

⑤④ **SYSTEME A CYCLE THERMODYNAMIQUE DE RANKINE INTEGRE A UNE BOUCLE DE CLIMATISATION A EJECTEUR.**

②② **Date de dépôt** : 02.07.19.

③⑦ **Priorité** :

⑥⑦ **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

☐ **Demande(s) d'extension** :

⑦① **Demandeur(s)** : PSA Automobiles SA Société anonyme — FR.

④③ **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 08.01.21 Bulletin 21/01.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention** : 25.11.22 Bulletin 22/47.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de recherche** :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② **Inventeur(s)** : BOU NADER WISSAM, NEMER Maroun et DI CAIRANO Luca.

⑦③ **Titulaire(s)** : PSA Automobiles SA Société anonyme.

⑦④ **Mandataire(s)** :



Description

Titre de l'invention : SYSTEME A CYCLE THERMO-DYNAMIQUE DE RANKINE INTEGRE A UNE BOUCLE DE CLIMATISATION A EJECTEUR

- [0001] L'invention se rapporte à un système à cycle thermodynamique dit de Rankine intégré à une boucle de climatisation mettant en œuvre un éjecteur.
- [0002] Il est connu de l'état de la technique que seulement une petite partie de l'énergie produite par un moteur thermique est réellement transmise au véhicule ; plus de 20% correspond à de l'énergie mécanique perdue (environ 20% de pertes moteur, environ 5% de pertes dans la boîte de vitesses, et environ 2% de pertes de pompage), tandis que plus de 50% de l'énergie produite par le moteur est perdue sous forme de chaleur d'échappement et d'eau.
- [0003] Cette chaleur rejetée par le moteur thermique peut être récupérée et partiellement reconvertie en puissance mécanique ou électrique grâce à l'utilisation d'un système à cycle thermodynamique de Rankine.
- [0004] Un tel système utilise des fluides à changement de phase (eau ou fluide organique) pour produire de l'énergie. L'utilisation des fluides organiques permet de mieux s'adapter aux températures pour valoriser la chaleur rejetée à faible température. La sélection du fluide de travail est un facteur affectant l'efficacité du cycle. La différence entre le cycle de Rankine organique (ou ORC pour "Organic Rankine Cycle" en anglais) et le cycle classique, appelé également "Steam Rankine" en anglais, est l'utilisation d'un fluide de travail organique à la place de la vapeur d'eau, dans ce cas, le point critique est atteint à une température et une pression plus faible comparé avec l'eau. La source chaude sur un véhicule pourra être, soit le liquide de refroidissement, soit les gaz d'échappement.
- [0005] Comme on peut le voir sur la [Fig.1], un système à cycle de Rankine 1 comporte une pompe de liquide 2, un évaporateur 3 (échangeur chaud couplant le fluide de travail de la boucle à de l'air chaud A_ch ou bien au liquide de refroidissement du moteur, une turbine 4 ou un autre type de machine de détente, ainsi qu'un condenseur 5 (échangeur froid couplant le fluide de travail de la boucle à de l'air froid). Le cycle ORC est composé d'une phase de compression du fluide sortant du condenseur par la pompe 2, d'une phase de chauffage du fluide à pression constante dans l'évaporateur 3, d'une phase de détente dans la turbine 4, et d'une phase de condensation à pression constante dans le condenseur 5.
- [0006] Ainsi, le fluide de travail en sortie du condenseur 5 (Point P1) est comprimé jusqu'à atteindre une pression supérieure à la sortie de la pompe 2 (Point P2). Le fluide passe

alors à travers l'évaporateur 3 dans lequel il est chauffé et vaporisé grâce à un échange de chaleur entre la source de chaleur et le fluide de travail. A la sortie de l'évaporateur 3 (cf. point P3), le fluide possède une enthalpie plus élevée et passe alors dans la turbine 4 dans laquelle il subit une détente productrice de travail. La turbine 4 entraîne généralement une génératrice électrique qui permet de réinjecter la puissance sous forme électrique. Le fluide à la sortie de la turbine 4 (Point P4) est ensuite condensé dans le condenseur 5 pour revenir se comprimer de nouveau.

[0007] Par ailleurs, il est également connu de l'état de la technique un système thermodynamique 20 de climatisation à éjecteur, comme cela peut être vu sur la [Fig.2]. Un tel système thermodynamique 20 comprend un éjecteur 21. L'éjecteur 21 présente une tuyère convergente à son entrée puis divergente permettant ainsi de détendre le fluide de travail à haute pression provenant d'un bouilleur 22. L'éjecteur 21 aspire le fluide de travail à basse pression provenant de l'évaporateur 23 permettant ainsi de faire circuler le fluide de travail. Le système thermodynamique 20 comprend en outre une pompe 24 de circulation du fluide de travail, un condenseur 25 ayant pour fonction de rejeter la chaleur résiduelle à l'extérieur et un détendeur 26 ayant pour fonction de détendre le fluide de travail sortant du condenseur 25. Le système thermodynamique 20 à éjecteur fonctionne de la manière décrite ci-après. Une première partie du fluide de travail sortant du condenseur 25 est comprimée par la pompe 24, le fluide de travail à haute pression sortant de la pompe 24 pénètre ensuite dans le bouilleur 22 dans lequel le fluide de travail est chauffé, vaporisé et surchauffé par un fluide chaud entrant dans le bouilleur 22 par l'entrée 27 et sortant du bouilleur 22 par la sortie 28. Le fluide de travail sous forme de vapeur surchauffée à haute pression se détend ensuite dans l'éjecteur 21 pour aspirer du fluide de travail sous de vapeur provenant de l'évaporateur 23. La deuxième partie de fluide de travail sortant du condenseur 25 se détend dans le détendeur 26 pour ainsi produire du froid dans l'évaporateur.

[0008] De nos jours les véhicules, notamment automobiles, comprennent un nombre croissant d'équipements électriques nécessitant par conséquent une production d'énergie électrique de plus en plus importante. Un système à cycle thermodynamique de Rankine 1 répond à cette problématique. En effet, la turbine 4 génère de l'énergie mécanique et entraîne une génératrice électrique. La génératrice électrique produit ainsi une partie de l'énergie électrique nécessaire aux divers équipements électriques du véhicule. L'inconvénient majeur de ce mode de production d'électricité est qu'il nécessite des composants supplémentaires venant par conséquent ajouter de la masse au véhicule. En outre, il est nécessaire de prévoir un volume, dans ledit véhicule, pour accueillir ces composants supplémentaires. Pour certains véhicules, il est très difficile, voire impossible, d'intégrer ces composants car l'espace disponible y est très limité. Afin de tenter de résoudre ces divers inconvénients, il a été proposé le système thermo-

dynamique 20 de climatisation à éjecteur tel qu'illustré sur la [Fig.2]. Bien que ce système permette un gain de masse et de volume, l'intégration d'un système à cycle thermodynamique de Rankine 1 reste néanmoins peu avantageux dans l'environnement d'un véhicule, notamment automobile. En effet, les gains énergétiques obtenus ne permettent pas de compenser les dépenses énergétiques supplémentaires, notamment en carburant, résultant de la masse embarquée supplémentaire d'un tel système thermodynamique de Rankine 1.

- [0009] Le but de l'invention est de pallier les inconvénients de l'art antérieur en proposant un système thermodynamique pour véhicule, notamment automobile, permettant de produire de l'énergie électrique et de climatiser l'habitacle dudit véhicule, et ayant pour avantage d'utiliser, au moins en partie, les composants dudit véhicule et ainsi permettre un allègement dudit véhicule.
- [0010] Pour ce faire, l'invention se rapporte ainsi, dans son acceptation la plus large, à un système thermodynamique pour véhicule, notamment automobile, muni d'un moteur thermique comportant :
- [0011] - un circuit de climatisation comprenant :
- [0012] - un premier évaporateur apte à absorber une chaleur provenant de l'habitacle dudit véhicule,
- [0013] - un détendeur, et
- [0014] - un éjecteur,
- [0015] - un système à cycle thermodynamique de Rankine apte à récupérer une énergie provenant dudit moteur thermique comprenant :
- [0016] - une machine de détente, telle qu'une turbine,
- [0017] - une pompe destinée à augmenter la pression d'un fluide de travail, et
- [0018] - un deuxième évaporateur destiné à coupler ledit fluide de travail à une source de chaleur dudit moteur thermique, ledit système thermodynamique comporte en outre un condenseur commun audit circuit de climatisation et audit système à cycle thermodynamique de Rankine, ledit éjecteur étant relié audit deuxième évaporateur par l'intermédiaire d'un dispositif de répartition, ledit condenseur étant relié directement à ladite pompe elle-même reliée directement audit deuxième évaporateur, ladite machine de détente étant reliée audit deuxième évaporateur par l'intermédiaire dudit dispositif de répartition, ladite machine de détente et ledit éjecteur étant reliés audit condenseur par l'intermédiaire d'un dispositif de combinaison.
- [0019] De préférence, ledit éjecteur comporte une première entrée et une deuxième entrée, ladite première entrée recevant un premier flux provenant dudit premier évaporateur et ladite deuxième entrée recevant un deuxième flux provenant dudit deuxième évaporateur.
- [0020] Selon un mode préféré, ledit circuit de climatisation et ledit système à cycle thermo-

dynamique de Rankine utilisent un même fluide de travail de type organique.

[0021] Avantageusement, ledit fluide de travail est de l'eau, un fluide contenant du dioxyde de carbone ou un fluide frigorigène, par exemple du type R-1234yf.

[0022] Avantageusement, ledit deuxième évaporateur est installé sur un circuit de refroidissement dudit moteur thermique.

[0023] De préférence, ledit circuit de refroidissement comporte un boîtier de sortie de liquide de refroidissement, le deuxième évaporateur étant installé entre une sortie dudit boîtier de sortie de liquide de refroidissement et un radiateur dudit véhicule.

[0024] Avantageusement, ledit éjecteur comporte une tuyère convergente divergente.

[0025] De préférence, ladite machine de détente est une turbine axiale ou radiale, ou une machine à pistons.

[0026] De préférence, ledit dispositif de combinaison est une vanne trois voies.

[0027] De préférence, ladite machine de détente est reliée à une génératrice d'électricité ou au vilebrequin dudit moteur thermique.

[0028] On décrira ci-après, à titre d'exemples non limitatifs, une forme d'exécution de la présente invention, en référence aux figures annexées sur lesquelles :

[0029] [Fig.1] illustre schématiquement un système thermodynamique à boucle de Rankine tel que connu de l'art antérieur ;

[0030] [Fig.2] illustre schématiquement un système thermodynamique de climatisation à éjecteur tel que connu de l'art antérieur ;

[0031] [Fig.3] illustre schématiquement un mode de réalisation du système thermodynamique selon l'invention ;

[0032] [Fig.4] est une représentation graphique du diagramme entropique du fluide de travail utilisé dans le système thermodynamique selon la présente invention ;

[0033] [Fig.5] est une représentation schématique illustrant l'apport du système à cycle de Rankine sur le rendement global du moteur thermique lorsque la source chaude est constituée par le liquide de refroidissement du moteur thermique ;

[0034] [Fig.6] est une représentation schématique illustrant l'apport du système à cycle de Rankine sur le rendement global du moteur thermique lorsque la source chaude est constituée par les gaz d'échappement du moteur thermique.

[0035] La [Fig.3] illustre schématiquement un mode de réalisation de la présente invention. Le système thermodynamique 30, selon l'invention, présente un circuit de climatisation 42, également dénommé boucle de climatisation, et une boucle de récupération 43, également appelée boucle de Rankine. Le circuit de climatisation 42 comporte un détenteur 36, un premier évaporateur 33, pour absorber la chaleur provenant de l'habitacle du véhicule, un éjecteur 31 et un condenseur 35. La boucle de récupération 43, quant à elle, est destinée à récupérer une énergie dissipée par le moteur thermique du véhicule et comprend une pompe 34 apte à augmenter la pression du fluide de

travail du système thermodynamique 30 et un deuxième évaporateur 32, également appelé bouilleur, pour coupler le fluide de travail à une source de chaleur du moteur thermique. La boucle de récupération 43 utilise également le condenseur 35. En outre, la boucle de récupération 43 comporte une machine de détente 39 apte à produire une détente productrice de travail, afin d'alimenter, par exemple, une génératrice d'électricité. Dans un mode de réalisation préféré, la machine de détente 39 est une turbine radiale ou axiale. La machine de détente 39 peut également être un expenseur à spirales, un expenseur à pistons, un expenseur à vis, un moteur Wankel ou une turbine à impulsion.

[0036] L'éjecteur 31 comporte une première entrée 45 reliée directement au premier évaporateur 33 et une deuxième entrée 44 reliée au deuxième évaporateur 32 par l'intermédiaire d'un dispositif de répartition 41, par exemple une vanne trois voies. L'éjecteur 31 comporte en outre une tuyère convergente puis divergente. Le fluide de travail pénétrant dans l'éjecteur 31 par la deuxième entrée 44 se détend de manière à aspirer le fluide de travail pénétrant dans l'éjecteur 31 par la première entrée 45. Le fluide de travail provenant de la première entrée 45 et de la deuxième entrée 44 se mélangent pour ensuite sortir par la sortie 46 de l'éjecteur 31. La sortie 46 est reliée au condenseur 35 par l'intermédiaire d'un dispositif de combinaison 40, par exemple une vanne trois voies.

[0037] La circulation du fluide de travail dans la boucle de climatisation 42 est décrite ci-après. Après avoir traversé le détendeur 36, le fluide de travail passe à l'intérieur de l'évaporateur 33 au sein duquel le fluide absorbe la chaleur de l'air habitacle en changeant d'état physique, c'est-à-dire en passant en phase gazeuse. En sortie de l'évaporateur 33, le fluide de travail circule jusqu'à l'éjecteur 31 qui le comprime. Le fluide de travail sous forme de gaz haute pression, en sortie de la machine de détente 39, est introduit dans le condenseur 35 au sein duquel le gaz cède sa chaleur à l'air extérieur traversant le condenseur 35 grâce à l'avancement du véhicule et/ou au fonctionnement du groupe moto-ventilateur.

[0038] La circulation du fluide de travail dans la boucle de récupération 43 est décrite ci-après. Le fluide de travail en la sortie du condenseur 35 est comprimé par la pompe 34 afin d'en augmenter la pression. Le fluide passe alors à travers l'évaporateur 32 dans lequel il est chauffé et vaporisé grâce à un échange de chaleur entre la source de chaleur et le fluide de travail. A la sortie de l'évaporateur 32, le fluide de travail possède une enthalpie plus élevée et passe alors, en partie, dans la machine de détente 39, par exemple une turbine, dans laquelle il subit une détente productrice de travail. La machine de détente 39 entraîne généralement une génératrice électrique qui permet de réinjecter la puissance sous forme électrique. Le fluide de travail à la sortie de la machine de détente 39 est ensuite condensé dans le condenseur 35 pour ensuite être de

nouveau comprimé.

- [0039] La configuration du système thermodynamique 30 permet ainsi d'avoir un fonctionnement simultané de la boucle de récupération 43 et de la boucle de climatisation 42. Le condenseur 35 est commun à la boucle de récupération 43 et de la boucle de climatisation 42 permettant ainsi de réduire le nombre de composants et ainsi diminuer la masse transportée par le véhicule. En outre, l'éjecteur 31 remplace avantageusement le compresseur que l'on retrouve classiquement dans une boucle de climatisation permettant ainsi un gain de masse et une simplification de la maintenance de ladite boucle de climatisation. Le fluide de travail, à haute pression en sortie du deuxième évaporateur 32, est réparti entre la machine de détente 39 et l'éjecteur 31 grâce au dispositif de répartition 41. Le dispositif de répartition 41 est relié, d'une part, directement à la machine de détente 39, et d'autre part, directement à la deuxième entrée 44 de l'éjecteur 31. Par ailleurs, la sortie 46 de l'éjecteur 31 est reliée directement au dispositif de combinaison 40. La sortie de la machine de détente 39 est également reliée directement au dispositif de combinaison 40.
- [0040] Suivant un mode de réalisation particulier, le deuxième évaporateur 32 est installé sur un circuit de refroidissement du moteur thermique, notamment entre une sortie du boîtier de sortie de liquide de refroidissement et le radiateur du véhicule. Alternativement, le deuxième évaporateur 32 est installé sur une ligne d'échappement du moteur thermique, notamment en aval d'un catalyseur par exemple de type SCR pour système de "Réduction Catalytique Sélective", ou autre, afin ne pas perturber son fonctionnement. En variante, le deuxième évaporateur 32 combine un évaporateur monté sur le circuit de refroidissement du moteur thermique et un évaporateur installé sur la ligne d'échappement
- [0041] Etant donné que la machine de détente 39 peut être montée sur la façade accessoires du moteur thermique, le travail produit lors de la détente du fluide de travail peut être directement réinjecté mécaniquement via le dispositif de transmission, notamment à courroie ou à chaîne, entre le compresseur et le vilebrequin du moteur thermique.
- [0042] Le système 43 à cycle de Rankine et le circuit de climatisation 42 utilisent un même fluide de travail de type organique. Le fluide de travail est avantageusement un fluide frigorigène, par exemple du type 1234yf. La [Fig.4] montre le diagramme entropique ou diagramme T (Température)-S (Entropie) d'un tel fluide de nature isentropique. On observe que la pente du diagramme dans la partie qui délimite la zone diphasique Z_D (liquide-vapeur) de la zone vapeur Z_V est verticale (pente infinie). La zone du diagramme Z_L correspond à la zone à l'état liquide.
- [0043] Les figures 5 et 6 mettent en évidence le gain énergétique apporté par le système 43 à cycle de Rankine. Dans un moteur thermique conventionnel, de l'énergie est rejetée sous forme de chaleur majoritairement via le liquide de refroidissement moteur et les

gaz d'échappement. Le système 43 permet de récupérer une partie de cette énergie thermique pour la transformer en énergie mécanique et la réinjecter sur la chaîne de traction afin d'améliorer le rendement global du groupe motopropulseur.

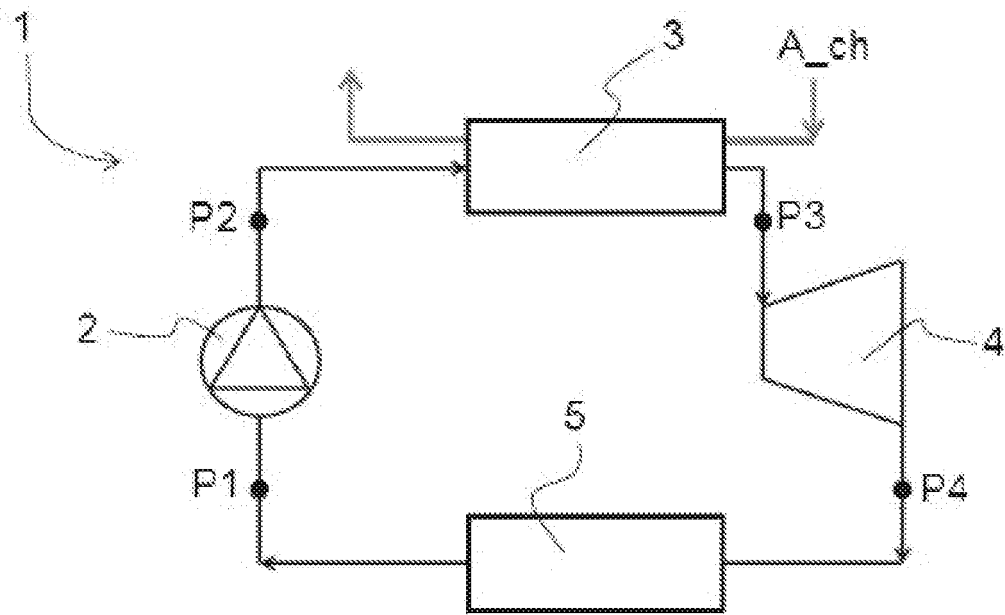
- [0044] Ainsi, comme cela est représenté sur la [Fig.5], lorsque le carburant génère une puissance 100 kW, une partie de cette puissance (33 kW) est perdue à l'échappement Ech et une partie de cette puissance (37 kW) est utile à la rotation Rot du moteur. Dans le cas où le deuxième évaporateur 32 est disposé sur le circuit de refroidissement Ref du moteur, le système à boucle de Rankine 43, qui a un rendement de 5%, permet de récupérer 1,5 kW de puissance mécanique pour la rotation Rot du moteur thermique, le reste étant rejeté sous forme de chaleur Chal.
- [0045] Alternativement, comme cela est représenté sur la [Fig.6], dans le cas où le deuxième évaporateur 32 est disposé sur le conduit d'échappement Ech, le système à boucle de Rankine 43, qui a alors un rendement augmenté de 18%, permet de récupérer 1,5 kW de puissance mécanique pour la rotation Rot du moteur thermique.

Revendications

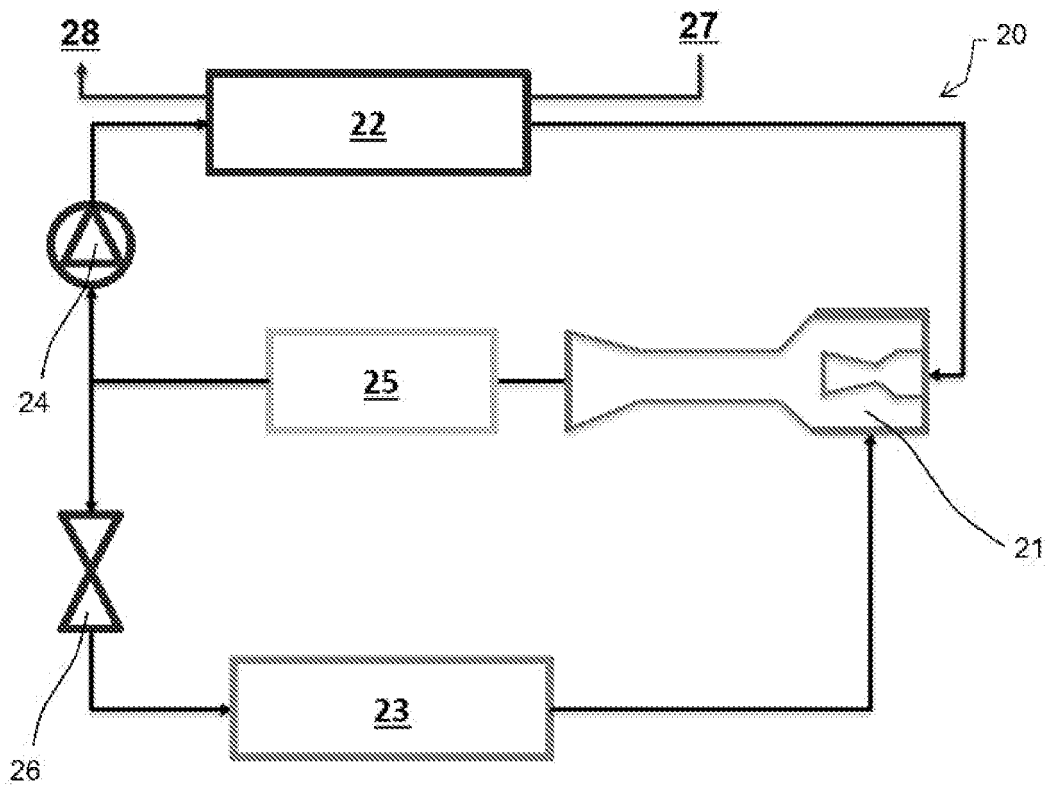
- [Revendication 1] Système thermodynamique (30) pour véhicule, notamment automobile, muni d'un moteur thermique comportant :
- un circuit de climatisation (42) comprenant :
 - un premier évaporateur (33) apte à absorber une chaleur provenant de l'habitacle dudit véhicule,
 - un détendeur (36), et
 - un éjecteur (31),
 - un système à cycle thermodynamique de Rankine (43) apte à récupérer une énergie provenant dudit moteur thermique comprenant :
 - une machine de détente (39), telle qu'une turbine,
 - une pompe (34) destinée à augmenter la pression d'un fluide de travail, et
 - un deuxième évaporateur (32) destiné à coupler ledit fluide de travail à une source de chaleur dudit moteur thermique,
- caractérisé en ce que ledit système thermodynamique (30) comporte en outre un condenseur (35) commun audit circuit de climatisation (42) et audit système à cycle thermodynamique de Rankine (43), ledit éjecteur (31) étant relié audit deuxième évaporateur (32) par l'intermédiaire d'un dispositif de répartition (41), ledit condenseur (35) étant relié directement à ladite pompe (34) elle-même reliée directement audit deuxième évaporateur (32), ladite machine de détente (39) étant reliée audit deuxième évaporateur (32) par l'intermédiaire dudit dispositif de répartition (41), ladite machine de détente (39) et ledit éjecteur (31) étant reliés audit condenseur (35) par l'intermédiaire d'un dispositif de combinaison (40), ledit dispositif de combinaison étant une vanne trois voies.
- [Revendication 2] Système thermodynamique (30) selon la revendication 1 caractérisé en ce que ledit éjecteur (31) comporte une première entrée (45) et une deuxième entrée (44), ladite première entrée (45) recevant un premier flux provenant dudit premier évaporateur (33) et ladite deuxième entrée (44) recevant un deuxième flux provenant dudit deuxième évaporateur (32).
- [Revendication 3] Système thermodynamique (30) selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que ledit circuit de climatisation (42) et ledit système à cycle thermodynamique de Rankine (43) utilisent un même fluide de travail de type organique.

- [Revendication 4] Système thermodynamique (30) selon la revendication 3 caractérisé en ce que ledit fluide de travail est de l'eau, un fluide contenant du dioxyde de carbone ou un fluide frigorigène, par exemple du type R-1234yf.
- [Revendication 5] Système thermodynamique (30) selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que ledit deuxième évaporateur (32) est installé sur un circuit de refroidissement dudit moteur thermique.
- [Revendication 6] Système thermodynamique (30) selon la revendication 5 caractérisé en ce que ledit circuit de refroidissement comporte un boîtier de sortie de liquide de refroidissement, le deuxième évaporateur (32) étant installé entre une sortie dudit boîtier de sortie de liquide de refroidissement et un radiateur dudit véhicule.
- [Revendication 7] Système thermodynamique (30) selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que ledit éjecteur (31) comporte une tuyère convergente divergente.
- [Revendication 8] Système thermodynamique (30) selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que ladite machine de détente (39) est une turbine axiale ou radiale ou une machine à pistons.
- [Revendication 9] Système thermodynamique (30) selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que ladite machine de détente (39) est reliée à une génératrice d'électricité ou au vilebrequin dudit moteur thermique.

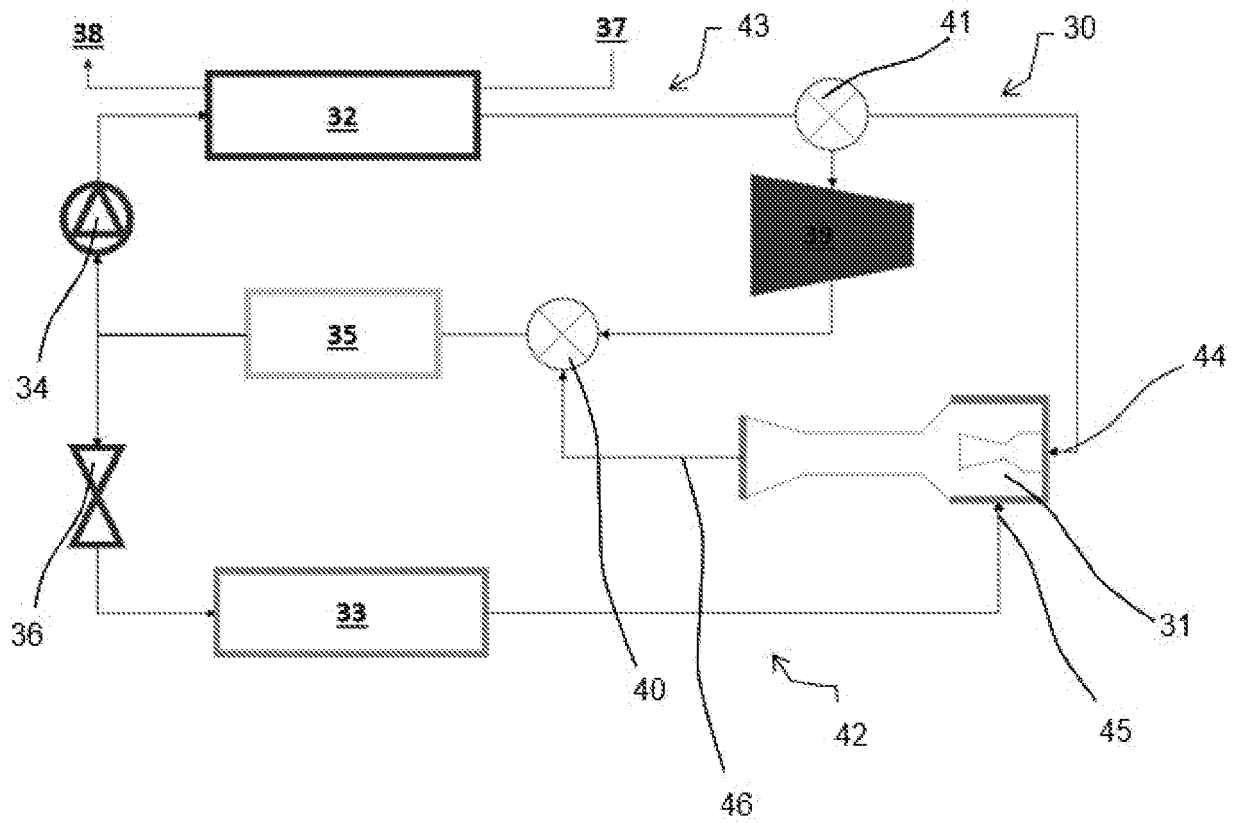
[Fig. 1]



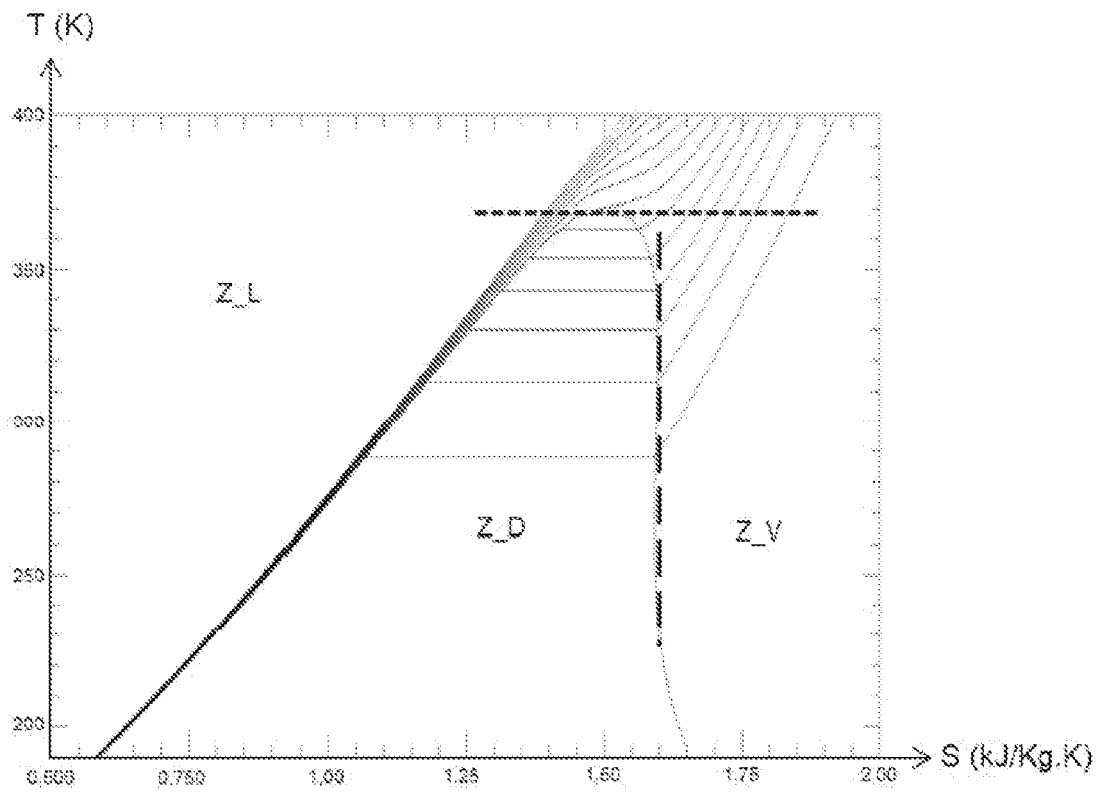
[Fig. 2]



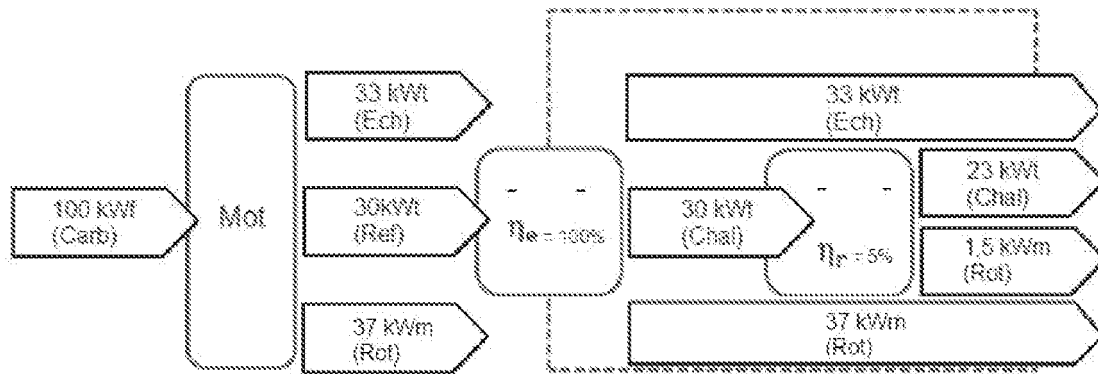
[Fig. 3]



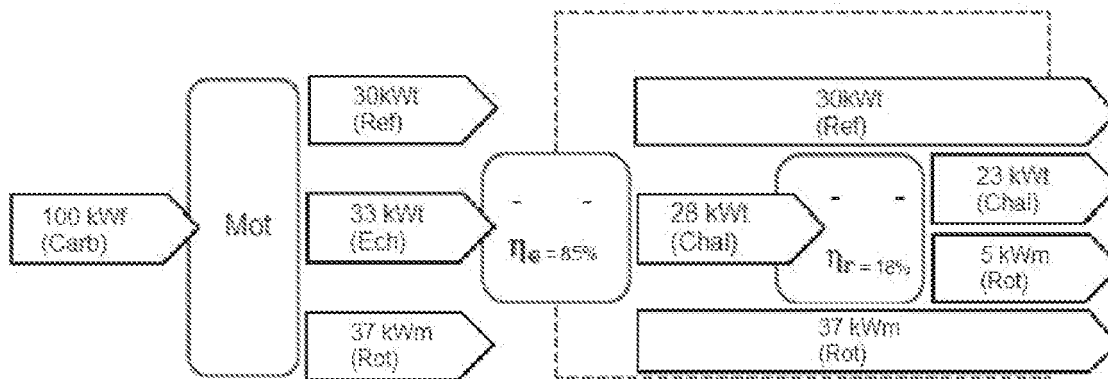
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



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**

US 2011/289953 A1 (ALSTON GERALD ALLEN
[US]) 1 décembre 2011 (2011-12-01)

WO 2013/046925 A1 (NISSAN MOTOR [JP];
NAGAI HIROYUKI ET AL.)
4 avril 2013 (2013-04-04)

US 4 523 437 A (BRILEY PATRICK B [US])
18 juin 1985 (1985-06-18)

**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