

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 133 404

21 N° d'enregistrement national : 22 02093

51 Int Cl⁸ : F 02 C 3/22 (2022.01), F 02 C 7/22

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 10.03.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 15.09.23 Bulletin 23/37.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAFRAN Société Anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : PARMENTIER Nicolas Claude.

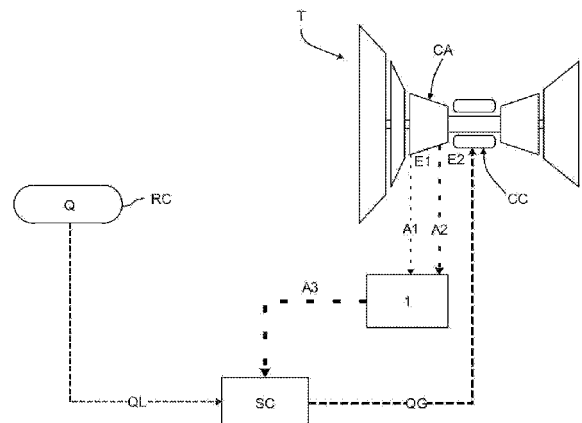
73 Titulaire(s) : SAFRAN Société Anonyme.

74 Mandataire(s) : ARGYMA.

54 Système de suralimentation en air pour système de conditionnement de carburant et procédé d'utilisation.

57 Un système de suralimentation en air (1) pour système de conditionnement (SC) de carburant configuré pour alimenter un turbomoteur (T) d'aéronef à partir de carburant (Q), le système de conditionnement (SC) étant configuré pour être alimenté en entrée par un flux de carburant liquide (QL) issu du réservoir cryogénique (RC) et par un flux d'air d'alimentation (A3) afin de générer, en sortie, un flux de carburant gazeux (QG) pour alimenter le turbomoteur (T), le système de suralimentation en air (1) comprenant un échangeur de chaleur (50) configuré pour refroidir un flux d'air haute pression (A2) issu du turbomoteur (T) à partir du flux d'air basse pression (A1) issu du turbomoteur (T), et un compresseur (61) configuré pour comprimer le flux d'air haute pression (A2f) issu de l'échangeur de chaleur (50) en un flux d'air d'alimentation (A3) destiné au système de conditionnement (SC).

Figure de l'abrégé : Figure 1



FR 3 133 404 - A1



Description

Titre de l'invention : Système de suralimentation en air pour système de conditionnement de carburant et procédé d'utilisation

Domaine technique

- [0001] La présente invention concerne le domaine des aéronefs comportant au moins un turbomoteur alimenté par du carburant stocké dans un réservoir de carburant cryogénique.
- [0002] Il est connu de stocker du carburant, en particulier de l'hydrogène, sous forme liquide et à température basse pour limiter l'encombrement et la masse des réservoirs de l'aéronef.
- [0003] Afin de pouvoir être injecté dans la chambre de combustion d'un turbomoteur, le carburant doit être pompé du réservoir et chauffé afin de permettre une combustion optimale. Une telle étape de chauffage est par exemple nécessaire pour réduire le risque de givrage de la vapeur d'eau contenue dans l'air qui circule dans le turbomoteur, en particulier, au niveau des injecteurs de carburant du turbomoteur.
- [0004] Il a été proposé dans l'art antérieur de prévoir un système de conditionnement, alimenté en entrée avec du carburant liquide et de l'air afin de générer en sortie un flux de carburant gazeux. Un tel système de conditionnement permet à l'hydrogène de changer d'état et de passer à l'état gazeux, avant d'être injecté dans la chambre de combustion du turbomoteur pour être consommé. Le flux de carburant gazeux doit être mis à pression suffisante pour être injecté dans le turbomoteur, ce qui impose de prévoir un compresseur supplémentaire apte à générer de très fortes pressions et pouvant résister à de hautes températures. Un tel compresseur est onéreux et est encombrant.
- [0005] L'invention vise ainsi à éliminer au moins certains de ces inconvénients.

PRESENTATION DE L'INVENTION

- [0006] A cette fin, l'invention concerne un système de suralimentation en air pour système de conditionnement de carburant configuré pour alimenter un turbomoteur d'aéronef à partir de carburant issu d'un réservoir cryogénique, le système de conditionnement étant configuré pour être alimenté en entrée par un flux de carburant liquide issu du réservoir cryogénique et par un flux d'air d'alimentation issu d'un système de suralimentation en air afin de générer, en sortie, un flux de carburant gazeux pour alimenter le turbomoteur, le système de suralimentation en air comprenant :
- une première prise d'air configurée pour prélever un flux d'air basse pression issu du turbomoteur,
 - une deuxième prise d'air configurée pour prélever un flux d'air haute pression issu du turbomoteur,

- un échangeur de chaleur configuré pour refroidir le flux d'air haute pression à partir du flux d'air basse pression,
- un turbocompresseur, comprenant un compresseur et une turbine, reliés l'un à l'autre via un arbre,
- le compresseur étant configuré pour comprimer le flux d'air haute pression issu de l'échangeur de chaleur en un flux d'air d'alimentation destiné au système de conditionnement,
- la turbine étant configurée pour entraîner le compresseur en rotation par circulation ou détente du flux d'air basse pression.

[0007] Ainsi, le système de suralimentation en air permet de comprimer un flux d'air à haute pression via le turbocompresseur, pour ensuite fournir un flux d'air haute pression et à haute température au système de conditionnement. Le flux d'air haute pression participe donc à la hausse de la température à l'intérieur du système de conditionnement, permettant ainsi de générer un flux de carburant gazeux à partir de carburant à l'état liquide. La forte pression du flux d'air à haute pression permet une injection aisée dans le système de conditionnement, en particulier, pour un mélange avec un flux de carburant haute pression. En outre, l'utilisation de flux d'air issus du turbomoteur et d'un turbocompresseur permet de réaliser une compression optimale dans un faible encombrement avec une grande fiabilité.

[0008] Par flux d'air basse pression, on entend un flux d'air issu d'un prélèvement d'air basse pression, le flux d'air pouvant avoir traversé préalablement une turbine.

[0009] De préférence encore, le turbomoteur comprend une zone de compression d'air, la première prise d'air et la deuxième prise étant reliées fluidiquement à la zone de compression. De manière avantageuse, on dispose dans la zone de compression d'air de flux d'air ayant différentes pressions.

[0010] Ainsi, l'air circulant dans la zone de compression est directement utilisé par le système de suralimentation en air. Il n'est pas nécessaire de relier la première prise d'air et la deuxième prise d'air avec l'extérieur de l'aéronef afin de prélever un flux d'air. Cela simplifie le montage du système d'alimentation en air dans les systèmes de conditionnement de carburant tels que décrits.

[0011] Selon une première forme de réalisation du système de suralimentation en air, le turbomoteur est à double flux et comprend une veine primaire et une veine secondaire s'étendant autour de la veine primaire, l'échangeur de chaleur est configuré pour évacuer le flux d'air basse pression dans la veine secondaire du turbomoteur.

[0012] Ainsi, le flux d'air basse pression permet ici d'entraîner la turbine et le compresseur (qui sont liés), avant d'être émis dans la veine secondaire afin de participer à la propulsion. De plus, le flux d'air haute pression permet ici d'alimenter le système de conditionnement, en circulant dans le compresseur, mis en rotation grâce au flux d'air

basse pression.

[0013] Selon la première forme de réalisation, la turbine est entraînée par le flux d'air basse pression directement prélevé à la première prise d'air.

[0014] Selon une deuxième forme de réalisation du système de suralimentation en air :

- l'échangeur de chaleur étant configuré pour être relié fluidiquement directement à la première prise d'air,
- la turbine est configurée pour être entraînée par le flux d'air basse pression évacué par l'échangeur de chaleur.

[0015] Ainsi, le flux d'air basse pression circule ici directement dans l'échangeur de chaleur, afin d'entraîner la turbine et le compresseur, avant d'être évacué vers l'extérieur de l'aéronef. De plus, le flux d'air haute pression permet ici d'alimenter le système de conditionnement, en circulant dans le compresseur, mis en rotation grâce au flux d'air basse pression.

[0016] De préférence encore, l'invention concerne un ensemble d'un système de conditionnement de carburant configuré pour alimenter un turbomoteur d'aéronef à partir de carburant issu d'un réservoir cryogénique et d'un système de suralimentation en air, tel que présenté précédemment, le système de conditionnement étant configuré pour être alimenté en entrée par un flux de carburant liquide issu du réservoir cryogénique et par un flux d'air d'alimentation issu du système de suralimentation en air afin de générer, en sortie, un flux de carburant gazeux pour alimenter le turbomoteur.

[0017] L'invention concerne également un ensemble d'au moins un réservoir cryogénique, d'un turbomoteur et d'un ensemble tel que présenté précédemment, pour alimenter le turbomoteur à partir de carburant issu du réservoir cryogénique.

[0018] De plus, l'invention concerne également un procédé d'utilisation d'un système de suralimentation en air tel que décrit précédemment, le procédé comprenant des étapes consistant à :

- refroidir le flux d'air haute pression à partir du flux d'air basse pression, dans l'échangeur de chaleur, puis
- comprimer le flux d'air haute pression par entraînement de la turbine par le flux d'air basse pression.

[0019] Selon un premier mode de réalisation du procédé, mis en œuvre par la première forme de réalisation du système de suralimentation en air, le procédé comprend les étapes consistant à :

- entraîner la turbine à partir du flux d'air basse pression prélevé précédemment par la première prise d'air, puis
- injecter le flux d'air basse pression dans l'échangeur de chaleur afin de refroidir le flux d'air haute pression.

[0020] Selon un deuxième mode de réalisation du procédé, mis en œuvre par la deuxième

forme de réalisation du système de suralimentation en air, le procédé comprend les étapes consistant à :

- injecter le flux d'air basse pression directement dans l'échangeur de chaleur, afin de refroidir le flux d'air haute pression, puis
- entraîner la turbine à partir du flux d'air basse pression évacué par l'échangeur de chaleur.

PRESENTATION DES FIGURES

[0021] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple, et se référant aux figures suivantes, données à titre d'exemples non limitatifs, dans lesquelles des références identiques sont données à des objets semblables.

[0022] La [Fig.1] est une représentation schématique d'un turbomoteur, d'un système de conditionnement de carburant et d'un système de suralimentation selon l'invention relié à un réservoir cryogénique,

[0023] La [Fig.2] est une représentation schématique d'une première forme de réalisation d'un système de suralimentation en air selon l'invention.

[0024] La [Fig.3] est une représentation schématique d'une deuxième forme de réalisation d'un système de suralimentation en air selon l'invention.

[0025] Il faut noter que les figures exposent l'invention de manière détaillée pour mettre en œuvre l'invention, lesdites figures pouvant bien entendu servir à mieux définir l'invention le cas échéant.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0026] En référence à la [Fig.1], il est représenté une architecture selon une forme de réalisation de l'invention pour conduire du carburant Q d'un réservoir cryogénique RC jusqu'à la chambre de combustion CC d'un turbomoteur T d'un aéronef.

[0027] Le turbomoteur T comprend également une zone de compression d'air CA en amont de la chambre de combustion CC. La zone de compression CA du turbomoteur T comprend une entrée d'air et une sortie d'air entre lesquelles circule un flux d'air d'amont vers l'aval. La zone de compression CA comprend un ou plusieurs étages de compression avec, par exemple, une alternance d'aubes mobiles et d'aubes de redresseur.

[0028] Dans cet exemple, la chambre de combustion CC est configurée pour être alimentée avec de l'hydrogène liquide mais l'invention s'applique à d'autres types de carburant, par exemple, du méthane liquide ou du gaz naturel liquéfié.

[0029] Selon l'invention, il est prévu un système de conditionnement de carburant SC configuré pour alimenter la chambre de combustion CC du turbomoteur T à partir de carburant en phase liquide issu du réservoir cryogénique RC.

- [0030] En référence à la [Fig.1], le système de conditionnement SC est configuré pour être alimenté en entrée par un flux de carburant liquide QL issu du réservoir cryogénique RC et par un flux d'air d'alimentation A3 afin de générer, en sortie, un flux de carburant gazeux QG pour alimenter le turbomoteur T. Le système de conditionnement SC permet de collecter des calories à différentes sources de chaleur et/ou de générer des calories, par exemple, par combustion.
- [0031] Le système de conditionnement SC est associé à un système de suralimentation en air 1 configuré pour générer le flux d'air d'alimentation A3.
- [0032] En référence aux figures 2 et 3, le système de suralimentation en air 1 comprend une première prise d'air E1, une deuxième prise d'air E2, un échangeur de chaleur 50 et un turbocompresseur 60.
- [0033] De manière préférée, chaque prise d'air E1, E2 se présente sous la forme d'un dispositif de prélèvement d'air.
- [0034] La première prise d'air E1 est configurée pour prélever un flux d'air basse pression A1 issu du turbomoteur T. La deuxième prise d'air E2 est configurée pour prélever un flux d'air haute pression A2 issu du turbomoteur T. Plus précisément, la première prise d'air E1 est reliée à l'entrée d'air de la zone de compression CA. Le flux d'air basse pression A1 et le flux d'air haute pression A2 sont prélevés dans la zone de compression CA à deux lieux distants axialement afin de bénéficier de flux d'air A1, A2 ayant des pressions et des températures différentes. Par exemple, la deuxième prise d'air E2 est reliée à la sortie d'air de la zone de compression CA. Ainsi, le terme « basse pression » vise à préciser que la pression est plus faible que celle du flux d'air haute pression A2. De manière préférée, le rapport de pression est compris entre 2 et 11.
- [0035] En référence aux figures 2 et 3, l'échangeur de chaleur 50 est relié, d'une part, au flux d'air basse pression A1, A1' et, d'autre part, au flux d'air haute pression A2. L'échangeur de chaleur 50 permet avantageusement de refroidir le flux d'air haute pression A2 à partir du flux d'air basse pression A1, A1' tout en conservant une pression élevée pour permettre une injection optimale dans le système de conditionnement SC comme cela sera présenté par la suite. L'échangeur de chaleur 50 peut mettre en œuvre différentes technologies de refroidissement, à ailettes, à tubes, etc.
- [0036] Le turbocompresseur 60 comprend un compresseur 61 et une turbine 62, reliés l'un à l'autre via un arbre 63 afin qu'une rotation du compresseur 61 entraîne une rotation de la turbine 62 et réciproquement.
- [0037] Comme illustré aux figures 2 et 3, le flux d'air haute pression A2f refroidi par l'échangeur de chaleur 50 est ensuite comprimé par le compresseur 61 pour augmenter encore sa pression avant de permettre l'injection d'un flux d'air d'alimentation A3 dans le système de conditionnement SC. Le refroidissement du flux d'air haute

pression A2 permet d'utiliser un compresseur 61 ayant une structure traditionnelle afin de fournir en sortie un flux d'air ayant une pression et une température qui soient adaptées au système de conditionnement SC. Il n'est avantageusement pas nécessaire de prévoir des moyens de renforcement thermique du compresseur 61.

- [0038] La turbine 62 est configurée pour entraîner l'arbre 63 et donc le compresseur 61 en rotation par circulation du flux d'air basse pression A1. Un turbocompresseur 60 est par ailleurs peu sujet aux pannes et est fiable. Ainsi, il n'y a pas de perte d'énergie. Le flux d'air haute pression A3 et à haute température alimentant le système de conditionnement SC permet l'injection d'air avec le carburant Q ayant une haute pression dans ledit système de conditionnement SC.
- [0039] En référence à la [Fig.2], il est représenté une première forme de réalisation du système de suralimentation en air 1, pour un aéronef comprenant un turbomoteur T à double flux. Un turbomoteur de ce type comprend une veine dite primaire, comprenant la zone de compression d'air CA et la chambre de combustion CC et une veine secondaire s'étendant autour de la veine primaire. Ainsi, de l'air circule de l'amont vers l'aval d'une part dans la veine primaire afin d'être comprimé et éjecté après la chambre de combustion CC, et d'autre part dans la veine secondaire pour participer à la propulsion. L'air circulant dans chacune des veines primaire et secondaire se rejoint à la sortie de la chambre de combustion CC.
- [0040] Selon la première forme de réalisation, le flux d'air basse pression A1 prélevé dans la zone de compression CA est acheminé à la turbine 62 pour la mettre en rotation et ainsi entraîner le compresseur 61. Le flux d'air basse pression A1', qui est évacué par la turbine 62 et qui possède une pression et une température plus faibles, circule ensuite dans l'échangeur de chaleur 50 avec le flux d'air haute pression A2 comme illustré à la [Fig.2].
- [0041] En sortie de l'échangeur 50, le flux d'air basse pression A1'' ayant permis de refroidir le flux d'air haute pression A2 est ensuite évacué vers la veine secondaire du turbomoteur T. De manière préférée, afin de permettre une évacuation optimale, la pression de flux d'air basse pression A1'' est plus élevée que la pression dans le flux d'air circulant d'amont en aval dans la veine secondaire. Le flux d'air basse pression A1 est ainsi utilisé comme fluide caloporteur et peut être réutilisé pour la propulsion.
- [0042] Comme présenté précédemment, le flux d'air haute pression A2f refroidi par l'échangeur de chaleur 50 est ensuite comprimé par le compresseur 61, entraîné par la turbine 62, pour augmenter encore sa pression avant de permettre l'injection du flux d'air d'alimentation A3 dans le système de conditionnement SC.
- [0043] Autrement dit, un premier circuit d'air basse pression (représenté en tirets fins sur la [Fig.2]) relie la première prise E1 à la turbine 62, la turbine 62 à l'échangeur de chaleur 50 et enfin l'échangeur de chaleur 50 à la veine secondaire. Un deuxième

circuit d'air haute pression (représenté en tirets épais sur la [Fig.2]) relie la deuxième prise E2 à l'échangeur de chaleur 50, l'échangeur de chaleur 50 au compresseur 61 et enfin le compresseur 61 au système de conditionnement SC.

[0044] Le flux d'air basse pression A1 permet ici d'entraîner la turbine 62 et le compresseur 61, avant d'être évacué dans la veine secondaire. De plus, le flux d'air haute pression A2 permet ici d'alimenter le système de conditionnement SC, en circulant dans le compresseur 61, mis en rotation grâce au flux d'air basse pression A1.

[0045] En référence à la [Fig.3], il est représenté une deuxième forme de réalisation du système de suralimentation en air 1.

[0046] Selon la deuxième forme de réalisation, le flux d'air basse pression A1 circule successivement depuis la première prise d'air E1 dans l'échangeur de chaleur 50 puis la turbine 62. Ainsi, dans cette forme de réalisation, le flux d'air basse pression A1 participe au refroidissement du flux d'air haute pression A2 puis entraîne le turbocompresseur 60.

[0047] Autrement dit, selon le deuxième mode de réalisation, un premier circuit d'air basse pression (représenté en tirets fins sur la [Fig.3]) relie la première prise E1 à l'échangeur de chaleur 50, et l'échangeur de chaleur 50 à la turbine 62. De plus, un deuxième circuit d'air haute pression (représenté en tirets épais sur la [Fig.3]), relie la première prise d'air E1 au système de conditionnement SC de la même manière que dans la première forme de réalisation.

[0048] Le flux d'air basse pression A1 circule ici directement dans l'échangeur de chaleur 50, afin d'entraîner la turbine 62 et le compresseur 61, avant d'être évacué vers l'extérieur de l'aéronef. De plus, le flux d'air haute pression A2 permet ici d'alimenter le système de conditionnement SC, en circulant dans le compresseur 61, mis en rotation grâce au flux d'air basse pression A1.

[0049] Il va maintenant être décrit le procédé d'utilisation d'un système de suralimentation en air 1 tel que présenté précédemment.

[0050] Le procédé comprenant des étapes consistant à :

- prélever un flux d'air basse pression A1 issu du turbomoteur T,
- prélever un flux d'air haute pression A2 issu du turbomoteur T,
- refroidir le flux d'air haute pression A2 à partir du flux d'air basse pression A1, dans l'échangeur de chaleur 50,
- comprimer le flux d'air haute pression A2f, issu de l'échangeur de chaleur 50, en un flux d'air d'alimentation A3 destiné au système de conditionnement SC.

[0051] Plus précisément, le flux d'air haute pression A2 et le flux d'air basse pression A1 sont prélevés dans la zone de compression CA. La compression du flux d'air haute pression A2f est réalisée par le compresseur 61.

[0052] Selon un premier mode de réalisation, mis en œuvre par la première forme de réa-

lisation du système de suralimentation en air 1 de la [Fig.2], le procédé comprend également des étapes consistant à :

- comprimer le flux d'air haute pression A2f par entrainement de la turbine 62 par le flux d'air basse pression A1, puis
- refroidir le flux d'air haute pression A2 dans l'échangeur de chaleur 50 à partir du flux d'air basse pression A1' évacué par la turbine 62.

[0053] Cela permet d'optimiser le refroidissement du flux d'air haute pression A2f car le flux d'air basse pression A1 est plus froid après passage dans la turbine 62. Cette configuration est avantageuse pour un turbomoteur à double flux car la pression du flux d'air basse pression A1 est assez élevée (ratio de pression modéré) pour entrainer la turbine 62. On ne perd avantageusement pas les calories collectées dans l'échangeur de chaleur 50 car on réintroduit le flux d'air basse pression A1 dans le flux secondaire du turbomoteur T.

[0054] Selon un deuxième mode de réalisation, mis en œuvre par la deuxième forme de réalisation du système de suralimentation en air 1, le procédé comprend des étapes consistant à :

- refroidir le flux d'air haute pression A2 directement à partir du flux d'air basse pression A1 prélevé dans la zone de compression CA, dans l'échangeur de chaleur 50, puis
- comprimer le flux d'air haute pression A2f par entrainement de la turbine 62 par le flux d'air basse pression A1' évacué par l'échangeur de chaleur 50.

[0055] Le flux d'air basse pression A1 récupère des calories dans l'échangeur 50 qui sont ensuite utilisées dans la turbine 62. On réduit ainsi avantageusement le débit du flux d'air basse pression A1. Cela est avantageux si la pression du flux d'air basse pression A1 est faible, en particulier, lorsque le turbomoteur est un turbopropulseur.

[0056] Ainsi, le système de suralimentation en air permet d'alimenter le système de conditionnement SC par prélèvement d'air dans le turbomoteur sans recourir à des moyens complexes et encombrants.

Revendications

[Revendication 1] Système de suralimentation en air (1) pour système de conditionnement (SC) de carburant configuré pour alimenter un turbomoteur (T) d'aéronef à partir de carburant (Q) issu d'un réservoir cryogénique (RC), le système de conditionnement (SC) étant configuré pour être alimenté en entrée par un flux de carburant liquide (QL) issu du réservoir cryogénique (RC) et par un flux d'air d'alimentation (A3) issu d'un système de suralimentation en air (1), afin de générer, en sortie, un flux de carburant gazeux (QG) pour alimenter le turbomoteur (T), le système de suralimentation en air (1) comprenant :

- une première prise d'air (E1) configurée pour prélever un flux d'air basse pression (A1) issu du turbomoteur (T),
- une deuxième prise d'air (E2) configurée pour prélever un flux d'air haute pression (A2) issu du turbomoteur (T),
- un échangeur de chaleur (50) configuré pour refroidir le flux d'air haute pression (A2) à partir du flux d'air basse pression (A1, A1'),
- un turbocompresseur (60), comprenant un compresseur (61) et une turbine (62), reliés l'un à l'autre via un arbre (63),
- le compresseur (61) étant configuré pour comprimer le flux d'air haute pression (A2f) issu de l'échangeur de chaleur (50) en un flux d'air d'alimentation (A3) destiné au système de conditionnement (SC),
- la turbine (62) étant configurée pour entraîner le compresseur (61) en rotation par circulation ou détente du flux d'air basse pression (A1, A1').

[Revendication 2] Système de suralimentation en air (1) selon la revendication 1, dans lequel le turbomoteur (T) comprend une zone de compression d'air (CA), la première prise d'air (E1) et la deuxième prise d'air (E2) étant reliées fluidiquement à la zone de compression (CA).

[Revendication 3] Système de suralimentation en air (1) selon l'une des revendications 1 à 2, dans lequel le turbomoteur (T) est à double flux et comprend une veine primaire et une veine secondaire s'étendant autour de la veine primaire, l'échangeur de chaleur (50) est configuré pour évacuer le flux d'air basse pression (A1'') dans la veine secondaire du turbomoteur (T).

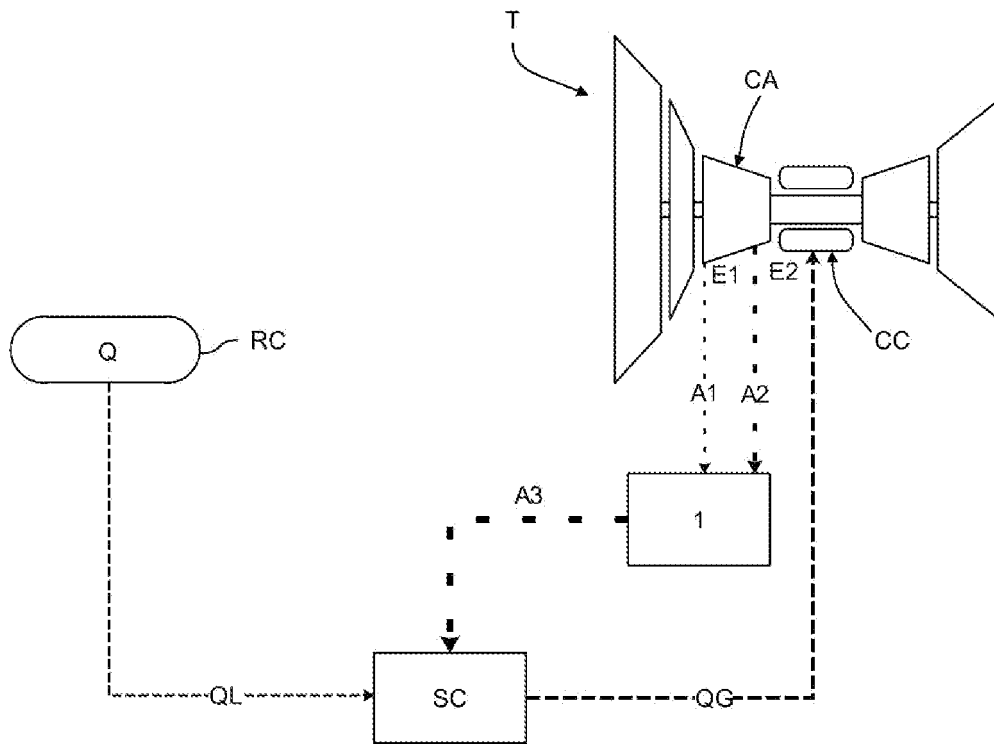
- [Revendication 4] Système de suralimentation selon la revendication 3 dans lequel la turbine (62) est entraînée par le flux d'air basse pression directement prélevé à la première prise d'air (E1).
- [Revendication 5] Système de suralimentation en air (1) selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel :
- l'échangeur de chaleur (50) étant configuré pour être relié fluidiquement directement à la première prise d'air (E1),
 - la turbine (62) est configurée pour être entraînée par le flux d'air basse pression (A1') évacué par l'échangeur de chaleur (50).
- [Revendication 6] Ensemble d'un système de conditionnement (SC) de carburant configuré pour alimenter un turbomoteur (T) d'aéronef à partir de carburant (Q) issu d'un réservoir cryogénique (RC) et d'un système de suralimentation en air (1) selon l'une des revendications 1 à 5, le système de conditionnement (SC) étant configuré pour être alimenté en entrée par un flux de carburant liquide (QL) issu du réservoir cryogénique (RC) et par un flux d'air d'alimentation (A3) issu du système de suralimentation en air (1) afin de générer, en sortie, un flux de carburant gazeux (QG) pour alimenter le turbomoteur (T).
- [Revendication 7] Ensemble d'au moins un réservoir cryogénique (RC), d'un turbomoteur (T) et d'un ensemble selon la revendication 6, pour alimenter le turbomoteur (T) à partir de carburant (Q) issu du réservoir cryogénique (RC).
- [Revendication 8] Procédé d'utilisation d'un système de suralimentation en air (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, le procédé comprenant des étapes consistant à :
- refroidir le flux d'air haute pression (A2) à partir du flux d'air basse pression (A1), dans l'échangeur de chaleur (50), puis
 - comprimer le flux d'air haute pression (A2f) par entraînement de la turbine (62) par le flux d'air basse pression (A1).
- [Revendication 9] Procédé d'utilisation selon la revendication 8 d'un système de suralimentation en air (1) selon l'une des revendications 3 à 5, comprenant les étapes consistant à :
- entraîner la turbine (62) à partir du flux d'air basse pression

- (A1) prélevé par la première prise d'air (E1), puis injecter le flux d'air basse pression (A1') dans l'échangeur de chaleur (50) afin de refroidir le flux d'air haute pression (A2).

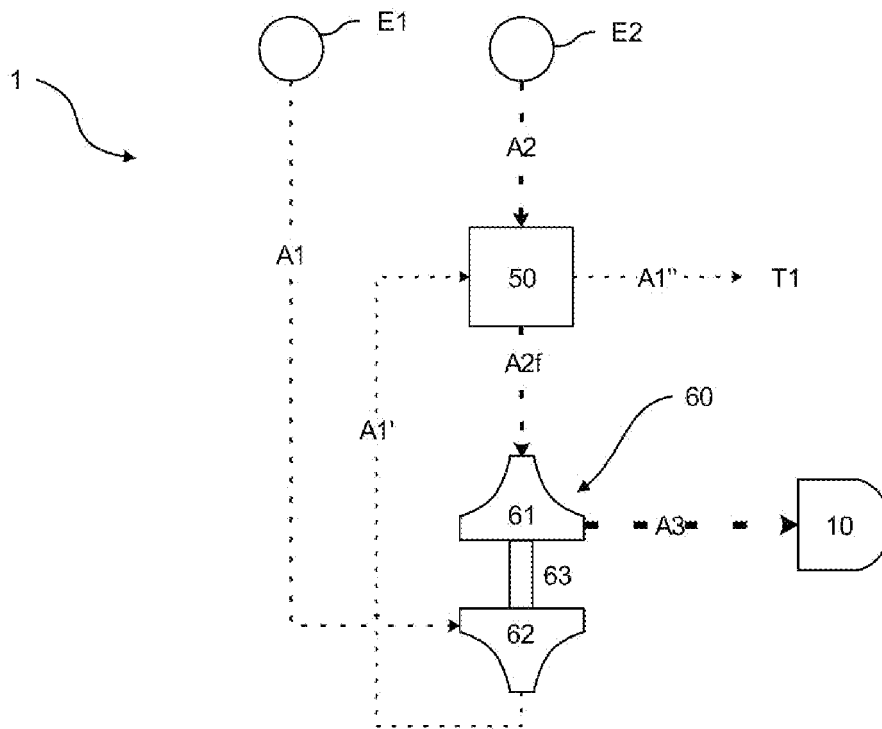
[Revendication 10] Procédé d'utilisation selon la revendication 8 d'un système selon la revendication 5, comprenant les étapes consistant à :

- injecter le flux d'air basse pression (A1) prélevé par la première prise (E1) dans l'échangeur de chaleur (50), afin de refroidir le flux d'air haute pression (A2), puis
- entraîner la turbine (62) à partir du flux d'air basse pression (A1') évacué par l'échangeur de chaleur (50).

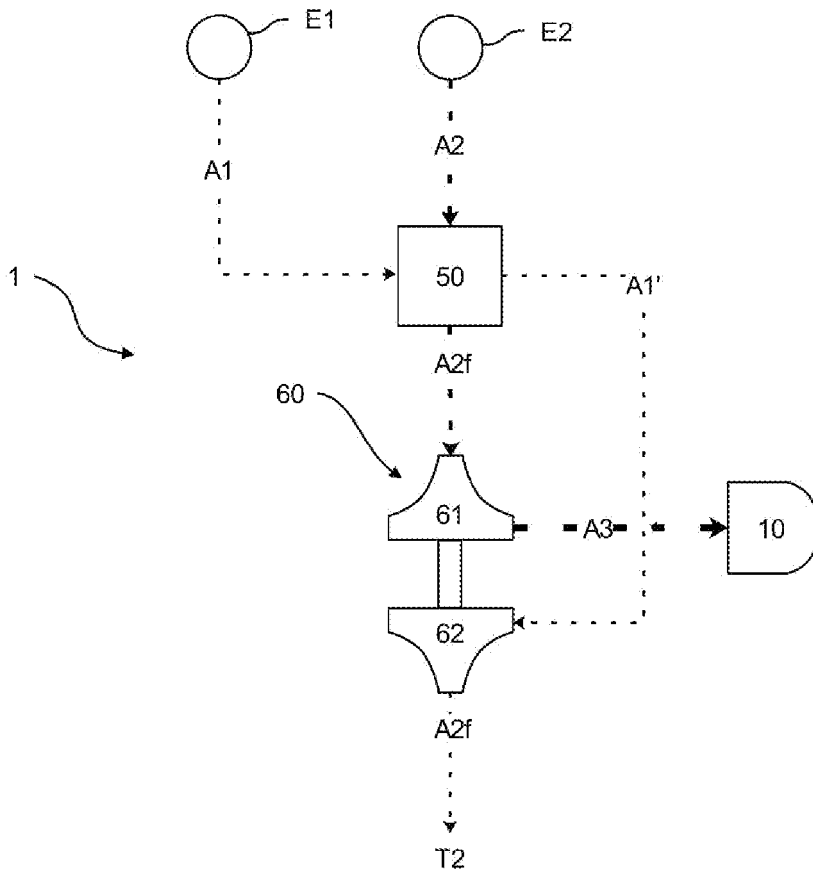
[Fig. 1]

**FIG. 1**

[Fig. 2]

**FIG. 2**

[Fig. 3]

**FIG. 3**

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 904481
FR 2202093

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2012/186267 A1 (COFFINBERRY GEORGE ALBERT [US] ET AL) 26 juillet 2012 (2012-07-26)	1-4, 8	F02C3/22 F02C7/22
A	* figure 1 * * alinéas [0017], [0019] * -----	5-7, 9, 10	
A	US 2014/318134 A1 (POPOVIC PREDRAG [US]) 30 octobre 2014 (2014-10-30) * figure 2 * -----	1, 8	
A	US 2020/088098 A1 (ROBERGE GARY D [US]) 19 mars 2020 (2020-03-19) * figure 1 * -----	1, 8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F02C F02K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 octobre 2022		Mihé, Julian	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2202093 FA 904481**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **17-10-2022**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2012186267 A1	26-07-2012	US 2010107594 A1 US 2012186267 A1	06-05-2010 26-07-2012

US 2014318134 A1	30-10-2014	AUCUN	

US 2020088098 A1	19-03-2020	EP 3623604 A1 US 2020088098 A1	18-03-2020 19-03-2020
