



(51) Classification internationale des brevets :  
F02K 9/50 (2006.01) F02K 9/97 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2014/050024

(22) Date de dépôt international :  
8 janvier 2014 (08.01.2014)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1350240 11 janvier 2013 (11.01.2013) FR

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

(72) Inventeurs : VUILLAMY, Didier; 8, Val des Poiriers, F-  
76230 Quincampoix (FR). ROZ, Gérard; 33, chemin des  
Pieds Corbons, F-27510 Pressagny L'orgueilleux (FR).

(74) Mandataires : CALVO DE NO, Rodrigo et al.; Cabinet  
Beau De Lomenie, 158 Rue De L'universite, F-75340 Paris  
Cedex 07 (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,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : SYSTEM AND METHOD FOR SUPPLYING A ROCKET ENGINE

(54) Titre : SYSTÈME ET PROCÉDÉ D'ALIMENTATION D'UN MOTEUR-FUSÉE

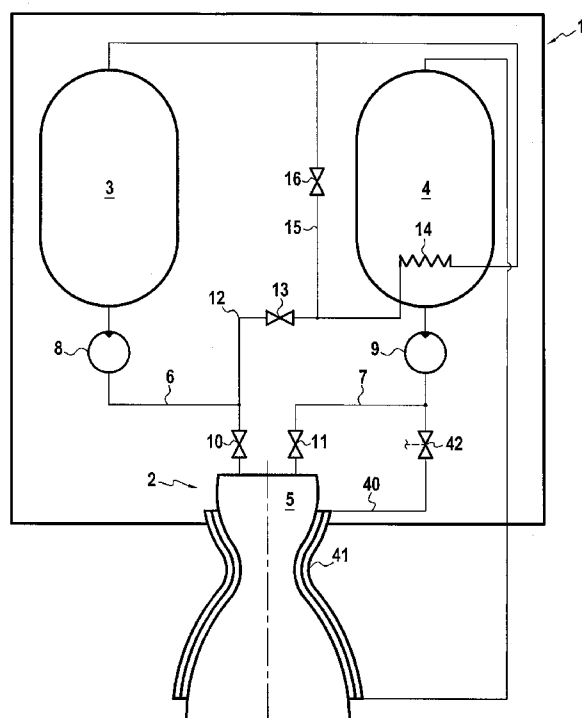


FIG.1

(57) Abstract : The invention relates to the field of rocket en-  
gines and, more specifically, a system for supplying a rocket  
engine (2) with propellant, said system comprising a first tank  
(3), a second tank (4), a first supply circuit (6) connected to  
the first tank (3), and a second supply circuit (7) connected to  
the second tank (4). In order to cool the propellant contained  
in the second tank (4), the first circuit (6) comprises a branch  
(12) that extends through a first heat exchanger (14) built into  
the second tank (4). The invention also relates to a method for  
supplying the rocket engine (2).

(57) Abrégé : L'invention concerne le domaine des moteurs-  
fusées, et plus particulièrement un système d'alimentation  
d'un moteur-fusée (2) en ergols, comprenant un premier résér-  
voir (3), un deuxième réservoir (4), un premier circuit d'al-  
imentation (6) connecté au premier réservoir (3), et un  
deuxième circuit d'alimentation (7), connecté au deuxième ré-  
servoir (4). Pour refroidir l'ergol contenu dans le deuxième ré-  
servoir (4), le premier circuit (6) comprend un branchement  
(12) traversant un premier échangeur de chaleur (14) intégré  
dans le deuxième réservoir (4). L'invention concerne égale-  
ment un procédé d'alimentation du moteur- fusée (2).



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).

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

**Publiée :**

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

## SYSTEME ET PROCEDE D'ALIMENTATION D'UN MOTEUR-FUSEE

### Arrière-plan de l'invention

5        La présente invention concerne le domaine de l'alimentation d'un moteur-fusée en ergols liquides.

Dans la description qui suit les termes "amont" et "aval" sont définis par rapport au sens de circulation normal des ergols dans les circuits d'alimentation d'un moteur-fusée.

10        Le système d'alimentation d'un moteur-fusée en ergols liquides comprend typiquement, pour chaque ergol liquide, un réservoir et un circuit d'alimentation connecté à ce réservoir pour transférer l'ergol du réservoir à au moins une chambre propulsive dans laquelle les ergols sont mélangés et brûlés pour générer une poussée en réaction à l'accélération  
15 des gaz de combustion dans une tuyère.

Lors du fonctionnement d'un tel moteur-fusée, le réservoir de chaque ergol se vide progressivement de son contenu liquide. Or, pour assurer l'écoulement de chaque ergol, à travers le circuit d'alimentation, vers la chambre propulsive, il est nécessaire de maintenir la pression interne de  
20 chaque réservoir au-dessus d'un seuil minimum. Dans l'état de la technique, des différentes alternatives sont connues pour assurer cette pressurisation des réservoirs pendant leur vidange, mais elles présentent des inconvénients divers en termes de masse et de complexité.

D'autre part, il est aussi souvent important d'éviter une montée  
25 excessive de la pression interne de chaque réservoir, notamment pour éviter une rupture du réservoir. Toutefois, au moins quand les ergols sont des ergols cryogéniques, il est difficile d'éviter l'évaporation graduelle des ergols liquides dans les réservoirs à cause de l'absorption de chaleur à travers les parois des réservoirs, évaporation qui entraîne une montée de  
30 la pression dans les réservoirs. Essayer de résoudre ce problème par une plus grande isolation thermique des réservoirs entraîne toutefois des inconvénients importants, et notamment un incrément important de leur masse.

En outre, le réchauffement graduel des ergols dans les réservoirs  
35 comporte d'autres inconvénients. En particulier, l'augmentation de la pression de saturation de chaque ergol avec ce réchauffement, réduit les

marges à la cavitation de pompes en aval de ces réservoirs et augmente ainsi le risque de phénomènes de cavitation dans ces pompes.

### Objet et résumé de l'invention

5

Les systèmes et procédés dans la présente description visent à remédier à ces inconvénients. En particulier, la présente description concerne un système d'alimentation d'un moteur-fusée en ergols, comprenant un premier réservoir, un deuxième réservoir, et un premier  
10 circuit d'alimentation connecté au premier réservoir, qui permette de refroidir un deuxième ergol liquide extrait du deuxième réservoir, afin notamment de compenser un éventuel réchauffement graduel du deuxième ergol dans le réservoir.

Dans au moins un mode de réalisation, ce but est atteint grâce au  
15 fait que le premier circuit comprend en outre un branchement traversant un premier échangeur de chaleur intégré dans le deuxième réservoir, ledit branchement étant connecté au premier réservoir en aval dudit premier échangeur de chaleur.

Grâce à ces dispositions, avec un deuxième ergol liquide au point de  
20 saturation sensiblement plus élevé que le premier ergol liquide, il est possible, dans ce premier échangeur de chaleur, de transférer de la chaleur du deuxième ergol au premier ergol, de manière à faire passer à l'état gazeux le premier ergol dérivé à travers le branchement, tout en refroidissant le deuxième ergol. Par ailleurs, le débit du premier ergol  
25 dérivé à travers ce branchement peut ainsi être réinjecté dans le premier réservoir et contribuer, à l'état gazeux, à maintenir la pression interne du premier réservoir pendant sa vidange.

Suivant un deuxième aspect, ledit système d'alimentation comprend aussi un deuxième circuit d'alimentation connecté au deuxième réservoir  
30 et comportant une pompe. Le refroidissement du deuxième ergol dans le deuxième réservoir grâce au premier échangeur de chaleur, aide à éviter des phénomènes de cavitation dans cette pompe du deuxième circuit d'alimentation.

Suivant un troisième aspect, ledit branchement peut aussi  
35 comprendre un conduit de contournement dudit premier échangeur de chaleur. Ce conduit de contournement, qui peut comporter une vanne de

régulation de débit, permet à une partie du premier ergol dérivé à travers ce branchement de contourner au moins ledit premier échangeur de chaleur. En se mélangeant ensuite avec le premier ergol sortant de ce premier échangeur de chaleur, il permet d'en réduire la température avant sa réinjection dans le premier réservoir. En particulier si ce conduit de contournement comporte une vanne de régulation de débit, il devient ainsi possible de réguler plus précisément l'évolution de la pression du premier ergol dans le premier réservoir.

Afin d'assurer la circulation de retour du premier ergol vers le premier réservoir à travers ledit branchement, celui-ci peut être situé en aval d'une pompe faisant aussi part du premier circuit d'alimentation. Cette pompe peut servir donc aussi à faire circuler le premier ergol en même temps vers la chambre propulsive, et être, par exemple, une pompe électrique ou une turbopompe. Toutefois, alternativement, le circuit d'alimentation pourrait être configuré de manière à assurer la circulation du premier ergol vers la chambre propulsive par d'autres moyens, comme par exemple par pressurisation d'un réservoir en amont. Pour assurer la circulation de retour du premier ergol vers le premier réservoir à travers ce branchement même dans ce cas, ce branchement peut lui-même comprendre un dispositif de circulation forcée du premier ergol.

Suivant un quatrième aspect, ledit premier échangeur de chaleur peut être intégré dans un entonnoir de sortie du deuxième réservoir, de manière à refroidir particulièrement le deuxième ergol sortant du deuxième réservoir, et ainsi supprimer plus efficacement les phénomènes de cavitation dans une pompe éventuellement connectée en aval.

Suivant un cinquième aspect, le premier circuit peut comprendre en outre au moins un deuxième échangeur de chaleur intégré dans le deuxième réservoir, de manière à mieux refroidir le deuxième ergol sortant du deuxième réservoir. Ce deuxième échangeur peut notamment être aussi intégré dans un entonnoir de sortie du deuxième réservoir, éventuellement dans le même que le premier échangeur. En outre, ledit premier circuit peut aussi comprendre un troisième échangeur de chaleur intégré dans le deuxième réservoir, en amont du deuxième échangeur de chaleur, pour refroidir le deuxième ergol dans le deuxième réservoir et ainsi compenser son réchauffement graduel par absorption de chaleur à

travers des parois du deuxième réservoir, de manière à éviter une montée excessive de la pression à l'intérieur du deuxième réservoir. En particulier quand la température de saturation du deuxième ergol, dans le deuxième réservoir, est considérablement plus élevée que celle du premier ergol, dans le premier circuit, ces deuxième et troisième échangeurs peuvent offrir un important refroidissement supplémentaire, sans que le premier ergol traversant ces échangeurs passe nécessairement en phase gazeuse.

Suivant un sixième aspect, le premier circuit d'alimentation peut comprendre en outre, en amont dudit branchement de retour, un autre échangeur de chaleur apte à être connecté à une source de chaleur, telle que, par exemple, une pile à combustible, une batterie ou un circuit électronique, et permettant ainsi son refroidissement.

La présente description concerne aussi un procédé d'alimentation d'un moteur-fusée en ergols liquides, comprenant l'extraction d'un débit d'un premier ergol liquide d'un premier réservoir à travers un premier circuit d'alimentation, la dérivation d'une partie dudit débit du premier ergol liquide à travers un branchement du premier circuit d'alimentation, le passage à l'état gazeux du premier ergol liquide dérivé à travers ledit branchement dans un échangeur de chaleur intégré dans un deuxième réservoir contenant un deuxième ergol liquide à une température plus élevée que la température de saturation du premier ergol liquide dans le branchement, et l'extraction d'un débit du deuxième ergol liquide du deuxième réservoir à travers un deuxième circuit d'alimentation. Eventuellement, au moins une partie du premier ergol dérivé à travers ledit branchement peut être réinjectée, à l'état gazeux, dans le premier réservoir. Le premier ergol liquide peut être de l'hydrogène liquide et le deuxième ergol liquide de l'oxygène liquide.

#### Brève description des dessins

L'invention sera bien comprise et ses avantages apparaîtront mieux, à la lecture de la description détaillée qui suit, de plusieurs modes de réalisation représentés à titre d'exemples non limitatifs. La description se réfère aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 illustre schématiquement un engin comprenant un moteur-fusée avec un système d'alimentation suivant un premier mode de réalisation ;
- la figure 2 illustre schématiquement un entonnoir de sortie d'un  
5 réservoir d'ergol du système d'alimentation de la figure 1 ;
- la figure 3 illustre schématiquement un engin comprenant un moteur-fusée avec un système d'alimentation suivant un deuxième mode de réalisation ;
- la figure 4 illustre schématiquement un entonnoir de sortie d'un  
10 réservoir d'ergol du système d'alimentation de la figure 3 ;
- la figure 5 illustre schématiquement un engin comprenant un moteur-fusée avec un système d'alimentation suivant un troisième mode de réalisation ;
- la figure 6 illustre schématiquement un engin comprenant un  
15 moteur-fusée avec un système d'alimentation suivant un quatrième mode de réalisation ;
- la figure 7 illustre schématiquement un engin comprenant un moteur-fusée avec un système d'alimentation suivant un cinquième mode de réalisation ;
- la figure 8 illustre schématiquement un engin comprenant un  
20 moteur-fusée avec un système d'alimentation suivant un sixième mode de réalisation ; et
- la figure 9 illustre schématiquement un engin comprenant un moteur-fusée avec un système d'alimentation suivant un septième mode  
25 de réalisation.

### Description détaillée de l'invention

Un engin 1, pouvant être, par exemple, un étage d'un lanceur  
30 spatial, est illustré schématiquement sur la figure 1. Pour sa propulsion, cet engin 1 comprend un moteur-fusée 2 à ergols liquides, avec un système d'alimentation comprenant un premier réservoir 3 pour un premier ergol, un deuxième réservoir 4 pour un deuxième ergol, une chambre propulsive 5 pour la combustion d'un mélange des deux ergols et  
35 l'accélération des gaz de combustion de ce mélange, un premier circuit d'alimentation 6 relié à la base du premier réservoir 3 et à la chambre

propulsive 5 afin de lui fournir le premier ergol, et un deuxième circuit d'alimentation 7 relié à la base du deuxième réservoir 4 à la chambre propulsive 5 afin de lui fournir le deuxième ergol. Ces premier et deuxième ergols peuvent être des ergols cryogéniques tels que l'hydrogène et l'oxygène liquide, ou d'autres ergols liquides, mais en tout cas la température de saturation du deuxième ergol dans le deuxième réservoir 4 est sensiblement supérieure à celle du premier ergol dans le premier circuit 6 en aval de la pompe 8. Chacun des circuits d'alimentation 6,7 comprend une pompe 8,9 pour assurer la circulation de l'ergol respectif à travers chaque circuit d'alimentation 6,7, et des vannes de sortie 10,11 pour ouvrir et fermer l'écoulement des ergols vers la chambre propulsive 5. Ces pompes 8,9 peuvent être, par exemple, des pompes électriques, ou bien des turbopompes.

Le premier circuit d'alimentation 6 comprend, en aval de la pompe 8, un branchement 12 de retour vers le sommet du premier réservoir 3. Ce branchement de retour comprend une vanne 13 et un premier échangeur de chaleur 14 intégré dans le deuxième réservoir 4. En outre, ce branchement de retour comprend aussi, en aval de la vanne 13, un conduit 15 de contournement du premier échangeur de chaleur 14, avec une vanne 16. Les vannes 13 et 16 peuvent être des vannes à débit variable, permettant ainsi de réguler avec précision l'évolution des débits à travers le branchement 12 et le conduit de contournement 15.

L'échangeur de chaleur 14 est adjacent à la connexion du deuxième réservoir 4 au deuxième circuit 7. Plus spécifiquement, comme illustré sur la figure 2, l'échangeur de chaleur 14 est intégré dans un entonnoir 30 de sortie du deuxième réservoir 4 vers le deuxième circuit 7, de manière à faciliter le transfert de chaleur du débit du deuxième ergol sortant du deuxième réservoir 4 au débit du premier ergol s'écoulant à travers cet échangeur de chaleur.

Le deuxième circuit 7 comprend aussi, en aval de la pompe 9, (voir figure 1) un branchement 40 de retour vers le sommet du deuxième réservoir 4, traversant un autre échangeur de chaleur 41 disposé autour de la chambre propulsive 5 de manière à être chauffé par rayonnement par celle-ci. Ce branchement 40 comprend aussi, en amont de l'échangeur de chaleur 41, une vanne 42, pouvant être une vanne de débit variable,

permettant ainsi une régulation précise du débit à travers le branchement 40.

En fonctionnement, pendant que les deux pompes 8, 9 pompent les deux ergols à partir des réservoirs respectifs 3,4, et à travers les circuits d'alimentation respectifs 6,7, vers la chambre propulsive 5, une partie du débit du premier ergol est dérivée du premier circuit 6 à travers le branchement 12.

Le débit dérivé est régulé par la vanne 13, qui peut être commandée par une unité de commande (non illustrée) en fonction d'un ensemble de données physiques captées par des capteurs (non illustrés) tels que, par exemple, des capteurs de pression et de température dans les deux réservoirs 3,4.

Une partie de ce débit dérivé traverse l'échangeur 14, où il est chauffé par le deuxième ergol, passant ainsi en phase gazeuse. Une autre partie de ce débit dérivé, régulée par la vanne 16, contourne toutefois l'échangeur 14 à travers le conduit 15, pour ensuite rejoindre le reste du débit dérivé en aval de l'échangeur 14. La vanne 16 du conduit de contournement 15, commandée par l'unité de commande en fonction des données des capteurs, permet ainsi la régulation de la température du débit dérivé du premier ergol avant sa réinjection dans le premier réservoir 3, évitant notamment de le réinjecter à une température trop élevée. La réinjection de ce débit dérivé à l'état gazeux permet néanmoins d'occuper le volume évacué par le premier ergol alimentant la chambre propulsive 5, pour ainsi maintenir la pression à l'intérieur du premier réservoir 3.

Simultanément, le transfert de chaleur dans l'échangeur 14 refroidit le débit du deuxième ergol qui est évacué du deuxième réservoir 4 à travers l'entonnoir 30. Ainsi, le débit du deuxième ergol qui arrive à la pompe 9 est sensiblement refroidi, ce qui permet de réduire des phénomènes de cavitation dans cette pompe 9. Le refroidissement du deuxième ergol évacué du deuxième réservoir 4 offre aussi une plus grande marge de fluctuation de la température du deuxième ergol dans le deuxième réservoir 4.

Ainsi, par exemple, pour un moteur-fusée 2 alimenté en hydrogène et oxygène liquides avec une poussée  $F$  de 2 kN, le passage en phase gazeuse, dans l'échangeur 14, du débit d'hydrogène liquide  $Q_{LH_2}$  dérivé

pour assurer la pressurisation du premier réservoir 3 absorbe une puissance calorifique  $P_v$  de l'ordre de 1 kW. Le débit d'oxygène liquide  $Q_{LOX}$  évacué du deuxième réservoir 4 à travers l'entonnoir 30 pour alimenter la chambre propulsive étant de l'ordre de 0,4 kg/s, sa température  $T_{LOX}$  va diminuer d'environ 1,5 K, ce qui correspond à une diminution de sa pression de saturation  $p_{LOX,sat}$  d'entre 30 et 40 kPa.

Simultanément, une partie du débit du deuxième ergol extrait du deuxième réservoir 4 à travers l'entonnoir 30 et le deuxième circuit 7 est dérivée à travers le branchement 40 et chauffée dans l'échangeur 41 par le rayonnement thermique de la chambre propulsive 5, de telle manière qu'il passe en phase gazeuse avant d'être réinjectée dans le deuxième réservoir 4, afin d'y maintenir la pression interne. Ce débit est régulé par la vanne 42, qui peut aussi être commandée par l'unité de commande susmentionnée en fonction d'un ensemble de données physiques fournies par des capteurs tels que, par exemple, des capteurs de pression et de température dans les deux réservoirs 3,4.

Un engin 1 suivant un deuxième mode de réalisation est illustré sur la figure 3. Le système d'alimentation du moteur-fusée 2 de cet engin 1 diffère de celui du premier mode de réalisation en ce qu'il comporte un deuxième échangeur de chaleur 17 dans le premier circuit d'alimentation 6. Les autres éléments de cet engin 1 sont essentiellement équivalents à ceux du premier mode de réalisation, et reçoivent les mêmes chiffres de référence. Ce deuxième échangeur de chaleur 17 forme partie du tronçon du premier circuit d'alimentation 6 débouchant finalement dans la chambre propulsive 5. Comme illustré sur la figure 4, il est aussi adjacent à la connexion du deuxième réservoir 4 au deuxième circuit 7, et plus spécifiquement intégré dans l'entonnoir 30 de sortie du deuxième réservoir 4 vers le deuxième circuit 7, comme le premier échangeur de chaleur 14, de manière à faciliter le transfert de chaleur, du débit du deuxième ergol sortant du deuxième réservoir 4, au débit du premier ergol s'écoulant à travers ce deuxième échangeur de chaleur 17.

En fonctionnement, le débit du premier ergol dérivé à travers le branchement 15 permet d'assurer la pressurisation du premier réservoir de la même manière que dans le premier mode de réalisation. En même temps, toutefois, le débit du premier ergol qui n'est pas dérivé à travers le branchement 15, mais qui continue son écoulement à travers le premier

circuit 6 vers la chambre propulsive 5, contribue aussi au refroidissement du deuxième ergol par transfert de chaleur dans le deuxième échangeur de chaleur 17. Ce refroidissement supplémentaire permet de renforcer les avantages du refroidissement du deuxième ergol par le premier échangeur de chaleur 14.

Un engin 1 suivant un troisième mode de réalisation est illustré sur la figure 5. Le système d'alimentation du moteur-fusée 2 de cet autre engin 1 diffère de celui du deuxième mode de réalisation en ce qu'il comporte un troisième échangeur de chaleur 18 directement en amont du deuxième échangeur de chaleur 17 dans le premier circuit d'alimentation 6. Les autres éléments de cet engin 1 sont essentiellement équivalents à ceux du deuxième mode de réalisation, et reçoivent les mêmes chiffres de référence.

Comme les premier et deuxième échangeurs de chaleur 14,17, ce troisième échangeur de chaleur 18 est également intégré dans le deuxième réservoir 4. Toutefois, contrairement à ces autres échangeurs de chaleur 14, 17, il n'est pas intégré dans l'entonnoir 30, mais au-dessus de celui-ci, pour ainsi mieux refroidir le deuxième ergol au cœur de ce deuxième réservoir 4 et mieux compenser son réchauffement par absorption de chaleur à travers les parois du deuxième réservoir 4.

Un engin 1 suivant un quatrième mode de réalisation est illustré sur la figure 6. Cet autre engin 1 diffère de celui du premier mode de réalisation en ce qu'il comporte aussi une pile à combustible 19, connectée aux réservoirs 3,4 à travers de circuits d'alimentation respectifs 20, 21 équipés de micropompes 22,23. Les circuits 20,21 permettent ainsi d'alimenter la pile à combustible 19 avec une fraction des ergols contenus dans les réservoirs 3,4, afin de générer de l'électricité pour l'alimentation électrique d'équipements embarqués à bord de l'engin 1. Comme la réaction chimique des ergols dans la pile à combustible 19 génère normalement aussi de la chaleur pouvant perturber son fonctionnement si elle n'est pas correctement évacuée, cette pile à combustible 19 est aussi équipée d'un circuit de refroidissement 24 avec un dispositif de circulation forcée 25. Grâce à la pression interne des réservoirs 3,4, les micropompes 22,23 peuvent toutefois être éventuellement substituées par des vannes à débit variable, la pression interne des réservoirs 3,4 pouvant

alors suffire à assurer l'écoulement des ergols vers la pile à combustible 19.

Le circuit de refroidissement 24 contient un fluide de refroidissement, comme par exemple de l'hélium, que le dispositif de circulation forcée 25  
5 peut faire circuler afin de transférer de la chaleur de la pile de combustible 19 vers un échangeur de chaleur 26. Alternativement, toutefois, d'autres moyens d'assurer la circulation du fluide de refroidissement dans le circuit 24 peuvent être envisagés, comme par exemple un thermosiphon. Cet autre échangeur de chaleur 26 est intégré dans le premier circuit  
10 d'alimentation 6 du moteur-fusée 2, de manière à transférer cette chaleur vers le premier ergol. Dans le mode de réalisation illustré, cet autre échangeur de chaleur 26 est intégré dans un réservoir-tampon 27 en amont du branchement 12, le volume du premier ergol qui est contenu dans ce réservoir-tampon 27 offre une capacité importante d'absorption  
15 de chaleur, même quand la circulation de ce premier ergol dans le circuit 6 est à l'arrêt. Un volume  $V_t$  de 30 l d'hydrogène liquide dans le réservoir-tampon 27 peut ainsi absorber une puissance calorifique  $P_c$  de 100 W pendant une heure avec une montée en température  $\Delta T$  d'uniquement 17 K de l'hydrogène liquide. D'autres arrangements de l'échangeur de chaleur  
20 26 dans le premier circuit 6 sont toutefois également envisageables. Les autres éléments de cet engin 1 sont essentiellement équivalents à ceux du premier mode de réalisation, et reçoivent les mêmes chiffres de référence.

Bien que dans ces quatre modes de réalisation la circulation des ergols vers la chambre propulsive soit assurée par des pompes, des  
25 moyens alternatifs, tels que par exemple une pressurisation des réservoirs d'ergols, sont également envisageables.

Ainsi, dans un cinquième mode de réalisation illustré sur la figure 7, et analogue au premier mode de réalisation, les pompes sont remplacées par un réservoir 31 de gaz pressurisé, par exemple d'hélium, connecté aux  
30 réservoirs 3,4 d'ergols à travers de vannes 33,34 respectives. Ainsi, en fonctionnement, la pression de l'hélium du réservoir de gaz pressurisé 31 pousse les ergols, à travers leurs circuits d'alimentation 6,7 respectifs, vers la chambre propulsive 5. Afin de permettre la réinjection en phase gazeuse au sommet du premier réservoir 3 de l'hydrogène dérivé à travers  
35 le branchement 12, ce branchement 12 comprend, en amont de l'échangeur de chaleur 14 et du conduit de contournement 15, un

dispositif de circulation forcée 35. Comme dans ce mode de réalisation le deuxième circuit d'alimentation 7 ne comporte pas de pompe en aval du deuxième réservoir 4, la prévention de la cavitation n'y est pas une priorité, contrairement à la compensation de l'éventuel réchauffement du deuxième ergol dans le deuxième réservoir 4. En conséquence, dans ce mode de réalisation, l'échangeur de chaleur 14 n'est pas situé dans un entonnoir de sortie du deuxième réservoir 4, mais peut être situé plus centralement dans ce deuxième réservoir 4, de manière à plus efficacement refroidir le volume du deuxième ergol contenu dans ce deuxième réservoir. Les autres éléments de cet engin 1 sont essentiellement équivalents à ceux du premier mode de réalisation, et reçoivent les mêmes chiffres de référence, même si dans ce mode de réalisation le deuxième circuit d'alimentation 7 ne comporte pas de branchement de retour vers le sommet du deuxième réservoir 4.

15

Dans un sixième mode de réalisation illustré sur la Figure 8 et essentiellement analogue au deuxième mode de réalisation, les pompes de ce deuxième mode de réalisation sont aussi remplacées par un réservoir 31 de gaz pressurisé, par exemple d'hélium, connecté, aux réservoirs 3,4 d'ergols à travers de vannes 33,34 respectives. Comme dans le cinquième mode de réalisation, un dispositif de circulation forcée 35 en amont de l'échangeur de chaleur 14 et du conduit de contournement 15 assure la circulation de retour du premier ergol, à travers le branchement 12, vers le premier réservoir 3. Les échangeurs de chaleur 14, 17 peuvent également être situés au sein du deuxième réservoir 4, plutôt que dans un entonnoir de sortie. Les autres éléments de cet engin 1 sont essentiellement équivalents à ceux du deuxième mode de réalisation, et reçoivent les mêmes chiffres de référence, même si dans ce mode de réalisation le deuxième circuit d'alimentation 7 ne comporte pas de branchement de retour vers le sommet du deuxième réservoir 4.

Dans un septième mode de réalisation illustré sur la Figure 9 et essentiellement analogue au quatrième mode de réalisation, les pompes de ce deuxième mode de réalisation sont aussi remplacées par un réservoir 31 de gaz pressurisé, par exemple d'hélium, connecté, respectivement, aux réservoirs 3,4 d'ergols à travers de vannes 33,34. La

pressurisation des ergols dans les réservoirs 3, 4 permet également de s'affranchir de micropompes pour l'alimentation en ergols de la pile à combustible 19, alimentation qui est régulée dans ce mode de réalisation par des vannes 36,37 à débit variable dans les circuits 20,21. Comme dans  
5 les cinquième et sixième modes de réalisation, un dispositif de circulation forcée 35 en amont de l'échangeur de chaleur 14 et du conduit de contournement 15 assure la circulation de retour du premier ergol, à travers le branchement 12, vers le premier réservoir 3. L'échangeur de chaleur 14 peut également être situé au sein du deuxième réservoir 4,  
10 plutôt que dans un entonnoir de sortie. Les autres éléments de cet engin 1 sont essentiellement équivalents à ceux du quatrième mode de réalisation, et reçoivent les mêmes chiffres de référence, même si dans ce mode de réalisation le deuxième circuit d'alimentation 7 ne comporte pas de branchement de retour vers le sommet du deuxième réservoir 4.

15 Quoique la présente invention ait été décrite en se référant à des exemples de réalisation spécifiques, il est évident que des différentes modifications et changements peuvent être effectués sur ces exemples sans sortir de la portée générale de l'invention telle que définie par les revendications. En outre, des caractéristiques individuelles des différents  
20 modes de réalisation évoqués peuvent être combinées dans des modes de réalisation additionnels. Ainsi, par exemple, dans une variante du septième mode de réalisation, l'engin pourrait incorporer un branchement de réinjection du deuxième ergol en phase gazeuse dans le deuxième réservoir, comme dans les quatre premiers modes de réalisation, avec un  
25 dispositif de circulation forcée de ce deuxième ergol en phase gazeuse. Par conséquent, la description et les dessins doivent être considérés dans un sens illustratif plutôt que restrictif.

## REVENDICATIONS

1. Système d'alimentation d'un moteur-fusée (2) en ergols, comprenant :
  - 5 un premier réservoir (3) ;
  - un deuxième réservoir (4) ;
  - un premier circuit d'alimentation (6) connecté au premier réservoir (3) pour l'alimentation du moteur-fusée (2) en un premier ergol liquide et comprenant, en aval dudit premier réservoir (3), un
  - 10 branchement (12) traversant un premier échangeur de chaleur (14) intégré dans le deuxième réservoir (4) ;
  - un deuxième circuit d'alimentation (7) connecté au deuxième réservoir (4) pour l'alimentation du moteur-fusée (2) en un deuxième ergol liquide au point de saturation sensiblement plus élevé que le premier
  - 15 ergol liquide ; etcaractérisé en ce que ledit branchement (12) est aussi connecté audit premier réservoir (3) en aval du premier échangeur de chaleur (14).
2. Système d'alimentation suivant la revendication 1, dans lequel ledit deuxième circuit d'alimentation (7) comporte une pompe (9).
- 20 3. Système d'alimentation suivant la revendication 1 ou 2, dans lequel ledit branchement (12) comprend en outre un conduit (15) de contournement dudit premier échangeur de chaleur (14).
4. Système d'alimentation suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel ledit premier circuit d'alimentation (6)
- 25 comprend une pompe (8) en amont dudit branchement (12).
5. Système d'alimentation suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel ledit branchement (12) comprend un dispositif (35) de circulation forcée.
6. Système d'alimentation suivant l'une quelconque des
- 30 revendications précédentes, dans lequel ledit premier échangeur de chaleur (14) est intégré dans un entonnoir (30) de sortie du deuxième réservoir (4).
7. Système d'alimentation suivant l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le premier circuit (6) comprend
- 35 en outre au moins un deuxième échangeur de chaleur (17) intégré dans le deuxième réservoir (4).
8. Système d'alimentation suivant la revendication 7, dans lequel ledit deuxième échangeur de chaleur (17) est intégré dans un entonnoir (30) de sortie du deuxième réservoir (4).

9. Système d'alimentation suivant la revendication 8, dans lequel ledit premier circuit comprend en outre un troisième échangeur de chaleur (18) intégré dans le deuxième réservoir (4), en amont du deuxième échangeur de chaleur (17).

5 10. Système d'alimentation suivant l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le premier circuit d'alimentation (6) comprend en outre, en amont dudit branchement de retour (12), un autre échangeur de chaleur (26) apte à être connecté à une source de chaleur (19).

10 11. Système d'alimentation suivant la revendication 10, dans lequel ledit premier circuit d'alimentation (6) comprend en outre un réservoir-tampon (27), ledit autre échangeur de chaleur (26) étant intégré dans ledit réservoir tampon (27).

15 12. Procédé d'alimentation d'un moteur-fusée (2) en ergols liquides, comprenant les étapes suivantes :

extraction d'un débit d'un premier ergol liquide d'un premier réservoir (3) à travers un premier circuit d'alimentation (6),

dérivation d'une partie dudit débit du premier ergol liquide à travers un branchement (12) du premier circuit d'alimentation (6),

20 passage à l'état gazeux du premier ergol liquide dérivé à travers ledit branchement (12) dans un échangeur de chaleur (14) intégré dans un deuxième réservoir (4) contenant un deuxième ergol liquide à une température plus élevée que la température de saturation du premier ergol liquide dans le branchement (12), et

25 extraction d'un débit du deuxième ergol liquide du deuxième réservoir (4) à travers un deuxième circuit d'alimentation (7).

30 13. Procédé d'alimentation suivant la revendication 12, dans lequel au moins une partie du premier ergol liquide dérivé à travers ledit branchement (12) est réinjectée, à l'état gazeux, dans le premier réservoir (3).

14. Procédé d'alimentation suivant l'une quelconque des revendications 12 ou 13, dans lequel le premier ergol liquide est de l'hydrogène liquide et le deuxième ergol liquide est de l'oxygène liquide.

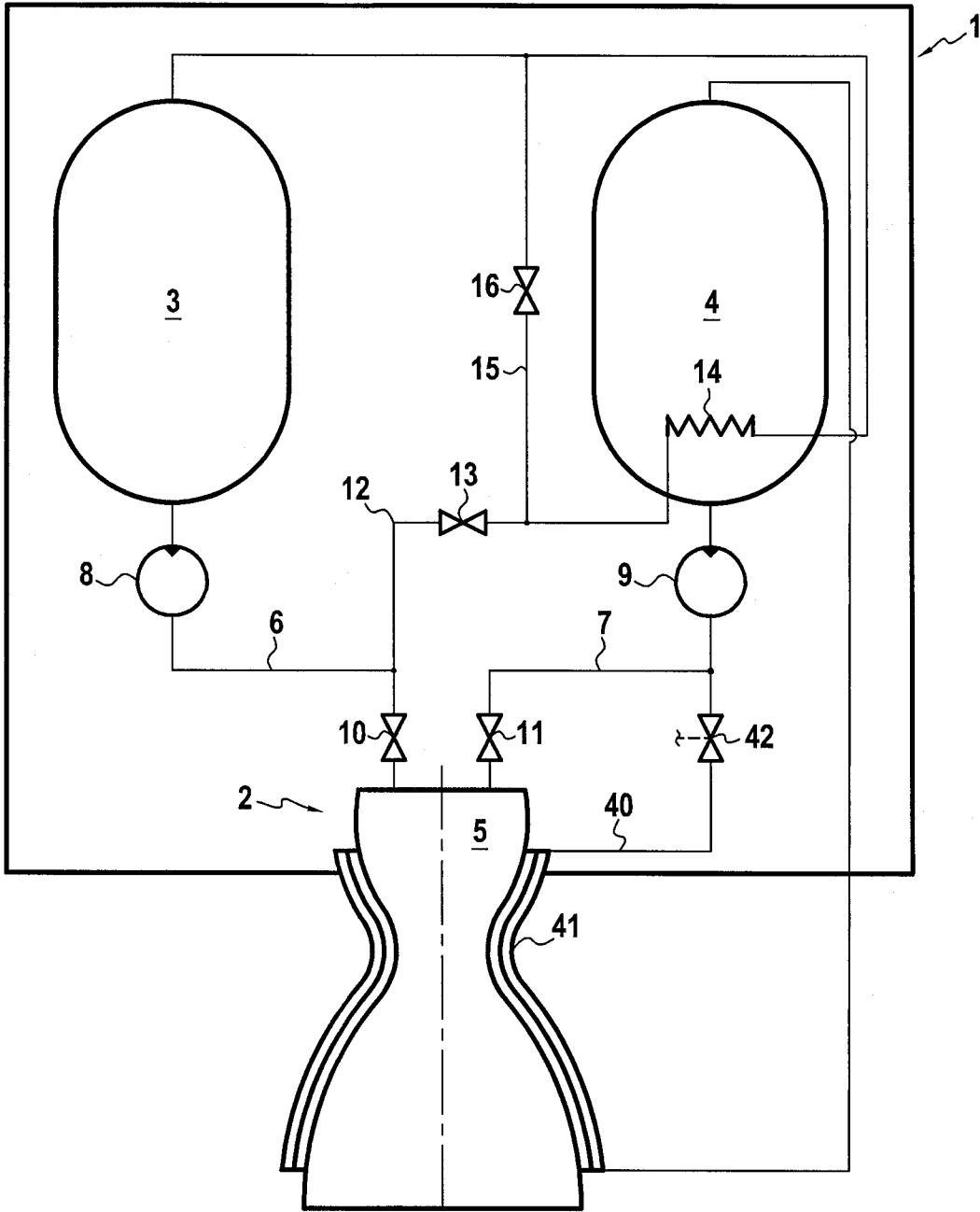


FIG.1

2/8

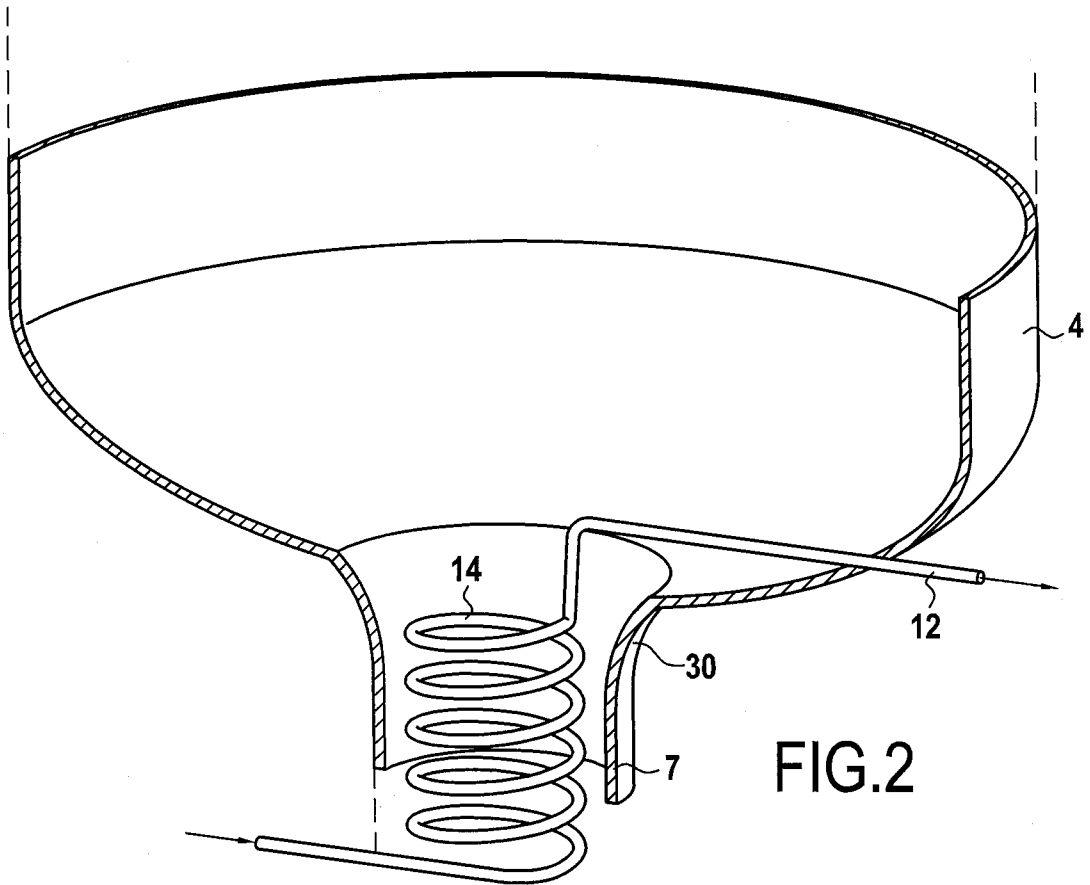


FIG. 2

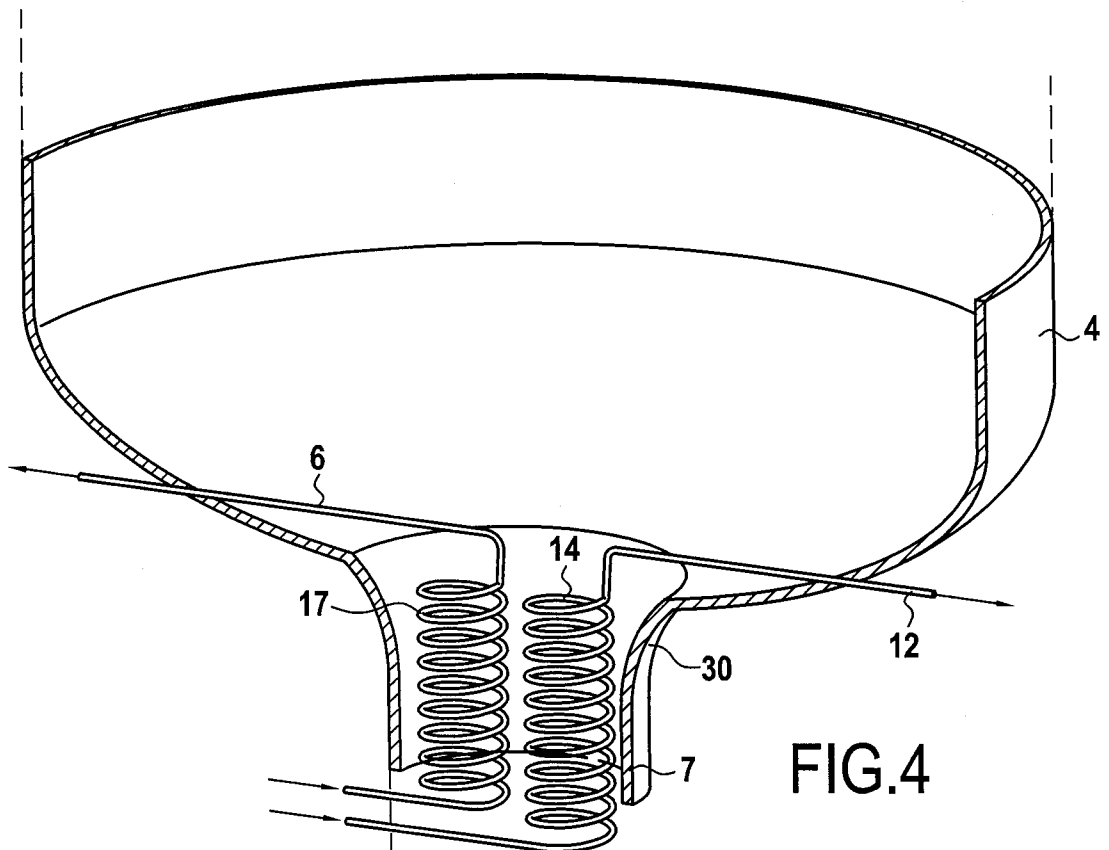


FIG. 4

3/8

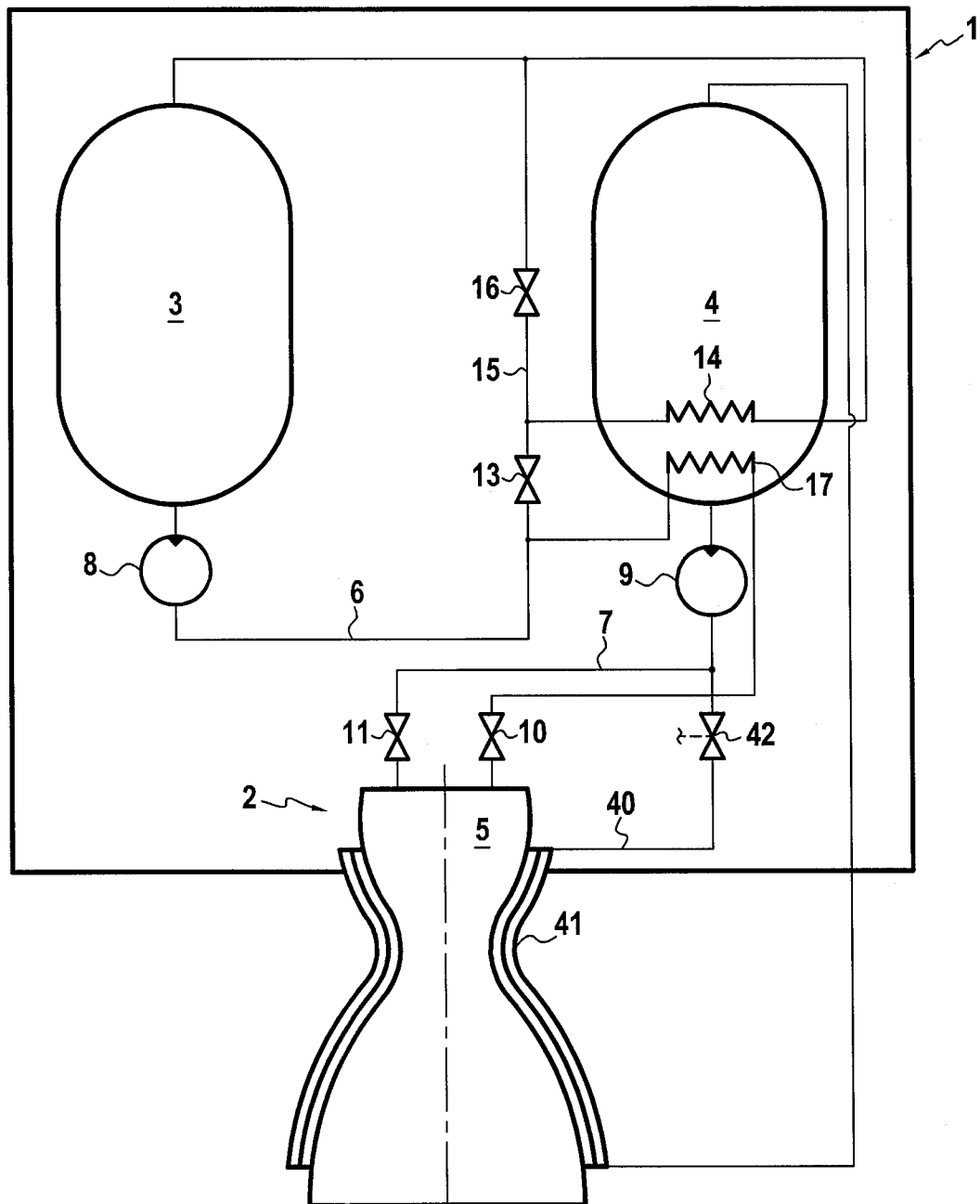


FIG.3

4/8

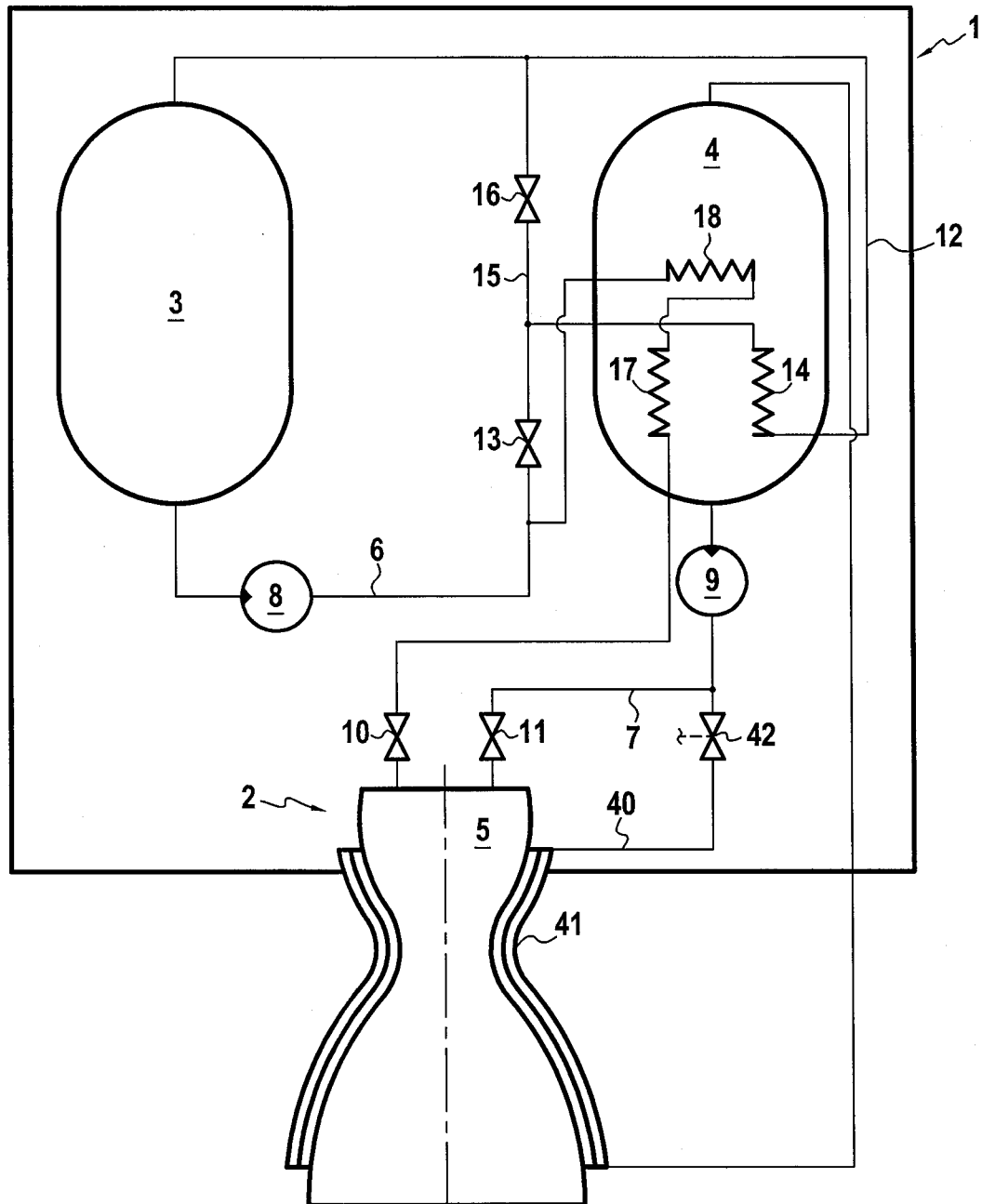


FIG.5

5/8

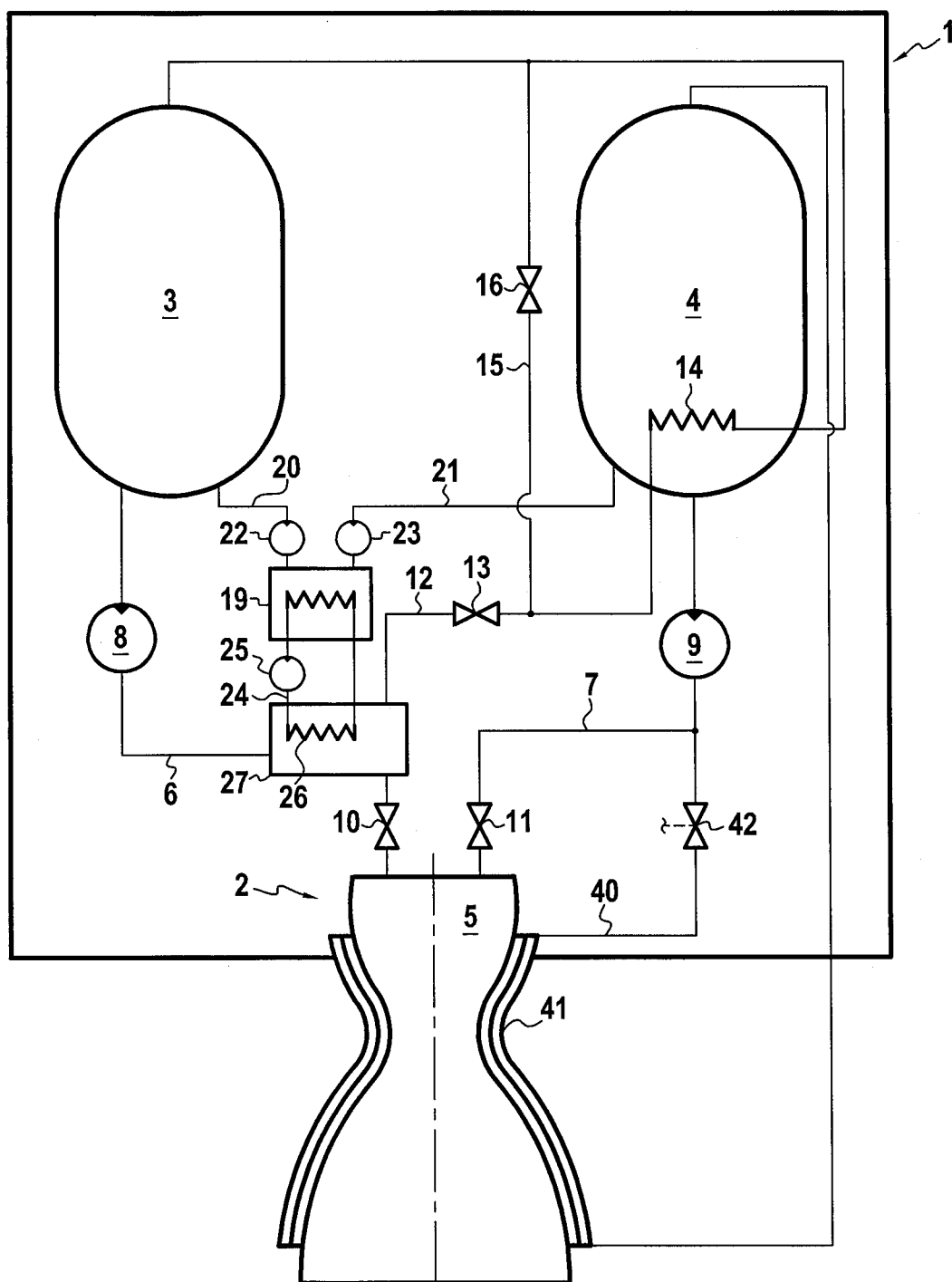


FIG.6

6/8

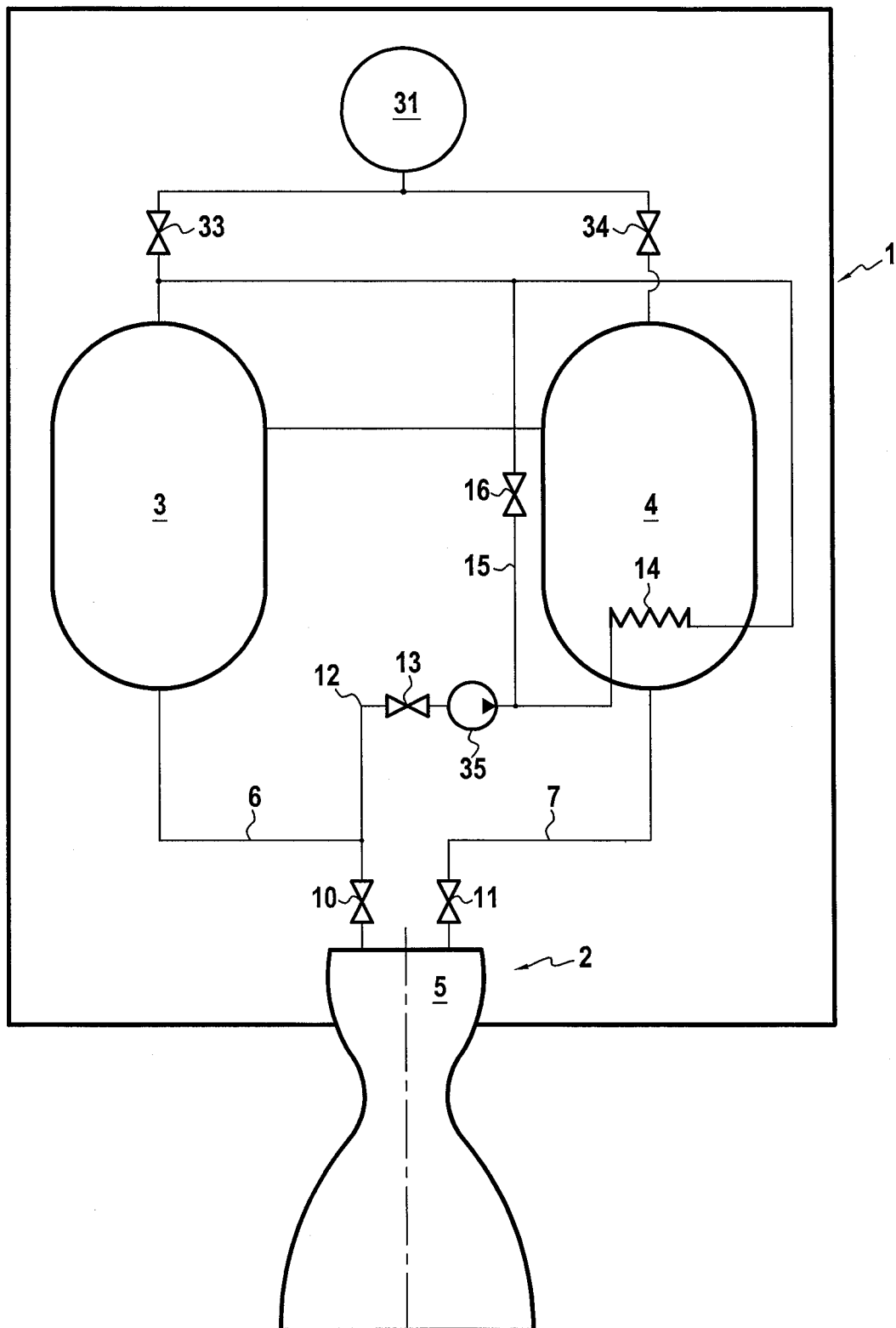


FIG.7

7/8

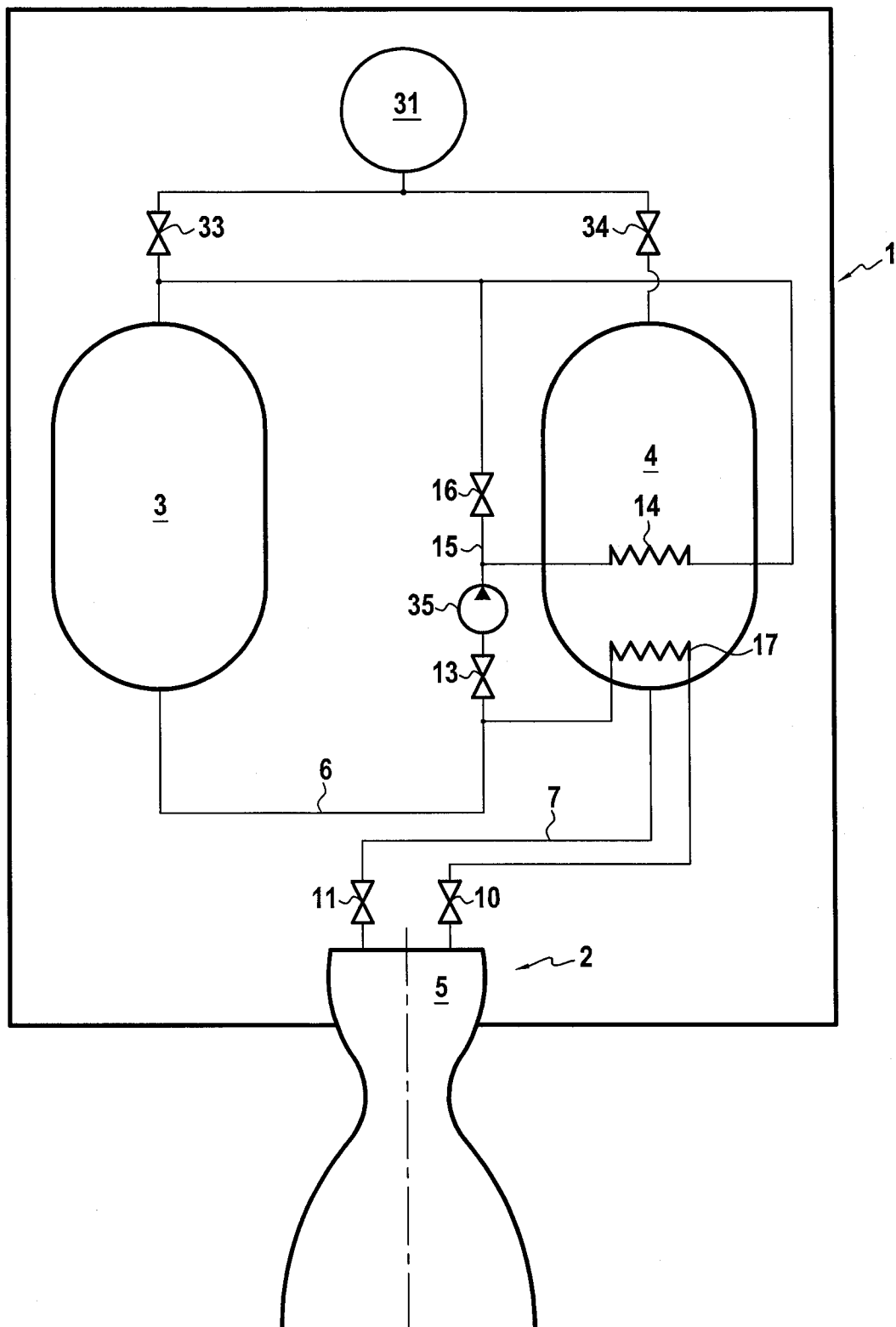


FIG.8

8/8

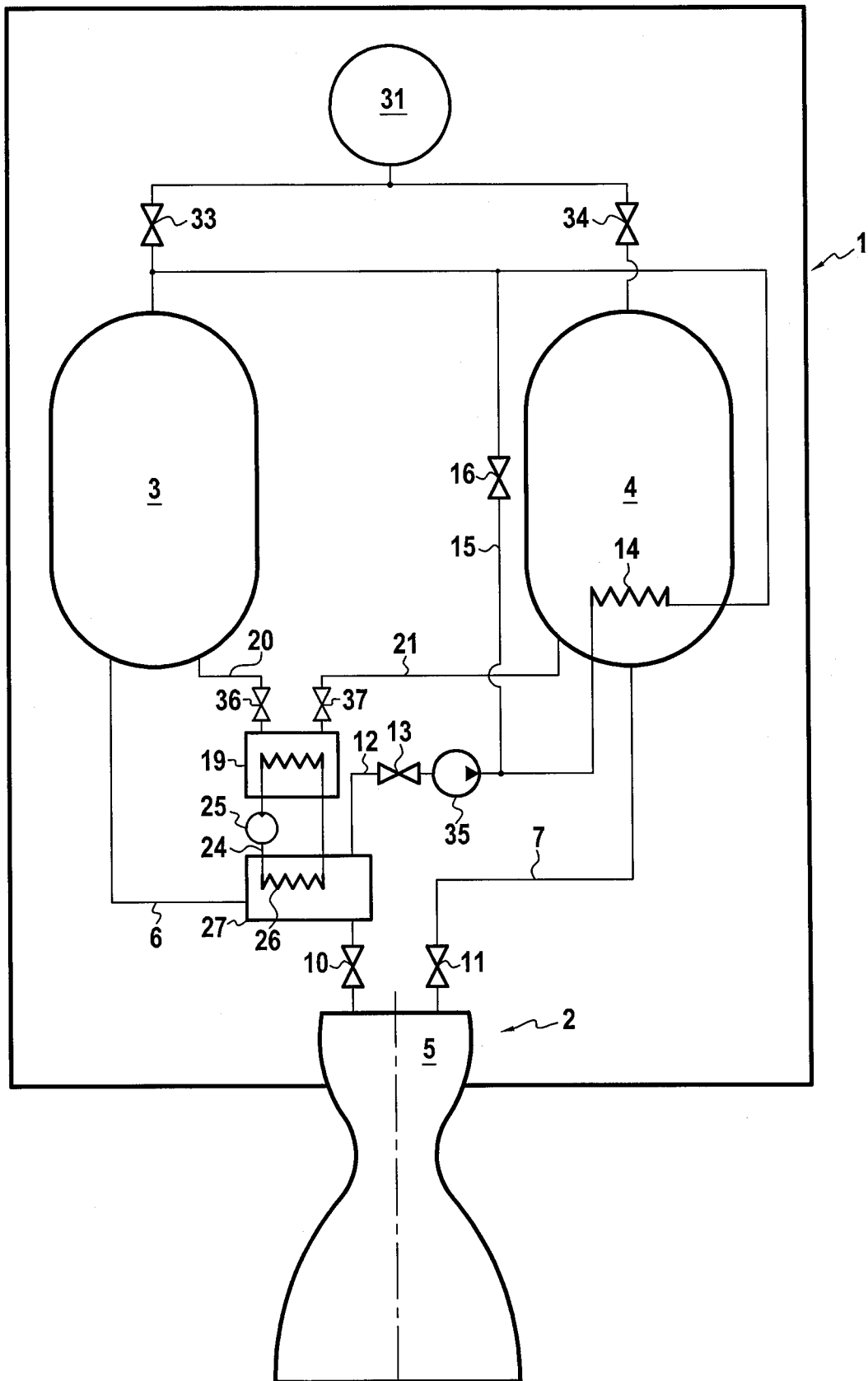


FIG.9

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2014/050024

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. F02K9/50 F02K9/97  
 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)  
 F02K

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         | US 2003/014965 A1 (HASHIMOTO TOMOYUKI [JP] ET AL) 23 January 2003 (2003-01-23)<br>paragraphs [0020] - [0022]<br>figure 1       | 1-14                  |
| A         | -----<br>US 3 570 249 A (BAUM WERNER ET AL)<br>16 March 1971 (1971-03-16)<br>column 4, line 61 - column 5, line 65<br>figure 1 | 1-14                  |
| A         | -----<br>US 3 143 855 A (ABILD ROBERT N)<br>11 August 1964 (1964-08-11)<br>column 7, line 50 - column 8, line 51<br>figure 7   | 1-14                  |
| A         | -----<br>US 7 784 269 B1 (GREASON JEFFREY K [US] ET AL) 31 August 2010 (2010-08-31)<br>the whole document<br>-----<br>-/-      | 1-14                  |



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

23 April 2014

Date of mailing of the international search report

06/05/2014

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

de la Loma, Andrés

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2014/050024

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |                                                                                                                                               |                       |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Category*                                            | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                            | Relevant to claim No. |
| A                                                    | EP 1 241 341 A1 (SNECMA MOTEURS [FR]<br>SNECMA [FR])<br>18 September 2002 (2002-09-18)<br>paragraphs [0058] - [0065]<br>figures 9-13<br>----- | 1-14                  |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2014/050024

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date         |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|
| US 2003014965                             | A1                  | 23-01-2003                 | FR 2827640 A1 24-01-2003    |
|                                           |                     |                            | JP 3870252 B2 17-01-2007    |
|                                           |                     |                            | JP 2003035206 A 07-02-2003  |
|                                           |                     |                            | US 2003014965 A1 23-01-2003 |
| US 3570249                                | A                   | 16-03-1971                 | DE 1751962 B 25-03-1971     |
|                                           |                     |                            | US 3570249 A 16-03-1971     |
| US 3143855                                | A                   | 11-08-1964                 | NONE                        |
| US 7784269                                | B1                  | 31-08-2010                 | US 7784269 B1 31-08-2010    |
|                                           |                     |                            | US 2010326044 A1 30-12-2010 |
| EP 1241341                                | A1                  | 18-09-2002                 | DE 60211774 T2 24-05-2007   |
|                                           |                     |                            | EP 1241341 A1 18-09-2002    |
|                                           |                     |                            | FR 2822193 A1 20-09-2002    |
|                                           |                     |                            | RU 2282744 C2 27-08-2006    |
|                                           |                     |                            | US 2002139902 A1 03-10-2002 |

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2014/050024

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                   |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b><br>INV. F02K9/50 F02K9/97<br>ADD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                   |                                                                                    |
| Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                   |                                                                                    |
| <b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                   |                                                                                    |
| Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)<br>F02K                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                   |                                                                                    |
| 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)<br>EPO-Internal, WPI Data                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                   |                                                                                    |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                   |                                                                                    |
| Catégorie*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                                    | no. des revendications visées                                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | US 2003/014965 A1 (HASHIMOTO TOMOYUKI [JP] ET AL) 23 janvier 2003 (2003-01-23)<br>alinéas [0020] - [0022]<br>figure 1             | 1-14                                                                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | -----<br>US 3 570 249 A (BAUM WERNER ET AL)<br>16 mars 1971 (1971-03-16)<br>colonne 4, ligne 61 - colonne 5, ligne 65<br>figure 1 | 1-14                                                                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | -----<br>US 3 143 855 A (ABILD ROBERT N)<br>11 août 1964 (1964-08-11)<br>colonne 7, ligne 50 - colonne 8, ligne 51<br>figure 7    | 1-14                                                                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | -----<br>US 7 784 269 B1 (GREASON JEFFREY K [US] ET AL) 31 août 2010 (2010-08-31)<br>le document en entier<br>-----<br>-/-        | 1-14                                                                               |
| <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                   |                                                                                    |
| <p>* Catégories spéciales de documents cités:</p> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> |                                                                                                                                   |                                                                                    |
| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée<br><br>23 avril 2014                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                   | Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale<br><br>06/05/2014 |
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale<br>Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                   | Fonctionnaire autorisé<br><br>de la Loma, Andrés                                   |

| 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                                               | EP 1 241 341 A1 (SNECMA MOTEURS [FR]<br>SNECMA [FR])<br>18 septembre 2002 (2002-09-18)<br>alinéas [0058] - [0065]<br>figures 9-13<br>----- | 1-14                          |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2014/050024

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s)                                               | Date de<br>publication                                             |
|-------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| US 2003014965 A1                                | 23-01-2003             | FR 2827640 A1<br>JP 3870252 B2<br>JP 2003035206 A<br>US 2003014965 A1                 | 24-01-2003<br>17-01-2007<br>07-02-2003<br>23-01-2003               |
| US 3570249 A                                    | 16-03-1971             | DE 1751962 B<br>US 3570249 A                                                          | 25-03-1971<br>16-03-1971                                           |
| US 3143855 A                                    | 11-08-1964             | AUCUN                                                                                 |                                                                    |
| US 7784269 B1                                   | 31-08-2010             | US 7784269 B1<br>US 2010326044 A1                                                     | 31-08-2010<br>30-12-2010                                           |
| EP 1241341 A1                                   | 18-09-2002             | DE 60211774 T2<br>EP 1241341 A1<br>FR 2822193 A1<br>RU 2282744 C2<br>US 2002139902 A1 | 24-05-2007<br>18-09-2002<br>20-09-2002<br>27-08-2006<br>03-10-2002 |