle (généralement appelé pré-refroidisseur - de l'anglais *precooler*) avant envoi de l'air dans le circuit de l'aéronef,
- 10 - une énergie importante est perdue ce qui pénalise la consommation et le rendement du turbopropulseur,
- la pression dans le compresseur baisse au ralenti ce qui nécessite soit de relever le niveau de ralenti du turbopropulseur pour avoir suffisamment de pression dans le circuit, soit de prélever l'air à deux endroits sur le
- 15 compresseur, ce qui nécessite deux ports de prélèvement et autant de vannes pour basculer le prélèvement d'air d'un port à l'autre, ce qui est relativement complexe. Dans les deux cas cela entraîne une surconsommation de carburant au ralenti.

On a déjà proposé des solutions à ce problème. On a notamment

20 proposé d'alimenter un circuit de conditionnement avec de l'air prélevé sur un moteur thermique auxiliaire du type APU (acronyme de *Auxiliary Power Unit*) monté dans l'aéronef. Cependant, le fonctionnement de ce moteur est optimisé au sol et n'est donc pas performant en altitude. Son utilisation, hors cas de panne moteur, implique une consommation supplémentaire de

25 carburant par rapport à la technique précédente. Par ailleurs, tous les aéronefs ne sont pas équipés d'un moteur du type APU.

On a également proposé d'équiper l'aéronef d'un compresseur dédié (à l'alimentation en air de la cabine) entraîné par un moteur électrique. Cependant, cette solution n'est pas satisfaisante car elle entraîne une

30 augmentation de masse significative, du fait notamment de l'ajout du

moteur électrique et d'un générateur électrique plus gros pour alimenter ce moteur.

Une solution à ce problème pourrait consister à entraîner le compresseur dédié par le boîtier d'entraînement des équipements accessoires du moteur, appelé généralement boîtier d'accessoires ou AGB (acronyme de *Accessory Gear Box*). Ce boîtier d'accessoires est accouplé au corps haute pression de la turbomachine. Cependant, cette solution ne serait pas non plus satisfaisante car la vitesse de rotation du corps haute pression varie trop en fonction des conditions de fonctionnement si bien que la vitesse de rotation du rotor du compresseur dédié serait trop faible au ralenti pour que ce compresseur soit capable de fournir un débit d'air à la pression minimum requise au circuit de conditionnement.

La présente invention propose une solution simple, efficace et économique à au moins une partie des problèmes des techniques antérieures.

#### EXPOSE DE L'INVENTION

L'invention propose un turbopropulseur d'aéronef, comportant au moins un corps basse pression et un corps haute pression, voire également un corps à pression intermédiaire, au moins un desdits corps comportant 20 un compresseur, le corps basse pression entraînant une hélice de propulsion par l'intermédiaire d'une première boîte d'engrenages, le turbopropulseur comportant en outre des moyens d'alimentation en air d'un circuit de conditionnement d'air d'une cabine de l'aéronef, caractérisé en ce que lesdits moyens d'alimentation comprennent au moins un compresseur 25 de charge dont le rotor est accouplé au corps basse pression, ledit compresseur comprenant une entrée d'air reliée à des moyens de prélèvement d'air dans :

- le compresseur du turbopropulseur, lorsque l'ensemble desdits corps ne comporte qu'un seul compresseur, ou

- dans le compresseur du corps basse pression ou du corps à pression intermédiaire du turbopropulseur, lorsque l'ensemble desdits corps comporte au moins deux compresseurs.

Il n'est ainsi pas nécessaire d'équiper le turbopropulseur d'une écope de prélèvement d'air dans le flux d'air qui s'écoule en fonctionnement autour et à l'extérieur du turbopropulseur. Ce type d'écope a pour inconvénient de générer des turbulences dans ce flux d'air et de nécessiter des moyens de dégivrage spécifiques. L'alimentation en air du compresseur n'est ainsi pas tributaire de l'écoulement d'air à l'extérieur du turbopropulseur.

Avantageusement, le prélèvement d'air a lieu dans le premier étage ou les premiers étages du compresseur ce qui permet de limiter le besoin de compression du compresseur de charge. Le compresseur de charge peut ainsi être plus petit, afin d'améliorer son rendement de compression. Il est en outre plus facile de refroidir l'air pour la cabine de l'aéronef.

L'invention permet par ailleurs de réduire la section de la conduite de prélèvement d'air dans le compresseur, par rapport à celle de la conduite antérieure, du fait de la pression supérieure de l'air prélevé.

Le rotor du compresseur peut être accouplé au corps basse pression par l'intermédiaire de la première boîte d'engrenages.

En variante, le rotor du compresseur est accouplé au corps basse pression par l'intermédiaire d'une deuxième boîte d'engrenage

La présente invention propose ainsi une nouvelle technologie pour l'alimentation en air d'un circuit de conditionnement d'air d'une cabine d'aéronef. Cet air est fourni par un compresseur, de préférence dédié à l'alimentation en air de la cabine, et non plus prélevé sur un compresseur du turbopropulseur, ce qui pénalise moins les performances. Selon l'invention, le rotor de ce compresseur dédié est entraîné en rotation par le corps basse pression, par l'intermédiaire d'une boîte d'engrenages, telle que la (première) boîte d'engrenages qui relie le corps basse pression à l'hélice de propulsion. Ceci est particulièrement avantageux, notamment

lorsque le turbopropulseur est configuré pour que la vitesse de rotation de son corps basse pression obéisse à une loi de régimes discrets, c'est-à-dire que chaque régime est constant par palier. Le régime de l'hélice peut être compris dans une plage assez restreinte car elle peut ne plus être fonctionnelle si elle ralentit trop. La vitesse de rotation du corps basse pression est notamment constante au cours d'une même phase de vol. On entend par phase de vol une phase durant laquelle l'aéronef opère un seul type de manœuvre. Ainsi, la vitesse de rotation du rotor du compresseur dédié ne dépendra pas des conditions de fonctionnement, et le compresseur dédié pourra fournir un débit d'air à la pression minimum requise au circuit de conditionnement, même au ralenti. Par ailleurs, il n'est plus nécessaire de prévoir au moins deux ports de prélèvement d'air sur le compresseur, ainsi que les vannes associées, ce qui est plus simple.

Le compresseur dédié peut être à un ou plusieurs étages, chacun de n'importe quel type, par exemple un étage axial ou centrifuge.

Le compresseur peut comprendre une entrée d'air reliée à des moyens de prélèvement d'air entre une manche d'entrée d'air et un compresseur du turbopropulseur.

Un échangeur de chaleur, par exemple du type pré-refroidisseur, peut être monté soit en amont ou en aval du compresseur dédié.

Un échangeur de chaleur peut être monté entre deux compresseurs ou deux étages de compresseur (si ce dernier en comporte au moins deux), dont l'un peut être formé par ledit compresseur de charge. Les deux compresseurs ou deux étages de compresseur peuvent composer le compresseur de charge dédié notamment à l'alimentation en air de la cabine. En variante, l'échangeur est disposé entre le compresseur basse pression ou pression intermédiaire et le compresseur dédié. L'avantage de placer ainsi un échangeur de chaleur est qu'il est plus efficace qu'en sortie du compresseur dédié (à même quantité de chaleur évacuée par l'échangeur, la réduction de température de l'air envoyé à l'aéronef est plus

forte). Ceci permet par exemple d'utiliser un échangeur de chaleur plus petit que dans la technique antérieure.

Le compresseur de charge peut comprendre une sortie d'air reliée à une canalisation destinée à être raccordée audit circuit. Cette canalisation 5 peut être équipée d'au moins un système de régulation du débit, par exemple une vanne. Elle peut être équipée d'un échangeur de chaleur, par exemple du type pré-refroidisseur. Ce pré-refroidisseur peut être simplifié et être moins encombrant que dans la technique antérieure du fait que l'air d'alimentation du compresseur dédié peut avoir une température 10 relativement faible par rapport à la technique antérieure. Il est par ailleurs envisageable que la pression de l'air sortant du compresseur dédié soit proche de la pression de l'air dans le circuit de conditionnement, et donc relativement basse, ce qui permet de simplifier la canalisation et notamment d'utiliser une canalisation à paroi mince afin d'obtenir un gain 15 de masse par rapport à la technique antérieure.

Avantageusement, le turbopropulseur peut comprendre un démarreur pneumatique dont une entrée d'air est reliée à ladite canalisation. En phase de démarrage le rotor du démarreur pneumatique est accouplé au corps haute pression par un boîtier d'accessoires et 20 alimenté en air par l'aéronef via ladite canalisation. Des vannes permettent l'alimentation exclusive du démarreur. La présente invention permet aussi d'alimenter le démarreur pneumatique via les tuyaux du circuit de conditionnement d'air.

La présente invention concerne encore un procédé d'alimentation en 25 air d'un circuit de conditionnement d'air d'une cabine d'un aéronef qui est équipé d'au moins un turbopropulseur comportant au moins un corps basse pression et un corps haute pression, voire également un corps à pression intermédiaire, au moins un desdits corps comportant un compresseur, le corps basse pression entraînant une hélice de propulsion par 30 l'intermédiaire d'une première boîte d'engrenages, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à prélever de l'air soit dans le compresseur

du turbopropulseur, lorsque l'ensemble desdits corps ne comporte qu'un seul compresseur, soit dans le compresseur du corps basse pression ou du corps à pression intermédiaire du turbopropulseur, lorsque l'ensemble desdits corps comporte au moins deux compresseurs, alimenter au moins 5 un compresseur de charge dédié avec l'air prélevé, et entraîner un rotor dudit compresseur de charge par le corps basse pression du turbopropulseur.

#### DESCRIPTION DES FIGURES

L'invention sera mieux comprise et d'autres détails, caractéristiques 10 et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue très schématique d'un turbopropulseur d'aéronef et représente des moyens d'alimentation en air d'un circuit de 15 conditionnement d'air d'une cabine de l'aéronef, selon la technique antérieure,
- la figure 2 est une vue très schématique d'une boîte d'engrenages pour l'entraînement du compresseur dédié des moyens d'alimentation en air selon l'invention,
- 20 - la figure 3 est une vue très schématique d'un turbopropulseur d'aéronef et représente des moyens d'alimentation en air d'un circuit de conditionnement d'air d'une cabine de l'aéronef, selon un mode de réalisation de l'invention,
- les figures 4a, 4b et 4c sont des vues très schématiques de variantes de 25 réalisation des moyens d'alimentation en air de l'aéronef selon l'invention,
- la figure 5 est un diagramme montrant l'évolution de la température d'air prélevé en fonction de l'entropie, et
- la figure 6 est une vue similaire à celle de la figure 3 et représente une variante de réalisation de l'invention.

30 DESCRIPTION DETAILLEE

On se réfère d'abord à la figure 1 qui représente un turbopropulseur 10 selon la technique antérieure, pour un aéronef.

Le turbopropulseur 10 est ici du type double corps et comprend un corps basse pression 12 et un corps haute pression 14, le corps basse pression 12 entraînant une hélice de propulsion par l'intermédiaire d'une boîte d'engrenages 16 ou boîte de réduction, appelée couramment PGB (pour *Power Gear Box*). Seul l'arbre 18 de l'hélice de propulsion est représenté en figure 1.

Le corps basse pression 12 comprend ici seulement un rotor de turbine relié par un arbre à la boîte d'engrenages 16. Le corps haute pression 14 comprend un rotor de compresseur relié par un arbre à un rotor de turbine. L'arbre du corps basse haute pression 14, appelé arbre HP 20, est tubulaire et traversé coaxialement par l'arbre du corps basse pression 12, appelé arbre BP 22 ou de puissance. L'arbre BP 22 comprend à une extrémité un pignon (non représenté) accouplé par l'intermédiaire d'une série de pignons de la boîte d'engrenages 16 à l'arbre 18 de l'hélice de propulsion.

Le turbopropulseur 10 comprend un boîtier 24 d'entraînement d'équipements accessoires (appelé boîtier d'accessoires ou AGB pour *Accessory Gear Box*) qui est accouplé au corps haute pression de la turbomachine 14, et en particulier à l'arbre HP, par l'intermédiaire d'un arbre radial 26. Le boîtier d'accessoires 24 est monté dans la nacelle 28 du turbopropulseur 10, qui est schématiquement représentée par un rectangle en traits pointillés.

Le boîtier d'accessoires 24 porte et entraîne plusieurs équipements parmi lesquels un démarreur pneumatique 30 qui, comme son nom l'indique, est destiné à démarrer le turbopropulseur 10 en entraînant en rotation son corps haute pression, par l'intermédiaire du boîtier d'accessoires 24 et de l'arbre radial 26.

Le turbopropulseur 10 comprend en outre une entrée d'air 32 pour l'alimentation en air du moteur, et une tuyère 34 d'échappement des gaz de

combustion. Le turbopropulseur 10 comprend en outre une chambre de combustion 35, entre les compresseurs BP et HP, d'une part, et les turbines HP et BP, d'autre part.

Le turbopropulseur 10 est en outre équipé de moyens d'alimentation en air d'un circuit 36 de conditionnement d'air d'une cabine de l'aéronef, ces moyens comprenant, selon la technique antérieure, des moyens de prélèvement d'air dans le moteur du turbopropulseur 10. Le moteur du turbopropulseur 10 est équipé de deux ports 38 ou bouche de prélèvement d'air comprimé, chacun de ces ports 38 étant relié par une vanne 40, 42 à une canalisation 44 d'alimentation en air du circuit 36.

Le premier port 38 ou port amont (par référence au sens d'écoulement des gaz dans le moteur) permet de prélever de l'air à une pression intermédiaire. La vanne 40 reliée à cette canalisation 44 est du type à clapet anti-retour.

Le second port 38 ou port aval permet de prélever de l'air à haute pression. La vanne 42 reliée à cette canalisation 44 est ouverte lorsque la pression de l'air prélevé par la vanne 40 n'est pas suffisante, l'air prélevé par la vanne 42 étant empêché d'être réinjecté en amont par la fonction anti-retour du clapet de la vanne 40.

La canalisation 44 est équipée d'une vanne 46 qui régule la pression d'alimentation du circuit 36, et d'un échangeur de chaleur 47 du type pré-refroidisseur, qui est destiné à abaisser la température de l'air avant son introduction dans le circuit 36. La canalisation 44 est en outre reliée par une conduite 48 équipée d'une vanne 50 à une entrée d'air du démarreur pneumatique 30. La canalisation 44 traverse une cloison anti-feu 52 avant d'être raccordée au circuit 36.

La technologie représentée en figure 1 présente de nombreux inconvénients décrits plus haut.

La présente invention permet de remédier à ces inconvénients en équipant le turbopropulseur d'un compresseur dédié, appelé compresseur

de charge, dont le rotor est accouplé au corps basse pression du moteur par l'intermédiaire de la boîte d'engrenages.

La figure 3 représente un mode de réalisation de cette invention, dans lequel les éléments déjà décrits dans ce qui précède sont désignés 5 par les mêmes références. Le turbopropulseur de la figure 3 peut être du même type que celui représenté en figure 1 ou d'un type différent. Il peut par exemple comprendre plus de deux corps. Par ailleurs, le corps basse pression du turbopropulseur selon l'invention peut comprendre un compresseur BP.

10 Le turbopropulseur 310 de la figure 3 diffère de celui de la figure 1 essentiellement par les moyens d'alimentation en air du circuit 36.

Ces moyens d'alimentation comprennent ici un compresseur 60 dédié dont le rotor 61 est accouplé par la boîte d'engrenages 16 au corps basse pression 12 et en particulier à l'arbre BP 22. Comme cela est 15 schématiquement représenté à la figure 2, l'arbre de rotor 61 du compresseur 60 peut porter un pignon 61a engrené avec un pignon 18a de l'arbre 18 de l'hélice du turbopropulseur 110, cet arbre 18 portant un autre pignon 18b engrené avec un pignon 22a de l'arbre BP 22. Les pignons 18a, 18b, 22a, 61a sont logés dans la boîte d'engrenages 16.

20 Le compresseur 60 comprend une entrée 62 et une sortie d'air 64. Dans l'exemple représenté, la sortie d'air 64 du compresseur 60 est raccordée à la canalisation 44 d'alimentation en air du circuit 36. Comme décrit précédemment, cette canalisation 44 comprend une vanne 46 qui régule la pression d'alimentation du circuit 36, et un échangeur de chaleur 25 47 du type pré-refroidisseur, qui est destiné à abaisser la température de l'air avant son introduction dans le circuit 36. La canalisation 44 est en outre reliée par une conduite 48 équipée d'une vanne 50 à une entrée d'air du démarreur pneumatique 30.

L'entrée d'air 62 du compresseur 60 est reliée par une conduite 72 à 30 un port 74 de prélèvement d'air dans un compresseur du moteur. Bien que de l'air soit prélevé du moteur, le moteur est équipé d'un seul port de

prélèvement contre deux dans la technique antérieure. Du fait de la compression de l'air prélevé dans le compresseur 60, l'air prélevé n'a pas besoin d'avoir une pression importante. Il est donc envisageable de prélever de l'air le plus en amont possible sur le compresseur.

5 Le prélèvement d'air peut avoir lieu sur le compresseur basse pression, c'est-à-dire le compresseur du corps basse pression 12. C'est notamment le cas dans un turbopropulseur à double corps et à turbine liée. Dans le cas où le turbopropulseur serait du type à triple corps (et comprendrait un corps à pression intermédiaire dont un compresseur serait  
10 disposé en amont du compresseur haute pression) et à turbine libre, le prélèvement d'air pourrait être effectué sur le compresseur à pression intermédiaire. Dans le cas où le turbopropulseur serait du type à triple corps (et comprendrait un corps à pression intermédiaire dont un compresseur serait disposé en amont du compresseur haute pression et en  
15 aval du compresseur basse pression) et à turbine liée, le prélèvement d'air pourrait être effectué sur le compresseur basse pression ou à pression intermédiaire. Dans le cas où le turbopropulseur serait du type à double corps et à turbine libre, le prélèvement d'air pourrait être effectué sur le compresseur à haute pression. L'idée première est de bénéficier  
20 uniquement du ou des premiers étages de compression (quatrième étage maximum de préférence) pour limiter la taille et la performance du compresseur de charge. On utilise si possible le compresseur de plus basse pression pour maximiser l'opérabilité du corps haute pression voire du corps à pression intermédiaire. Deux compressions successives,  
25 respectivement dans le compresseur d'un corps et dans le compresseur de charge, permet d'améliorer le cycle thermodynamique.

Le compresseur de charge 60 utilisé dans le cadre de l'invention (figure 3) peut être de n'importe quel type et est par exemple un compresseur axial à un ou plusieurs étages ou un compresseur centrifuge  
30 à un ou plusieurs étages ou encore un compresseur mixte comportant un ou plusieurs étages axiaux et un ou plusieurs étages centrifuges.

Il est en outre envisageable d'utiliser plus d'un compresseur de charge et par exemple deux compresseurs de charge montés en série.

- Les figures 4a à 4c représentent des variantes de réalisation de l'invention concernant notamment la position de l'échangeur de chaleur 47.
- 5    Comme cela est visible en figure 4a, l'échangeur de chaleur 47 peut être monté en aval du compresseur 60, c'est-à-dire sur la canalisation 44, comme c'est le cas en figure 2. Dans la figure 4b, l'échangeur de chaleur 47 est monté entre deux compresseurs 60a, 60b. Chaque compresseur peut comporter un ou plusieurs étages afin de couvrir les deux cas précités.
- 10   Chaque étage peut être un étage axial ou centrifuge. Dans la figure 4c, l'échangeur 47 est monté en amont du compresseur 60, c'est-à-dire sur la conduite 72 décrite en référence à la figure 3. L'échangeur 47 est ainsi monté entre les compresseurs (basse pression et de charge) ce qui permet d'optimiser le cycle de refroidissement de l'air.
- 15   Sur le diagramme de la figure 5, on a illustré la compression réalisée de l'air ambiant pour envoi à l'aéronef. On doit comprimer l'air prélevé pour l'amener de la pression P1 à la pression P3 et on utilise un échangeur 47 pour limiter la température de sortie. C représente le prélèvement d'air et D représente la sortie du compresseur de charge 60. On voit que, si on place 20   l'échangeur après la totalité de la compression (configuration A de pré-refroidisseur), il doit dissiper plus de chaleur que si on le place après une première compression moindre (configuration B inter-refroidisseur), complétée par une deuxième compression pour arriver à la pression P3.
- La figure 6 représente une autre variante de réalisation du 25   turbopropulseur 410 selon l'invention, qui diffère de celui de la figure 3 essentiellement en ce que le rotor 61 du compresseur 60 est accouplé à l'arbre BP 22, non pas par la boîte d'engrenages 16, mais par une autre boîte d'engrenages 80, qui peut être dédié pour assurer cette fonction 30   d'accouplement de l'arbre BP au rotor du compresseur 60. La boîte d'engrenages 80 peut être accouplée à l'arbre BP 22 par l'intermédiaire d'un arbre radial 82.

L'alimentation en air du circuit 36 peut être réalisée de la façon suivante, avec l'un quelconque des modes de réalisation de l'invention décrits dans ce qui précède.

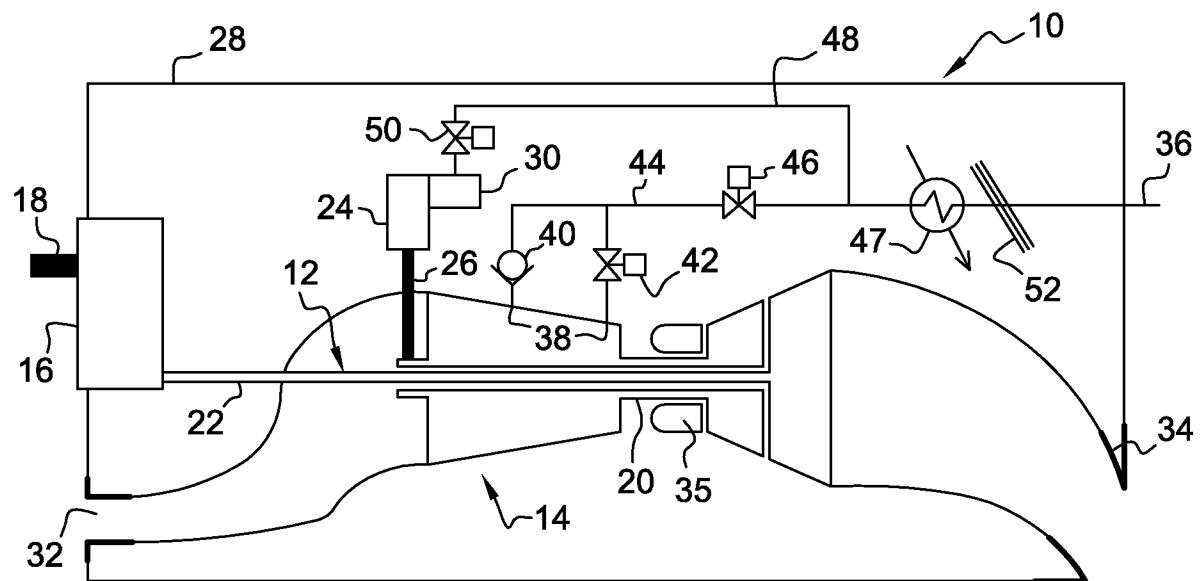
Après démarrage du turbopropulseur 310, 410, le corps basse pression 12 et son arbre 22 tournent en général à une vitesse sensiblement constante. Le rotor du compresseur 60 est entraîné en rotation à une vitesse sensiblement constante, qui dépend notamment du coefficient de réduction de la boîte d'engrenages 16, 80. La rotation de l'arbre de rotor 61 du compresseur 60 provoque l'aspiration et le prélèvement d'air par la conduite 72, jusqu'à l'entrée d'air 62 du compresseur 60. Cet air est alors comprimé par le compresseur 60 qui fournit à la canalisation 44 de l'air comprimé à une pression prédéterminée. La vanne 46 régule la pression d'alimentation du circuit 36. L'échangeur de chaleur 47 permet d'abaisser la température de l'air avant son introduction dans le circuit 36 (figure 4a), avant son entrée dans le compresseur (figure 4c) ou entre deux phases de compression (figure 4b). Quelles que soient les conditions de fonctionnement du turbopropulseur 310, 410, l'arbre de rotor 61 du compresseur 60 tourne à vitesse constante dans le cas où la vitesse de rotation du corps basse pression 12 est également constante.

## REVENDICATIONS

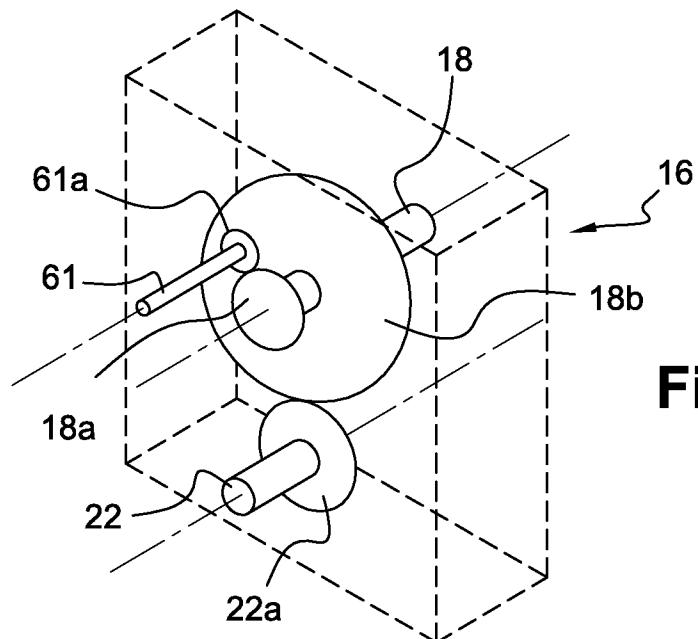
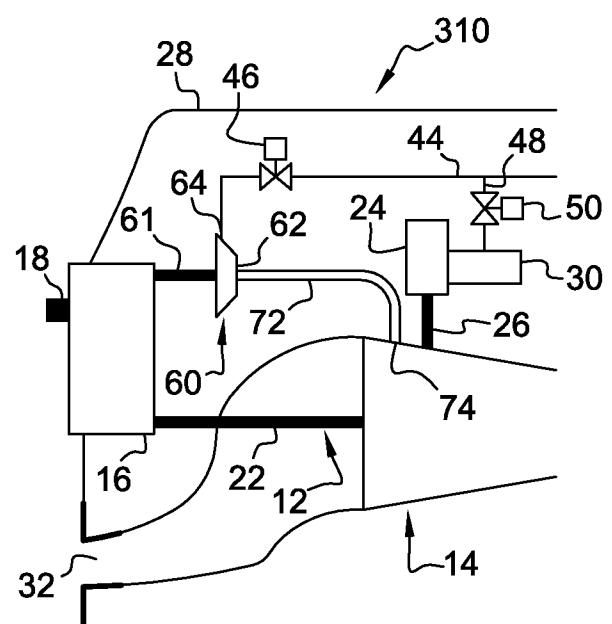
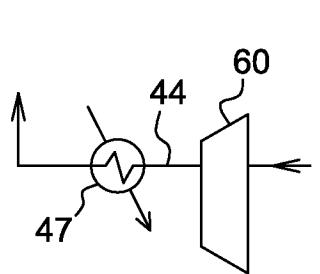
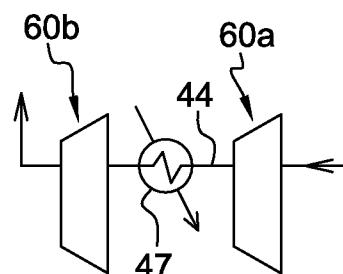
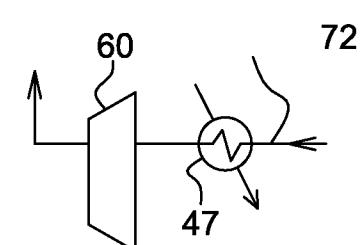
1. Turbopropulseur (310, 410) d'aéronef, comportant au moins un corps basse pression (12) et un corps haute pression (14), voire 5 également un corps à pression intermédiaire, au moins un desdits corps comportant un compresseur, le corps basse pression entraînant une hélice de propulsion par l'intermédiaire d'une première boîte d'engrenages (16), le turbopropulseur comportant en outre des moyens d'alimentation en air d'un circuit (36) de conditionnement d'air d'une cabine de l'aéronef, 10 caractérisé en ce que lesdits moyens d'alimentation comprennent au moins un compresseur de charge (60) dont le rotor (61) est accouplé au corps basse pression, ledit compresseur (60) comprenant une entrée d'air (62) reliée à des moyens (72, 74) de prélèvement d'air dans :
  - le compresseur du turbopropulseur, lorsque l'ensemble desdits corps ne 15 comporte qu'un seul compresseur, ou
  - dans le compresseur du corps basse pression ou du corps à pression intermédiaire du turbopropulseur, lorsque l'ensemble desdits corps comporte au moins deux compresseurs.
2. Turbopropulseur (310) selon la revendication 1, caractérisé en ce 20 que le rotor (61) est accouplé au corps basse pression par l'intermédiaire de la première boîte d'engrenage (16).
3. Turbopropulseur (410) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rotor (61) est accouplé au corps basse pression par l'intermédiaire d'une deuxième boîte d'engrenages (80)
- 25 4. Turbopropulseur (310, 410) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un échangeur de chaleur (47) est monté en amont ou en aval du compresseur de charge (60).
5. Turbopropulseur (310, 410) selon l'une des revendications 30 précédentes, caractérisé en ce qu'un échangeur de chaleur (47) est monté entre deux compresseurs (60a, 60b) ou entre deux étages de compresseur, dont l'un peut être formé par ledit compresseur de charge.

6. Turbopropulseur (310, 410) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le compresseur de charge (60) comprend une sortie d'air (64) reliée à une canalisation (44) destinée à être raccordée audit circuit (36), ladite canalisation étant équipée d'au moins un moyen de régulation, tel qu'une vanne (46).
- 5
7. Turbopropulseur (310, 410) selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comprend un démarreur (30) pneumatique dont une entrée d'air est reliée à ladite canalisation (44).
8. Turbopropulseur (310, 410) selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que la canalisation (44) est équipée d'un échangeur de chaleur (47).
- 10
9. Turbopropulseur (310, 410) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est configuré pour que la vitesse de rotation du corps basse pression (12) soit sensiblement constante quelles 15 que soient les conditions de fonctionnement.
10. Procédé d'alimentation en air d'un circuit (36) de conditionnement d'air d'une cabine d'un aéronef qui est équipé d'au moins un turbopropulseur (310, 410) comportant au moins un corps basse pression (12) et un corps haute pression (14), voire également un corps à pression intermédiaire, au moins un desdits corps comportant un compresseur, le corps basse pression entraînant une hélice de propulsion par l'intermédiaire d'une première boîte d'engrenages (16), caractérisé en ce 20 qu'il comprend les étapes consistant à prélever de l'air soit dans le compresseur du turbopropulseur, lorsque l'ensemble desdits corps ne comporte qu'un seul compresseur, soit dans le compresseur du corps basse pression ou du corps à pression intermédiaire du turbopropulseur, lorsque l'ensemble desdits corps comporte au moins deux compresseurs, alimenter au moins un compresseur de charge (60) dédié avec l'air 25 prélevé, et entraîner un rotor dudit compresseur de charge par le corps basse pression du turbopropulseur.
- 25
- 30

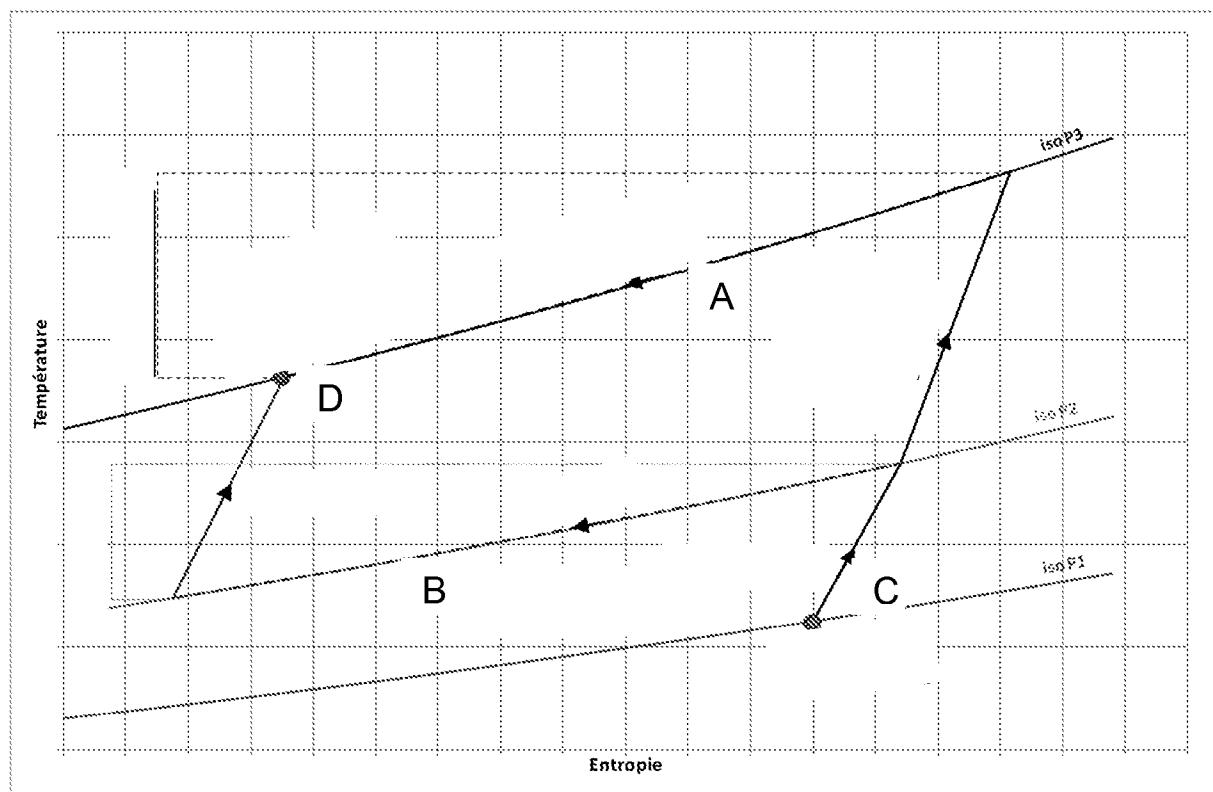
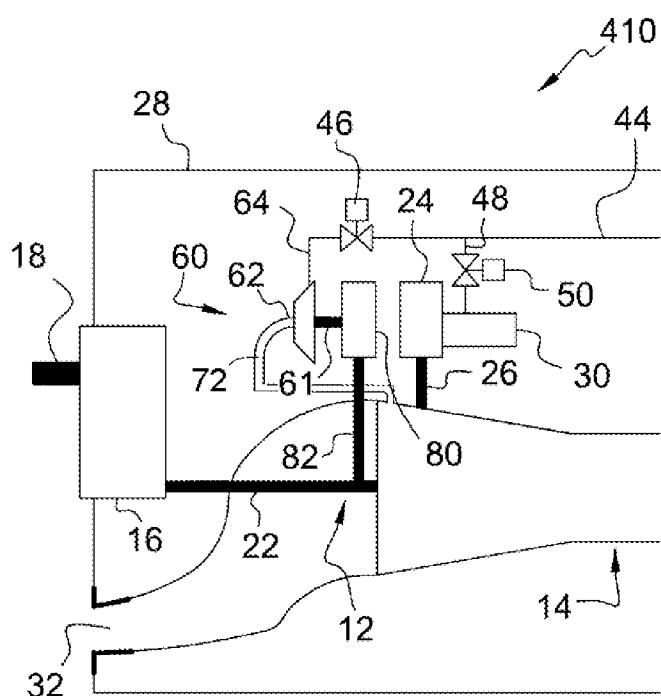
1/3

**Fig. 1**

2 / 3

**Fig. 2****Fig. 3****Fig. 4a****Fig. 4b****Fig. 4c**

3 / 3

**Fig. 5****Fig. 6**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2015/050214

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. F02C6/20 B64D13/02 B64D13/06  
 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 B64D**

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.
A	FR 1 208 140 A (NAPIER & SON LTD) 22 February 1960 (1960-02-22) page 2, column 1, line 24 - line 26 page 2, column 1, line 42 - line 54 figures ----- US 4 503 666 A (CHRISTOFF WILLIAM J [US]) 12 March 1985 (1985-03-12) column 2, line 43 - line 44 figure ----- GB 2 247 510 A (GEN ELECTRIC [US]) 4 March 1992 (1992-03-04) figures 1,2 -----	1,2,9,10  1,6,8,10  1,10



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

Date of mailing of the international search report

18 May 2015

28/05/2015

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

Angelucci, Stefano

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/FR2015/050214

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
FR 1208140	A 22-02-1960	NONE		
US 4503666	A 12-03-1985	NONE		
GB 2247510	A 04-03-1992	CA	2046765 A1	28-02-1992
		DE	4128078 A1	05-03-1992
		FR	2666064 A1	28-02-1992
		GB	2247510 A	04-03-1992
		US	5114103 A	19-05-1992

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2015/050214

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
 INV. F02C6/20 B64D13/02 B64D13/06  
 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 B64D

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
A	FR 1 208 140 A (NAPIER & SON LTD) 22 février 1960 (1960-02-22) page 2, colonne 1, ligne 24 - ligne 26 page 2, colonne 1, ligne 42 - ligne 54 figures ----- US 4 503 666 A (CHRISTOFF WILLIAM J [US]) 12 mars 1985 (1985-03-12) colonne 2, ligne 43 - ligne 44 figure ----- GB 2 247 510 A (GEN ELECTRIC [US]) 4 mars 1992 (1992-03-04) figures 1,2 -----	1,2,9,10  1,6,8,10  1,10

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	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
18 mai 2015	28/05/2015

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

Angelucci, Stefano

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2015/050214

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 1208140	A 22-02-1960	AUCUN	
US 4503666	A 12-03-1985	AUCUN	
GB 2247510	A 04-03-1992	CA 2046765 A1 DE 4128078 A1 FR 2666064 A1 GB 2247510 A US 5114103 A	28-02-1992 05-03-1992 28-02-1992 04-03-1992 19-05-1992