

⑫ **BREVET D'INVENTION** **B1**

⑤④ Turboréacteur équipé de moyens pour maintenir son fonctionnement en cas de défaillance de son circuit d'alimentation principal de carburant.

②② Date de dépôt : 19.10.22.

③⑦ Priorité :

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

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

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 26.04.24 Bulletin 24/17.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 13.09.24 Bulletin 24/37.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑦② Inventeur(s) : PORA Loïc, HODINOT Laurent,  
Gilbert, Yves et LEBOEUF Christian.

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

⑦④ Mandataire(s) : BREVALEX.



## **Description**

### **Titre de l'invention : Turboréacteur équipé de moyens pour maintenir son fonctionnement en cas de défaillance de son circuit d'alimentation principal de carburant**

#### **Domaine technique**

[0001] L'invention concerne un système d'alimentation en carburant équipant un turbo-réacteur d'aéronef de type monomoteur, agencé pour alimenter le moteur y compris en cas de défaillance d'un circuit d'alimentation principal de ce système d'alimentation.

#### **ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE**

[0002] L'invention concerne l'alimentation en carburant d'un moteur d'aéronef, tel qu'un aéronef militaire monomoteur, pour lequel on souhaite maintenir une alimentation en carburant en cas de défaillance d'un circuit d'alimentation principal en carburant équipant ce moteur.

[0003] Sur la [Fig.1], un tel turboréacteur 1 s'étendant le long d'un axe de rotation AX comporte à son amont AM une manche d'entrée par laquelle l'air est admis pour traverser un compresseur basse pression 2 avant d'être scindé en un flux primaire central et un flux secondaire entourant le flux primaire.

[0004] Le flux primaire est ensuite comprimé dans un compresseur haute pression 3 avant d'arriver dans une chambre de combustion 4, après quoi il est détendu à travers une turbine haute pression 6 et une turbine basse pression 7 avant d'être évacué vers l'arrière. Le flux secondaire est quant à lui dirigé directement vers l'arrière.

[0005] Ce turboréacteur est équipé en aval AV de la turbine 7 d'une chambre de post-combustion 9, dans laquelle le flux secondaire rejoint le flux primaire, et dans laquelle du carburant est injecté pour engendrer une combustion additionnelle permettant d'accroître la poussée.

[0006] Dans le prolongement de la chambre de postcombustion, une tuyère 10 manœuvrée par des vérins non représentés permet d'orienter le flux sortant du moteur afin d'augmenter la manœuvrabilité de l'aéronef et/ou de modifier la section du col de cette tuyère pour l'adapter aux conditions de fonctionnement.

[0007] Un tel moteur est équipé d'un circuit principal d'alimentation en carburant comprenant une pompe et un régulateur pour alimenter des injecteurs de manière à fournir le carburant à la chambre de combustion, mais une défaillance dans ce circuit principal peut conduire à un arrêt du moteur.

[0008] Pour permettre un redémarrage du moteur si une telle défaillance survient, une possibilité consiste à prévoir une redondance du circuit principal. Ceci implique une augmentation de la masse du moteur puisqu'il est alors nécessaire de prévoir une pompe

supplémentaire et son système mécanique d'entraînement par un arbre rotatif du moteur.

[0009] Une autre possibilité consiste à prévoir une redondance de seulement certains des composants du circuit principal, mais cela ne permet alors pas de couvrir le cas d'une panne de la pompe du circuit principal.

[0010] Le but de l'invention est d'apporter une solution permettant un redémarrage et une remise en fonctionnement d'un tel moteur en cas de défaillance de son circuit d'alimentation principal, sans ajout significatif de masse.

### **Exposé de l'invention**

[0011] A cet effet, l'invention a pour objet un turboréacteur comprenant :

[0012] – une chambre de combustion et une tuyère ;

[0013] – un circuit principal incluant une pompe centrifuge principale et une pompe volumétrique principale alimentant en carburant des injecteurs de la chambre de combustion, par l'intermédiaire d'un régulateur principal ;

[0014] – un circuit auxiliaire incluant une pompe volumétrique auxiliaire pour alimenter en carburant pressurisé des vérins de la tuyère, par l'intermédiaire d'un régulateur auxiliaire ;

[0015] caractérisé en ce qu'il comporte un système secours relié au régulateur auxiliaire et aux injecteurs pour alimenter ces injecteurs en carburant avec la pompe auxiliaire pour redémarrer le turboréacteur en cas de défaillance du circuit principal.

[0016] Cette architecture permet au moteur de fonctionner en cas de panne simple du circuit d'alimentation principal susceptible d'entraîner une extinction de ce moteur, sans devoir ajouter de pompe de secours ni d'élément d'entraînement mécanique d'une telle pompe de secours.

[0017] L'invention concerne également un turboréacteur ainsi défini, dans lequel le système de secours comprend un limiteur de pression.

[0018] L'invention concerne également un turboréacteur ainsi défini, dans lequel le système de secours comprend un régulateur de secours, et dans lequel le limiteur de pression est interposé entre le régulateur de secours et le régulateur auxiliaire auquel ce système de secours est relié.

[0019] L'invention concerne également un turboréacteur ainsi défini, dans lequel le système de secours comprend un clapet commandé qui est interposé entre le régulateur auxiliaire et le limiteur de pression pour alimenter le limiteur de pression lorsque ce clapet est à un état ouvert.

[0020] L'invention concerne également un turboréacteur ainsi défini, dans lequel le système de secours comprend une électrovanne reliée au clapet commandé pour l'ouvrir ou le fermer.

- [0021] L'invention concerne également un turboréacteur ainsi défini, dans lequel la pompe volumétrique principale est une pompe à engrenage.
- [0022] L'invention concerne également un turboréacteur ainsi défini, dans lequel le système de secours comporte un commutateur relié au régulateur de postcombustion et aux injecteurs pour alimenter les injecteurs depuis la pompe auxiliaire à travers le régulateur de postcombustion pour redémarrer le moteur en cas de défaillance du circuit principal.
- [0023] L'invention concerne également un turboréacteur ainsi défini, dans lequel le commutateur est relié au régulateur de postcombustion par un conduit équipé d'un clapet anti-retour pour arrêter l'alimentation du régulateur de postcombustion par le circuit auxiliaire lorsque la pompe de postcombustion est activée.
- [0024] L'invention concerne également un turboréacteur ainsi défini, dans lequel le système de secours comprend un sélecteur de pression relié au régulateur principal et au limiteur de pression pour activer le système de secours lorsque la pression du régulateur principal est inférieure à la pression du limiteur de pression.
- [0025] L'invention concerne également un turboréacteur ainsi défini, dans lequel le sélecteur de pression comporte une sortie reliée à des géométries variables du turboréacteur.

### **Brève description des dessins**

- [0026] La [Fig.1] est une vue en coupe longitudinale d'un turboréacteur à post combustion connu ;
- [0027] La [Fig.2] est une représentation schématique des circuits d'alimentation en carburant d'un moteur militaire ;
- [0028] La [Fig.3] est une représentation schématique des circuits d'alimentation en carburant d'un moteur militaire selon l'invention ;
- [0029] La [Fig.4] est une représentation schématique d'un régulateur dans le cas où la pompe volumétrique auxiliaire est de type à cylindrée variable ;
- [0030] La [Fig.5] est une représentation schématique des circuits d'alimentation en carburant d'un moteur militaire selon un deuxième mode de réalisation de l'invention dans une configuration de fonctionnement normal ;
- [0031] La [Fig.6] est une représentation schématique des circuits d'alimentation en carburant d'un moteur militaire selon un deuxième mode de réalisation de l'invention dans une configuration de redémarrage sur défaillance du circuit principal ;
- [0032] La [Fig.7] est une représentation schématique des circuits d'alimentation en carburant d'un moteur militaire selon un deuxième mode de réalisation de l'invention dans une configuration de fonctionnement après redémarrage suite à une défaillance du circuit principal.

### **[0033] EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

- [0034] Un moteur militaire comporte, comme représenté sur la [Fig.2], un circuit principal

d'alimentation en carburant 11, un circuit d'alimentation en carburant de post-combustion 12 et un circuit d'alimentation en carburant auxiliaire 13.

- [0035] Le circuit principal 11 est destiné à fournir le carburant à une chambre de combustion principale du moteur, et à fournir à des géométries variables du moteur l'énergie nécessaire pour les manœuvrer. Ces géométries variables sont par exemple des aubes fixes de compresseur ayant un calage variable manœuvré hydrauliquement.
- [0036] Ce circuit principal 11 comporte une pompe centrifuge principale 14 montée en série avec une pompe volumétrique principale 16 pour alimenter un régulateur principal hydromécanique 17 alimentant lui-même des injecteurs 18 de la chambre de combustion principale du moteur.
- [0037] La pompe principale 14 est une pompe centrifuge, de sorte qu'elle délivre un débit de carburant proportionnel au carré de son régime de rotation. La pompe 16 est ici une pompe à engrenage, il s'agit d'une pompe volumétrique, de sorte qu'elle délivre un débit qui est proportionnel à son régime de rotation. Ces deux pompes sont entraînées par un arbre rotatif du moteur, par l'intermédiaire d'une boîte à engrenages généralement désignée par AGB (Auxiliary Gear Box).
- [0038] La pompe volumétrique 16 est dimensionnée pour fournir un débit de carburant suffisant pour permettre le démarrage du moteur, c'est-à-dire lorsque son régime de rotation est faible.
- [0039] Le débit délivré par les pompes 14 et 16 alimente le régulateur 17 qui est commandé pour réguler le débit d'alimentation des injecteurs 18 à une valeur souhaitée dépendant notamment des commandes du pilote, de manière à obtenir une valeur de poussée souhaitée.
- [0040] Ce débit alimente également des géométries variables 19 du moteur qui sont par exemple des aubes fixes à calage variable de compresseur, dont le calage est manœuvré hydrauliquement avec un circuit véhiculant du carburant.
- [0041] Le circuit de postcombustion 12 permet d'alimenter en carburant la chambre de post-combustion du moteur, qui est destinée à être activée ponctuellement au cours d'un vol.
- [0042] Ce circuit de postcombustion 12 comporte une pompe centrifuge de postcombustion 21 située en aval de la pompe principale 14 et en amont du régulateur de post-combustion 22. Elle est elle aussi entraînée par un arbre rotatif du moteur. Cette pompe 21 alimente des injecteurs de postcombustion 23 par l'intermédiaire d'un régulateur de postcombustion 22 qui est lui aussi commandé pour réguler le débit d'alimentation des injecteurs 23.
- [0043] Le circuit principal 11 et le circuit de postcombustion 12 sont des circuits dits basse pression. Ils délivrent aux injecteurs le carburant à une pression de l'ordre de 70 bars.
- [0044] Le circuit auxiliaire 13 assure quant à lui l'alimentation de vérins de la tuyère de

sortie du moteur, pour moduler l'orientation de cette tuyère afin d'accroître la manœuvrabilité de l'aéronef durant son vol et/ou pour modifier la section de son col pour l'adapter aux conditions de fonctionnement.

- [0045] Le circuit auxiliaire 13 est un circuit dit haute pression du fait qu'il est dédié à l'alimentation de vérins de la tuyère. Il délivre une alimentation à une pression de l'ordre de 200 bars, à des débits plus faibles que ceux des circuits basse pression.
- [0046] Ce circuit auxiliaire 13 comporte une pompe auxiliaire 24 volumétrique située, située en aval de la pompe principale 14, tout comme la pompe de postcombustion 21, et qui alimente les vérins 25 de la tuyère par l'intermédiaire d'un régulateur auxiliaire 26.
- [0047] Cette pompe 24 est une pompe volumétrique pouvant éventuellement être du type à cylindrée variable, et elle est elle aussi entraînée par un arbre rotatif du moteur.
- [0048] Le régulateur auxiliaire 26 est commandé pour délivrer les pressions et débits appropriés aux différents vérins de la tuyère pour lui donner une orientation correspondant à des valeurs de consigne et/ou pour modifier la section de son col.
- [0049] Selon l'invention, on prévoit un système de secours 27 relié au régulateur auxiliaire 26 et aux injecteurs 18, pour alimenter les injecteurs 23 en carburant en cas de défaillance du circuit principal 11, par exemple au niveau de la pompe principale 14 ou du régulateur principal 17.
- [0050] Comme visible sur la [Fig.3], le système de secours 27 comprend un régulateur de secours 28, un limiteur de pression 29, un clapet commandé 31 et une électrovanne 32.
- [0051] Le régulateur de secours 28 est relié au régulateur auxiliaire 26 par le limiteur de pression 29 et par le clapet commandé 31 qui est piloté par l'électrovanne 32 pour être fermé en fonctionnement normal et ouvert en cas de défaillance du circuit principal 11.
- [0052] Le clapet 31 comporte un corps 33 dans lequel coulisse un piston 34 séparant ce corps 33 en une chambre de commande 36 et une chambre de passage 37 pouvant être ouverte ou bien fermée. Un ressort 38 logé dans la chambre de commande tend continuellement à déplacer le piston 34 vers la chambre de passage 37 pour la maintenir fermée.
- [0053] La chambre de passage 37 est continuellement reliée à une sortie haute pression du régulateur 26 et elle est aussi reliée au limiteur de pression 29 lorsque le clapet 31 est à l'état ouvert.
- [0054] La chambre de commande 36 est alimentée par l'intermédiaire d'une sortie haute pression du régulateur 26 qui est terminée par l'électrovanne 32. En fonctionnement normal, l'électrovanne 32 est maintenue fermée, de sorte que les pressions sont sensiblement identiques dans les deux chambres 36 et 37 du clapet 31, qui reste alors fermé sous l'effet du ressort 38.
- [0055] Lorsqu'une défaillance est détectée au niveau du circuit principal 11, l'électrovanne 32 est commandée pour s'ouvrir et évacuer le débit qui la traverse vers un circuit de

retour. Ceci a pour effet de faire chuter la pression dans la chambre de commande 36, engendrant un déplacement du piston 34 qui s'écarte de la chambre 37 pour l'ouvrir. Cette ouverture autorise le passage de carburant à travers le clapet 31, depuis le régulateur 26 vers le limiteur de pression 29 qui alimente le régulateur 28 situé à son aval, ce qui permet d'alimenter les injecteurs 18.

[0056] Ainsi, en fonctionnement, une défaillance du circuit principal peut conduire à un arrêt du moteur, ses injecteurs 18 n'étant alors plus alimentés en carburant. Dans ce cas, la pompe volumétrique auxiliaire 24 étant opérationnelle elle continue de délivrer un débit : l'ouverture de l'électrovanne 32 permet alors d'ouvrir le clapet 31 pour alimenter le limiteur 29 et le régulateur de secours 28, de manière à fournir du carburant aux injecteurs 18 depuis la pompe 24. Dans ces conditions, y compris si le moteur tourne à un régime faible, la pompe auxiliaire 24 étant de type volumétrique, elle génère un débit suffisant pour redémarrer ce moteur.

[0057] En pratique, préalablement à l'ouverture de l'électrovanne 32, différents actionneurs et électrovannes du régulateur auxiliaire 26 sont commandés pour bloquer les vérins de la tuyère dans une position de référence, et pour ne plus les alimenter. Les vérins seront alors en position de replis et non activables. Ainsi, lorsque l'électrovanne 32 est ouverte, la pompe auxiliaire 24 est entièrement dédiée à l'alimentation en carburant des injecteurs 18, et la tuyère qui ne peut être manœuvrée occupe une configuration de référence.

[0058] Une fois que le moteur a été rallumé, la pompe auxiliaire fournit un débit de carburant minimal, inférieur à celui de la pompe principale 14, permettant à l'aéronef de rentrer à sa base. Le cas échéant, la postcombustion peut être utilisée, attendu qu'elle est alimentée par le circuit de postcombustion 12 qui est distinct et indépendant des circuits 11 et 13.

[0059] Dans ce fonctionnement, le limiteur de pression 29 permet de compenser l'écart de pression entre le circuit auxiliaire 13 (haute pression), et la pression d'alimentation nominale pour les injecteurs 18 (basse pression). Le limiteur de pression 29 reçoit en entrée un carburant à haute pression, et il délivre en sortie du carburant à une basse pression correspondant à celle du circuit 11.

[0060] Lorsque la pompe volumétrique auxiliaire 24 est une pompe à cylindrée fixe, l'architecture du régulateur de secours 28 est du même type que celle du régulateur principal 17.

[0061] Si la pompe volumétrique 24 est à cylindrée variable, elle peut délivrer un débit et une pression ne dépendant pas uniquement du régime du moteur. Le régulateur 28 comporte alors avantageusement, comme représenté sur la [Fig.4], des moyens pour délivrer un débit et une pression de sortie prédéterminés, c'est-à-dire indépendants de la consigne de cylindrée de cette pompe 24.

- [0062] Ce régulateur 28 comporte alors une restriction variable 41 recevant le carburant issu du limiteur de pression 29, cette restriction variable 41 étant pilotée via la différence de pression d'une vanne de dosage 42 qu'elle alimente. Comme visible sur la [Fig.4], la vanne de dosage 42 est quant à elle pilotée par une servovalve 43 pour délivrer, par l'intermédiaire d'un clapet d'étanchéité 44, un débit plus ou moins élevé aux injecteurs 18.
- [0063] La restriction variable 41 est alors connectée à l'amont et à l'aval de la vanne de dosage 42, de manière à adapter la restriction qu'elle introduit, à l'écart de pression entre l'admission et le refoulement de la vanne de dosage 42 pilotée par la servovalve 43.
- [0064] Dans ces conditions, lorsque la servovalve 43 est commandée pour accroître le débit, elle déplace la vanne de dosage 42, pour augmenter son débit de sortie. Dans ces conditions, l'écart de pression entre l'admission et le refoulement de la vanne de dosage 42 diminue, ce qui commande la restriction variable 41 pour réduire la restriction qu'elle engendre afin d'accroître la pression en amont de la vanne de dosage 42, de façon à rétablir un écart de pression approprié entre l'amont et l'aval de cette vanne de dosage 42. Autrement dit, la restriction variable 41 permet d'adapter la pression aux bornes de la vanne de dosage 42 pour réguler de débit à injecter.
- [0065] Le clapet 44 est alimenté par la vanne de dosage 42 et est relié aux injecteurs 18. En fonctionnement normal, le limiteur de pression 29 est coupé par le clapet 31. Le régulateur de secours 28 est alors ramené à la basse pression issue de la pompe centrifuge 14. La pression au niveau des injecteurs 18 étant supérieure à la basse pression, le tiroir du clapet 44, aidé par un ressort assure l'étanchéité entre le circuit principal et le système de secours.
- [0066] Dans ce premier mode de réalisation, les éventuelles géométries variables du moteur sont ramenées à une position fixe ou par défaut, dans laquelle elles ne nécessitent pas d'être commandées, lorsqu'une défaillance est détectée au niveau du circuit principal 11.
- [0067] Selon un second mode de réalisation correspondant aux figures 5 à 7, le régulateur de secours est agencé pour redémarrer le moteur en sollicitant d'abord la pompe volumétrique auxiliaire 24 en bloquant les vérins 25, et pour ensuite utiliser la pompe centrifuge de postcombustion 21 afin de rendre les vérins 25 à nouveau manoeuvrables, pour rétablir un fonctionnement quasiment normal du moteur.
- [0068] Dans ce second mode de réalisation, le circuit principal 11, le circuit de postcombustion 12 et le circuit auxiliaire 13 ont les mêmes agencements et les mêmes composants que dans l'exemple de la [Fig.2], les circuits 11 et 12 étant là aussi des circuits basse pression, le circuit auxiliaire 13 étant là aussi un circuit haute pression.
- [0069] Comme visible sur la [Fig.5], le système de secours, repéré par 46, est relié au ré-



gulateur auxiliaire 26, au régulateur de postcombustion 22, aux géométries variables 19, et aux injecteurs de combustion 18.

- [0070] Le système de secours 46 comporte, comme dans le cas de la [Fig.3], un clapet 31 relié à une sortie du régulateur auxiliaire 26, une électrovanne 32 et un limiteur de pression 29. L'activation de l'électrovanne 32 permet d'ouvrir le clapet 31 pour alimenter le limiteur de pression 29 avec la sortie du régulateur auxiliaire 26. Ce système de secours 46 comporte en outre un sélecteur de pression 47, et un commutateur 48.
- [0071] Le sélecteur de pression 47 a l'une de ses entrées reliée à une sortie du limiteur de pression 29 et son autre entrée reliée à une sortie du régulateur principal 17, et la sortie de ce sélecteur 47 est directement reliée aux géométries variables 19.
- [0072] En fonctionnement normal, l'électrovanne 32 est fermée, de sorte que le limiteur de pression 29 n'est pas pressurisé : sa pression de sortie est inférieure à celle du régulateur 17. Dans ces conditions, le sélecteur 47 sélectionne le régulateur 17 comme source d'alimentation pour alimenter les géométries variables 19, et les injecteurs 18 sont aussi alimentés par ce régulateur 17 du fait qu'ils sont directement reliés à sa sortie.
- [0073] Le commutateur 48, qui est ici un tiroir distributeur, est continuellement rappelé par un ressort vers sa position dite normale, dans laquelle ce commutateur relie la sortie du régulateur de postcombustion 22 aux injecteurs de postcombustion 23 pour les alimenter.
- [0074] Lorsqu'un dysfonctionnement est détecté sur le circuit principal 11, l'électrovanne 32 est commandée pour s'ouvrir afin de pressuriser le limiteur de pression 29 de sorte que c'est alors ce limiteur 29, alimenté par la pompe auxiliaire 24 qui devient la source d'alimentation des géométries variables 19. Complémentairement, ce limiteur 29 est relié au commutateur 48 pour que sa pressurisation fasse passer ce commutateur 48 de son état normal à son état de secours, ce qui correspond à la situation de la [Fig.6].
- [0075] Préalablement à l'activation de l'électrovanne 32, les vérins 25 sont bloqués à une position de référence, et ne sont plus alimentés par le régulateur 26, afin que celui-ci soit disponible pour alimenter les injecteurs 18 de manière à redémarrer le moteur.
- [0076] Lorsque le commutateur 48 est en position de secours, d'une part il relie l'une des sorties du limiteur 29 à une entrée du régulateur de postcombustion 22, et d'autre part il relie la sortie de ce régulateur 22 aux injecteurs de combustion 18, au lieu de la relier aux injecteurs de combustion 18.
- [0077] Dans cette situation qui correspond à la [Fig.6], les injecteurs 18 sont alimentés par la pompe auxiliaire 24, à travers successivement le régulateur auxiliaire 26, le limiteur de pression 29, et le régulateur de postcombustion 22.
- [0078] Une fois que le moteur a été redémarré et qu'il atteint un régime suffisant, la pompe

de postcombustion 21 peut alors être activée pour assurer une alimentation nominale des injecteurs 18, tout en libérant le circuit auxiliaire 13 qui peut à nouveau être commandé pour alimenter les vérins 25 de la tuyère, ainsi que les vérins des géométries variables 19 en cas d'une défaillance du circuit principal entraînant une diminution de la pression de sortie de la pompe principale 16.

- [0079] Comme visible sur les figures, le conduit reliant le commutateur 48 au régulateur 22 est équipé d'un clapet anti-retour 49, ici un clapet à bille, pour arrêter l'alimentation du régulateur 22 depuis le circuit auxiliaire 13 dès que la pression du régulateur 22 devient supérieure à celle du circuit 13 lorsque la pompe de postcombustion 21 est activée.
- [0080] Dans cette situation qui est illustrée sur la [Fig.7], le moteur est valablement alimenté en carburant par le circuit de postcombustion 12, et sa tuyère ainsi que ses géométries variables 19 sont manœuvrables grâce au circuit auxiliaire 13, malgré la défaillance du circuit d'alimentation principal 11.
- [0081] Dans cette configuration, l'invention permet l'utilisation du turboréacteur dans l'ensemble des conditions de vol, hormis l'utilisation du circuit de postcombustion.

## Revendications

- [Revendication 1] Turboréacteur comprenant :
- une chambre de combustion et une tuyère ;
  - un circuit principal (11) incluant une pompe centrifuge principale (14) et une pompe volumétrique principale (16) alimentant en carburant des injecteurs (18) de la chambre de combustion, par l'intermédiaire d'un régulateur principal (17) ;
  - un circuit auxiliaire (13) incluant une pompe volumétrique auxiliaire (24) pour alimenter en carburant pressurisé des vérins (25) de la tuyère, par l'intermédiaire d'un régulateur auxiliaire (26) ;
  - un circuit de postcombustion (12) incluant une pompe centrifuge de postcombustion (21), un régulateur de postcombustion (22) et des injecteurs de postcombustion (23) alimentés par la pompe de postcombustion (21) à travers le régulateur de postcombustion (22) ;
- caractérisé en ce qu'il comporte un système secours (27 ; 46) relié au régulateur auxiliaire (26) et aux injecteurs (18) pour alimenter ces injecteurs (18) en carburant avec la pompe auxiliaire (24) pour redémarrer le turboréacteur en cas de défaillance du circuit principal (11), en ce que le système de secours (27 ; 46) comprend un régulateur de secours (28) et un limiteur de pression (29) qui est interposé entre le régulateur de secours (28) et le régulateur auxiliaire (26) auquel ce système de secours (27) est relié.
- [Revendication 2] Turboréacteur selon la revendication 1, dans lequel le système de secours (27 ; 46) comprend un clapet commandé (31) qui est interposé entre le régulateur auxiliaire (26) et le limiteur de pression (29) pour alimenter le limiteur de pression (29) lorsque ce clapet (31) est à un état ouvert.
- [Revendication 3] Turboréacteur selon la revendication 2, dans lequel le système de secours (27 ; 46) comprend une électrovanne (32) reliée au clapet commandé (31) pour l'ouvrir ou le fermer.
- [Revendication 4] Turboréacteur selon la revendication 1, dans lequel la pompe volumétrique principale (16) est une pompe à engrenage.
- [Revendication 5] Turboréacteur selon la revendication 1, dans lequel le système de secours (46) comporte un commutateur (48) relié au régulateur de postcombustion (22) et aux injecteurs (18) pour alimenter les injecteurs (18) depuis la pompe auxiliaire (24) à travers le régulateur de postcombustion (22) pour redémarrer le turboréacteur en cas de défaillance

du circuit principal (11).

[Revendication 6] Turboréacteur selon la revendication 5, dans lequel le commutateur (48) est relié au régulateur de postcombustion (22) par un conduit équipé d'un clapet anti-retour (49) pour arrêter l'alimentation du régulateur de postcombustion (22) par le circuit auxiliaire (13) lorsque la pompe de postcombustion (21) est activée.

[Revendication 7] Turboréacteur selon la revendication 5, dans lequel le système de secours (46) comprend un sélecteur de pression (47) relié au régulateur principal (17) et au limiteur de pression (29) pour activer le système de secours lorsque la pression du régulateur principal (17) est inférieure à la pression du limiteur de pression (29).

[Revendication 8] Turboréacteur selon la revendication 7, dans lequel le sélecteur de pression (47) comporte une sortie reliée à des géométries variables (19) du turboréacteur.

[Fig. 1]

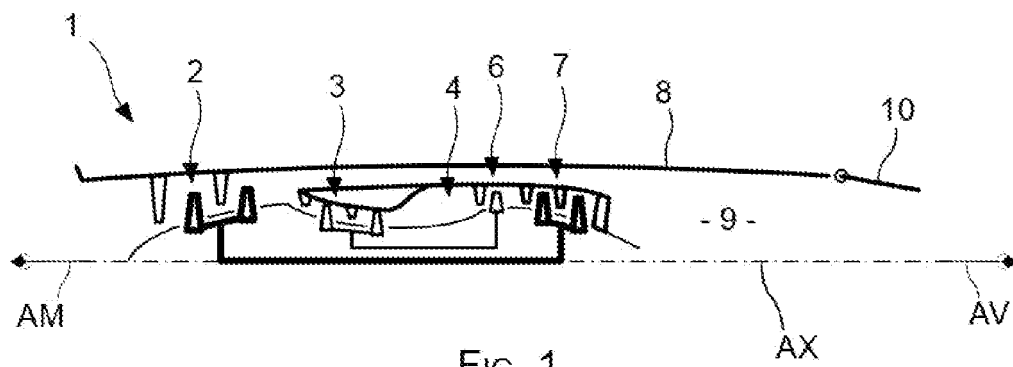


FIG. 1

[Fig. 2]

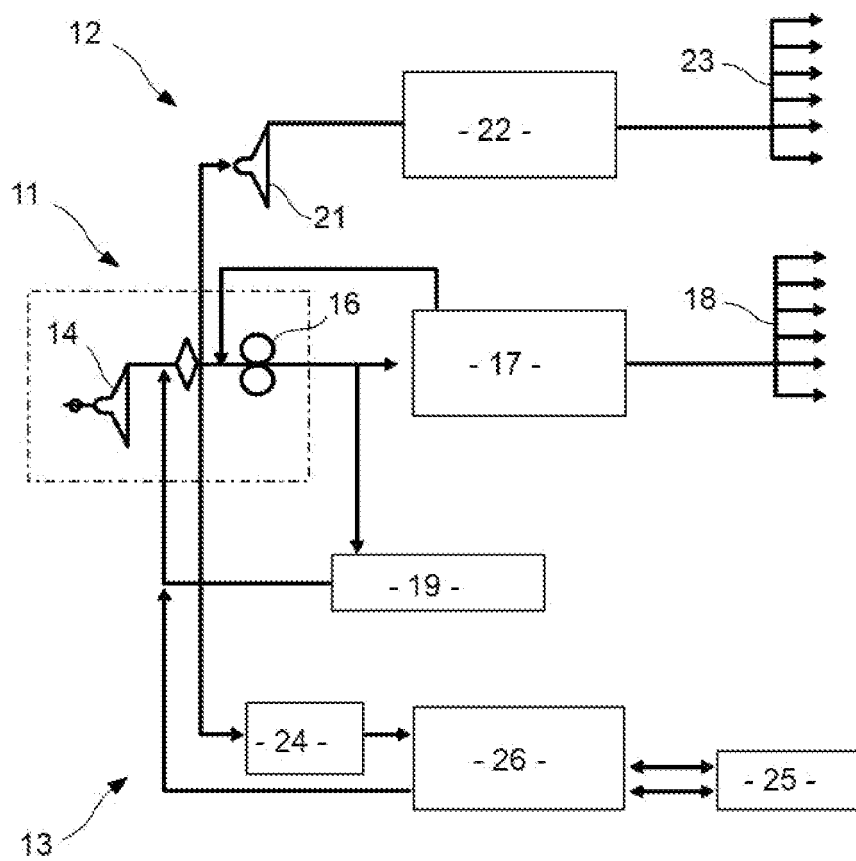


FIG. 2



[Fig. 4]

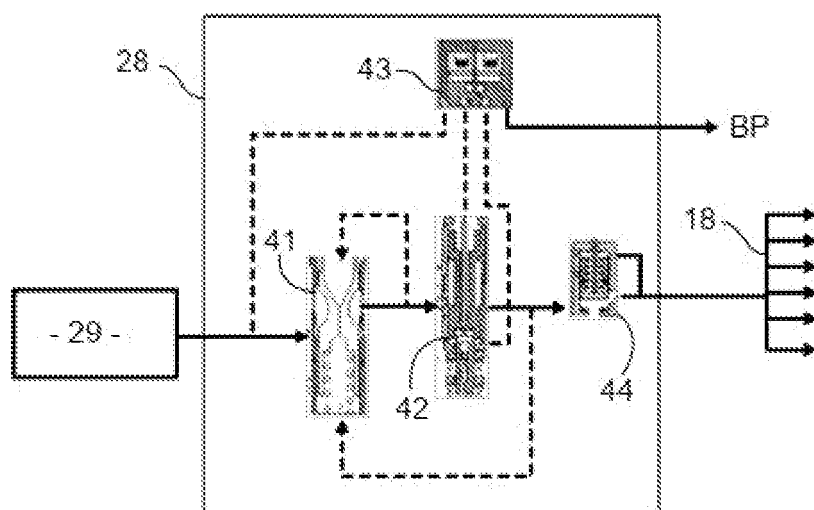


FIG. 4

[Fig. 5]

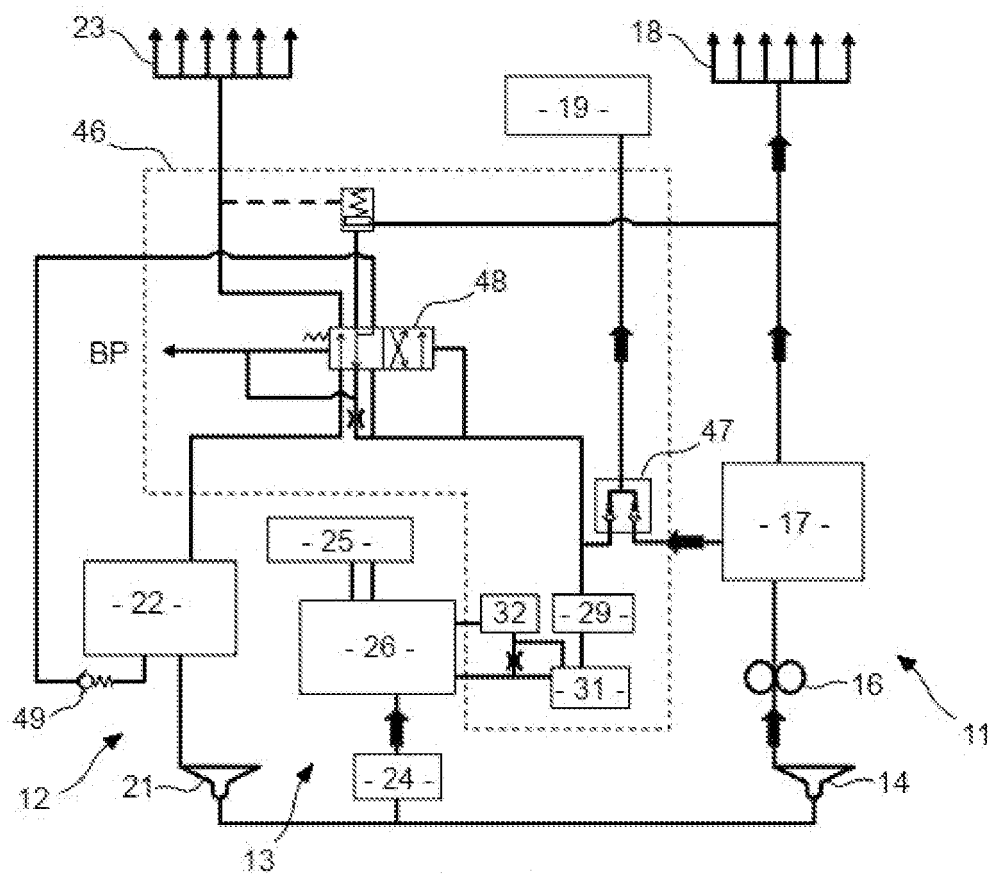


FIG. 5

[Fig. 6]

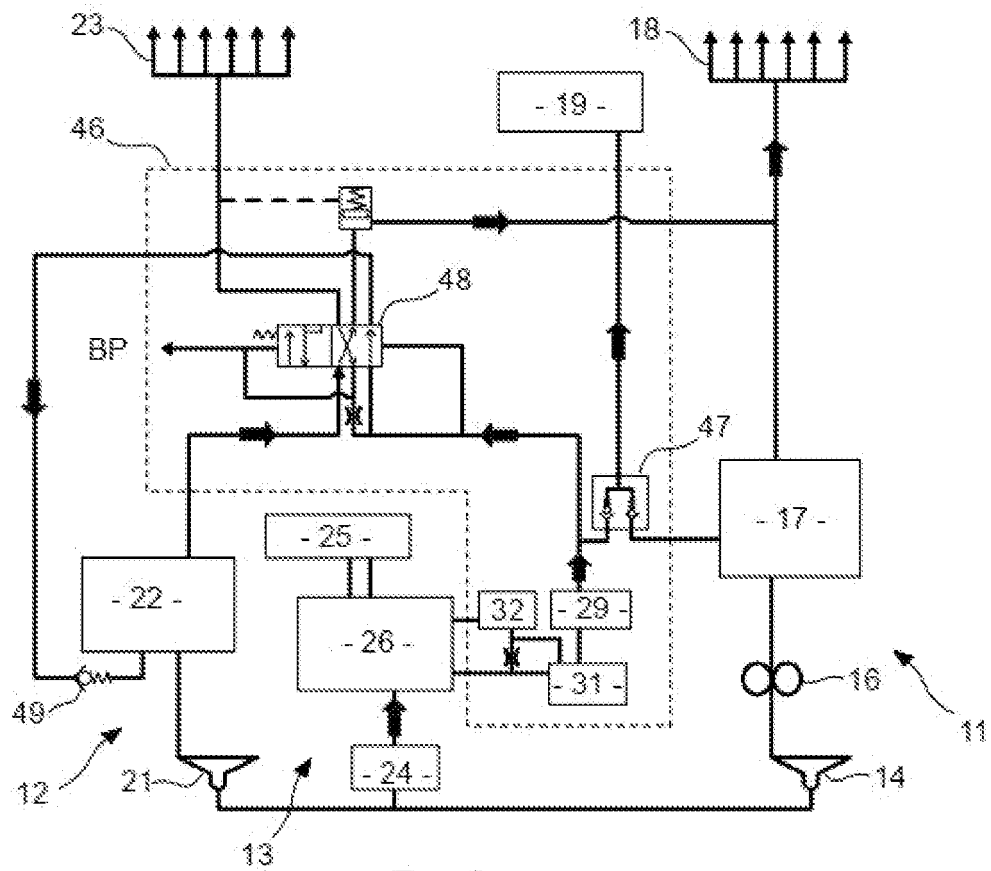


FIG. 6



[Fig. 7]

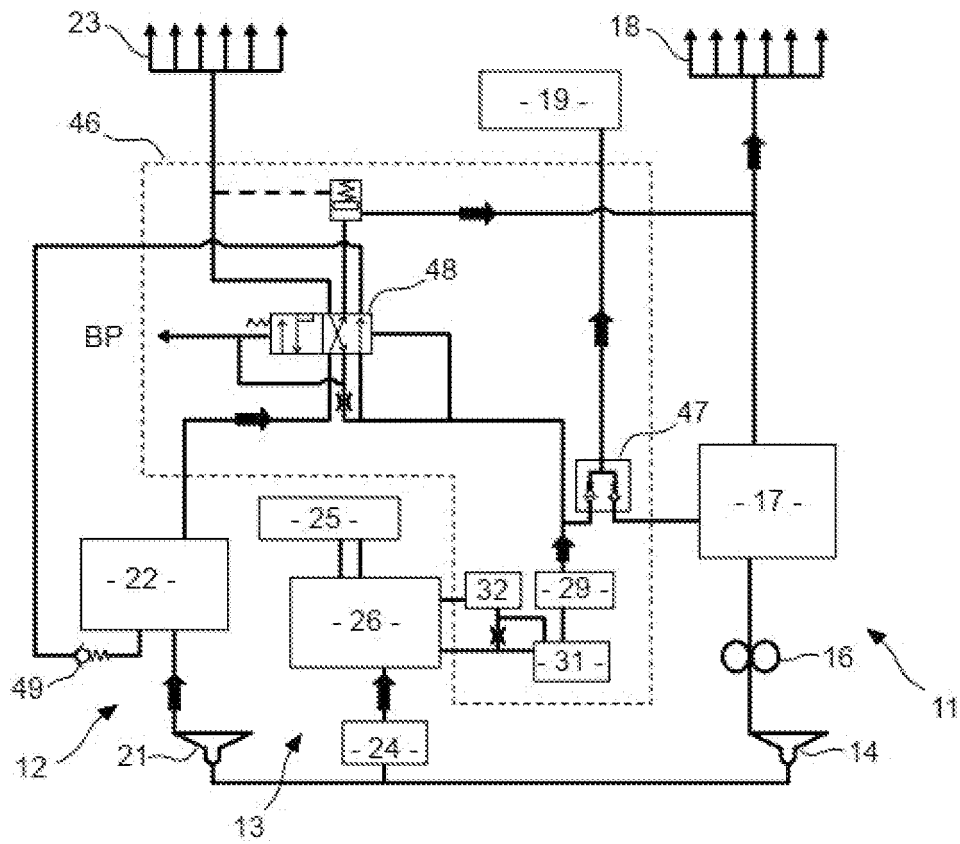


FIG. 7

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

GB 2 521 508 A (HAMILTON SUNDSTRAND CORP  
[US]) 24 juin 2015 (2015-06-24)

US 2021/222625 A1 (O'RORKE MORGAN [US] ET  
AL) 22 juillet 2021 (2021-07-22)

US 5 116 362 A (ARLINE SAMUEL B [US] ET  
AL) 26 mai 1992 (1992-05-26)

US 2003/074884 A1 (SNOW BARTON HUNTER [US]  
ET AL) 24 avril 2003 (2003-04-24)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT