

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

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

**3 150 507**

②1 N° d'enregistrement national : **23 06843**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **B 64 D 37/16 (2023.01), F 02 C 7/22**

⑫

**DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

②2 Date de dépôt : 29.06.23.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 03.01.25 Bulletin 25/01.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : **SAFRAN AEROSYSTEMS Société par actions simplifiée — FR.**

⑦2 Inventeur(s) : **MIGLIORERO Vincent, VOZY Thibaut, EPALLE Patrick et MASSON Bruno.**

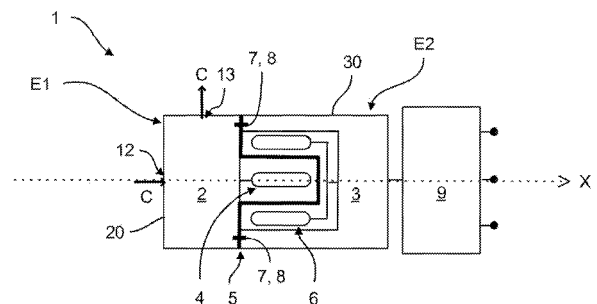
⑦3 Titulaire(s) : **SAFRAN AEROSYSTEMS Société par actions simplifiée.**

⑦4 Mandataire(s) : **ARGYMA.**

⑤4 **Système de gavage de carburant pour un circuit de carburant.**

⑤7 L'invention concerne un système de gavage de carburant (1) pour un circuit de carburant (C) comprenant : - un sous-ensemble hydraulique (2) comprenant une pièce rotative, apte à générer une circulation du carburant (C), montée dans une première enceinte (E1) ; - un moteur électrique (3), apte à entraîner le sous-ensemble hydraulique (2) ; - un rotor mené (4) couplé mécaniquement à la pièce rotative du sous-ensemble hydraulique (2) et monté dans la première enceinte (E1) et ; - un rotor menant (6) couplé mécaniquement à un rotor du moteur électrique (3) et monté dans une deuxième enceinte (E2), le rotor menant (6a) et le rotor mené (4a) étant couplés magnétiquement.

Figure de l'abrégé : Figure 2



**FR 3 150 507 - A1**



## Description

### **Titre de l'invention : Système de gavage de carburant pour un circuit de carburant**

#### **Domaine technique**

- [0001] La présente invention concerne le domaine des systèmes de gavage de carburant pour un circuit de carburant, notamment de turbomachine d'aéronef.
- [0002] De manière connue, un aéronef comprend une ou plusieurs turbomachines comprenant une chambre de combustion dans laquelle entrent de l'air et du carburant configurés pour réagir ensemble suivant une réaction de combustion, de manière à dégager l'énergie nécessaire à la poussée de l'aéronef. L'air provient de l'extérieur de la turbomachine et est guidé vers la chambre de combustion par une veine d'air. Le carburant provient d'un circuit de carburant débouchant dans la chambre de combustion.
- [0003] Le circuit de carburant peut comprendre traditionnellement, notamment suivant le sens de l'écoulement du carburant :
- un ou plusieurs réservoirs de stockage du carburant,
  - une pompe de gavage,
  - un filtre de retenue des particules solides contenues dans le carburant,
  - une pompe mécanique,
  - une vanne de dosage d'un débit massique de carburant et
  - un ou plusieurs injecteurs pour pulvériser le débit massique dans la chambre de combustion.
- [0004] En présence de plusieurs réservoirs de stockage du carburant, une ou plusieurs pompes de transfert permettent en outre de transférer le carburant entre les réservoirs de stockage du carburant.
- [0005] Il est notamment connu des pompes de gavage et de transfert, dites « à moteur immergé », dans lesquelles un moteur électrique d'entraînement est immergé dans le carburant, pour assurer le refroidissement du moteur électrique et la lubrification des paliers de guidage en rotation du rotor du moteur électrique.
- [0006] Le moteur électrique est dit « immergé » en ce que le carburant circule dans la cavité du moteur au contact du rotor et du stator.
- [0007] Le moteur électrique est typiquement un moteur asynchrone relié directement au réseau électrique alternatif de l'aéronef, de tension notamment égale à 115VAC, acronyme pour « Volts Alternating Current » en anglais, ou un moteur synchrone à aimants permanents piloté par une unité de commande électronique, également désignée par l'acronyme « ECU » pour « Electronic Command Unit (ECU) » en

anglais, alimentée en tension continue typiquement de 270VDC , acronyme pour « Volts Direct Current » en anglais, ou en tension alternative de 115VAC.

- [0008] Un des enjeux actuels pour réduire la consommation de carburant dans les aéronefs consiste à réduire la masse embarquée des aéronefs et notamment celle des câblages. Une des possibilités pour réduire la section des câblages tout en conservant la puissance électrique consiste à travailler avec de plus hautes tensions, typiquement une tension continue de 540VDC, ou plus, ou une tension alternative de 230VAC, ou plus.
- [0009] De telles tensions associées aux méthodes de construction traditionnelles de moteurs bobinés présentent l'inconvénient de faire apparaître des décharges partielles, à savoir une apparition d'un court-circuit partiel au sein des cavités présentes dans les isolants entre deux conducteurs électriques dû à la présence d'un fort champ électrique local ionisant le gaz conducteur. De telles décharges partielles peuvent à long terme détériorer les isolants entre les conducteurs électriques et conduire à terme à des arcs électriques.
- [0010] Dans les architectures de pompes à moteur immergé, de telles décharges partielles, en contact avec les vapeurs de carburant, sont susceptibles d'entraîner un risque d'inflammation et/ou d'explosion. Un tel risque est augmenté par le fait que les pompes à moteur immergé sont en zone non pressurisée, dont la pression peut varier d'environ 1013HPa au sol à environ 100HPa à 16km d'altitude en vol.
- [0011] Les faibles pressions sont plus susceptibles de voir apparaître des décharges partielles selon la loi de Paschen. En effet, une diminution de la pression baisse la tension d'apparition des décharges partielles.
- [0012] Pour s'en prémunir, selon la norme CS 25.981, il est connu d'ajouter un ensemble de barrières protectrices dans les architectures de pompes à moteur immergé pour rendre une présence des sources d'inflammation extrêmement improbables, notamment qu'elle ne résulte pas d'une panne simple. Le rotor et le stator sont, par exemple, recouverts d'une ou plusieurs couches de revêtement isolant électriquement, tels qu'un surmoulage et une résine d'imprégnation.
- [0013] Le corps dans lequel est monté le moteur est de plus antidéflagrant. Toutefois, de telles barrières sont susceptibles d'être insuffisantes pour démontrer que les risques d'inflammations restent extrêmement improbables dans le cadre d'alimentation par des hautes tensions, car celles-ci ne seraient pas indépendantes vis-à-vis de la dégradation liée aux décharges partielles.
- [0014] Dans ce contexte, l'invention vise à conserver un niveau de sécurité conforme à la norme CS 25.981, lorsque le moteur de la pompe à moteur électrique d'aéronef est alimenté avec des tensions susceptibles de faire apparaître des décharges partielles, notamment destinées à être alimentées par des hautes tensions.
- [0015] Un autre inconvénient des pompes de gavage de carburant et de transfert est lié à leur

maintenance. Pour assurer leur maintenance sans devoir vidanger les réservoirs, il est connu, selon l'art antérieur tel que notamment représenté schématiquement en coupe longitudinale en [Fig.1], de monter une pompe de gavage de carburant 100, un moteur électrique 110, et dans certains cas une unité de commande électronique 120, dans une cartouche 140, configurée pour être installée dans un logement 150, également connu de l'homme du métier sous le terme de « canister », fixé au réservoir 130 de carburant C. Le logement 150 comprend une entrée et une sortie de carburant C équipées de vannes de fermeture. Une fois la cartouche 140 installée, le carburant C circule depuis l'entrée vers la sortie dans le logement 150 via la cartouche 140.

[0016] Lors d'une opération de maintenance, les vannes de fermeture sont fermées et la cartouche 140 est désinstallée. En pratique, lors d'une telle opération de maintenance, des restes de carburant C situés entre la cartouche 140 et le logement 150 sont susceptibles d'être projetés sur les opérateurs, les équipements autour et sur le sol, ce qui n'est pas souhaité.

[0017] L'invention vise ainsi également à réduire le risque de projection de carburant lors d'une opération de maintenance d'une pompe de gavage de carburant à moteur électrique, notamment pour turbomachine d'aéronef.

### **PRESENTATION DE L'INVENTION**

[0018] L'invention concerne un système de gavage de carburant pour un circuit de carburant, notamment d'une turbomachine d'aéronef, comprenant :

- un sous-ensemble hydraulique comprenant une pièce rotative, apte à générer une circulation du carburant, montée dans une première enceinte, en particulier comportant au moins une ouverture d'entrée et au moins une ouverture de sortie de circulation du carburant, et
- un moteur électrique, apte à entraîner le sous-ensemble hydraulique.

[0019] L'invention est remarquable en ce que le système de gavage de carburant comprend :

- un rotor mené couplé mécaniquement à la pièce rotative du sous-ensemble hydraulique et monté dans la première enceinte, et
- un rotor menant couplé mécaniquement à un rotor du moteur électrique et monté dans une deuxième enceinte,
- le rotor menant et le rotor mené étant couplés magnétiquement.

[0020] Un tel système de gavage de carburant assure une sécurité renforcée face au risque de décharge partielle, notamment en présence de hautes tensions d'alimentation électrique, telles qu'une tension continue de 540VDC ou une tension alternative de 230VAC.

[0021] Selon un aspect de l'invention, le système de gavage de carburant est tel que la deuxième enceinte est fermée de manière étanche au carburant, définissant notamment

une cavité pressurisée.

[0022] En complément, la deuxième enceinte est apte à loger au moins le rotor et un stator du moteur électrique.

[0023] Enfin, la deuxième enceinte est susceptible d'être fixée contre la première enceinte.

[0024] Grâce à l'invention, le moteur électrique entraînant le sous-ensemble hydraulique s'étend dans une cavité pressurisée exempte de carburant. Le moteur électrique est ainsi protégé des faibles pressions en altitude, pour lesquelles le risque d'occurrence de décharge partielle est plus important, du fait de la diminution de la tension d'apparition des décharges partielles en altitude.

[0025] En outre, le moteur électrique est avantageusement confiné dans une zone sans carburant, ce qui réduit le risque d'inflammation des vapeurs de carburant par une étincelle.

[0026] Le système de gavage de carburant présente en outre l'avantage de faciliter la maintenance du moteur électrique. Il suffit de démonter la deuxième enceinte ce qui ne nécessite pas de vidanger le carburant de la première enceinte et évite tout risque de projection ou fuite lors d'une opération de maintenance.

[0027] Selon un aspect de l'invention, le système de gavage de carburant comprend une paroi interne étanche au carburant, intercalée entre le rotor menant et le rotor mené, en particulier commune à la première enceinte et à la deuxième enceinte. Une telle paroi interne forme l'entrefer entre le rotor mené et le rotor menant. La paroi interne est partagée entre la première enceinte et la deuxième enceinte pour réduire la masse embarquée.

[0028] Selon d'autres aspects de l'invention, considérés individuellement ou en combinaison :

- le sous-ensemble hydraulique comprend un corps de pompe entourant la pièce rotative de pompe, la paroi interne étant fixée de manière étanche sur le corps de pompe de manière à former ensemble la première enceinte, et/ou
- le moteur électrique comprend une paroi de moteur entourant le rotor et un stator du moteur électrique, la paroi de moteur étant fixée de manière étanche sur la première enceinte de manière à former la deuxième enceinte.

[0029] Une telle architecture sans logement ni cartouche réduit la masse embarquée. La fixation de la paroi interne et de la paroi de moteur sur le corps de pompe forme une cavité pressurisée exempte de carburant pour le rotor et le stator du moteur électrique.

[0030] Selon d'autres aspects de l'invention, considérés individuellement ou en combinaison, le système de gavage de carburant comprend :

- le sous-ensemble hydraulique s'étend dans un logement, la paroi interne étant fixée de manière étanche sur le logement de manière à former ensemble la première enceinte, et/ou

- le moteur électrique s'étend dans une cartouche, la cartouche étant fixée de manière étanche sur la première enceinte de manière à former la deuxième enceinte.

- [0031] La fixation de la paroi interne et de la cartouche sur le logement forme une cavité pressurisée exempte de carburant pour le moteur électrique. L'utilisation d'une cartouche facilite le démontage lors d'une opération de maintenance. De plus, la cartouche est susceptible de former une barrière antidéflagrante supplémentaire, en sus de la paroi de moteur.
- [0032] Selon un aspect de l'invention, le moteur électrique est alimenté électriquement en haute tension continue ou alternative, de préférence en une tension continue supérieure à 320VDC ou une tension alternative supérieure à 203VAC, préférentiellement en une tension continue supérieure à 530VDC ou une tension alternative supérieure à 220VAC.
- [0033] De telles hautes tensions électriques permettent avantageusement de réduire la masse embarquée du câblage électrique mais présentent l'inconvénient de faire apparaître des décharges partielles, ce qui justifie une architecture à moteur sec et le gain de masse lié à l'intégration d'un dispositif d'accouplement magnétique, selon l'invention.
- [0034] Selon un aspect de l'invention, la deuxième enceinte est antidéflagrante, pour répondre aux standards aéronautiques liés aux pompes d'aéronef à moteur électrique en termes de sécurité. La deuxième enceinte est en pratique hermétique, ce qui la rend antidéflagrante.
- [0035] Selon un aspect de l'invention, la deuxième enceinte est fixée contre la première enceinte, notamment par des organes de fixation démontables, en particulier sous la forme de vis, pour assurer la maintenance du moteur électrique.
- [0036] Selon un aspect de l'invention, les organes de fixation démontables sont associés à au moins un joint d'étanchéité. Ceci permet d'obtenir une deuxième enceinte étanche et participe à former une cavité pressurisée.
- [0037] L'invention concerne également une turbomachine d'aéronef comprenant un circuit de carburant comprenant un système de gavage de carburant tel que décrit précédemment.
- [0038] L'invention concerne également un procédé d'utilisation en vol d'une turbomachine d'aéronef telle que décrite précédemment, dans lequel le rotor du moteur électrique du système de gavage de carburant entraîne, depuis la deuxième enceinte définissant une cavité pressurisée, la pièce rotative du sous-ensemble hydraulique via le rotor menant et le rotor mené couplés magnétiquement.
- [0039] L'invention concerne également un procédé de maintenance du moteur électrique d'un système de gavage de carburant tel que décrit précédemment consistant à démonter la deuxième enceinte de la première enceinte.

## **PRESENTATION DES FIGURES**

[0040] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple, et se référant aux figures suivantes, données à titre d'exemples non limitatifs, dans lesquelles des références identiques sont données à des objets semblables, sur lesquelles :

- La [Fig.1] est une représentation schématique en coupe longitudinale d'une pompe de gavage de carburant dans une turbomachine selon l'art antérieur ;
- La [Fig.2] est une représentation schématique en coupe longitudinale d'un système de gavage de carburant selon une première forme de réalisation de l'invention ;
- La [Fig.3] est une représentation schématique en coupe longitudinale d'un système de gavage de carburant selon une deuxième forme de réalisation de l'invention ;
- La [Fig.4] est une représentation en perspective du système de gavage de carburant de la [Fig.2] ; et
- La [Fig.5], la [Fig.6] et la [Fig.7] sont des représentations en perspective éclatée d'un accouplement d'une pièce rotative d'un sous-ensemble hydraulique au rotor d'un moteur électrique selon trois formes de réalisation de l'invention.

[0041] Il faut noter que les figures exposent l'invention de manière détaillée pour mettre en œuvre l'invention, les figures pouvant bien entendu servir à mieux définir l'invention le cas échéant.

## **DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION**

[0042] Tel décrit précédemment, une turbomachine d'aéronef comprend une chambre de combustion dans laquelle entrent de l'air et du carburant configurés pour réagir ensemble suivant une réaction de combustion, de manière à dégager l'énergie nécessaire à la poussée de l'aéronef. L'air provient de l'extérieur de la turbomachine et est guidé vers la chambre de combustion par une veine d'air. Le carburant provient d'un circuit de carburant débouchant dans la chambre de combustion.

[0043] Le circuit de carburant peut comprendre traditionnellement, notamment suivant le sens de l'écoulement du carburant :

- un ou plusieurs réservoirs de stockage du carburant,
- une pompe de gavage, configurée pour mettre en mouvement le carburant C du réservoir,
- un filtre de retenue des particules solides contenues dans le carburant,
- une pompe mécanique,
- une vanne de dosage d'un débit massique de carburant et/ou

- un ou plusieurs injecteurs pour pulvériser le débit massique dans la chambre de combustion.
- [0044] En présence de plusieurs réservoirs de stockage du carburant, une ou plusieurs pompes de transfert permettent en outre de transférer le carburant entre les réservoirs de stockage du carburant.
- [0045] Les figures 2 et 3 sont des représentations schématiques en coupe longitudinale d'un système de gavage de carburant selon une première forme et une deuxième forme de réalisation de l'invention.
- [0046] Plus particulièrement, en référence aux figures 2 et 3, un système de gavage de carburant 1 selon l'invention est configuré pour être monté dans un circuit de carburant, notamment destiné à alimenter une turbomachine d'aéronef. Le système de gavage de carburant 1 comprend un sous-ensemble hydraulique 2 et un moteur électrique 3, destiné à entraîner le sous-ensemble hydraulique 2.
- [0047] Le sous-ensemble hydraulique 2 du système de gavage carburant 1 comprend une pièce rotative 21, apte assurer un entraînement du carburant C, montée dans une première enceinte E1 comportant une ouverture d'entrée 12 et une ouverture de sortie 13, en particulier munies de clapets, aptes à permettre une circulation du carburant C.
- [0048] Le système de gavage de carburant 1 selon l'invention désigne typiquement une pompe de gavage ou une pompe de transfert du circuit de carburant.
- [0049] Selon l'invention, telle qu'illustré » sur les figures 2 et 3, le système de gavage de carburant 1 comprend également :
- un rotor mené 4, apte à être couplé mécaniquement à la pièce rotative 21 du sous-ensemble hydraulique 2, monté dans la première enceinte E1, et
  - un rotor menant 6, apte à être couplé mécaniquement à un rotor 31 du moteur électrique 3, monté dans une deuxième enceinte E2,
  - le rotor menant 6 et le rotor mené 4 étant couplés magnétiquement.
- [0050] Selon un aspect de l'invention, la deuxième enceinte E2 est fermée de manière étanche au carburant C et définit notamment une cavité pressurisée, dans laquelle sont montés au moins le rotor 31 et un stator 32 du moteur électrique 3. Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, la deuxième enceinte E2 est fixée contre la première enceinte E1.
- [0051] Le système de gavage de carburant 1 selon l'invention est une architecture de type à moteur sec contrairement aux architectures à moteur immergé de l'art antérieur.
- [0052] Le moteur électrique 3 s'étend, de préférence, dans la cavité pressurisée exempte de carburant formée par la deuxième enceinte E2. Il est précisé qu'une cavité pressurisée désigne un espace fermé étanche dans lequel une valeur de la pression de l'espace fermé étanche est indépendante de la pression atmosphérique extérieure.
- [0053] Par ailleurs, la première enceinte E1 assure la circulation du carburant C dans le sous

ensemble hydraulique 2 dont la pression absolue est dépendante, notamment, de la pression atmosphérique extérieure. Le moteur électrique 3 assure l'entraînement de la pièce rotative 21, en particulier d'une pompe, via un dispositif d'accouplement magnétique sans contact. A cet effet, le rotor menant 6 et le rotor mené 4 s'étendent respectivement dans la deuxième enceinte E2 et la première enceinte E1 qui en forment l'entrefer.

- [0054] Ainsi, selon l'invention, le carburant C est avantageusement isolé des tensions électriques élevées appliquées au moteur électrique 3.
- [0055] La [Fig.4] est une représentation en perspective du système de gavage de carburant 1 de la [Fig.2].
- [0056] Plus particulièrement, tel qu'illustré sur la [Fig.4], le sous-ensemble hydraulique 2 comprend la pièce rotative 21, s'étendant notamment selon un axe longitudinal X. La pièce rotative 21 peut être une roue à aubes.
- [0057] La pièce rotative 21 est montée dans un corps de pompe 20. Le corps de pompe 20 est fixe, pouvant correspondre à une paroi du sous-ensemble hydraulique 2 dans laquelle circule le carburant C. Le corps de pompe 20 comprend une ouverture d'entrée 12 et une ouverture de sortie 13 assurant respectivement une alimentation et un refoulement du carburant C.
- [0058] Le sous-ensemble hydraulique 2 se présente, à titre d'exemple non limitatif, sous la forme d'une roue centrifuge, notamment de type à flux radial, en particulier de type auto-amorçante. Le fonctionnement d'un tel sous-ensemble hydraulique 2 est connu et n'est pas détaillé davantage.
- [0059] Tel qu'illustré sur la [Fig.4], la pièce rotative 21 est couplée en rotation au rotor mené 4 via au moins un arbre 24, susceptible de s'étendre selon l'axe longitudinal X. Le rotor menant 6 est couplé en rotation au rotor 31 du moteur électrique 3, via un arbre 33, susceptible de s'étendre selon l'axe longitudinal X.
- [0060] Dans l'exemple présenté, le rotor menant 6 est solidaire en rotation du rotor 31 du moteur électrique 3. Le rotor 31 du moteur électrique 3 entraîne, notamment depuis la cavité pressurisée, la pièce rotative 21 de la pompe de gavage via le rotor menant 6 et le rotor mené 4, en particulier couplés magnétiquement.
- [0061] Tel qu'illustré sur la [Fig.4], le stator 32 du moteur électrique 3 s'étend radialement autour du rotor 31, selon l'axe longitudinal X. De plus, le moteur électrique 3 comprend une paroi de moteur 30 entourant le stator 32. La paroi de moteur 30 peut être antidéflagrante et peut comporter de l'aluminium.
- [0062] Le moteur électrique 3 du système de gavage de carburant 1 peut se présenter, dans l'exemple des figures 2 et 3, sous la forme d'un moteur synchrone à aimants permanents, également désigné par l'acronyme « PMSM » pour « Permanent Magnets Synchronous Motor » en anglais, apte à être raccordé au réseau électrique par

l'intermédiaire d'un organe de commande électronique 9, également désigné par l'acronyme « ECU » pour « Electronic Command Unit » en anglais.

- [0063] Alternativement, le moteur électrique 3 peut se présenter sous la forme d'un moteur asynchrone adapté pour être directement raccordé au réseau électrique.
- [0064] Le fonctionnement du moteur électrique 3 est connu et n'est pas détaillé davantage.
- [0065] L'invention est particulièrement adaptée pour un moteur électrique 3 alimenté par des hautes tensions électriques continues ou alternatives. En effet, la cavité pressurisée réduit de manière importante le risque d'apparition de décharges partielles en vol. Plus spécifiquement, la deuxième enceinte E2 permet, au cours du vol, de maintenir la pression atmosphérique au sol dans la cavité pressurisée, à savoir environ 1013HPa.
- [0066] Le moteur électrique 3 est ainsi préservé des faibles pressions observées en altitude, pouvant atteindre environ 100HPa à 16km d'altitude. Or, le risque d'apparition de décharges partielles augmente lorsque la pression diminue puisque, selon la loi de Paschen, le seuil de tension d'apparition des décharges partielles diminue avec la pression.
- [0067] Il est précisé qu'une décharge partielle désigne une apparition d'un court-circuit partiel au sein des cavités présentes dans des isolants entre deux conducteurs électriques dû à la présence d'un fort champ électrique local ionisant un gaz conducteur présent entre les deux conducteurs.
- [0068] L'invention trouve une application particulière, dans le domaine aéronautique, pour une tension supérieure à 320VDC, notamment supérieure à 530VDC, en particulier égale à 540VDC.
- [0069] Pour une tension alternative triphasée, l'invention trouve une application particulière, dans le domaine aéronautique, pour une tension supérieure à 203VAC, notamment supérieure à 220VAC, en particulier égale à 230VAC.
- [0070] L'utilisation de telles hautes tensions présente l'avantage de réduire la masse des câbles électriques embarqués dans un aéronef mais présente un risque d'apparition de décharges partielles, que l'invention permet d'éviter. L'invention permet ainsi d'augmenter la sécurité en préservant l'isolant des conducteurs électriques du moteur électrique 3 et en réduisant le risque d'arc électrique. De plus, l'invention permet de tenir le moteur électrique 3 hors d'atteinte des zones carburant.
- [0071] L'invention convient également pour des moteurs électriques 3 alimentés par des tensions standards, à savoir des tensions continues inférieures ou égale à 270VDC ou des tensions alternatives inférieures ou égales à 115VAC.
- [0072] Les figures 2 et 4 illustrent une première forme de réalisation de l'invention dans laquelle la paroi de moteur 30 est fixée sur le corps de pompe 20, dans l'exemple présenté selon l'axe longitudinal X.
- [0073] Le système de gavage 1 comprend également une paroi interne 5, en particulier fixée

sur le corps de pompe 20, en particulier selon l'axe longitudinal X. La paroi interne 5 s'étend dans un espace délimité par le corps de pompe 20 et par la paroi de moteur 30. Dans une telle configuration, la paroi interne 5 délimite, notamment de part et d'autre selon l'axe longitudinal X, la première enceinte E1 et la deuxième enceinte E2. La paroi interne 5 s'étend, dans l'exemple présenté, de manière radialement intérieure par rapport à la paroi de moteur 30.

- [0074] Dans la première forme de réalisation illustrée aux figures 2 et 4, la première enceinte E1 est formée par le corps de pompe 20 et la paroi interne 5. La première enceinte E1 loge la pièce rotative 21 de la pompe de gavage, le rotor mené 4 et l'arbre 24 reliant la pièce rotative 21 et le rotor mené 4. La deuxième enceinte E2 est formée par la paroi interne 5 et la paroi de moteur 30. La deuxième enceinte E2 loge le rotor 31 et le stator 32 du moteur électrique 3, le rotor menant 6 et l'arbre 33 reliant le rotor menant 6 et le rotor 31 du moteur électrique 3.
- [0075] La paroi interne 5 est ainsi commune, selon l'exemple particulier de relation présenté, à la première enceinte E1 et à la deuxième enceinte E2. Plus particulièrement, la paroi interne 5 s'étend entre le rotor menant 6 et le rotor mené 4a couplés magnétiquement.
- [0076] Dans la première forme de réalisation illustrée aux figures 2 et 4, la paroi de moteur 30 et la paroi interne 5 sont respectivement fixées sur le corps de pompe 20 par des organes de fixation 7, 8 assurant un assemblage étanche. Une telle configuration participe à former la cavité pressurisée de la deuxième enceinte E2.
- [0077] De tels organes de fixation 7, 8 sont par exemple des vis, de préférence complétées par un joint d'étanchéité, par exemple en fluorosilicone. Les organes de fixation 7, 8 sont de plus démontables pour former un assemblage étanche et démontable, afin de permettre de démonter notamment la deuxième enceinte E2 lors d'une opération de maintenance du moteur électrique 3.
- [0078] Selon l'invention, il n'y a pas besoin de vidanger le carburant C de la première enceinte E1 qui reste en place pendant l'opération de maintenance. Le risque de fuite et de projection carburant C, selon les pompes de gavage de l'art antérieur, n'existe plus grâce à une présence de la paroi interne 5.
- [0079] La [Fig.3] illustre une deuxième forme de réalisation de l'invention dans laquelle le système de gavage de carburant 1 comprend en outre un logement 11, également désigné par le terme canister, et une cartouche 10.
- [0080] Le logement 11 est fixé sur un réservoir 40 de carburant C, notamment sur une paroi du réservoir 40 de carburant C. Le logement 11 délimite une cavité ouverte, en particulier en forme de cloche, dans laquelle est monté le sous-ensemble hydraulique 2, le rotor mené 4 et l'arbre 24 reliant le sous-ensemble hydraulique 2, notamment la pièce rotative 21, et le rotor mené 4.

- [0081] Le logement 11 comprend une ouverture d'entrée 12 et une ouverture de sortie 13, en particulier munies de clapets, aptes à permettre une circulation du carburant C dans le sous-ensemble hydraulique 2.
- [0082] La cartouche 10 loge le rotor menant 6, le moteur électrique 3 et l'arbre 33 reliant le rotor menant 6 et le moteur électrique 3, notamment le rotor 31 du moteur électrique 3. De plus, la cartouche 10 peut également loger l'organe de commande électronique 9, tel que présenté sur la [Fig.4].
- [0083] La cartouche 10 est fixée sur le logement 11, notamment comme présenté sur l'exemple de la [Fig.4], selon l'axe longitudinal X. La cartouche 10 peut comporter de l'aluminium.
- [0084] Dans la deuxième forme de réalisation illustrée à la [Fig.3], le système de gavage 1 comprend, de façon similaire à la première forme de réalisation, une paroi interne 5, en particulier fixée sur le logement 11, en particulier selon l'axe longitudinal X. La paroi interne 5 s'étend dans un espace délimité par le logement 11 et la cartouche 10. Dans une telle configuration, la paroi interne 5 délimite, notamment de part et d'autre selon l'axe longitudinal X, la première enceinte E1 et la deuxième enceinte E2. La paroi interne 5 s'étend, dans l'exemple présenté, de manière radialement intérieure par rapport au logement 11.
- [0085] Dans la deuxième forme de réalisation illustrée sur la [Fig.3], la première enceinte E1 est formée par le logement 11 et la paroi interne 5. La deuxième enceinte E2 est formée par la paroi interne 5 et la cartouche 10.
- [0086] De façon similaire à la première forme de réalisation, la paroi interne 5 est commune à la première enceinte E1 et à la deuxième enceinte E2. Plus particulièrement, la paroi interne 5 s'étend entre le rotor menant 6 et le rotor mené 4 couplés magnétiquement.
- [0087] De même que pour la première forme de réalisation, la cartouche 10 et la paroi interne 5c sont respectivement fixées sur le logement 11 par des organes de fixation 7, 8 assurant un assemblage étanche. Une telle configuration participe à former la cavité pressurisée de la deuxième enceinte E2,
- [0088] De tels organes de fixation 7, 8 sont, par exemple, des vis, de préférence complétées par un joint d'étanchéité, par exemple en fluorosilicone. Les organes de fixation 7, 8 sont de plus démontables pour former un assemblage étanche et démontable, afin de permettre de démonter notamment la deuxième enceinte E2 lors d'une opération de maintenance du moteur électrique 3.
- [0089] Selon un aspect de l'invention, le rotor mené 4 et le rotor menant 6 sont de type à aimants permanents. Alternativement, le rotor mené 4 et le rotor menant 6 comportent un matériau ferromagnétique à hystérésis. Le rotor mené 4 et le rotor menant 6 peuvent également comporter une structure en matériau magnétique tel que l'inox.
- [0090] La paroi interne 5 peut comporter un matériau amagnétique, en particulier le poly-

étheréthercétone.

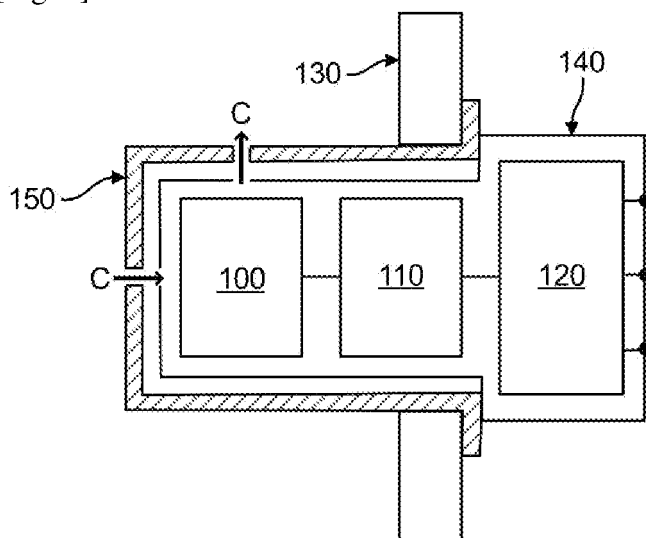
- [0091] Les figures 5, 6 et 7 sont des représentations en perspective éclatée d'un accouplement de la pièce rotative 21 du sous-ensemble hydraulique 2 au rotor 31 du moteur électrique 3 selon trois formes de réalisation de l'invention. Plus particulièrement, les figures 5, 6 et 7 illustrent trois configurations possibles pour le rotor mené 4, la paroi interne 5 et le rotor menant 6.
- [0092] Dans la configuration de la [Fig.5], le rotor mené 4 s'étend de manière radialement intérieure par rapport au rotor menant 6 selon l'axe longitudinal X.
- [0093] Dans la configuration de la [Fig.6], le rotor menant 6 s'étend de manière radialement intérieure par rapport au rotor mené 4 selon l'axe longitudinal X.
- [0094] Pour les configurations des figures 5 et 6, l'accouplement magnétique est radial. La paroi interne 5 comprend, de préférence, une forme de cloche.
- [0095] Dans la configuration de la [Fig.7], l'accouplement magnétique est axial selon l'axe longitudinal X, la paroi interne 5 ayant de préférence une forme de disque, tel que présenté sur la [Fig.7], ou de cloche, telle que présentée sur la [Fig.3].
- [0096] Les configurations des figures 5, 6 et 7 sont compatibles chacune avec les deux formes de réalisation des figures 2 à 4.
- [0097] En référence à la [Fig.4], un procédé d'utilisation d'un système de gavage de carburant 1 selon l'une quelconque des formes de réalisation décrites comporte au moins :
- une étape d'alimentation, au cours de laquelle le moteur électrique 3 est alimenté électriquement, notamment à partir d'une commande de débit de carburant C, notamment de l'organe de commande électronique 9 ;
  - une étape d'entraînement du moteur, au cours de laquelle le rotor 31 du moteur électrique 3 est entraîné magnétiquement en rotation ;
  - une étape d'entraînement du rotor menant, au cours de laquelle le rotor menant 6 est entraîné mécaniquement dans la deuxième enceinte E2 ; et
  - une étape d'entraînement du rotor mené, au cours de laquelle le rotor mené 4 est entraîné magnétiquement en rotation dans la première enceinte E1 à partir de la rotation du rotor menant 6 dans la deuxième enceinte E2.
- [0098] Par suite, le rotor mené 4 entraîne la pièce rotative 21 de la pompe de gavage pour faire circuler le carburant C de l'ouverture d'entrée 12 vers l'ouverture de sortie 13, afin d'obtenir un débit de carburant C commandé.

## Revendications

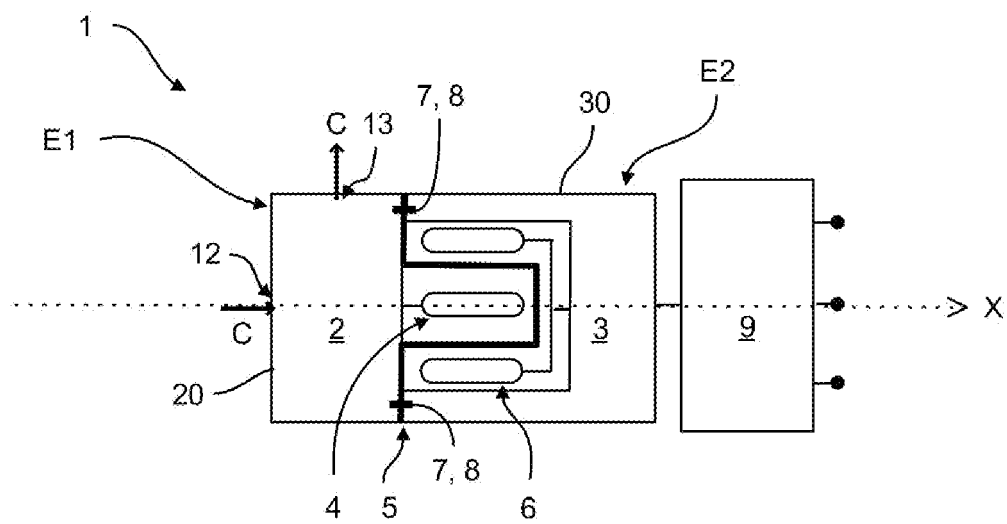
- [Revendication 1] Système de gavage de carburant (1) pour un circuit de carburant (C), notamment d'une turbomachine d'aéronef, comprenant :
- un sous-ensemble hydraulique (2) comprenant une pièce rotative (21), apte à générer une circulation du carburant (C), montée dans une première enceinte (E1), et
  - un moteur électrique (3), apte à entraîner le sous-ensemble hydraulique (2),
  - le système de gavage de carburant (1) étant **caractérisé en ce qu'il** comprend un rotor mené (4) couplé mécaniquement à la pièce rotative (21) du sous-ensemble hydraulique (2) et monté dans la première enceinte (E1), et un rotor menant (6) couplé mécaniquement à un rotor (31) du moteur électrique (3) et monté dans une deuxième enceinte (E2), le rotor menant (6) et le rotor mené (4) étant couplés magnétiquement.
- [Revendication 2] Système de gavage de carburant (1) selon la revendication 1, dans lequel la deuxième enceinte (E2) est fermée de manière étanche au carburant (C), définissant notamment une cavité pressurisée.
- [Revendication 3] Système de gavage de carburant (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel une paroi interne (5) étanche au carburant (C) est intercalée entre le rotor menant (6) et le rotor mené (4), en particulier commune à la première enceinte (E1) et à la deuxième enceinte (E2).
- [Revendication 4] Système de gavage de carburant (1) selon la revendication 3, dans lequel :
- le sous-ensemble hydraulique (2) comprend un corps de pompe (20) entourant la pièce rotative (21), la paroi interne (5) étant fixée de manière étanche sur le corps de pompe (20) de manière à former la première enceinte (E1), et/ou
  - le moteur électrique (3) comprend une paroi de moteur (30) entourant le rotor (31) et un stator (32) du moteur électrique (3), la paroi de moteur (30) étant fixée de manière étanche sur la première enceinte (E1) de manière à former la deuxième enceinte (E2).

- [Revendication 5] Système de gavage de carburant (1) selon la revendication 3, dans lequel :
- le sous-ensemble hydraulique (2) s'étend dans un logement (11), la paroi interne (5) étant fixée de manière étanche sur le logement (11) de manière à former la première enceinte (E1), et/ou
  - le moteur électrique (3) s'étend dans une cartouche (10), la cartouche (10) étant fixée de manière étanche sur la première enceinte (E1) de manière à former la deuxième enceinte (E2).
- [Revendication 6] Système de gavage de carburant (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le moteur électrique (3) est alimenté électriquement en haute tension continue ou alternative, de préférence en une tension continue supérieure à 320VDC ou une tension alternative supérieure à 203VAC.
- [Revendication 7] Système de gavage de carburant (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la deuxième enceinte (E2) est antidéflagrante.
- [Revendication 8] Système de gavage de carburant (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la deuxième enceinte (E2) est fixée contre la première enceinte (E1), notamment par des organes de fixation (7, 8) démontables.
- [Revendication 9] Système de gavage de carburant (1) selon la revendication 8, dans lequel les organes de fixation (8) sont associés à au moins un joint d'étanchéité.
- [Revendication 10] Turbomachine d'aéronef comprenant un circuit de carburant (C) comprenant un système de gavage de carburant (1) selon l'une des revendications précédentes.
- [Revendication 11] Procédé d'utilisation en vol d'une turbomachine d'aéronef selon la revendication 10, dans lequel le rotor (31) du moteur électrique (3) du système de gavage de carburant (1) entraîne, depuis la deuxième enceinte (E2) définissant une cavité pressurisée, la pièce rotative (21) du sous-ensemble hydraulique (2) via le rotor menant (6) et le rotor mené (4) couplés magnétiquement.

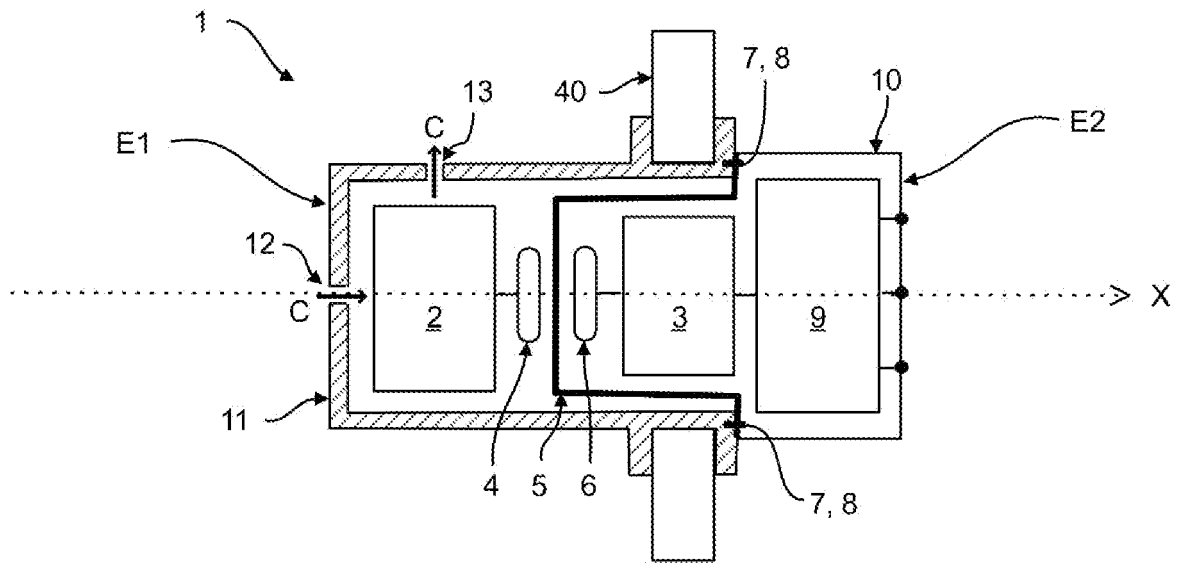
[Fig. 1]

**FIG. 1**

[Fig. 2]

**FIG. 2**

[Fig. 3]

**FIG. 3**

[Fig. 4]

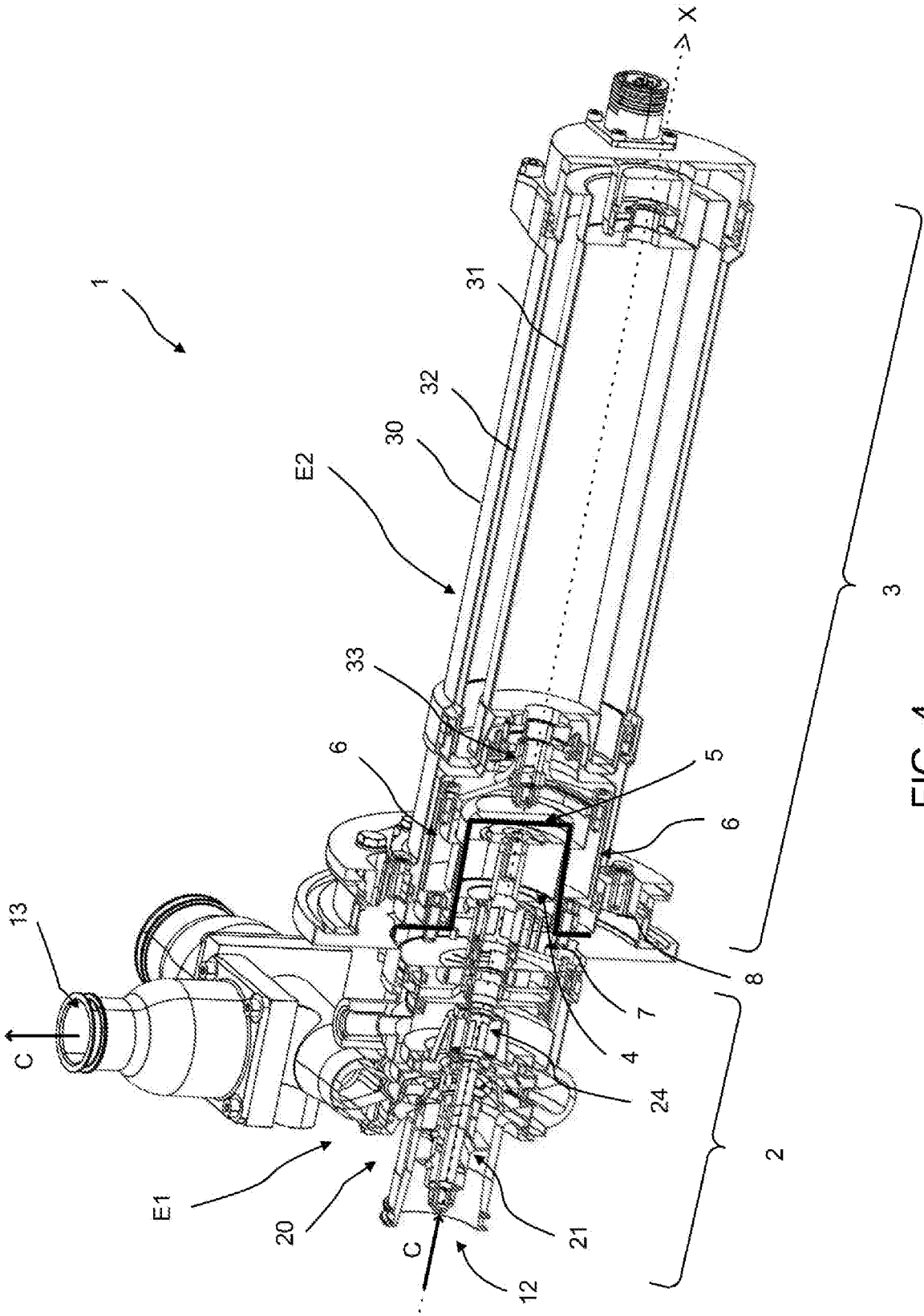
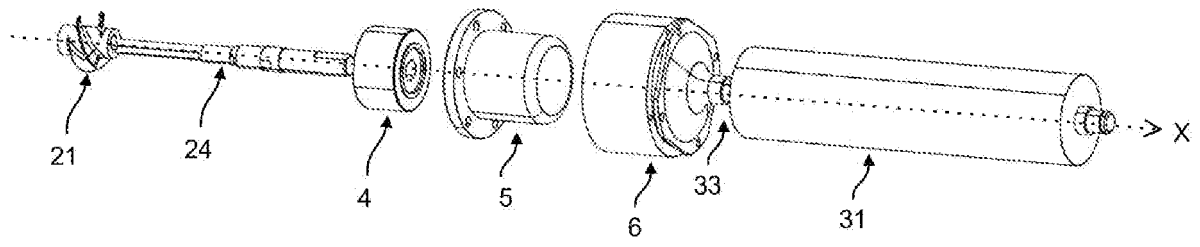


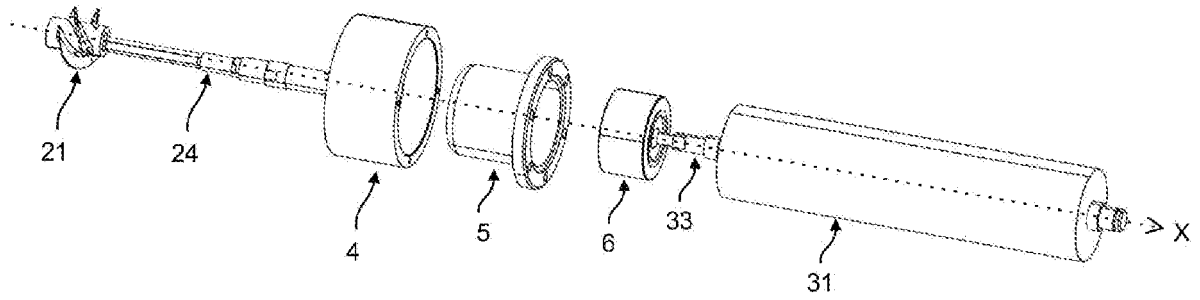
FIG. 4

[Fig. 5]



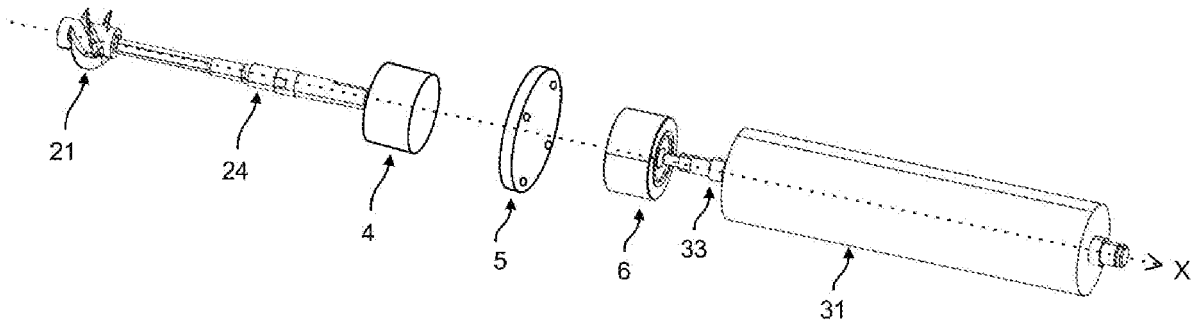
**FIG. 5**

[Fig. 6]



**FIG. 6**

[Fig. 7]



**FIG. 7**

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

**FA 920937**  
**FR 2306843**

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2004/109773 A1 (MASHIMO TORU [JP] ET AL) 10 juin 2004 (2004-06-10) * abrégé * * alinéa [0074] * * figures * -----	1-5, 8, 10, 11	B64D 37/16 F02C 7/22
X	BE 1 028 023 A1 (SAFRAN AERO BOOSTERS [BE]) 24 août 2021 (2021-08-24) * abrégé * * figures * -----	1-5, 8, 10, 11	
X	US 2015/267704 A1 (SINNERUD ARVE [NO]) 24 septembre 2015 (2015-09-24) * abrégé * * revendication 1 * * figures * -----	1-11	
A	FR 3 066 178 A1 (GULFSTREAM AEROSPACE CORP [US]) 16 novembre 2018 (2018-11-16) * abrégé * * figures * -----	1-11	
			<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</b>
			<b>F02C</b> <b>F04D</b> <b>H02K</b>
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
<b>30 janvier 2024</b>		<b>Matray, J</b>	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2306843 FA 920937**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **30-01-2024**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
<b>US 2004109773 A1</b>	<b>10-06-2004</b>	<b>CN 1508420 A</b>	<b>30-06-2004</b>
		<b>DE 10356855 A1</b>	<b>01-07-2004</b>
		<b>JP 2004190491 A</b>	<b>08-07-2004</b>
		<b>US 2004109773 A1</b>	<b>10-06-2004</b>
-----			
<b>BE 1028023 A1</b>	<b>24-08-2021</b>	<b>AUCUN</b>	
-----			
<b>US 2015267704 A1</b>	<b>24-09-2015</b>	<b>US 2015267704 A1</b>	<b>24-09-2015</b>
		<b>US 2015270768 A1</b>	<b>24-09-2015</b>
		<b>WO 2015140669 A1</b>	<b>24-09-2015</b>
-----			
<b>FR 3066178 A1</b>	<b>16-11-2018</b>	<b>CN 108869048 A</b>	<b>23-11-2018</b>
		<b>DE 102018110363 A1</b>	<b>15-11-2018</b>
		<b>FR 3066178 A1</b>	<b>16-11-2018</b>
		<b>US 2018327105 A1</b>	<b>15-11-2018</b>
-----			