

(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
12 décembre 2024 (12.12.2024)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2024/252095 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F02C 7/14 (2006.01) *F02C 7/224* (2006.01)
B64D 37/34 (2006.01)

priété Intellectuelle Rond-point René Ravaud - Réau, 77550
MOISSY-CRAMAYEL (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2024/050721

(74) Mandataire : **REGIMBEAU** ; 20, rue de Chazelles, 75847
PARIS CEDEX 17 (FR).

(22) Date de dépôt international :
05 juin 2024 (05.06.2024)

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2305615 05 juin 2023 (05.06.2023) FR

(71) Déposant : **SAFRAN AIRCRAFT ENGINES** [FR/FR] ;
2 boulevard du Général Martial Valin, 75015 PARIS (FR).

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection régionale disponible) : ARIPO (BW, CV, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ,

(72) Inventeurs : **DE WERGIFOSSE, Huguette** ; SAFRAN
C/o Centre d'Excellence Propriété Intellectuelle Rond-point
René Ravaud-Réau, 77550 MOISSY-CRAMAYEL (FR).
LONGE, Morgan ; SAFRAN c/o Centre d'Excellence Pro-

(54) Title: FUEL CONTROL SYSTEM

(54) Titre : SYSTÈME DE RÉGULATION DE CARBURANT

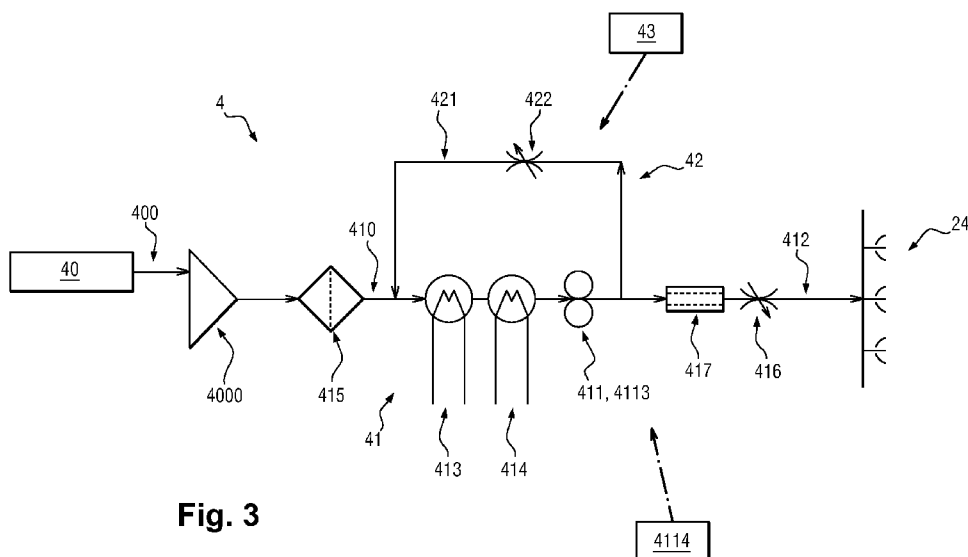


Fig. 3

(57) Abstract: The present invention relates to a fuel control system (4) for an aircraft engine (2), the system (4) comprising: - a pump (411); - a heat exchanger (413); - a recirculation circuit (42); and - a control device (43).

(57) Abrégé : Le présent exposé concerne un système de régulation de carburant (4) pour moteur (2) d'aéronef, le système (4) comprenant : - une pompe (411); - un échangeur thermique (413); - un circuit de recirculation (42); et - un dispositif de pilotage (43).

[Suite sur la page suivante]

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, ME, 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))

Systeme de régulation de carburant

DOMAINE TECHNIQUE

Le présent exposé concerne le domaine aéronautique. Plus précisément, le présent exposé concerne la régulation de carburant au sein d'un moteur d'aéronef.

5 ETAT DE LA TECHNIQUE

Certains composants d'un moteur d'aéronef sont refroidis au moyen d'un fluide caloporteur. Le fluide caloporteur peut être n'importe quel fluide circulant dans le moteur pour refroidir ou lubrifier certaines parties du moteur, tel que de l'huile de lubrification ou un fluide de refroidissement, par exemple un fluide de refroidissement pour machine électrique. La
10 chaleur ainsi emmagasinée par le fluide caloporteur est déchargée dans le carburant envoyé à la chambre de combustion, typiquement grâce à un échangeur thermique agencé au sein du système de régulation de carburant.

La capacité du carburant à refroidir le fluide caloporteur dépend de la température et du débit du carburant circulant au sein de l'échangeur thermique.

15 Il est donc nécessaire de réduire la température du carburant circulant au sein de l'échangeur thermique, tout en augmentant son débit, et ce, quel que soit le régime du moteur, pour refroidir efficacement les composants du moteur. Plus particulièrement, il est nécessaire de réduire la température du carburant quand le moteur fonctionne à un régime pour lequel le débit carburant est trop faible ce qui limite l'échange thermique, par
20 exemple, en cas de ralenti en vol.

Par ailleurs, la Déposante travaille en permanence à la réduction de l'impact climatique des aéronefs (minimisation des émissions de gaz à effet de serre, réduction de l'empreinte environnementale du fonctionnement des aéronefs), ce qui passe par l'amélioration de l'efficacité des technologies électriques au sein des moteurs notamment hybrides.

25 Il est important d'assurer l'efficacité thermique et énergétique des circuits de refroidissement au sein des moteurs à architecture hybride. La nécessité d'optimiser les échanges thermiques au niveau des fluides caloporteurs se présente ainsi particulièrement pour des moteurs d'aéronef comprenant au moins une machine d'assistance électrique, typiquement des turboréacteurs hybridés électriquement, car le refroidissement de la
30 machine d'assistance électrique chauffe davantage le fluide caloporteur qui emmagasine davantage de chaleur.

EXPOSE GENERAL

Un but du présent exposé est d'améliorer les capacités d'absorption thermique d'un système de régulation de carburant d'un moteur d'aéronef, de sorte à augmenter la capacité du carburant à refroidir le fluide caloporteur.

5 Il est à cet effet proposé, selon un aspect du présent exposé, un système de régulation de carburant pour moteur d'aéronef, le système comprenant :

- une pompe comprenant un port d'admission et un port de refoulement, le port d'admission étant prévu pour être relié à une source de carburant, le port de refoulement étant prévu pour être relié à une chambre de combustion du moteur
10 pour alimenter la chambre de combustion en carburant ;
- un échangeur thermique comprenant un circuit primaire et un circuit secondaire, le circuit primaire de l'échangeur thermique présentant une entrée prévue pour être reliée à la source de carburant et une sortie reliée au port d'admission de la pompe, le circuit secondaire de l'échangeur thermique étant prévu pour être relié à un
15 circuit de fluide caloporteur du moteur, l'échangeur thermique étant configuré pour assurer un transfert thermique entre du carburant circulant dans le circuit primaire de l'échangeur thermique et du fluide caloporteur circulant dans le circuit secondaire de l'échangeur thermique ;
- un circuit de recirculation agencé pour prélever du carburant refoulé par le port de
20 refoulement de la pompe et réinjecter le carburant prélevé au sein du circuit primaire de l'échangeur thermique, le circuit de recirculation comprenant une soupape régulatrice configurée pour moduler un débit du carburant circulant au sein du circuit de recirculation ; et
- un dispositif de pilotage configuré pour piloter la soupape régulatrice en fonction
25 d'une température du fluide caloporteur circulant dans le circuit secondaire de l'échangeur thermique et/ou d'un débit de carburant au niveau de l'entrée du circuit primaire de l'échangeur thermique, de sorte à augmenter le transfert thermique entre le carburant circulant dans le circuit primaire de l'échangeur thermique et le fluide caloporteur circulant dans le circuit secondaire de l'échangeur thermique.

30 Avantageusement, mais facultativement :

- le dispositif de pilotage est configuré pour piloter la soupape régulatrice en fonction d'une différence de pression aux bornes de la soupape régulatrice ;
- la pompe est de type volumétrique ;

- la pompe présente une cylindrée variable, le système comprenant en outre un organe de commande de la cylindrée de la pompe ;

- le système comprend en outre un dispositif de contrôle d'un régime d'entraînement de la pompe ;

- 5 - la soupape régulatrice est en outre configurée pour augmenter le débit du carburant circulant au sein du circuit de recirculation en cas de défaillance de l'organe de commande et/ou du dispositif de contrôle ;

- 10 - le système comprend en outre un échangeur thermique supplémentaire comprenant un circuit primaire et un circuit secondaire, le circuit secondaire de l'échangeur thermique supplémentaire étant prévu pour être relié à un circuit supplémentaire d'un autre fluide caloporteur du moteur, l'échangeur thermique supplémentaire étant configuré pour assurer un transfert thermique entre du carburant circulant dans le circuit primaire de l'échangeur thermique supplémentaire et de l'autre fluide caloporteur circulant dans le circuit secondaire de l'échangeur thermique supplémentaire ;

- 15 - le circuit primaire de l'échangeur thermique supplémentaire présente une entrée prévue pour être reliée à la source de carburant et une sortie reliée au port d'admission de la pompe ;

- 20 - le circuit primaire de l'échangeur thermique supplémentaire présente une entrée reliée au port de refoulement de la pompe et une sortie prévue pour être reliée à la chambre de combustion du moteur.

Selon un autre aspect du présent exposé, il est proposé un moteur d'aéronef comprenant :

- un système tel que précédemment décrit ;
- un circuit de fluide caloporteur relié au circuit secondaire de l'échangeur thermique du système.

- 25 Avantageusement, mais facultativement :

- le moteur comprend :

- 30 - le système tel que précédemment décrit dans lequel le système comprend en outre un échangeur thermique supplémentaire comprenant un circuit primaire et un circuit secondaire, le circuit secondaire de l'échangeur thermique supplémentaire étant prévu pour être relié à un circuit supplémentaire d'un autre fluide caloporteur du moteur, l'échangeur thermique supplémentaire étant configuré pour assurer un

transfert thermique entre du carburant circulant dans le circuit primaire de l'échangeur thermique supplémentaire et de l'autre fluide caloporteur circulant dans le circuit secondaire de l'échangeur thermique supplémentaire ; et

- un circuit supplémentaire d'un autre fluide caloporteur relié au circuit secondaire de l'échangeur thermique supplémentaire du système ;

- le fluide caloporteur est de l'huile de lubrification ou un fluide de refroidissement pour machine électrique ;

- l'autre fluide caloporteur est de l'huile de lubrification ou un fluide de refroidissement pour machine électrique.

- 10 Selon un autre aspect du présent exposé, il est proposé un aéronef comprenant une cellule et un moteur, dans lequel le moteur est fixé à la cellule.

Selon un autre aspect du présent exposé, il est proposé un procédé de régulation de carburant pour moteur d'aéronef, le procédé comprenant :

- un prélèvement d'une partie de carburant refoulé par un port de refoulement d'une pompe d'un système de régulation de carburant du moteur, le port de refoulement étant relié à une chambre de combustion du moteur pour l'alimenter en carburant ;
- une injection du carburant prélevé au sein d'un circuit primaire d'un échangeur thermique du système, l'échangeur thermique comprenant le circuit primaire et un circuit secondaire, le circuit primaire de l'échangeur thermique présentant une entrée reliée à une source de carburant du système et une sortie reliée à un port d'admission de la pompe, le circuit secondaire de l'échangeur thermique étant relié à un circuit de fluide caloporteur du moteur, l'échangeur thermique étant configuré pour assurer un transfert thermique entre du carburant circulant dans le circuit primaire de l'échangeur thermique et du fluide caloporteur circulant dans le circuit secondaire de l'échangeur thermique ; et
- une modulation du débit de carburant injecté au sein du circuit primaire de l'échangeur thermique de sorte à augmenter le transfert thermique entre le carburant circulant dans le circuit primaire de l'échangeur thermique et le fluide caloporteur circulant dans le circuit secondaire de l'échangeur thermique.

- 30 Avantageusement, mais facultativement, le procédé est mis en œuvre par le système tel que précédemment décrit.

DESCRIPTION DES FIGURES

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

La **Figure 1** illustre un aéronef de façon schématique.

- 5 La **Figure 2** illustre une vue en coupe schématique d'un ensemble propulsif pour aéronef.

La **Figure 3** illustre schématiquement un système de régulation de carburant.

La **Figure 4** illustre schématiquement une partie d'un système de régulation de carburant.

La **Figure 5** illustre schématiquement une partie d'un système de régulation de carburant selon une autre alternative.

- 10 La **Figure 6** est un organigramme illustrant un procédé de régulation de carburant pour moteur d'aéronef.

Sur l'ensemble des figures, les éléments similaires portent des références identiques.

DESCRIPTION DETAILLEE

Aéronef

- 15 Un aéronef **100** est un appareil configuré pour s'élever et se déplacer dans l'air, et peut, par exemple, être un avion, civil ou militaire, voire un hélicoptère. Un aéronef **100** comprend une cellule qui, dans le cas d'un avion, est composée d'un fuselage, d'une voilure comprenant deux ailes, d'empennages, de gouvernes de vol et d'un train d'atterrissage.

Ensemble propulsif

- 20 Un ensemble propulsif **1** comprend un moteur **2** (ou turbomachine) et une nacelle **3**, et présente une direction principale s'étendant selon un axe longitudinal X-X. L'ensemble propulsif **1** est configuré pour être fixé sur la cellule de l'aéronef **100**, par exemple sous ses ailes, dans le cas d'un avion, et ce par l'intermédiaire d'un pylône (ou mât). L'ensemble propulsif **1** peut également être monté sur l'aile de l'avion ou encore à l'arrière de son
25 fuselage, voire être intégré à son fuselage.

Le moteur **2** peut être un turboréacteur caréné à double corps, double flux et entraînement direct, tel que décrit ci-après, mais peut également comporter un nombre différent de corps et/ou de flux, et/ou être un autre type de turboréacteur, tel qu'un turboréacteur à réducteur ou un turbopropulseur, avec ou sans postcombustion, caréné ou non-caréné.

Sauf précision contraire, les termes « amont » et « aval » sont utilisés en référence à la direction globale d'écoulement d'air à travers l'ensemble propulsif **1** en fonctionnement. De même, une direction axiale correspond à la direction de l'axe longitudinal X-X et une direction radiale est une direction perpendiculaire à l'axe longitudinal X-X et coupant l'axe longitudinal X-X. Par ailleurs, un plan axial est un plan contenant l'axe longitudinal X-X et un plan radial est un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal X-X. Une circonférence s'entend comme un cercle appartenant à un plan radial et dont le centre appartient à l'axe longitudinal X-X. Une direction tangentielle ou circonférentielle est une direction tangente à une circonférence : elle est perpendiculaire à l'axe longitudinal X-X mais ne passe pas par l'axe longitudinal X-X. Enfin, les adjectifs « intérieur » (ou « interne ») et « extérieur » (ou « externe ») sont utilisés en référence à une direction radiale de sorte que la partie intérieure d'un élément est, suivant une direction radiale, plus proche de l'axe longitudinal X-X que la partie extérieure du même élément.

Le moteur **2** comprend, de l'amont vers l'aval, une soufflante **20**, une section de compresseur **22**, comprenant un compresseur basse pression **220** et un compresseur haute pression **222**, une chambre de combustion **24** et une section de turbine **26**, comprenant une turbine haute pression **262** et une turbine basse pression **260**.

La section de compresseur **22** comprend une succession d'étages comprenant chacun une roue d'aubes mobiles (rotor) tournant devant une roue d'aubes fixes (stator). La section de turbine **26** comprend également une succession d'étages comprenant chacun une roue d'aubes fixes (stator) derrière laquelle tourne une roue d'aubes mobiles (rotor).

La soufflante **20**, la partie rotorique du compresseur basse pression **220**, et la partie rotorique de la turbine basse pression **260** sont reliées entre elles par un arbre basse pression **280** s'étendant le long de l'axe longitudinal X-X, formant ainsi un corps basse pression **20**, **220**, **260**, **280**. La partie rotorique du compresseur haute pression **222** et la partie rotorique de la turbine haute pression **262** sont reliées entre elles par un arbre haute pression **282** s'étendant le long de l'axe longitudinal X-X, formant ainsi un corps haute pression **222**, **262**, **282**. L'arbre basse pression **280** est généralement logé, sur un tronçon de sa longueur, dans l'arbre haute pression **282** et est coaxial à l'arbre haute pression **282**.

La section de compresseur **22**, la chambre de combustion **24** et la section de turbine **26** sont entourées par un carter moteur **23**, auquel sont reliées les parties statoriques du compresseur basse pression **220**, du compresseur haute pression **222**, de la turbine haute pression **262** et de la turbine basse pression **260**, tandis que la soufflante **20** est entourée

par un carter de soufflante **25**. Le carter moteur **23** et le carter de soufflante **25** sont reliés entre eux par des bras **27** profilés formant des redresseurs (ou OGV pour « *Outlet Guide Vanes* » dans la terminologie anglo-saxonne) répartis de manière circonférentielle tout autour de l'axe longitudinal X-X. Au moins certains de ces bras **27** peuvent être prévus structuraux. L'axe longitudinal X-X définit l'axe de rotation pour la soufflante **20**, les parties rotoriques de la section de compresseur **22** et les parties rotoriques de la section de turbine **26**, autrement dit pour le corps basse pression **20**, **220**, **260**, **280** et le corps haute pression **222**, **262**, **282**, lesquels sont chacun susceptibles d'être entraînés en rotation autour de l'axe longitudinal X-X par rapport au carter moteur **23** et au carter de soufflante **25**.

La nacelle **3** s'étend radialement à l'extérieur du moteur **2**, tout autour de l'axe longitudinal X-X, de sorte à entourer à la fois le carter de soufflante **25** et le carter moteur **23**, et à définir, avec une partie aval du carter moteur **23**, une partie aval d'une veine secondaire **B**, la partie amont de la veine secondaire **B** étant définie par le carter de soufflante **25** et une partie amont du carter moteur **23**. La partie amont de la nacelle **3** définit en outre une entrée d'air **29** par laquelle la soufflante **20** aspire le flux d'air circulant à travers l'ensemble propulsif **1**. La nacelle **3** est solidaire du carter de soufflante **25** et rapportée et fixée à l'aéronef **100** au moyen du mât.

Le moteur **2** peut également comprendre au moins un boîtier d'accessoires, appelé AGB (pour « *Accessory gear box* » dans la terminologie anglo-saxonne), par exemple logé dans une cavité ménagée au sein de la nacelle **3**. Le boîtier d'accessoires comprend un ensemble d'éléments rotatifs, tels que des engrenages, permettant d'entraîner en rotation une pluralité d'arbres autour de leur propre axe, des accessoires étant montés sur ces arbres pour tirer de leur rotation une puissance mécanique utile. L'ensemble d'engrenages est lui-même entraîné à l'aide d'un arbre de prise de mouvement (ou RDS pour « *Radial Drive Shaft* » dans la terminologie anglo-saxonne) reliant, éventuellement par l'intermédiaire d'un boîtier de transfert, le boîtier d'accessoires à l'un au moins parmi le corps haute pression **222**, **262**, **282** et le corps basse pression **20**, **220**, **260**, **280**, typiquement en étant engrené avec l'un au moins parmi l'arbre haute pression **282** et l'arbre basse pression **280**. A cet égard, l'arbre de prise de mouvement peut s'étendre à l'intérieur d'une cavité longitudinale ménagée au sein de l'un des bras **27**. De cette manière, une puissance mécanique est susceptible d'être prélevée sur l'un au moins parmi le corps haute pression **222**, **262**, **282** et le corps basse pression **20**, **220**, **260**, **280** pour être délivrée à l'un au moins des accessoires par l'intermédiaire du boîtier d'accessoires.

La chambre de combustion **24** comprend une rampe d'injection de carburant et une pluralité d'injecteurs d'allumage. La rampe d'injection et/ou les injecteurs d'allumage constituent des organes consommateurs de carburant du moteur **2**.

Le moteur **2** comprend en outre un certain nombre d'organes (ou équipements) configurés pour être actionnés au moyen de carburant. Plus précisément, ces organes sont à actionnement hydraulique et il est prévu d'utiliser du carburant sous pression pour assurer leur fonctionnement. Ces organes sont habituellement désignés sous l'appellation « équipements (ou accessoires) à géométries variables » ou, plus simplement, « géométries variables ». Des exemples de géométries variables sont : des aubes à calage variables (e.g., aubes de stator du compresseur haute pression **222**), vannes de décharge de la veine primaire **A** ou de la veine secondaire **B**. Ces géométries variables ont donc besoin de l'énergie hydraulique liée à la pression de carburant pour fonctionner. Néanmoins, contrairement à un injecteur (d'allumage ou de rampe d'injection) de la chambre de combustion, les géométries variables ne consomment pas de carburant, car elles ne le dégradent pas par combustion.

Un contrôleur peut également être prévu pour réaliser l'interface entre le moteur **2** et l'aéronef **100**, mais aussi assurer la commande du moteur **2**. Typiquement, le contrôleur peut assurer les fonctions de : régulation de circulation des divers fluides nécessaires au fonctionnement du moteur **2**, démarrage du moteur **2**, transmission de différents paramètres mesurés du moteur **2** au cockpit de l'aéronef **100**, gestion de poussée ou de poussée inverse, etc. Un tel contrôleur peut mettre en œuvre une régulation de type numérique et comprendre un calculateur, une mémoire et différentes voies d'échanges de données qui interagissent entre eux. Typiquement, le contrôleur peut être du type FADEC (pour « *Full Authority Digital Engine Control* » dans la terminologie anglo-saxonne).

En fonctionnement, la soufflante **20** aspire un flux d'air dont une portion, circulant au sein d'une veine primaire **A** traversant le carter moteur **23** de part en part, est, successivement, comprimée au sein de la section de compresseur **22**, enflammée au sein de la chambre de combustion **24** par combustion de carburant, et détendue au sein de la section de turbine **26** avant d'être éjectée hors du moteur **2**. Une autre portion du flux d'air circule au sein de la veine secondaire **B** qui prend une forme annulaire allongée entourant le carter moteur **23**, l'air aspiré par la soufflante **20** étant redressé par les redresseurs **27** puis éjecté hors de l'ensemble propulsif **1**. De cette manière, l'ensemble propulsif **1** génère une poussée. Cette poussée peut, par exemple, être mise au profit de l'aéronef **100** sur lequel l'ensemble propulsif **1** est rapporté et fixé.

Système de régulation de carburant

En vue de gérer l'alimentation des organes consommateurs de carburant, tels que les injecteurs (d'allumage ou de la rampe d'injection) de la chambre de combustion **24**, et les géométries variables, le moteur **2** comprend un système de régulation de carburant **4**.

- 5 Le système de régulation de carburant **4** comprend une source de carburant **40**, telle qu'un réservoir destiné à stocker du carburant ou un circuit d'alimentation en carburant, prévue pour fournir le carburant destiné à la combustion au sein de la chambre de combustion **24** et, éventuellement, à l'actionnement des géométries variables. En outre, un conduit d'alimentation **400** est relié à la source de carburant **40**.
- 10 Le système de régulation de carburant **4** comprend un circuit principal **41** relié à la source de carburant **40** par l'intermédiaire du conduit d'alimentation **400**, un circuit de recirculation **42**, relié au circuit principal **41**, et un dispositif de pilotage **43**.

Avantageusement, une pompe centrifuge de gavage **4000**, dite pompe basse pression, est interposée entre la source de carburant **40** et le circuit principal **41**, sur le conduit
15 d'alimentation **400**, pour la mise sous pression du circuit principal **41**.

Le circuit principal **41** comprend une pompe additionnelle **411** prévue pour assurer, au moins en partie, voire en totalité, l'alimentation en carburant de la chambre de combustion **24**, et/ou des géométries variables, à la pression et/ou au débit requis par leur fonctionnement.

- La pompe **411** comprend un port d'admission **4111** et un port de refoulement **4112**. La
20 pompe **411** est agencée de sorte que son port d'admission **4111** soit relié au conduit d'alimentation **400** pour admettre du carburant à partir de la source de carburant **40**, éventuellement préalablement mis sous pression par la pompe centrifuge de gavage **4000**. Le port d'admission **4111** de la pompe **411** est relié au conduit d'alimentation **400** par un conduit principal **410**. La pompe **411** comprend également une partie statorique et une
25 partie rotorique, la partie rotorique étant prévue pour être entraînée par rapport à la partie statorique à un certain régime d'entraînement.

- L'entraînement de la pompe **411** peut être mis en œuvre par prélèvement mécanique sur l'un du corps basse pression **20**, **220**, **260**, **280** et du corps haute pression **222**, **262**, **282**, éventuellement par l'intermédiaire du boîtier d'accessoires. Dans ce cas, le régime
30 d'entraînement de la pompe **411** est directement lié au régime du moteur **2**.

Alternativement, un différentiel mécanique peut être interposé entre le boîtier d'accessoires et la pompe **411**, pour découpler le régime d'entraînement de la pompe **411**

du régime du moteur **2**. Dans ce cas, un moteur/générateur externe, électrique ou non, est également relié au différentiel, pour permettre la modulation du régime d'entraînement de la pompe **411**.

Alternativement, l'entraînement de la pompe **411** n'est pas mis en œuvre par prélèvement mécanique sur l'un du corps basse pression **20**, **220**, **260**, **280** et du corps haute pression **222**, **262**, **282**, mais se trouve mis en œuvre au moyen d'un moteur électrique d'entraînement, dont la vitesse peut être contrôlée.

En tout état de cause, le découplage du régime d'entraînement de la pompe **411** du régime du moteur **2** permet de moduler le débit de carburant refoulé par la pompe **411** indépendamment du régime du moteur **2**. A cet égard, le système de régulation de carburant **4** peut comprendre un dispositif de contrôle **4114** du régime d'entraînement de la pompe **411**, lequel pilote le différentiel ou le moteur électrique d'entraînement, le cas échéant.

La pompe **411** est préférentiellement une pompe de type volumétrique. La pompe **411** peut en outre être à cylindrée variable. A cet égard, le système de régulation de carburant **4** peut comprendre un organe de commande **4113** qui permet d'ajuster la cylindrée de la pompe **411** et, ainsi, de moduler le débit de carburant refoulé par la pompe **411** indépendamment du régime d'entraînement de la pompe **411**.

Le circuit principal **41** comprend en outre un conduit de refoulement **412** relié au port de refoulement **4112** de la pompe **411** et à un organe consommateur de carburant, tel qu'un injecteur de la chambre de combustion **24**, pour que ce dernier reçoive du carburant de la pompe **411**. Ainsi, au moins une partie du carburant refoulé par la pompe **411** peut être admis au sein de la chambre de combustion **24** pour être mélangé à l'air issu de la section de compresseur **22** afin d'être enflammé.

Avantageusement, le circuit principal **41** comprend un régulateur **417** positionné sur le conduit de refoulement **412**. Le régulateur **417** fonctionne selon le même principe qu'un groupe hydromécanique et comprend un doseur débitmètre. Le régulateur **417** est avantageusement connecté au dispositif de contrôle **4114** et/ou à l'organe de commande **4113** pour contrôler le débit de carburant refoulé par la pompe **411** en fonction du strict besoin de la chambre de combustion **24**.

Avantageusement, le circuit principal **41** comprend, en outre, un filtre **415** positionné sur le conduit principal **410**, entre la source de carburant **40** et le port d'admission **4110** de la

pompe **411**. Le filtre **415** permet de traiter le carburant circulant au sein du système de régulation de carburant **4** afin d'en optimiser le fonctionnement.

Echangeur thermique

Le circuit principal **41** comprend, en outre, un échangeur thermique **413** positionné sur le conduit principal **410**, entre la source de carburant **40** et le port d'admission **4110** de la pompe **411**. L'échangeur thermique **413** permet de refroidir un fluide caloporteur à l'aide du carburant. Le système de régulation de carburant **4** est alors considéré comme une source froide capable d'absorber des calories du fluide caloporteur.

L'échangeur thermique **413** comprend un circuit primaire **4131** et un circuit secondaire **4132**. Le circuit primaire **4131** de l'échangeur thermique **413** présente une entrée **4133** reliée à la source de carburant **40** et une sortie **4134** reliée au port d'admission **4110** de la pompe **411**, via le conduit principal **410**.

Le circuit secondaire **4132** de l'échangeur thermique **413** est relié à un circuit de fluide caloporteur **210** du moteur **2**. Le fluide caloporteur peut être n'importe quel fluide circulant dans le moteur **2** pour refroidir ou lubrifier certaines parties du moteur **2**, tel que de l'huile de lubrification ou un fluide de refroidissement, comme par exemple un fluide de refroidissement pour machine électrique.

L'échangeur thermique **413** assure ainsi un transfert thermique entre du carburant circulant dans le circuit primaire **4131** de l'échangeur thermique **413** et du fluide caloporteur circulant dans le circuit secondaire **4132** de l'échangeur thermique **413**.

Ainsi, un tel système de régulation de carburant **4** permet, entre autres, de refroidir plus efficacement le fluide caloporteur. En effet, en positionnant l'échangeur thermique **413** en amont de la pompe **411**, le carburant circulant au sein du circuit primaire **4131** est moins chaud. Le transfert thermique entre le carburant et le fluide caloporteur est donc amélioré.

Avantageusement, le circuit principal **41** comprend un échangeur thermique supplémentaire **414**. L'échangeur thermique supplémentaire **414** présente la même fonction de refroidissement d'un fluide caloporteur par le carburant que l'échangeur thermique **413**. L'échangeur thermique supplémentaire **414** comprend un circuit primaire **4141** et un circuit secondaire **4142**. Le circuit primaire **4141** de l'échangeur thermique supplémentaire **414** présente une entrée **4143** et une sortie **4144**.

Selon un mode de réalisation, l'échangeur thermique supplémentaire **414** est positionné en amont de la pompe **411**, dans le sens de circulation du carburant au sein du système de

régulation de carburant **4** lorsque la pompe **411** est en fonctionnement. En d'autres termes, l'échangeur thermique supplémentaire **414** est positionné sur le conduit principal **410**, entre la source de carburant **40** et le port d'admission **4110** de la pompe **411**. L'échangeur thermique supplémentaire **414** peut alors être agencé en parallèle ou en série de l'échangeur thermique **413**, en amont ou en aval de l'échangeur thermique **413**. Ainsi, l'entrée **4143** du circuit primaire **4141** de l'échangeur thermique supplémentaire **414** est reliée soit à la source de carburant **40** soit à la sortie **4134** du circuit primaire **4131** de l'échangeur thermique **413**. Et, la sortie **4144** du circuit primaire **4141** de l'échangeur thermique supplémentaire **414** est reliée soit à l'entrée **4133** du circuit primaire **4131** de l'échangeur thermique **413** soit au port d'admission **4111** de la pompe **411**.

Selon un autre mode de réalisation, l'échangeur thermique supplémentaire **414** est positionné en aval de la pompe **411**, dans le sens de circulation du carburant au sein du système de régulation de carburant **4** lorsque la pompe **411** est en fonctionnement, en étant agencé sur le conduit de refoulement **412**. A cet égard, l'entrée **4143** du circuit primaire **4141** de l'échangeur thermique supplémentaire **414** est reliée au port de refoulement **4112** de la pompe **411**, et la sortie **4144** du circuit primaire **4141** de l'échangeur thermique supplémentaire **414** est relié à un organe consommateur de carburant, comme la chambre de combustion **24** et/ou une géométrie variable.

Le circuit secondaire **4142** de l'échangeur thermique supplémentaire **414** est relié à un circuit de fluide caloporteur **220** qui est distinct du circuit de fluide caloporteur auquel est relié le circuit secondaire **4132** de l'échangeur thermique **413**.

Le circuit principal **41** peut comprendre plusieurs échangeurs thermiques supplémentaires **414** positionnés sur le conduit principal **410**, entre la source de carburant **40** et le port d'admission **4110** de la pompe **411** et/ou sur le conduit de refoulement **412**, entre le port de refoulement **4112** de la pompe **411** et un organe consommateur de carburant.

Selon un mode de réalisation, le circuit secondaire **4132** de l'échangeur thermique **413** est relié à un circuit d'huile de lubrification et le circuit secondaire **4142** de l'échangeur thermique supplémentaire **414** est relié à un circuit de fluide de refroidissement pour machine électrique.

Selon un autre mode de réalisation, le circuit secondaire **4132** de l'échangeur thermique **413** est relié à un circuit de fluide de refroidissement pour machine électrique et le circuit secondaire **4142** de l'échangeur thermique supplémentaire **414** est relié à un circuit d'huile de lubrification.

Le filtre **415** peut être positionné sur le conduit principal **410** en amont de l'échangeur thermique **413** et de l'échangeur thermique supplémentaire **414**.

Avantageusement, le circuit principal **41** comprend, en outre, une restriction **416** agencée au niveau du conduit de refoulement **412** et configurée pour piloter le débit de carburant refoulé par la pompe **411**. Plus précisément, la restriction **416** est configurée pour générer des pertes en ligne (ou pertes de charge), de nature thermique, au sein du conduit de refoulement **412**, ce qui permet d'ajuster le débit de carburant au sein du conduit reliant le conduit de refoulement **412** aux injecteurs de la chambre de combustion **24**. La restriction **416** peut être une vanne à section variable commandée par une servovalve.

10 Circuit de recirculation

Le système de régulation de carburant **4** comprend, en outre, un circuit de recirculation **42**. Le circuit de recirculation **42** comprend un conduit secondaire **421** et une soupape régulatrice **422**. Le circuit de recirculation **42** est agencé pour prélever dans le conduit de refoulement **412**, au moyen du conduit secondaire **421**, du carburant refoulé par le port de refoulement **4112** de la pompe **411** et réinjecter ce carburant prélevé au sein du circuit primaire **4131** de l'échangeur thermique **413** et/ou au sein du circuit primaire **4141** de l'échangeur thermique supplémentaire **414**.

La soupape régulatrice **422** (ou « bypass-valve » selon la terminologie anglo-saxonne) est montée sur le conduit secondaire **421** du circuit de recirculation **42**. La soupape régulatrice **422** est configurée pour réguler le débit du carburant circulant via le conduit secondaire **421** jusque dans le circuit primaire **4131** de l'échangeur thermique **413** et/ou jusque dans le circuit primaire **4141** de l'échangeur thermique supplémentaire **414**.

La soupape régulatrice **422** est pilotée par le dispositif de pilotage **43**.

La soupape régulatrice **422** est en outre configurée pour réguler le débit du carburant refoulé par le port de refoulement **4112** de la pompe **411** en cas de défaillance de l'organe de commande **4113** et/ou du dispositif de contrôle **4114**. Le circuit de recirculation **42** fonctionne alors comme trop plein du conduit de refoulement **412** afin d'éviter qu'un débit de carburant trop élevé alimente la chambre de combustion **24**.

La soupape régulatrice **422** a donc de préférence une double fonction. D'une part, elle permet une modulation du débit de carburant circulant au sein du circuit primaire **4131**, **4141**, de l'échangeur thermique **413**, et/ou de l'échangeur thermique supplémentaire **414**. D'autre part, elle permet de préférence une régulation du débit de carburant circulant au

sein du conduit de refoulement **412** et envoyé à la chambre de combustion **24**, en cas de défaillance de l'organe de commande **4113** et/ou du dispositif de contrôle **4114**.

Ainsi, un tel système de régulation de carburant **4** permet de refroidir plus efficacement le fluide caloporteur. En effet, le circuit de recirculation **42** permet d'augmenter le débit de carburant circulant au sein du circuit primaire **4131**, **4141**, de l'échangeur thermique **413**, et/ou de l'échangeur thermique supplémentaire **414**. Une telle augmentation améliore donc le transfert thermique entre le carburant et le fluide caloporteur.

Dispositif de pilotage

Le dispositif de pilotage **43** est configuré pour piloter la soupape régulatrice **422** en fonction d'une température du fluide caloporteur circulant dans le circuit secondaire **4132**, **4142**, de l'échangeur thermique **413** et/ou de l'échangeur thermique supplémentaire **414**, d'un débit de carburant au niveau de l'entrée **4133**, **4143**, du circuit primaire **4131**, **4141**, de l'échangeur thermique **413** et/ou de l'échangeur thermique supplémentaire **414**, et/ou d'une différence de pression aux bornes de la soupape régulatrice **422**.

Avantageusement, le dispositif de pilotage **43** peut aussi être configuré pour piloter la soupape régulatrice **422** en fonction du débit de carburant circulant au sein du conduit de refoulement **412** et envoyé à la chambre de combustion **24**, en cas de défaillance de l'organe de commande **4113** et/ou du dispositif de contrôle **4114**.

Ainsi, la présence de la soupape régulatrice **422** dans le circuit de recirculation **42** permet de moduler le débit de carburant circulant au sein du circuit primaire **4131**, **4141**, de l'échangeur thermique **413**, et/ou de l'échangeur thermique supplémentaire **414** en fonction des besoins thermiques de refroidissement du fluide caloporteur et non plus seulement en fonction des besoins d'alimentation en carburant de la chambre de combustion **24**. Par ailleurs, le pilotage de la soupape régulatrice **422** en fonction du débit de carburant circulant au sein du conduit de refoulement **412** permet de palier une défaillance de l'organe de commande et/ou du dispositif de contrôle **4114** et ainsi éviter une transmission de carburant trop importante à la chambre de combustion **24**.

Procédé de régulation de carburant

Un procédé de régulation de carburant peut être mis en œuvre, notamment grâce à un système de régulation de carburant **4**.

Le procédé met tout d'abord en œuvre un prélèvement **E1** d'une partie du carburant, refoulé par le port de refoulement **4112** de la pompe **411**, grâce au circuit de recirculation **42**.

Le circuit de recirculation **42** réalise, au moyen du conduit secondaire **421**, une injection **E2** au sein du circuit primaire **4131**, **4141**, de l'échangeur thermique **413** et/ou de l'échangeur thermique supplémentaire **414** du carburant précédemment prélevé.

5 La soupape régulatrice **422** met en œuvre une modulation **E3** du débit de carburant injecté au sein du circuit primaire **4131**, **4141** de l'échangeur thermique **413** et/ou de l'échangeur thermique supplémentaire **414**, de sorte à augmenter le transfert thermique entre, d'une part, le carburant circulant dans le circuit primaire **4131**, **4141** de l'échangeur thermique **413** et/ou de l'échangeur thermique supplémentaire **414** et, d'autre part, le fluide caloporteur circulant dans le circuit secondaire **4132**, **4142** de l'échangeur thermique **413**
10 et/ou de l'échangeur thermique supplémentaire **414**.

Par ailleurs, la soupape régulatrice **422** peut mettre en œuvre une étape de régulation **E4** du débit de carburant circulant au sein du conduit de refoulement **414** et envoyé à la chambre de combustion **24**, notamment en cas de défaillance de l'organe de commande **4113** et/ou du dispositif de contrôle **4114**.

15

REVENDEICATIONS

1. Système de régulation de carburant (4) pour moteur (2) d'aéronef (100), le système (4) comprenant :

- une pompe (411) comprenant un port d'admission (4111) et un port de refoulement (4112), le port d'admission (4111) étant prévu pour être relié à une source de carburant (40), le port de refoulement (4112) étant prévu pour être relié à une chambre de combustion (24) du moteur (2) pour alimenter la chambre de combustion (24) en carburant ;
- un échangeur thermique (413) comprenant un circuit primaire (4131) et un circuit secondaire (4132), le circuit primaire (4131) de l'échangeur thermique (413) présentant une entrée (4133) prévue pour être reliée à la source de carburant (40) et une sortie (4134) reliée au port d'admission (4111) de la pompe (411), le circuit secondaire (4132) de l'échangeur thermique (413) étant prévu pour être relié à un circuit de fluide caloporteur (210) du moteur (2), l'échangeur thermique (413) étant configuré pour assurer un transfert thermique entre du carburant circulant dans le circuit primaire (4131) de l'échangeur thermique (413) et du fluide caloporteur circulant dans le circuit secondaire (4132) de l'échangeur thermique (413) ;
- un circuit de recirculation (42) agencé pour prélever du carburant refoulé par le port de refoulement (4112) de la pompe (411) et réinjecter le carburant prélevé au sein du circuit primaire (4131) de l'échangeur thermique (413), le circuit de recirculation (42) comprenant une soupape régulatrice (422) configurée pour moduler un débit du carburant circulant au sein du circuit de recirculation (42) ; et
- un dispositif de pilotage (43) configuré pour piloter la soupape régulatrice (422) en fonction d'une température du fluide caloporteur circulant dans le circuit secondaire (4132) de l'échangeur thermique (413) et/ou d'un débit de carburant au niveau de l'entrée (4133) du circuit primaire (4131) de l'échangeur thermique (413), de sorte à augmenter le transfert thermique entre le carburant circulant dans le circuit primaire (4131) de l'échangeur thermique (413) et le fluide caloporteur circulant dans le circuit secondaire (4132) de l'échangeur thermique (413).

2. Système (4) selon la revendication 1, dans lequel le dispositif de pilotage (43) est configuré pour piloter la soupape régulatrice (422) en fonction d'une différence de pression aux bornes de la soupape régulatrice (422).

3. Système (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, dans lequel la pompe (411) est de type volumétrique.

4. Système (4) selon la revendication 3, dans lequel la pompe (411) présente une cylindrée variable, le système (4) comprenant en outre un organe de commande (4113) de la cylindrée de la pompe (411) et / ou un dispositif de contrôle (4114) d'un régime d'entraînement de la pompe (411).

5. Système (4) selon la revendication 4, dans lequel la soupape régulatrice (422) est en outre configurée pour augmenter le débit du carburant circulant au sein du circuit de recirculation (42) en cas de défaillance de l'organe de commande (4113) et/ou du dispositif de contrôle (4114).

6. Système (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant en outre un échangeur thermique supplémentaire (414) comprenant un circuit primaire (4141) et un circuit secondaire (4142), le circuit secondaire (4142) de l'échangeur thermique supplémentaire (414) étant prévu pour être relié à un circuit supplémentaire (220) d'un autre fluide caloporteur du moteur (2), l'échangeur thermique supplémentaire (414) étant configuré pour assurer un transfert thermique entre du carburant circulant dans le circuit primaire (4141) de l'échangeur thermique supplémentaire (414) et de l'autre fluide caloporteur circulant dans le circuit secondaire (4142) de l'échangeur thermique supplémentaire (414) .

7. Moteur (2) d'aéronef comprenant :

- un système (4) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 ;
- un circuit de fluide caloporteur (210) relié au circuit secondaire (4132) de l'échangeur thermique (413) du système (4).

8. Moteur (2) d'aéronef selon la revendication 7, comprenant :

- le système (4) selon la revendication 6 ; et
- un circuit supplémentaire (220) d'un autre fluide caloporteur relié au circuit secondaire (4132) de l'échangeur thermique supplémentaire (414) du système (4).

9. Aéronef (100) comprenant une cellule et un moteur (2) selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, dans lequel le moteur (2) est fixé à la cellule.

10. Procédé de régulation de carburant pour moteur (2) d'aéronef (100), le procédé comprenant :

- un prélèvement (E1) d'une partie de carburant refoulé par un port de refoulement (4112) d'une pompe (411) d'un système (4) de régulation de carburant (4) du moteur (2), le port de refoulement (4112) étant relié à une chambre de combustion (24) du moteur (2) pour l'alimenter en carburant ;
- 5 – une injection (E2) du carburant prélevé au sein d'un circuit primaire (4131) d'un échangeur thermique (413) du système (4), l'échangeur thermique (413) comprenant le circuit primaire (4131) et un circuit secondaire (4132), le circuit primaire (4131) de l'échangeur thermique (413) présentant une entrée (4133) reliée à une source de carburant (40) du système (4) et une sortie (4134) reliée à un port d'admission (4111)
10 de la pompe (411), le circuit secondaire (4132) de l'échangeur thermique (413) étant relié à un circuit de fluide caloporteur (210) du moteur (2), l'échangeur thermique (413) étant configuré pour assurer un transfert thermique entre du carburant circulant dans le circuit primaire (4131) de l'échangeur thermique (413) et du fluide caloporteur circulant dans le circuit secondaire (4132) de l'échangeur thermique
15 (413) ; et
- une modulation (E3) du débit de carburant injecté au sein du circuit primaire (4131) de l'échangeur thermique (413) de sorte à augmenter le transfert thermique entre le carburant circulant dans le circuit primaire (4131) de l'échangeur thermique (413) et le fluide caloporteur circulant dans le circuit secondaire (4132) de l'échangeur
20 thermique (413).

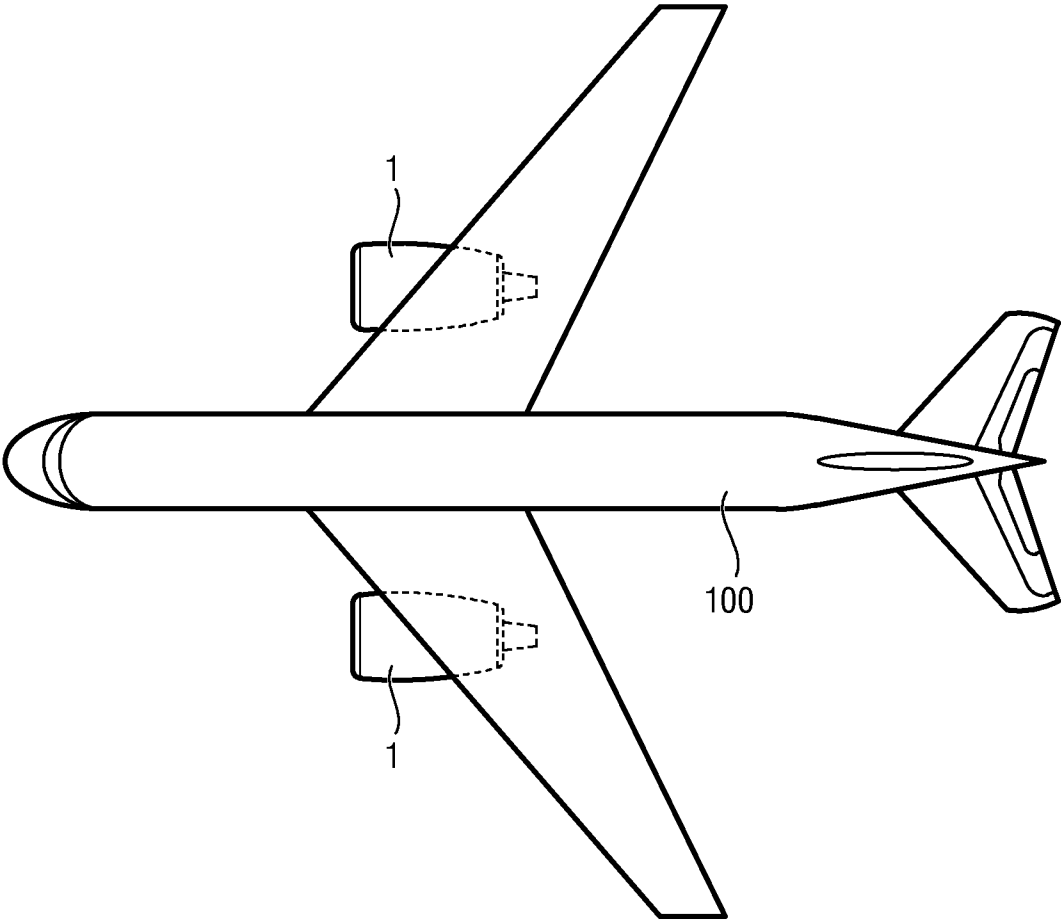


Fig. 1

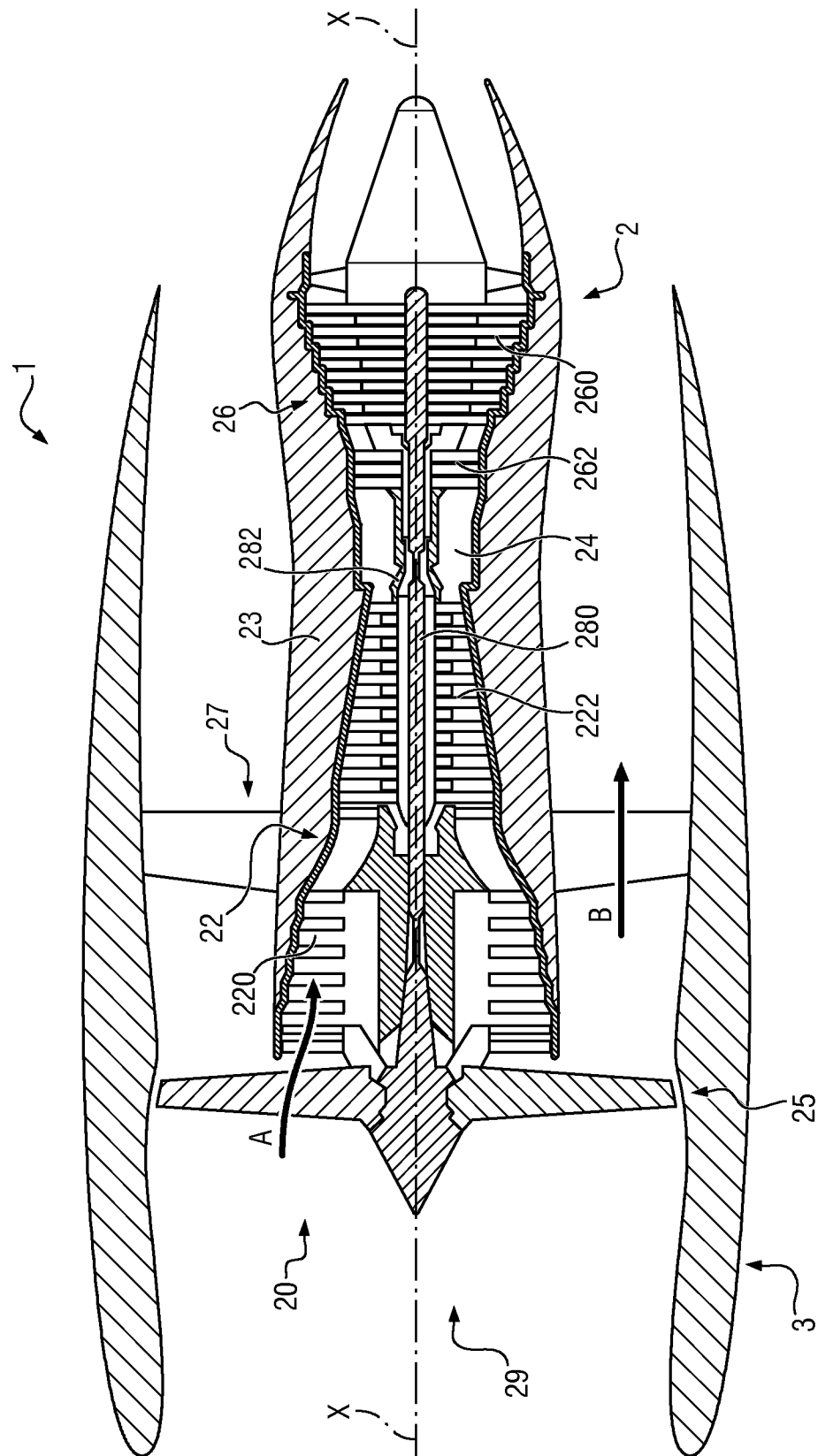


Fig. 2

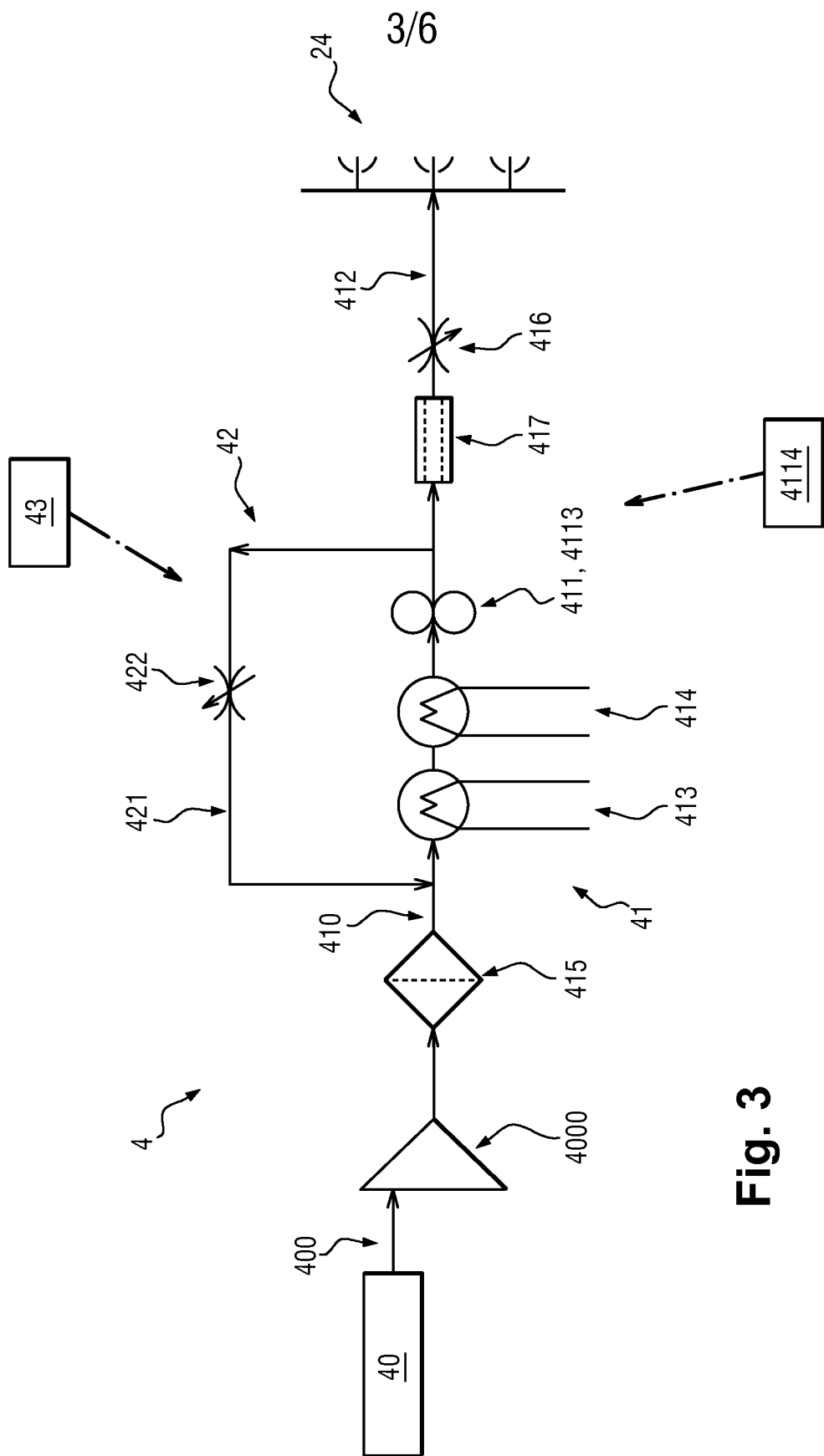


Fig. 3

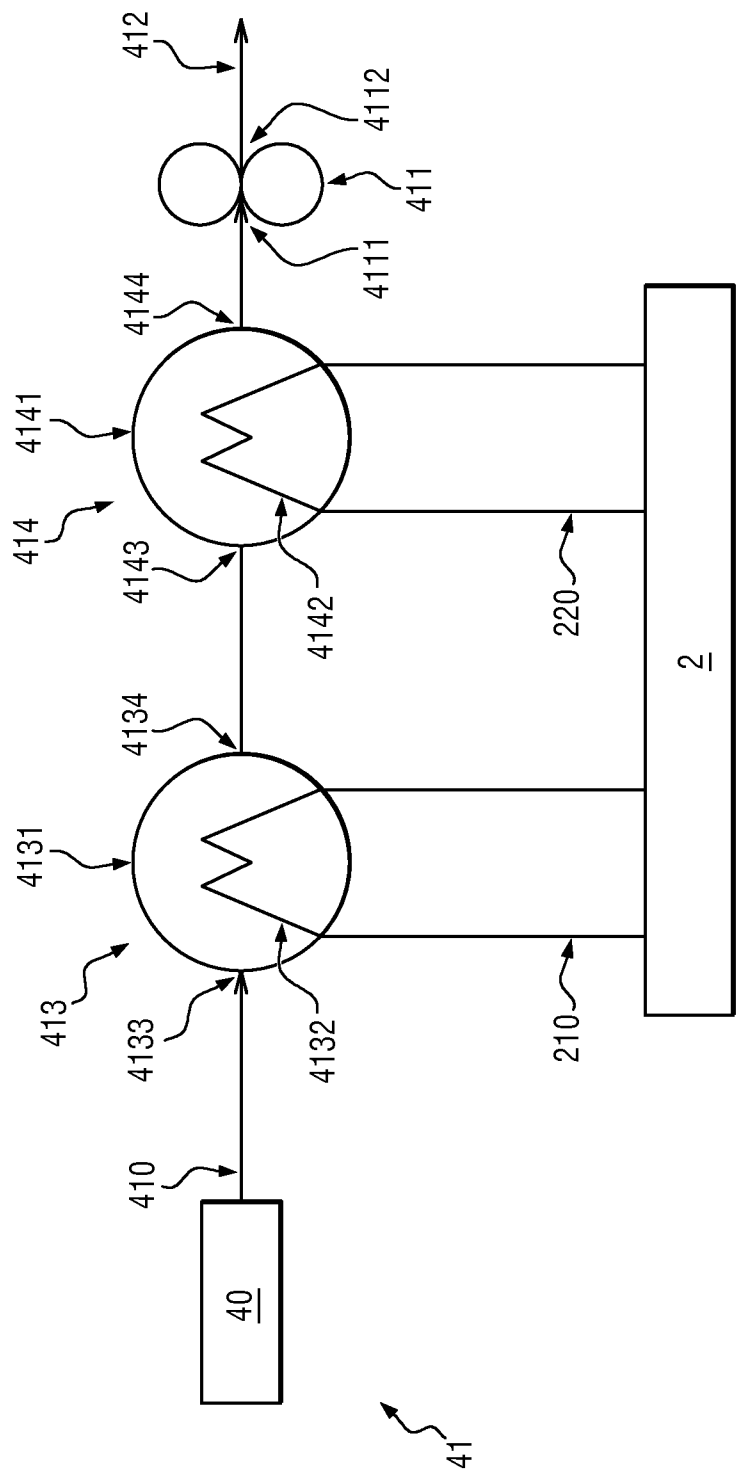


Fig. 4

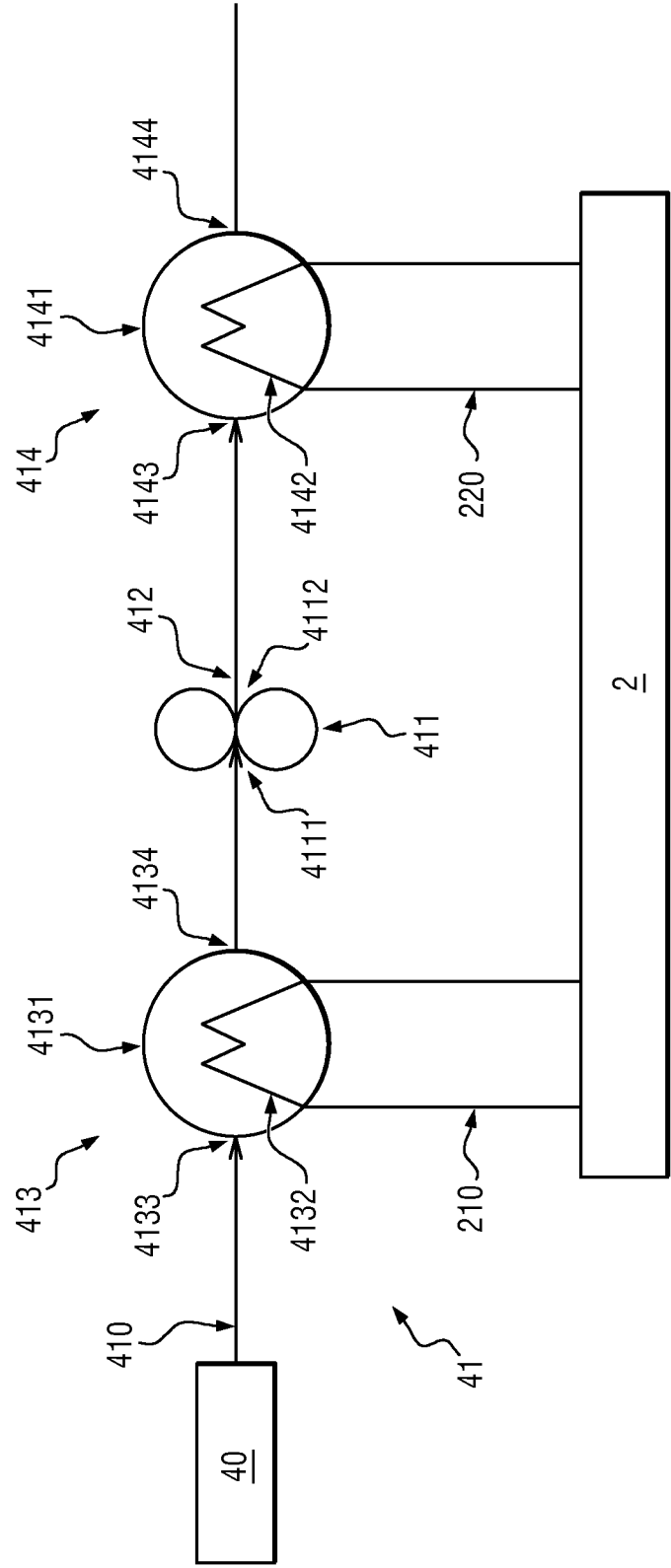


Fig. 5

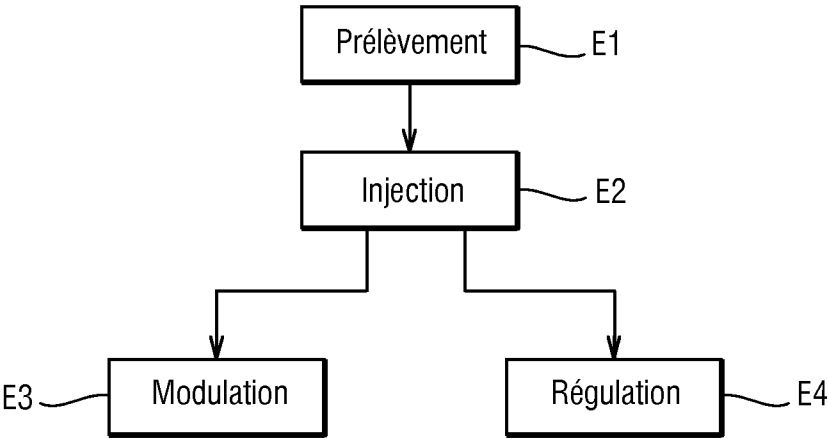


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2024/050721

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F02C 7/14**(2006.01)i; **B64D 37/34**(2006.01)i; **F02C 7/224**(2006.01)i

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 3104641 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 18 June 2021 (2021-06-18) paragraph [0048] figure 1	1-10
A	US 2018016024 A1 (STEARNS ETHAN K [US]) 18 January 2018 (2018-01-18) paragraph [0039] figure 2	1-10
A	GB 2508530 A (SNECMA [FR]) 04 June 2014 (2014-06-04) page 9, line 16 - page 10, line 7 figure 1	1-10
A	US 4696156 A (BURR DONALD N [US] ET AL) 29 September 1987 (1987-09-29) column 4, line 66 - column 5, line 17 figure 1	1-10
A	EP 3179075 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 14 June 2017 (2017-06-14) paragraph [0026] figure 4	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

10 September 2024

Date of mailing of the international search report

20 September 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Fortugno, Eugenio

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2024/050721

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
FR	3104641	A1	18 June 2021	NONE			
US	2018016024	A1	18 January 2018	EP	3315759	A1	02 May 2018
				US	2018016024	A1	18 January 2018
GB	2508530	A	04 June 2014	NONE			
US	4696156	A	29 September 1987	CA	1273212	A	28 August 1990
				EP	0248762	A2	09 December 1987
				JP	H0674753	B2	21 September 1994
				JP	S62298626	A	25 December 1987
				US	4696156	A	29 September 1987
				US	4741152	A	03 May 1988
EP	3179075	A1	14 June 2017	BR	102016028711	A2	25 July 2017
				CA	2950792	A1	08 June 2017
				CN	106917684	A	04 July 2017
				EP	3179075	A1	14 June 2017
				JP	6342471	B2	13 June 2018
				JP	2017106459	A	15 June 2017
				US	2017159569	A1	08 June 2017
				US	2019153954	A1	23 May 2019

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F02C7/14 B64D37/34 F02C7/224 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 3 104 641 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES [FR]) 18 juin 2021 (2021-06-18) alinéa [0048] figure 1	1 - 10
A	US 2018/016024 A1 (STEARNS ETHAN K [US]) 18 janvier 2018 (2018-01-18) alinéa [0039] figure 2	1 - 10
A	GB 2 508 530 A (SNECMA [FR]) 4 juin 2014 (2014-06-04) page 9, ligne 16 - page 10, ligne 7 figure 1	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 10 septembre 2024		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 20/09/2024
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 Fortugno, Eugenio

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 696 156 A (BURR DONALD N [US] ET AL) 29 septembre 1987 (1987-09-29) colonne 4, ligne 66 - colonne 5, ligne 17 figure 1 -----	1 - 10
A	EP 3 179 075 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 14 juin 2017 (2017-06-14) alinéa [0026] figure 4 -----	1 - 10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2024/050721

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3104641	A1	18-06-2021	AUCUN	

US 2018016024	A1	18-01-2018	EP 3315759 A1	02-05-2018
			US 2018016024 A1	18-01-2018

GB 2508530	A	04-06-2014	AUCUN	

US 4696156	A	29-09-1987	CA 1273212 A	28-08-1990
			EP 0248762 A2	09-12-1987
			JP H0674753 B2	21-09-1994
			JP S62298626 A	25-12-1987
			US 4696156 A	29-09-1987
			US 4741152 A	03-05-1988

EP 3179075	A1	14-06-2017	BR 102016028711 A2	25-07-2017
			CA 2950792 A1	08-06-2017
			CN 106917684 A	04-07-2017
			EP 3179075 A1	14-06-2017
			JP 6342471 B2	13-06-2018
			JP 2017106459 A	15-06-2017
			US 2017159569 A1	08-06-2017
			US 2019153954 A1	23-05-2019
