



(51) Classification internationale des brevets :
B64D 37/00 (2006.01) **F02C 7/236** (2006.01)
F02C 7/232 (2006.01) **F16K 31/122** (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2014/052003

(22) Date de dépôt international :
31 juillet 2014 (31.07.2014)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1357736 2 août 2013 (02.08.2013) FR
1357734 2 août 2013 (02.08.2013) FR

(71) Déposant : SNECMA [FR/FR]; 2 boulevard du Général
Martial Valin, F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs : GOMES, Nicolas; c/o Snecma PI (AJI)
Rond-Point René Ravaud - Réau, F-77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR). MOTTET, Laurant; c/o Snecma PI (AJI)
Rond-Point René Ravaud - Réau, F-77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR). VEYRAT-MASSON, Antoine; c/o
Snecma PI (AJI) Rond-Point René Ravaud - Réau, F-77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR).

(74) Mandataire : REGIMBEAU; 20, rue de Chazelles, F-75847 Paris Cedex 17 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

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

(54) Title : FUEL CIRCUIT OF AN AIRCRAFT ENGINE WITH A FUEL RECIRCULATING VALVE CONTROLLED BY A PRESSURE DIFFERENTIAL OF A LOW-PRESSURE PUMP OF THE FUEL SYSTEM

(54) Titre : CIRCUIT CARBURANT D'UN MOTEUR D'AÉRONEF À VANNE DE RETOUR DE CARBURANT COMMANDÉE PAR UN DIFFÉRENTIEL DE PRESSION D'UNE POMPE BASSE PRESSION DU SYSTÈME CARBURANT

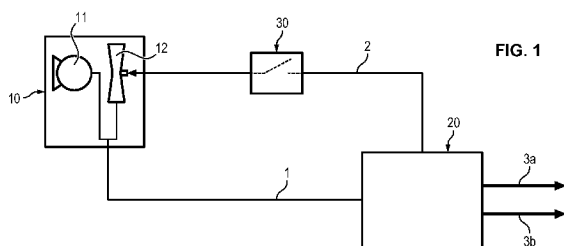
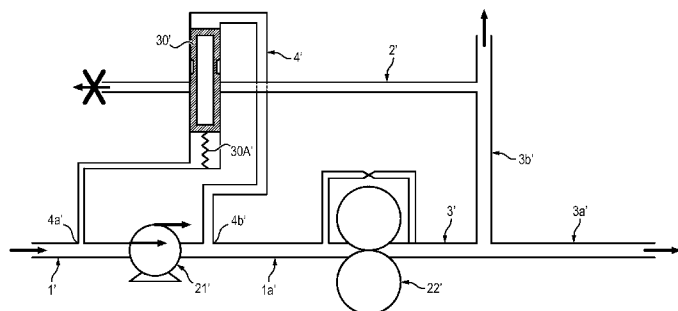


FIG. 2



(57) Abstract : The invention relates to a fuel circuit of an aircraft engine comprising a fuel tank (10); an engine fuel system (20) comprising a low-pressure pump (21) and a high-pressure pump (22), and a fuel recirculating pipeline (2) connected to the engine fuel system (20); and a fuel recirculating valve (30) arranged so as to switch between an open position and a closed position according to the pressure differential of the low-pressure pump (21), said valve being able to obstruct the fuel recirculating pipeline (2) in the closed position, and to bring the fuel recirculating pipeline into communication with the fuel tank (10) in the open position.

(57) Abrégé : L'invention concerne un circuit carburant d'un moteur d'un aéronef comprenant un réservoir de carburant (10); un système carburant moteur (20) comprenant une pompe basse pression (21) et une pompe haute pression (22), une canalisation (2) de retour de carburant

[Suite sur la page suivante]



connectée au système carburant moteur (20); une vanne (30) de retour carburant agencée pour commuter entre une position ouverte et une position fermée, en fonction du différentiel de pression de la pompe basse pression (21), ladite vanne étant apte à obstruer, en position fermée, la canalisation de retour de carburant (2) et à mettre en communication, en position ouverte, la canalisation de retour de carburant avec le réservoir de carburant (10).

Circuit carburant d'un moteur d'aéronef à vanne de retour de carburant commandée par un différentiel de pression d'une pompe basse pression du système carburant

5 DOMAINE TECHNIQUE GENERAL

L'invention concerne le domaine général des architectures de circuit carburant des moteurs d'aéronef à retour de carburant (en anglais, « *Motive Flow* ») piqué sur un système carburant moteur.

10 ETAT DE LA TECHNIQUE

La figure 1 illustre une architecture carburant classique d'un moteur d'aéronef. Dans une telle architecture, une pompe 11 électrique, dite pompe avion, noyée dans un réservoir 10 de carburant permet d'envoyer du carburant dans un système carburant moteur 20 de l'aéronef par l'intermédiaire d'une canalisation d'alimentation 1.

Le système carburant moteur 20 permet de produire de l'énergie hydraulique et d'alimenter en carburant le moteur d'un aéronef (non représenté) ainsi que des aubes à géométrie variable (non représentées).

Cette pompe avion nécessite d'être alimentée de manière électrique.

20 Pour éviter d'avoir recours systématiquement à cette pompe avion, une pompe à jet 12 fonctionnant selon l'effet venturi est également noyée dans le réservoir 10 et permet de prendre le relais de la pompe avion sous certaines conditions.

Cette pompe à jet 12 a besoin d'une source de puissance hydraulique qui est de manière connue fournie par une canalisation de retour 2 de carburant piquée sur le système carburant moteur 20.

Cette canalisation de retour 2 permet d'envoyer dans le réservoir de carburant 10, du carburant sous pression prélevé dans le système carburant moteur 20.

30 Il n'est toutefois pas souhaitable que du carburant sous pression soit arbitrairement envoyé dans le réservoir 10 pour alimenter la pompe à jet 12.

Pour ce faire, une vanne 30 de retour de carburant (en anglais, « *Motive Flow Valve* ») peut être positionnée le long de la canalisation de retour 2 afin de l'obstruer, sous certaines conditions dépendantes de la conception et des performances du système carburant et en particulier en
5 fonction du régime N2 de rotation du moteur de l'aéronef.

On connaît déjà, par le document FR 2 619 417, un circuit carburant d'un moteur d'aéronef comprenant un réservoir de carburant, un système carburant moteur muni d'une pompe basse pression connectée au réservoir de carburant et d'une pompe haute pression connectée à la pompe basse
10 pression. Le circuit carburant comprend en outre un dispositif mélangeur comprenant d'une part, une vanne mélangeuse et d'autre part un clapet de retour.

La vanne mélangeuse commute entre une position ouverte et une position fermée, en fonction de la différence de pression entre une première
15 et une deuxième chambre toutes deux alimentées d'un flux de carburant chaud prélevé en aval de la pompe haute pression. La vanne mélangeuse comprend en outre une chambre centrale à volume constant permettant à un flux de carburant froid prélevé en aval de la pompe basse pression et à un flux de carburant chaud prélevé en aval de la pompe haute pression de se
20 mélanger et d'être envoyés vers le réservoir de carburant, lorsque la vanne mélangeuse est en position ouverte.

Le clapet de retour commute entre une position ouverte et une position fermée, en fonction de l'ouverture et de la fermeture d'un électrorobinet permettant, lorsqu'il est ouvert, d'injecter un flux de carburant
25 prélevé en aval de la pompe haute pression dans une première chambre et d'entraîner une vidange d'une deuxième chambre de sorte que le clapet de retour s'ouvre, et lorsqu'il est fermé, d'entraîner une fuite de carburant de la première chambre vers la deuxième chambre de sorte que le clapet se ferme bloquant ainsi le passage d'un flux de carburant tiède provenant de la vanne
30 mélangeuse vers le réservoir de carburant.

Dans un tel circuit carburant, la vanne mélangeuse et le clapet de retour sont donc pilotés en fonction de la pression du flux de carburant en aval de la pompe haute pression.

Un tel circuit de carburant ne permet donc pas de piloter le dispositif
5 de mélange en fonction du régime de rotation du moteur.

Il existe donc un besoin de piloter une vanne de retour de carburant sous conditions de régime du système carburant.

Par ailleurs, la vanne de retour carburant 30 doit être fermée lors de l'arrêt du moteur et ouverte à des régimes supérieurs ou égaux à un régime
10 prédéterminé.

Or, il arrive parfois que la vanne présente un dysfonctionnement et reste bloquée en position ouverte de sorte qu'elle laisse envoyer du carburant issu du système carburant moteur 20 dans le réservoir de carburant 10 alors qu'elle ne devrait pas. Ceci engendre des dégradations de
15 performances du moteur puisque le fonctionnement du système carburant est perturbé par le flux de carburant prélevé pour être envoyé dans le réservoir de carburant.

Il existe donc également un besoin de détecter une panne d'une telle vanne de retour de carburant 30.

20

PRESENTATION DE L'INVENTION

L'invention propose selon un premier aspect un circuit carburant d'un moteur d'un aéronef comprenant :

un réservoir de carburant ;

25 un système carburant moteur comprenant :

une pompe basse pression connectée au réservoir de carburant, la pompe basse pression étant apte à rehausser une pression d'un flux de carburant basse pression issu du réservoir de carburant d'un différentiel de pression variable ;

une pompe haute pression connectée à la pompe basse pression apte à convertir le flux de carburant basse pression en un flux de carburant haute pression ;

une canalisation de retour de carburant connectée au système carburant moteur, ladite canalisation étant apte à amener du flux haute pression dans le réservoir de carburant ;

une vanne de retour carburant agencée pour commuter entre une position ouverte et une position fermée, en fonction du différentiel de pression de la pompe basse pression, ladite vanne étant apte à obstruer, en position fermée, la canalisation de retour de carburant et à mettre en communication, en position ouverte, la canalisation de retour de carburant avec le réservoir de carburant.

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

- la vanne de retour de carburant commute de la position fermée à la position ouverte en fonction d'un seuil de tarage d'un ressort de ladite vanne ;
- il comprend une canalisation d'actionnement connectée d'une part en amont de la pompe basse pression et d'autre part en aval de la pompe basse pression, la vanne de retour de carburant étant disposée dans ladite canalisation d'actionnement et est agencée pour commuter entre la position ouverte et fermée en fonction du différentiel de pression régnant dans ladite canalisation d'actionnement ;
- la pompe haute pression est une pompe volumétrique.

L'invention propose également un aéronef comprenant un moteur alimenté en carburant par un circuit carburant selon le premier aspect de l'invention.

L'actionnement de la vanne de retour de carburant est passif, l'ouverture et/ou la fermeture de la vanne sont commandées en fonction de

pressions (de part et d'autre de la pompe basse pression) du flux de carburant.

Ainsi il n'est pas nécessaire de mettre en place une voie dédiée qui permettrait de piloter la vanne et éventuellement une seconde voie dédiée
5 qui permettre d'acquérir le régime N2 et qui augmenterait la complexité et le coût du circuit carburant.

L'invention propose en outre selon un deuxième aspect un circuit carburant d'un moteur d'un aéronef, le circuit carburant comportant

un réservoir de carburant ;

10 un système carburant moteur connecté au réservoir de carburant, ledit système carburant moteur étant apte à délivrer un flux de carburant au moteur en fonction d'un régime dudit moteur ;

une canalisation de retour de carburant connectée entre le système carburant moteur et le réservoir de carburant ;

15 une vanne de retour carburant agencée pour commuter entre une position ouverte et une position fermée, ladite vanne étant apte à obstruer, en position fermée, la canalisation de retour de carburant et à mettre en communication, en position ouverte, la canalisation de retour de carburant avec le réservoir de carburant ;

20 un calculateur configuré pour mettre en œuvre les étapes suivantes :
démarrage du moteur de l'aéronef de manière à augmenter un régime moteur d'un régime nul à un régime de ralenti minimum N0 ; et au cours de l'augmentation dudit régime moteur :

25 mesure, pour plusieurs valeurs du régime moteur Ni, d'une température Ti correspondante du flux de carburant issu du réservoir de carburant.

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

30 - le régime de ralenti minimum N0 est au moins égal à 50%N2 ;

- 5 - le calculateur est en outre configuré pour mettre en œuvre une étape de détermination d'une variation de la température du flux de carburant pour un régime moteur $Ni < 35\%N2$ et si la variation déterminée est constante, une étape de détection d'une panne de la vanne de retour de carburant, la panne étant une position bloquée ouverte ;
- 10 - le calculateur est en outre configuré pour mettre en œuvre une étape de détermination d'une variation de la température du flux de carburant pour un régime moteur $Ni < 35\%N2$ et si la variation déterminée est constante et si l'évolution de la température entre $35\%N2$ et $50\%N2$ est sans point d'inflexion, une étape de détection d'une panne de la vanne de retour de carburant, la panne étant une position bloquée ouverte ;
- 15 - la mesure de la température Ti du flux de carburant issu du réservoir de carburant est effectuée au moyen d'un capteur de température disposé le long d'une canalisation reliant le réservoir de carburant au système carburant moteur.

20 L'invention propose également un aéronef comprenant un moteur alimenté en carburant par un circuit carburant selon le deuxième aspect de l'invention.

Grâce à l'invention selon son deuxième aspect, la détection de la panne de la vanne de retour de carburant ne nécessite pas de mettre un capteur de position dédié sur la vanne.

25 En effet, les inventeurs ont établi que la température du flux de carburant issu du réservoir de carburant est un paramètre suffisamment robuste à l'impact de l'ouverture de la vanne de retour de carburant afin de ne pas avoir le risque de lever des pannes qui n'existent pas.

Le premier aspect et le deuxième aspect de l'invention peuvent avantageusement être combinés.

PRESENTATION DES FIGURES

D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention 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, outre la figure 1
5 déjà discutée,

- la figure 2 illustre un fonctionnement d'un circuit carburant selon un premier aspect de l'invention dans une position fermée d'une vanne de retour de carburant ;

- la figure 3 illustre un fonctionnement d'un circuit carburant selon le
10 premier aspect de l'invention dans une position ouverte d'une vanne de retour de carburant ;

- la figure 4 illustre une architecture d'un circuit carburant selon un deuxième aspect de l'invention ;

- la figure 5 illustre schématiquement des étapes d'un procédé selon le
15 deuxième aspect de l'invention ;

- la figure 6 illustre une évolution d'une température d'un flux de carburant issu d'un réservoir carburant d'un circuit carburant selon le deuxième aspect de l'invention en fonction d'un régime moteur alimenté par le circuit carburant selon l'invention.

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

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

Les **figures 2 et 3** illustrent un fonctionnement du circuit carburant
25 selon un premier aspect de l'invention dans deux positions de la vanne de retour carburant.

Le système carburant 20' comprend une pompe basse pression 21' apte à rehausser la pression du flux de carburant issu du réservoir 10' d'un différentiel de pression variable ΔP . La pompe basse pression 21' est
30 connectée au réservoir 10' de carburant par la canalisation d'alimentation 1'.

La pompe basse pression 21' est suivie directement en aval par une pompe haute pression 22' apte à rehausser la pression du flux de carburant issu de la pompe basse pression 21' afin d'avoir en sortie de cette pompe haute pression un flux de carburant haute pression. La pompe haute pression 22' est connectée à la pompe basse pression 21' par l'intermédiaire d'une canalisation 1a'. De manière avantageuse, la pompe haute pression 22' est une pompe volumétrique.

On précise ici que l'on entend par « basse pression », une pression en amont de la pompe haute pression 22' et par « haute pression », une pression en aval de la pompe haute pression 22'.

Le flux de carburant issu de la pompe haute pression est alors dirigé d'une part vers le moteur (non représenté) et d'autre part vers les aubes à géométrie variable (non représentées) par l'intermédiaire de canalisations 3a', 3b' respectives.

Bien entendu le circuit carburant comporte d'autres composants connus tels que des filtres, des échangeurs de chaleur, des contrôleurs de débit, etc. dont la description n'est pas nécessaire ici pour la compréhension de l'invention.

Le circuit carburant comporte également une vanne de retour de carburant 30' disposée dans une canalisation d'actionnement 4' dont une première extrémité 4a' est connectée en amont de la pompe basse pression 21' et dont une seconde extrémité 4b' est connectée en aval de la pompe basse pression 21'.

La vanne de retour carburant 30' est agencée pour commuter entre une position fermée (voir la figure 2) et une position ouverte (voir la figure 3) en fonction du différentiel de pression régnant entre les première et seconde extrémités 4a', 4b' de la canalisation d'actionnement 4'.

En position ouverte, la vanne 30' permet de mettre en communication la canalisation de retour de carburant 2' avec le réservoir de carburant 10' afin que du flux haute pression soit envoyé dans la pompe à jet du réservoir de carburant 10'.

En position fermée, la vanne 30' obstrue la canalisation de retour de carburant.

L'actionnement de la vanne 30' est avantageusement mis en œuvre au moyen d'un ressort 30a' dont le seuil de tarage est dimensionné pour une
5 valeur d'un différentiel de pression $\Delta P = \Delta P_0$ fixé.

En effet, le demandeur a mis en évidence que le différentiel de pression appliqué par la pompe basse pression 21' est variable et dépend :

- du régime de rotation de la pompe basse pression 21' du système carburant mécaniquement lié au régime N2 de rotation du moteur
10 de l'aéronef;
- du débit du flux de carburant en entrée du moteur ;
- des tolérances de fabrication de la pompe basse pression ;
- de la température en entrée de la pompe basse pression.

En outre, le demandeur a mis en évidence que le débit d'entrée
15 moteur, les tolérances de fabrication de la pompe basse pression, la température en entrée de la pompe ont un impact d'ordre deux par rapport au régime de rotation de la pompe sur le différentiel de pression appliqué par la pompe basse pression de sorte que ce différentiel de pression est un indicateur du régime N2 de rotation du moteur.

20 En effet, il n'est pas souhaitable que la vanne de retour de carburant 30' envoie un flux de carburant haute pression pour certains régimes N2 de rotation du moteur. Ces régimes peuvent être définis par une plage de régime N2 de rotation du moteur de l'aéronef, par exemple supérieur à 50% et strictement inférieur à 50%.

25 Comme on l'aura compris l'actionnement de la vanne de retour de carburant 30' est un dispositif hydraulique et non électrique et ne nécessite donc pas de disposition auxiliaire pour l'actionner. Il s'agit d'un dispositif passif.

En relation avec la **figure 4**, une architecture d'un circuit carburant
30 selon un deuxième aspect de l'invention comprend, outre les éléments décrits en relation avec la figure 1, un capteur de température 400 (en

anglais, « *Engine Fuel Temperature* », (EFT) disposé le long de la canalisation 1" reliant le réservoir de carburant 10" au système carburant 20". Un tel capteur de température 400 permet de s'assurer de la température du flux de carburant envoyé dans le système carburant 20". En outre, un tel capteur est classiquement en liaison avec un dispositif de génération d'une alarme (non représentée) pour lever une alarme si des conditions de températures en entrée moteur sortent du domaine spécifié (non décrit).

On rappelle que le système carburant 20" permet d'alimenter un moteur 60 par l'intermédiaire de la canalisation 3b" et permet de fournir un effort hydraulique pour déplacer les différents vérins reliés cinématiquement d'une part aux aubes à géométrie variable et d'autres part aux portes d'évacuation de l'excédent d'air en aval du compresseur basse pression (non représentées) par l'intermédiaire de la canalisation 3a".

Le réservoir de carburant 10" comprend un flux de carburant à une première température et le système carburant 20" est adapté pour délivrer un flux de carburant en fonction d'un régime dudit moteur à une seconde température supérieure à la première température.

Le circuit carburant de la figure 4 comprend en outre un calculateur 50 qui est configuré pour mettre en œuvre un procédé de détection d'une panne de la vanne de retour de carburant 30" décrit ci-après.

Le procédé de détection de la vanne de retour de carburant 30" conforme au deuxième aspect de l'invention consiste à observer la température du flux de carburant en entrée du système carburant 20" au cours du démarrage du moteur de l'aéronef.

En relation avec la **figure 5** un procédé de détection de panne de la vanne de retour de carburant 30" comprend une étape de démarrage E0 du moteur de l'aéronef pendant laquelle le régime passe de d'un régime nul à un régime minimum de ralenti N0 (environ 50% du régime N2 maximum). Au cours de cette phase de démarrage, le procédé comprend une mesure E1

pour plusieurs valeurs du régime moteur N_i de la température T_i du flux de carburant correspondante.

La mesure du régime moteur est, dans ce cas, effectuée au moyen d'un capteur de régime 200 du système carburant moteur 20''.

- 5 Ainsi, le procédé permet d'obtenir une variation de la température T du flux de carburant en entrée du système carburant 20'' en fonction du régime moteur N_2 .

De manière avantageuse, le procédé comprend une étape E2 de détermination d'une variation de la température du flux de carburant pour un
10 régime moteur inférieur à 35% N_2 .

Si une augmentation constante de la température est observée, le procédé comprend, une étape de détection E3 d'une panne de la vanne de retour de carburant 30'', la panne étant en position bloquée ouverte.

De manière alternative, outre la variation constante de la température,
15 la détection la panne E3 est effectuée si l'évolution de la température ne comprend pas de point d'inflexion dans la plage du régime moteur 35% N_2 et 50% N_2 . Ceci permet d'avoir une détection de panne plus robuste.

En effet, la vanne de retour de carburant 30'' est commandée pour s'ouvrir pour un régime moteur entre 35 et 50% de N_2 lors du démarrage du
20 moteur et être fermée en dehors de cette plage.

Ainsi, dès l'ouverture de la vanne de retour de carburant, un flux de carburant issu du système carburant 20'' pour servir d'énergie hydraulique à la pompe à jet 12'' (voir les figures 1 et 4) est envoyé dans le réservoir de carburant 10''. En sortie de la pompe à jet 12'' et donc en sortie du réservoir
25 de carburant 10'' et en entrée du système carburant 20'' on a un mélange entre le flux de carburant présent dans le réservoir de carburant 10'' et le flux de carburant issu système carburant 20''.

Le flux de carburant en sortie du réservoir de carburant 10'' est donc un mélange entre un flux à la température du réservoir de carburant et un
30 flux à une température plus élevée, puisque provenant du système carburant car réchauffé au sein du système carburant par l'intermédiaire d'un

échangeur thermique (non représenté) et de la pompe carburant (non représenté). Il en résulte que le flux de carburant envoyé en entrée du système carburant 20'' voit sa température augmenter lors de l'ouverture de la vanne de retour de carburant 30''.

5 Ainsi, dans le cas où la vanne de retour de carburant 30'' est fonctionnelle et donc fermée avant la plage d'ouverture de 35 - 50 %N₂, on observe par l'intermédiaire du capteur de température 400 une température du flux de carburant constante en entrée du système carburant 20'' jusqu'à ce qu'on atteigne le régime d'ouverture de la vanne de retour de carburant
10 30'' puis dès que la vanne de retour de carburant 30'', est ouverte, on observe une augmentation de la température carburant en entrée du système carburant 30''. Il y a donc un point d'inflexion de la température du flux de carburant issu du réservoir de carburant, en entrée du système carburant, lors de l'ouverture de la vanne de retour de carburant 30''.

15 A l'inverse si la vanne de retour de carburant 30'' est en panne bloquée ouverte alors le réchauffement du flux de carburant issu du réservoir de carburant 10'' est effectif dès le début de l'augmentation de régime et donc avant la plage de régime d'ouverture de la vanne de retour de carburant 30'' (c'est-à-dire pour un régime moteur N compris entre 35%N₂ et
20 50%N₂. On n'observe donc plus le point d'inflexion de la température du flux de carburant issu du réservoir de carburant mais une augmentation constante dès le début. C'est ce phénomène mis en évidence par les inventeurs qui permet de détecter la panne de la vanne de retour de carburant.

25 On a illustré sur la **figure 6** l'évolution de température T (en degrés Celsius du flux de carburant issu du réservoir de carburant en fonction du régime moteur en termes de %N₂ en supposant ici que la vanne de carburant s'ouvre pour un régime moteur à partir de 45%N₂.

30 Comme explicité précédemment en régime nominal (courbe C1) l'évolution de la température est constante dans la plage pour laquelle la vanne de retour de carburant est fermée (pour un régime moteur inférieur à

35%N2) et augmente progressivement dans la plage pour laquelle la vanne de retour de carburant est ouverte (pour un régime moteur compris entre 35 et 50%N2).

5 En revanche, dans un cas de panne bloquée ouverte (courbe C2) de la vanne de retour de carburant 30'', la température augmente de manière constante dans la plage pour laquelle la vanne de retour de carburant est fermée (pour un régime moteur inférieur à 35%N2) et sans point d'inflexion dans la plage pour laquelle la vanne de retour de carburant est ouverte (pour un régime moteur compris entre 35 et 50%N2).

10 Les premier et deuxième aspects de l'invention peuvent avantageusement être combinés. Ainsi, le procédé de détection de panne d'une vanne de retour carburant selon le deuxième aspect de l'invention peut s'appliquer à une vanne de retour carburant 30' selon le premier aspect de l'invention, et le circuit carburant moteur selon le deuxième aspect de
15 l'invention peut comprendre une vanne de retour carburant 30' selon le premier aspect de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Circuit carburant d'un moteur d'un aéronef comprenant :

un réservoir de carburant (10) ;

5 un système carburant moteur (20) comprenant :

une pompe basse pression (21) connectée au réservoir de carburant (10), la pompe basse pression étant apte à rehausser une pression d'un flux de carburant basse pression issu du réservoir de carburant (10) d'un différentiel de pression variable ;

10 une pompe haute pression (22) connectée à la pompe basse pression (21) apte à convertir le flux de carburant basse pression en un flux de carburant haute pression ;

une canalisation (2) de retour de carburant connectée au système carburant moteur (20), ladite canalisation étant apte à amener du flux haute pression dans le réservoir de carburant ;

15 une vanne (30) de retour carburant agencée pour commuter entre une position ouverte et une position fermée, en fonction du différentiel de pression de la pompe basse pression, ladite vanne étant apte à obstruer, en position fermée, la canalisation de retour de carburant (2) et à mettre en communication, en position ouverte, la canalisation de retour de carburant avec le réservoir de carburant (10).

2. Circuit carburant d'un moteur d'aéronef selon la revendication 1, dans lequel la vanne (30) de retour de carburant commute de la position fermée à la position ouverte en fonction d'un seuil de tarage d'un ressort de ladite vanne (30).

3. Circuit carburant d'un moteur d'aéronef selon l'une des revendications précédentes, comprenant une canalisation d'actionnement (4) connectée d'une part en amont de la pompe basse pression et d'autre part en aval de la pompe basse pression, la vanne de retour de carburant étant disposée dans

ladite canalisation d'actionnement (4) et est agencée pour commuter entre la position ouverte et fermée en fonction du différentiel de pression régnant dans ladite canalisation d'actionnement.

5 4. Circuit carburant d'un moteur d'aéronef selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la pompe haute pression (22) est une pompe volumétrique.

5. Circuit carburant d'un moteur d'un aéronef selon l'une des revendications
10 précédentes, comprenant en outre un calculateur (50) configuré pour mettre en œuvre les étapes suivantes :

démarrage (E0) du moteur de l'aéronef de manière à augmenter un régime moteur d'un régime nul à un régime de ralenti minimum N_0 ; et au cours de l'augmentation dudit régime moteur,

15 mesure (E1), pour plusieurs valeurs du régime moteur N_i , d'une température T_i correspondante du flux de carburant issu du réservoir de carburant (10).

6. Circuit carburant d'un moteur d'un aéronef selon la revendication 5, dans
20 lequel le régime de ralenti minimum N_0 est au moins égal à $50\%N_2$.

7. Circuit carburant d'un moteur d'un aéronef selon l'une des revendications 5 ou 6, dans lequel le calculateur (50) est en outre configuré pour mettre en œuvre une étape de détermination (E2) d'une variation de la température du
25 flux de carburant pour un régime moteur $N_i < 35\%N_2$ et, si la variation déterminée est constante, une étape de détection (E3) d'une panne de la vanne de retour de carburant, la panne étant une position bloquée ouverte.

8. Circuit carburant d'un moteur d'un aéronef selon l'une des revendications
30 5 à 7, dans lequel le calculateur (50) est en outre configuré pour mettre en œuvre une étape de détermination (E2) d'une variation de la température du

flux de carburant pour un régime moteur $N_i < 35\%N_2$ et, si la variation déterminée est constante et si l'évolution de la température entre $35\%N_2$ et $50\%N_2$ est sans point d'inflexion, une étape de détection (E3) d'une panne de la vanne de retour de carburant (30), la panne étant une position bloquée ouverte.

9. Circuit carburant d'un moteur d'un aéronef selon la revendication 8, dans lequel la mesure (E1) de la température T_i du flux de carburant issu du réservoir de carburant est effectuée au moyen d'un capteur de température disposé le long d'une canalisation reliant le réservoir de carburant (10) au système carburant moteur (20).

10. Aéronef comprenant un moteur alimenté en carburant par un circuit carburant selon l'une des revendications précédentes.

FIG. 1

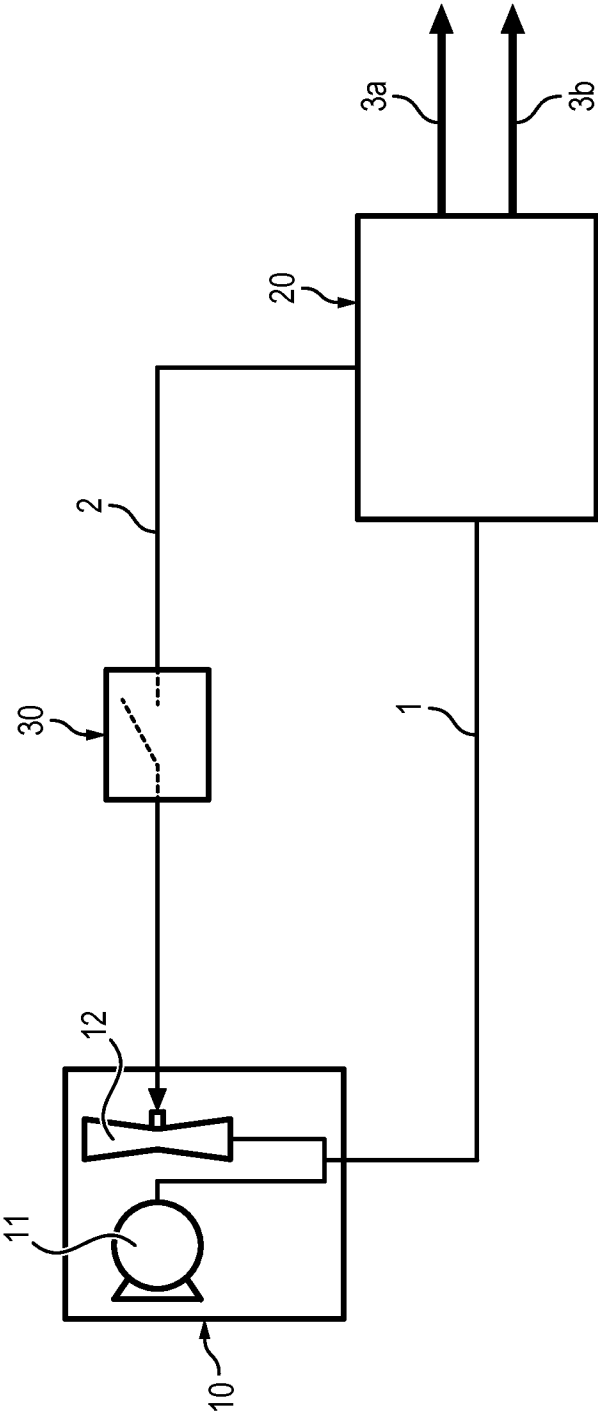


FIG. 2

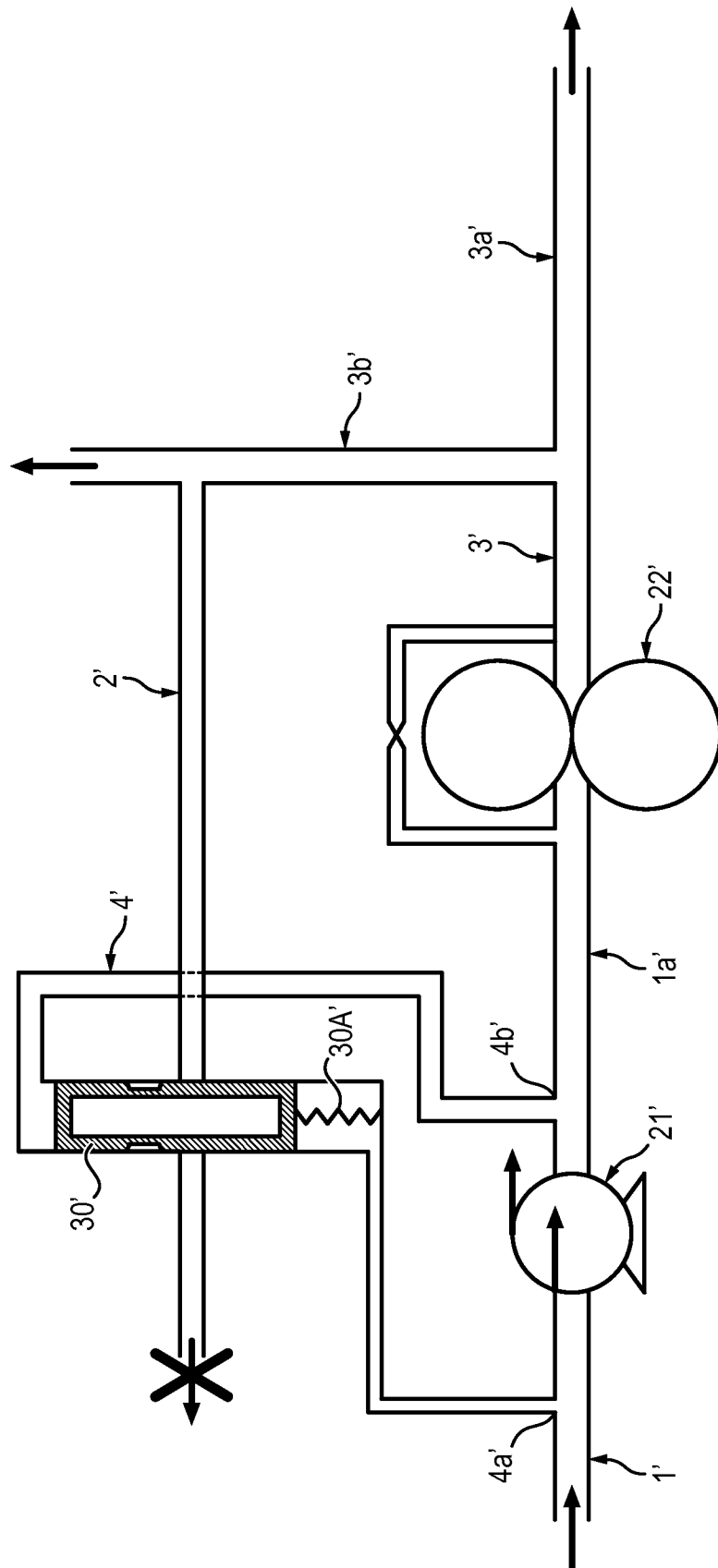


FIG. 3

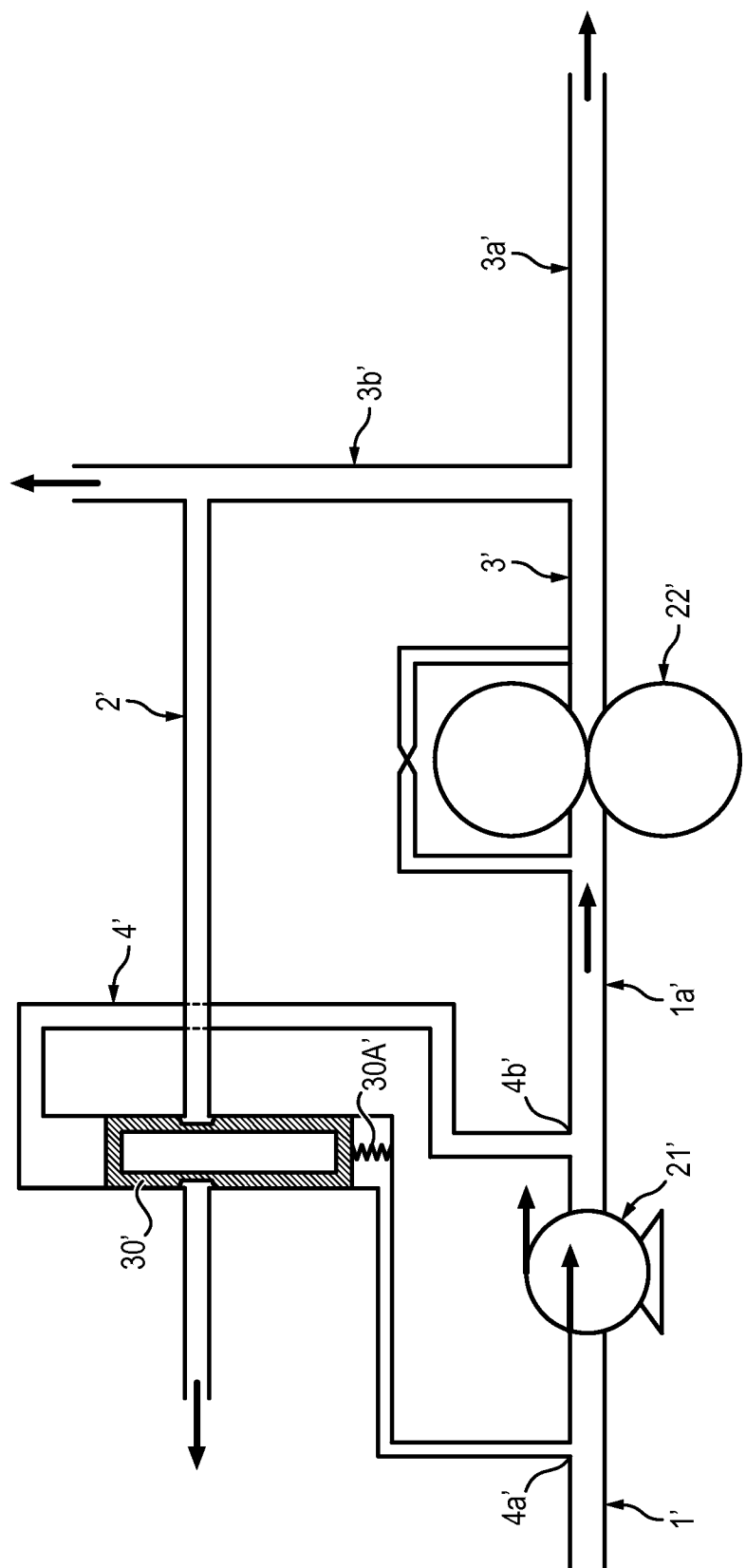


FIG. 4

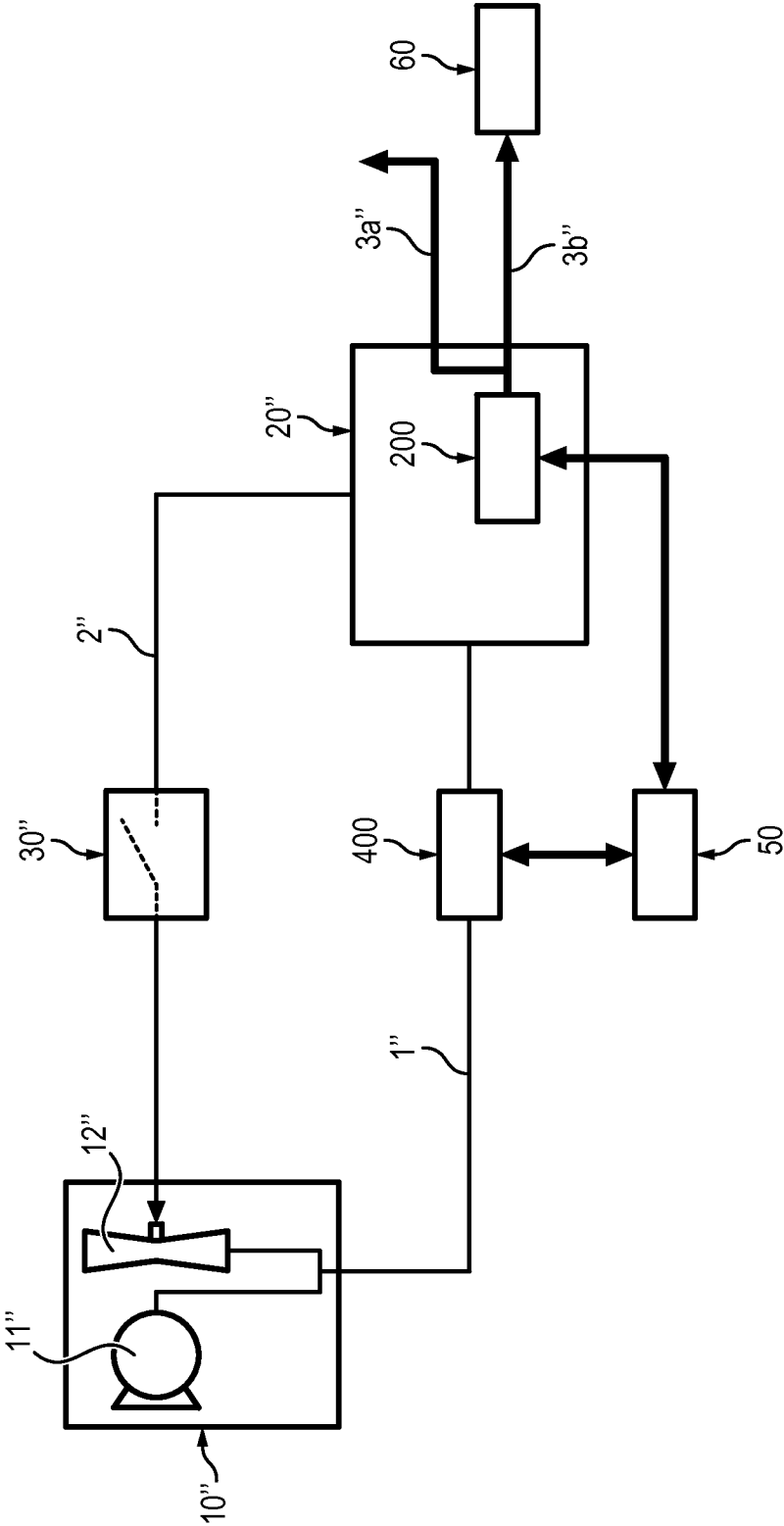


FIG. 5

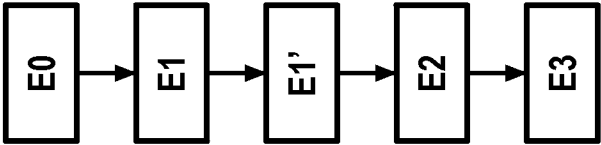
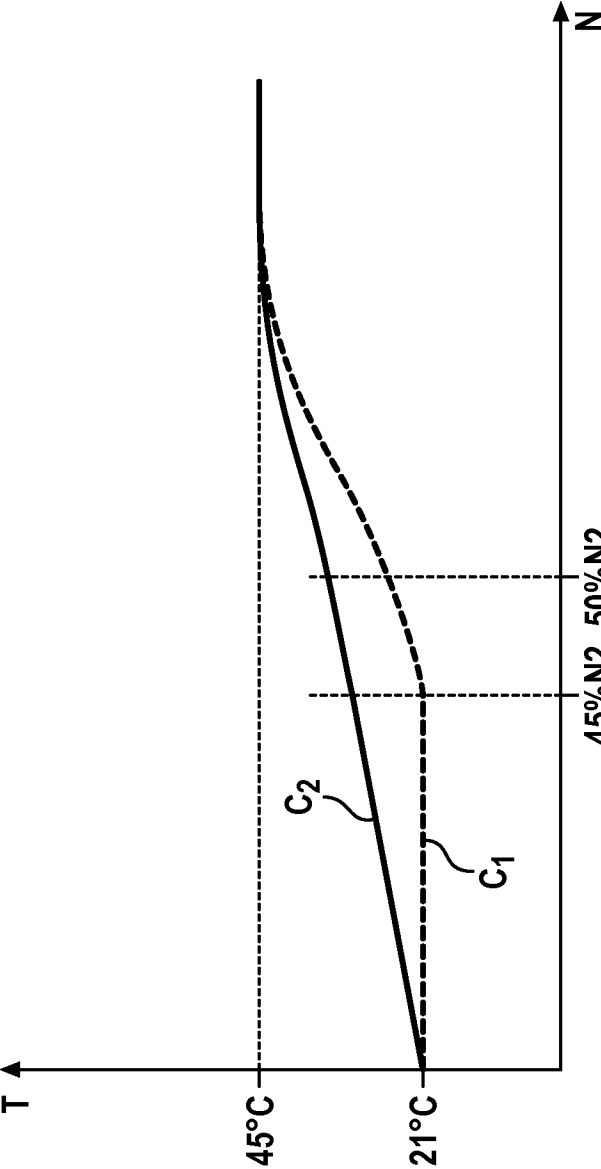


FIG. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2014/052003

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B64D37/00 F02C7/232 F02C7/236 F16K31/122
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02D F02C B64D F16K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 619 417 A1 (SNECMA [FR]) 17 February 1989 (1989-02-17) abstract; figure 1 -----	1,2,4,10
A	US 2007/017206 A1 (BARYSHNIKOV DMITRIY [US] ET AL) 25 January 2007 (2007-01-25) abstract; figure 2 -----	1-4,10
A	EP 1 143 319 A1 (SNECMA MOTEURS [FR] HISPANO SUIZA SA [FR]) 10 October 2001 (2001-10-10) abstract; figure 1 -----	1-4
A	FR 2 950 863 A1 (SNECMA [FR]) 8 April 2011 (2011-04-08) abstract; figures 1,2 ----- -/-	1-4



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

22 October 2014

Date of mailing of the international search report

30/10/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Podratzky, Andreas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2014/052003

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 685 268 A (WAKEMEN RUSSELL J [US]) 11 November 1997 (1997-11-11) abstract column 1, line 26 - line 41 column 1, line 62 - column 2, line 35 column 7, line 17 - line 47 column 8, line 22 - line 39 -----	5-9
A	DE 10 2004 055575 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24 May 2006 (2006-05-24) paragraphs [0003], [0007] - [0011] -----	5-9
A	GB 2 287 102 A (FORD MOTOR CO [GB]) 6 September 1995 (1995-09-06) page 2, line 1 - page 4, line 13 abstract; figure 1 -----	5-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2014/052003

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2619417	A1	17-02-1989	DE 3865611 D1 21-11-1991
		EP 0307264 A1 15-03-1989	
		FR 2619417 A1 17-02-1989	
		US 4899535 A 13-02-1990	
US 2007017206	A1	25-01-2007	US 7007452 B1 07-03-2006
		US 2005279079 A1 22-12-2005	
		US 2007017206 A1 25-01-2007	
EP 1143319	A1	10-10-2001	CA 2332471 A1 16-09-2001
		DE 60117116 T2 26-10-2006	
		EP 1143319 A1 10-10-2001	
		FR 2806488 A1 21-09-2001	
		US 2001022079 A1 20-09-2001	
		US 2002184885 A1 12-12-2002	
FR 2950863	A1	08-04-2011	CA 2775829 A1 14-04-2011
		CN 102575587 A 11-07-2012	
		EP 2486262 A1 15-08-2012	
		FR 2950863 A1 08-04-2011	
		JP 5539525 B2 02-07-2014	
		JP 2013506794 A 28-02-2013	
		RU 2012118663 A 20-11-2013	
		US 2012260658 A1 18-10-2012	
		WO 2011042641 A1 14-04-2011	
US 5685268	A	11-11-1997	BR 9709339 A 10-08-1999
		CN 1225708 A 11-08-1999	
		CZ 9803770 A3 16-06-1999	
		DE 69701523 D1 27-04-2000	
		DE 69701523 T2 21-12-2000	
		EP 0900325 A1 10-03-1999	
		KR 20000015864 A 15-03-2000	
		US 5685268 A 11-11-1997	
		WO 9744573 A1 27-11-1997	
DE 102004055575	A1	24-05-2006	BR PI0513254 A 29-04-2008
		CN 101061303 A 24-10-2007	
		DE 102004055575 A1 24-05-2006	
		EP 1815120 A1 08-08-2007	
		JP 4547007 B2 22-09-2010	
		JP 2008520891 A 19-06-2008	
		US 2008264157 A1 30-10-2008	
		WO 2006053852 A1 26-05-2006	
GB 2287102	A	06-09-1995	GB 2287102 A 06-09-1995
		JP H07286541 A 31-10-1995	
		US 5493902 A 27-02-1996	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2014/052003

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B64D37/00 F02C7/232 F02C7/236 F16K31/122 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) F02D F02C B64D F16K		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 619 417 A1 (SNECMA [FR]) 17 février 1989 (1989-02-17) abrégé; figure 1	1,2,4,10
A	US 2007/017206 A1 (BARYSHNIKOV DMITRIY [US] ET AL) 25 janvier 2007 (2007-01-25) abrégé; figure 2	1-4,10
A	EP 1 143 319 A1 (SNECMA MOTEURS [FR] HISPANO SUIZA SA [FR]) 10 octobre 2001 (2001-10-10) abrégé; figure 1	1-4
A	FR 2 950 863 A1 (SNECMA [FR]) 8 avril 2011 (2011-04-08) abrégé; figures 1,2	1-4
	- / - -	
☒ 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 22 octobre 2014		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 30/10/2014
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 Podratzky, Andreas

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 5 685 268 A (WAKEMEN RUSSELL J [US]) 11 novembre 1997 (1997-11-11) abrégé colonne 1, ligne 26 - ligne 41 colonne 1, ligne 62 - colonne 2, ligne 35 colonne 7, ligne 17 - ligne 47 colonne 8, ligne 22 - ligne 39 -----	5-9
A	DE 10 2004 055575 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24 mai 2006 (2006-05-24) alinéas [0003], [0007] - [0011] -----	5-9
A	GB 2 287 102 A (FORD MOTOR CO [GB]) 6 septembre 1995 (1995-09-06) page 2, ligne 1 - page 4, ligne 13 abrégé; figure 1 -----	5-9

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2014/052003

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2619417	A1	17-02-1989	DE 3865611 D1	21-11-1991
			EP 0307264 A1	15-03-1989
			FR 2619417 A1	17-02-1989
			US 4899535 A	13-02-1990
US 2007017206	A1	25-01-2007	US 7007452 B1	07-03-2006
			US 2005279079 A1	22-12-2005
			US 2007017206 A1	25-01-2007
EP 1143319	A1	10-10-2001	CA 2332471 A1	16-09-2001
			DE 60117116 T2	26-10-2006
			EP 1143319 A1	10-10-2001
			FR 2806488 A1	21-09-2001
			US 2001022079 A1	20-09-2001
			US 2002184885 A1	12-12-2002
FR 2950863	A1	08-04-2011	CA 2775829 A1	14-04-2011
			CN 102575587 A	11-07-2012
			EP 2486262 A1	15-08-2012
			FR 2950863 A1	08-04-2011
			JP 5539525 B2	02-07-2014
			JP 2013506794 A	28-02-2013
			RU 2012118663 A	20-11-2013
			US 2012260658 A1	18-10-2012
			WO 2011042641 A1	14-04-2011
US 5685268	A	11-11-1997	BR 9709339 A	10-08-1999
			CN 1225708 A	11-08-1999
			CZ 9803770 A3	16-06-1999
			DE 69701523 D1	27-04-2000
			DE 69701523 T2	21-12-2000
			EP 0900325 A1	10-03-1999
			KR 20000015864 A	15-03-2000
			US 5685268 A	11-11-1997
			WO 9744573 A1	27-11-1997
DE 102004055575	A1	24-05-2006	BR PI0513254 A	29-04-2008
			CN 101061303 A	24-10-2007
			DE 102004055575 A1	24-05-2006
			EP 1815120 A1	08-08-2007
			JP 4547007 B2	22-09-2010
			JP 2008520891 A	19-06-2008
			US 2008264157 A1	30-10-2008
			WO 2006053852 A1	26-05-2006
GB 2287102	A	06-09-1995	GB 2287102 A	06-09-1995
			JP H07286541 A	31-10-1995
			US 5493902 A	27-02-1996