



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**24.08.2011 Bulletin 2011/34**

(51) Int Cl.:  
**F01K 13/00 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **11290052.7**

(22) Date de dépôt: **28.01.2011**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
 Etats d'extension désignés:  
**BA ME**

(71) Demandeur: **IFP Energies nouvelles**  
**92852 Rueil-Malmaison Cedex (FR)**

(72) Inventeurs:  
 • **Ternel, Cyprien**  
**92310 Servres (FR)**  
 • **Leduc, Pierre**  
**78650 Beynes (FR)**  
 • **Duparchy, Alexandre**  
**75018 Paris (FR)**

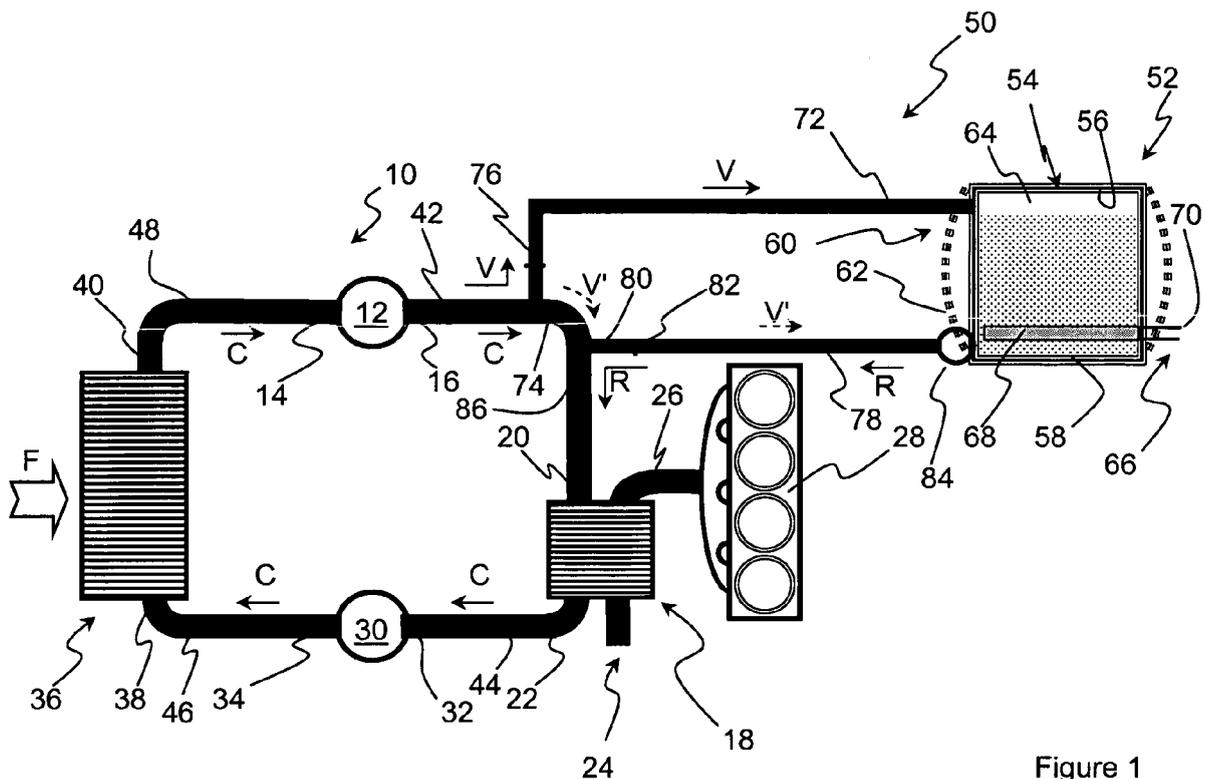
(30) Priorité: **11.02.2010 FR 1000572**

(54) **Dispositif de contrôle d'un fluide de travail à bas point de congélation circulant dans un circuit fermé fonctionnant selon un cycle de Rankine et procédé utilisant un tel dispositif**

(57) La présente invention concerne un dispositif de contrôle du fluide de travail à bas point de congélation circulant dans un circuit fermé (10) fonctionnant selon un cycle de Rankine, ledit circuit comprenant une pompe de compression (12) du fluide sous forme liquide, un échangeur de chaleur (22) balayé par une source chaude (28)

pour l'évaporation dudit fluide, des moyens de détente (30) du fluide sous forme vapeur, et un échangeur de refroidissement (40) balayé par une source froide (F) pour la condensation du fluide de travail.

Selon l'invention, le dispositif comprend un réservoir (52) de réception du fluide pour la vidange dudit circuit.



**Figure 1**

## Description

**[0001]** La présente invention se rapporte à un dispositif de contrôle d'un fluide de travail à bas point de congélation, en particulier de l'eau, contenu dans un circuit fermé fonctionnant selon un cycle de Rankine et à un procédé utilisant un tel dispositif.

**[0002]** Elle vise notamment l'association de ce dispositif à un moteur à combustion interne, en particulier pour véhicule automobile.

**[0003]** Comme cela est connu, le cycle de Rankine est un cycle thermodynamique à circuit fermé ayant pour particularité de faire appel à un changement de phase (liquide/vapeur) d'un fluide de travail.

**[0004]** Ce cycle se décompose généralement en une étape durant laquelle le fluide de travail utilisé, ici de l'eau sous forme liquide, est comprimée de manière isentropique, suivie d'une étape où cette eau comprimée est chauffée et vaporisée au contact d'une source de chaleur, cette vapeur d'eau est ensuite détendue, au cours d'une autre étape, de manière isentropique dans une machine de détente, puis, dans une dernière étape, cette vapeur détendue est refroidie et condensée au contact d'une source froide.

**[0005]** Pour réaliser ces différentes étapes, le circuit comprend une pompe volumétrique (ou compresseur) pour comprimer l'eau sous forme liquide, un échangeur de chaleur (ou évaporateur) qui est balayé par un fluide chaud pour réaliser la vaporisation au moins partielle de l'eau comprimé, une machine de détente pour détendre la vapeur, telle qu'une turbine, qui transforme l'énergie de cette vapeur en une autre énergie, comme une énergie mécanique ou électrique, et un autre échangeur de chaleur (ou condenseur) grâce auquel la chaleur contenue dans la vapeur est cédée à une source froide, généralement de l'air extérieur qui balaye ce condenseur, pour transformer cette vapeur en de l'eau sous forme liquide.

**[0006]** Il est également connu, notamment par le document FR 2 884 555, d'utiliser l'énergie calorifique véhiculée par les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne, en particulier celui utilisé pour des véhicules automobiles, comme source chaude pour assurer le chauffage et la vaporisation du fluide traversant l'évaporateur.

**[0007]** Ceci permet d'améliorer l'efficacité énergétique de ce moteur en récupérant une grande partie de l'énergie perdue à l'échappement pour la transformer en une énergie qui peut être utilisée pour le véhicule automobile au travers du circuit à cycle de Rankine.

**[0008]** Le choix de ce fluide de travail, qui subit une succession de transformation de phase liquide/vapeur, est donc déterminant.

**[0009]** En effet, la courbe de saturation de ce fluide doit être optimisée en fonction de la température de la source chaude et de la source froide.

**[0010]** A ce titre, l'utilisation d'un fluide de travail aqueux dans un circuit à cycle de Rankine présente

l'avantage d'avoir des caractéristiques permettant d'obtenir une courbe de saturation maximale tout en présentant l'avantage d'être non dangereuse.

**[0011]** Cependant, l'eau a pour spécificité d'avoir un point de congélation à des températures basses (aux environs de 0°C) et il est habituel de lui ajouter des additifs antigel, comme du glycol, pour baisser ce point de congélation à des niveaux de températures acceptables, de l'ordre de -15 à -30°C.

**[0012]** L'ajout de tels additifs a pour inconvénients de changer les caractéristiques de l'eau, en particulier ses caractéristiques de vaporisation, et la source chaude provenant des gaz d'échappement peut s'avérer insuffisante pour réaliser de manière satisfaisante cette vaporisation.

**[0013]** De plus au fil du temps, cette eau additivée subit un vieillissement imprévisible au fur et à mesure des changements de phases liquide/vapeur. Ce vieillissement imprévisible peut entraîner des changements de phases incomplets de cette eau, ce qui génère un dysfonctionnement du circuit à cycle de Rankine.

**[0014]** La présente invention se propose de remédier aux inconvénients ci-dessus grâce à un dispositif et à un procédé qui limitent, voire empêchent, le gel du fluide de travail sans que cela entraîne une modification de ses caractéristiques de transformation de phase liquide/vapeur.

**[0015]** A cet effet, l'invention concerne un dispositif de contrôle du fluide de travail à bas point de congélation circulant dans un circuit fermé fonctionnant selon un cycle de Rankine, ledit circuit comprenant une pompe de compression du fluide sous forme liquide, un échangeur de chaleur balayé par une source chaude pour l'évaporation dudit fluide, des moyens de détente du fluide sous forme vapeur, et un échangeur de refroidissement balayé par une source froide pour la condensation du fluide de travail, caractérisé en ce qu'il comprend un réservoir de réception du fluide pour la vidange dudit circuit.

**[0016]** Le réservoir peut être un réservoir calorifugé, un réservoir expansible, un réservoir comprenant une contenance plus grande que le volume du fluide contenu dans le circuit.

**[0017]** Le réservoir peut comporter un système de chauffage pour le fluide qui y est contenu.

**[0018]** Le dispositif peut comprendre au moins une conduite pour relier le circuit au réservoir.

**[0019]** Le dispositif peut comprendre une conduite pour la vidange du fluide du circuit dans le réservoir et une conduite pour le remplissage du circuit par le fluide de ce réservoir.

**[0020]** De manière préférentielle, la conduite peut comprendre une vanne.

**[0021]** Au moins une des conduites peut comprendre une pompe de circulation de fluide.

**[0022]** Au moins une des conduites peut être reliée en un point d'une conduite de circulation entre la pompe de compression et l'échangeur de chaleur pour l'évaporation dudit fluide.

**[0023]** La conduite de circulation peut porter une vanne placée entre le point et l'échangeur de chaleur pour l'évaporation dudit fluide.

**[0024]** Préférentiellement, le fluide de travail peut être de l'eau dépourvue d'additif antigel.

**[0025]** La source chaude peut provenir des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne.

**[0026]** L'invention concerne également un procédé de contrôle d'un fluide de travail à bas point de congélation circulant dans un circuit fermé fonctionnant selon un cycle de Rankine, ledit circuit comprenant une pompe de compression du fluide sous forme liquide, un échangeur de chaleur balayé par une source chaude pour l'évaporation dudit fluide, des moyens de détente du fluide sous forme vapeur, et un échangeur de refroidissement balayé par une source froide pour la condensation du fluide de travail, caractérisé en ce qu'il consiste, lors de l'arrêt du fonctionnement du circuit, à transférer au moins une partie du fluide contenu dans ledit circuit vers un réservoir.

**[0027]** Le procédé peut consister à transférer le fluide vers le réservoir, lors de l'arrêt du fonctionnement du circuit, lorsque la température ambiante est inférieure à la température de congélation du fluide.

**[0028]** Le procédé peut consister à transférer le fluide contenu dans le réservoir vers le circuit lors de la mise en fonctionnement du circuit.

**[0029]** Le procédé peut consister à faire circuler le fluide dans une conduite reliant le circuit au réservoir sous l'action de la pompe de compression.

**[0030]** Le procédé peut consister à faire circuler le fluide dans une conduite reliant le circuit au réservoir sous l'action d'une pompe de circulation portée par ladite conduite.

**[0031]** Le procédé peut consister à transférer par gravité le fluide contenu dans le réservoir vers le circuit lors de la mise en fonctionnement du circuit.

**[0032]** Les autres caractéristiques et avantages de l'invention vont apparaître à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre uniquement illustratif et non limitatif, et à laquelle sont annexées :

- la figure 1 qui montre un dispositif de contrôle d'un circuit fermé fonctionnant selon un cycle de Rankine, et
- la figure 2 qui illustre une variante du dispositif de la figure 1.

**[0033]** Sur la figure 1, le circuit fermé à cycle de Rankine 10 comprend une pompe de circulation et de compression 12 (ou compresseur) d'un fluide de travail avec une entrée 14 du fluide de travail sous forme liquide et une sortie 16 de ce fluide de travail également sous forme liquide mais comprimé sous une pression élevée. Ce compresseur est avantageusement entraîné en rotation par un moteur électrique (non représenté).

**[0034]** Ce circuit comporte aussi un échangeur de chaleur 18, dénommé évaporateur, traversé par le fluide de travail comprimé entre une entrée 20 de ce fluide liquide

et une sortie 22 au travers de laquelle le fluide de travail ressort de cet évaporateur sous forme de vapeur comprimée. Cet évaporateur est parcouru par une source chaude 24 provenant des gaz d'échappement circulant dans la ligne d'échappement 26 d'un moteur à combustion interne 28 et plus particulièrement d'un moteur pour véhicule automobile.

**[0035]** Ce circuit comporte également une machine de détente 30, baptisée détenteur, recevant par son entrée 32 le fluide de travail sous forme de vapeur comprimée à haute pression, ce fluide ressortant par la sortie 34 de ce détenteur sous forme de vapeur détendue à basse pression.

**[0036]** Avantageusement, ce détenteur peut être sous la forme d'une turbine de détente dont le rotor est entraîné en rotation par le fluide de travail sous forme de vapeur en entraînant un arbre de liaison (non représenté). De manière préférentielle, cet arbre permet de transmettre l'énergie récupérée à tout dispositif transformateur, comme par exemple une génératrice électrique.

**[0037]** Le circuit comporte encore un échangeur de refroidissement 36, ou condenseur, avec une entrée 38 pour la vapeur basse pression détendue et une sortie 40 pour le fluide de travail transformé sous forme liquide après son passage dans ce condenseur. Ce condenseur est balayé par une source froide, généralement un fluide froid (Flèche F) avec de l'air à température ambiante, de manière à refroidir la vapeur détendue pour qu'elle se condense et se transforme en liquide.

**[0038]** Des conduites de circulation de fluide 42, 44, 46 et 48 permettent de relier successivement les différents éléments de ce circuit pour que le fluide circule selon le sens indiqué par les flèches C. Plus précisément, la conduite 42 relie la sortie du compresseur à l'entrée de l'évaporateur, la conduite 44 raccorde la sortie de cet évaporateur à l'entrée du détenteur, la conduite 46 établit une liaison entre la sortie du détenteur et l'entrée 42 du condenseur et la conduite 48 connecte la sortie du condenseur avec l'entrée du compresseur.

**[0039]** Dans la suite de la description, il est fait mention de l'eau comme fluide de travail à bas point de congélation (aux environs de 0°C) circulant dans ce circuit. Cette eau possède la particularité de ne comporter aucun additif et plus particulièrement aucun additif évitant son gel. A titre de fluide de travail, tout autre fluide à changement de phase (liquide/vapeur) sans additif antigel, pouvant geler à basse température (aux environs de 0°C), peut être utilisé, comme par exemple des fluides organiques.

**[0040]** Comme illustré sur cette figure, un dispositif de contrôle du fluide de travail 50 avec des moyens de stockage de l'eau contenue dans le circuit est associé à ce circuit.

**[0041]** Ces moyens comprennent un réservoir fermé de stockage 52 de l'eau recueillie après la vidange du circuit. Ce réservoir permet de conserver cette eau à l'état liquide même lorsque la température ambiante est à un niveau pouvant entraîner son gel ou de la laisser geler sans risque de détérioration du réservoir et/ou du circuit.

**[0042]** Plus précisément, le réservoir est un réservoir calorifugé 54 avec un revêtement périphérique 56 qui recouvre tout ou partie de ses parois 58 en l'isolant thermiquement de l'air ambiant.

**[0043]** Alternativement, le réservoir est un réservoir expansible 60 avec au moins une partie de ses parois 62 qui soit élastiquement déformable sous l'effet de l'augmentation de volume de l'eau gelée.

**[0044]** Il peut également être prévu d'utiliser un réservoir de grand volume. Ce réservoir a une configuration telle qu'il comprend un volume interne qui soit supérieur au volume de l'eau contenu dans le circuit en laissant subsister un ciel gazeux 64 entre le niveau de l'eau et la paroi supérieure de ce réservoir. Ce ciel gazeux comprend un volume au moins égale à l'augmentation de volume de l'eau après son gel.

**[0045]** Dans toutes les dispositions de réservoirs mentionnées ci-dessus, le réservoir peut comporter un système de chauffage 66 de liquide contenu dans le réservoir. Ce système comprend, à titre d'exemple, une résistance électrique de chauffage 68 placée à l'intérieur de ce réservoir et alimentée en courant par des conducteurs électriques 70.

**[0046]** Bien entendu, tous moyens de contrôle à la portée de l'homme du métier sont connectés à ce système de chauffage pour le réguler et/ou le mettre en action avec par exemple une mesure de la température ambiante grâce à un capteur de température.

**[0047]** Ce réservoir est relié à la conduite de circulation 42 par une conduite de vidange 72 partant de la partie haute de ce réservoir et arrivant à un point de raccordement 74 avec la conduite 42. Cette conduite de vidange porte une vanne 76 à deux positions, de pleine ouverture et de pleine fermeture, permettant de contrôler la circulation de l'eau dans cette conduite. Une conduite de remplissage 78 relie également le fond du réservoir à un point de jonction 80 avec la conduite 42. Cette conduite de remplissage comporte également une vanne 82 à deux positions, de pleine ouverture et de pleine fermeture, et une pompe de circulation 84, de préférence électrique, qui permet de gérer la circulation de l'eau dans cette conduite. De manière préférentielle, les conduites de vidange et de remplissage peuvent être calorifugées de façon à limiter le gel de l'eau contenue dans ces conduites.

**[0048]** Enfin, la conduite 42 porte une vanne de contrôle 86 placée en aval des deux points de jonction et de raccordement et en amont de l'entrée 20 de l'évaporateur 18.

**[0049]** Bien entendu, les vannes 76, 82 et 86 sont commandées par tous moyens connus, comme des moteurs électriques, sous le contrôle d'une unité de calcul et plus particulièrement du calculateur du moteur à combustion interne.

**[0050]** De même, cette unité de calcul contrôle les moteurs d'entraînement du compresseur 12 et de la pompe 84.

**[0051]** En fonctionnement, l'eau circule uniquement

dans le circuit selon un sens horaire en considérant la figure 1 (flèches C). Pour cela, les vannes de vidange 76 et de remplissage 82 sont dans une position de fermeture pour les conduites 72 et 78 alors que la vanne 86 est dans une position d'ouverture pour la conduite 42. La pompe 84 est inactive et le compresseur 12 est entraîné en rotation par son moteur électrique.

**[0052]** Dans cette configuration, l'eau sort du compresseur 12 sous forme liquide avec une pression de l'ordre de 10 bars et une température voisine de 50°. Cette eau comprimée circule dans la conduite 42 pour aboutir à l'évaporateur 22 de par l'ouverture de la vanne de contrôle 86 et ne peut pas circuler dans les conduites 72 et 78 fermées par les vannes 76 et 82. Cette eau comprimée traverse l'évaporateur de manière à se transformer en vapeur sous l'effet de la chaleur balayant cet évaporateur et provenant des gaz d'échappement du moteur 28. La vapeur d'eau qui sort de l'évaporateur est véhiculée par la conduite 44 pour traverser le détendeur 30 en lui transmettant l'énergie qu'elle contient. La vapeur d'eau détendue sortant de ce détendeur circule dans la conduite 46 pour traverser le condenseur 36 dans lequel elle se transforme en une eau liquide. Cette eau liquide est ensuite amenée par la conduite 48 au compresseur 12 pour y être comprimé.

**[0053]** Lors de l'arrêt du fonctionnement du circuit à cycle de Rankine, l'unité de calcul commande la vanne de contrôle 86 pour qu'elle interdise toute circulation de l'eau comprimée contenue dans la conduite 42 vers l'entrée de l'évaporateur 18 tout en maintenant la position de fermeture de la vanne de remplissage 82 pour la conduite de remplissage 78 ainsi que l'inaction de la pompe 84.

**[0054]** Cette unité commande également la vanne de vidange 76 pour qu'elle soit en position d'ouverture de la conduite de vidange 72 de façon à établir une communication entre la conduite 42 et le réservoir 52 au travers du point raccordement 74 et de cette conduite de vidange 72.

**[0055]** L'entraînement du compresseur 12 est maintenu et l'eau qui sort du compresseur 12 est introduite dans la conduite de remplissage 72 au travers du point 74 pour être transférée dans réservoir, ici dans le haut du réservoir, selon les flèches V de la figure 1.

**[0056]** Bien étendu, il est à la portée de l'homme du métier de calculer le moment où l'entraînement du compresseur est arrêté pour procéder à la vidange complète de l'eau du circuit et son stockage dans le réservoir, ou, tout du moins de manière à ce qu'il ne reste dans le circuit qu'un volume d'eau minime qui, s'il venait à geler, n'endommagerait pas les éléments du circuit.

**[0057]** De même, l'homme du métier placera au plus près de la sortie 16 du compresseur 12 les points de raccordement 74 et de piquage 80 ainsi que la vanne de contrôle 86 et limitera l'étendue des conduites 72 et 78. Ceci permet de limiter les zones où l'eau résiduelle peut geler.

**[0058]** L'eau stockée dans le réservoir et qui est initia-

lement à la température de sortie du compresseur (de l'ordre de 50°C), est alors protégée des risques de gel par le calorifugeage 56 du réservoir calorifugé 54 ou peut geler, soit en déformant les parois du réservoir déformable 60, soit en occupant le volume du ciel gazeux 64 du réservoir de grand volume sans porter atteinte à l'intégrité de ce réservoir.

**[0059]** Bien entendu, il peut être envisagé de mettre en fonctionnement le système de chauffage 66 lorsque ses moyens de contrôle détecteront une température de l'air ambiant susceptible de générer le gel de cette eau. Dans le cas d'un gel de l'eau dans le réservoir, le système de chauffage 66 est actionné par le calculateur de manière à réaliser le dégel de cette eau pour assurer le démarrage du circuit 10.

**[0060]** Lors de la remise en fonctionnement du circuit à cycle de Rankine, la vanne de contrôle 86 est en position d'ouverture de la conduite de circulation 42, la vanne 76 est placée en position de fermeture de la conduite de remplissage 72 et la vanne 82 est mise dans une position d'ouverture de la conduite de remplissage 78.

**[0061]** Le compresseur 12 ainsi que la pompe 84 sont mis en action avec pour résultat d'introduire dans la conduite 42, au travers du point de jonction 80, l'eau contenue dans le réservoir. Cette eau est soutirée du réservoir sous l'action de la pompe pour circuler dans la conduite de remplissage 78 puis circule dans la conduite 42 selon les flèches R de la figure 1. Cette eau introduite dans la conduite 42 est ensuite mise en circulation dans le circuit 10 sous l'effet du compresseur 12 en subissant les différents changements de phase, comme mentionné ci-dessus.

**[0062]** L'homme du métier paramétrera le temps de fonctionnement de la pompe 84 pour déterminer son arrêt après la réintroduction de la totalité de l'eau du réservoir dans le circuit 10. Il pourra alternativement placer un moyen de détection dans le réservoir, comme un flotteur, qui commandera l'interruption de l'entraînement de la pompe 84 lorsque ce flotteur ne détectera aucune présence d'eau dans le réservoir.

**[0063]** Dans le cadre de la figure 1, il peut être prévu de supprimer la conduite vidange 72 et sa vanne 76 et de n'utiliser que la conduite 78 avec sa vanne 82 et sa pompe 84 en tant que conduite de vidange et de remplissage avec la particularité que la pompe 84 est une pompe bidirectionnelle.

**[0064]** Dans ce cas, lors de l'arrêt du fonctionnement du circuit, la vanne 86 est placée dans une position de fermeture de la conduite 42 et la vanne 82 est en position d'ouverture de la conduite 42. Le compresseur 12 et la pompe 84 sont actionnés dans un même sens de rotation pour introduire l'eau du circuit dans la conduite 78 puis dans le fond du réservoir 52 selon les flèches V'.

**[0065]** Lors du redémarrage de ce circuit, la vanne 82 reste en position d'ouverture de la conduite 78 et la vanne 86 bascule en une position de pleine ouverture de la conduite de circulation 42.

**[0066]** Le compresseur est actionné dans le même

sens que pour la vidange et la pompe est commandée dans un sens inverse à celui de la vidange de manière à extraire l'eau contenue dans le réservoir pour la faire circuler dans la conduite 78 selon les flèches R, comme précédemment mentionné.

**[0067]** La variante de la figure 2 se différencie de l'exemple de la figure 1 par un positionnement spécifique du réservoir 52 et par la suppression de la pompe de circulation sur la conduite de remplissage 78.

**[0068]** Comme visible sur cette figure 2, le réservoir est positionné par rapport au circuit 10 d'une façon telle que le point de liaison 88 de la conduite de remplissage 78 avec le réservoir, placé ici dans le fond de ce réservoir, est situé au dessus du point de jonction 80 de cette conduite avec la conduite de circulation 42.

**[0069]** Pour cette variante, le fonctionnement du circuit est semblable à celui de la figure 1 avec les fermetures des vannes 76 et 82, l'ouverture de la vanne 86 et une circulation de l'eau selon les flèches C sous l'action du compresseur 12.

**[0070]** L'étape de vidange de l'eau dans le réservoir 52 pour l'arrêt du fonctionnement du circuit est également identique à celle de la figure 1 avec les fermetures des vannes 82 et 86, l'ouverture de la vanne 76 et une mise en action du compresseur 12 pour obtenir une circulation de l'eau selon les flèches V.

**[0071]** Pour l'étape de remplissage du circuit, la vanne 76 est en position de fermeture de la conduite 72, les vannes 82, 86 sont en position d'ouverture des conduites 78 et 42 et le compresseur 12 est actionné.

**[0072]** De par la gravité, l'eau contenue dans le réservoir s'écoule au travers du point de liaison 88 et circule dans la conduite de remplissage 78 puis dans la conduite de circulation 42 selon les flèches R.

**[0073]** Bien entendu et cela sans sortir du cadre de l'invention, il peut être envisagé de procéder, après l'arrêt du fonctionnement du circuit, à sa vidange que si la température ambiante est susceptible d'entraîner le gel de l'eau contenu dans le circuit, notamment lorsqu'elle est inférieure à sa température de congélation.

**[0074]** Pour cela, il peut être utilisé un capteur de température dédié à cette mesure ou le capteur qui est associé au système de chauffage 66.

## Revendications

1. Dispositif de contrôle du fluide de travail à bas point de congélation circulant dans un circuit fermé (10) fonctionnant selon un cycle de Rankine, ledit circuit comprenant une pompe de compression (12) du fluide sous forme liquide, un échangeur de chaleur (18) balayé par une source chaude (24) pour l'évaporation dudit fluide, des moyens de détente (30) du fluide sous forme vapeur, et un échangeur de refroidissement (36) balayé par une source froide (F) pour la condensation du fluide de travail, **caractérisé en ce qu'il** comprend un réservoir (52) de réception du fluide

- de pour la vidange dudit circuit.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le réservoir est un réservoir calorifugé (54). 5
  3. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le réservoir est un réservoir expansible (60).
  4. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le réservoir comprend une contenance plus grande que le volume du fluide contenu dans le circuit. 10
  5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le réservoir (52) comporte un système de chauffage (66) pour le fluide qui y est contenu. 15
  6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins une conduite (72, 78) pour relier le circuit (10) audit réservoir. 20
  7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'il** comprend une conduite (72) pour la vidange du fluide du circuit (10) dans le réservoir et une conduite (78) pour le remplissage du circuit (10) par le fluide dudit réservoir. 25
  8. Dispositif selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** la conduite (72, 78) comprend une vanne (76, 82). 30
  9. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce qu'au** moins une des conduites (72, 78) comprend une pompe de circulation de fluide (84). 35
  10. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 9, **caractérisé en ce qu'au** moins une des conduites (72, 78) est reliée en un point (74, 80) d'une conduite de circulation (42) entre la pompe de compression (12) et l'échangeur de chaleur (18) pour l'évaporation dudit fluide. 40
  11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la conduite de circulation (42) porte une vanne (86) placée entre ledit point et l'échangeur de chaleur (18) pour l'évaporation dudit fluide. 45
  12. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le fluide est de l'eau dépourvue d'additif antigél. 50
  13. Dispositif de contrôle selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la source chaude (24) provient des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne (28). 55
  14. Procédé de contrôle d'un fluide de travail à bas point de congélation circulant dans un circuit fermé (10) fonctionnant selon un cycle de Rankine, ledit circuit comprenant une pompe de compression (12) du fluide sous forme liquide, un échangeur de chaleur (18) balayé par une source chaude (24) pour l'évaporation dudit fluide, des moyens de détente (30) du fluide sous forme vapeur, et un échangeur de refroidissement (36) balayé par une source froide (F) pour la condensation du fluide de travail, **caractérisé en ce qu'il** consiste, lors de l'arrêt du fonctionnement du circuit, à transférer au moins une partie du fluide contenu dans ledit circuit vers un réservoir (52).
  15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce qu'il** consiste à transférer le fluide vers le réservoir, lors de l'arrêt du fonctionnement du circuit, lorsque la température ambiante est inférieure à la température de congélation du fluide.
  16. Procédé selon la revendication 14 ou 15, **caractérisé en ce qu'il** consiste à transférer le fluide contenu dans le réservoir vers le circuit (10) lors de la mise en fonctionnement du circuit.
  17. Procédé selon l'une des revendications 14 à 16, **caractérisé en ce qu'il** consiste à faire circuler le fluide dans une conduite (72) reliant le circuit (10) au réservoir (52) sous l'action de la pompe de compression (12).
  18. Procédé selon l'une des revendications 14 à 16, **caractérisé en ce qu'il** consiste à faire circuler le fluide dans une conduite (78) reliant le circuit (10) au réservoir (52) sous l'action d'une pompe de circulation (84) portée par ladite conduite.
  19. Procédé selon l'une des revendications 14 à 17, **caractérisé en ce qu'il** consiste à transférer par gravité le fluide contenu dans le réservoir vers le circuit (10) lors de la mise en fonctionnement du circuit.

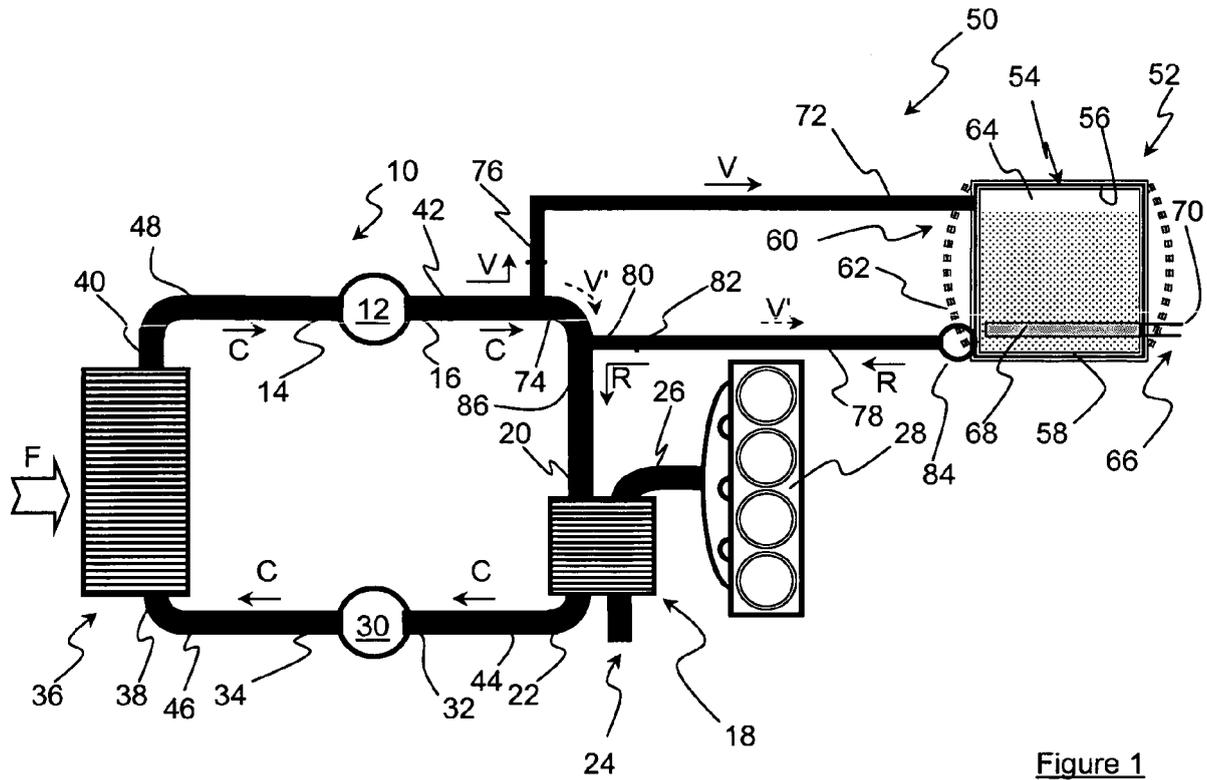


Figure 1

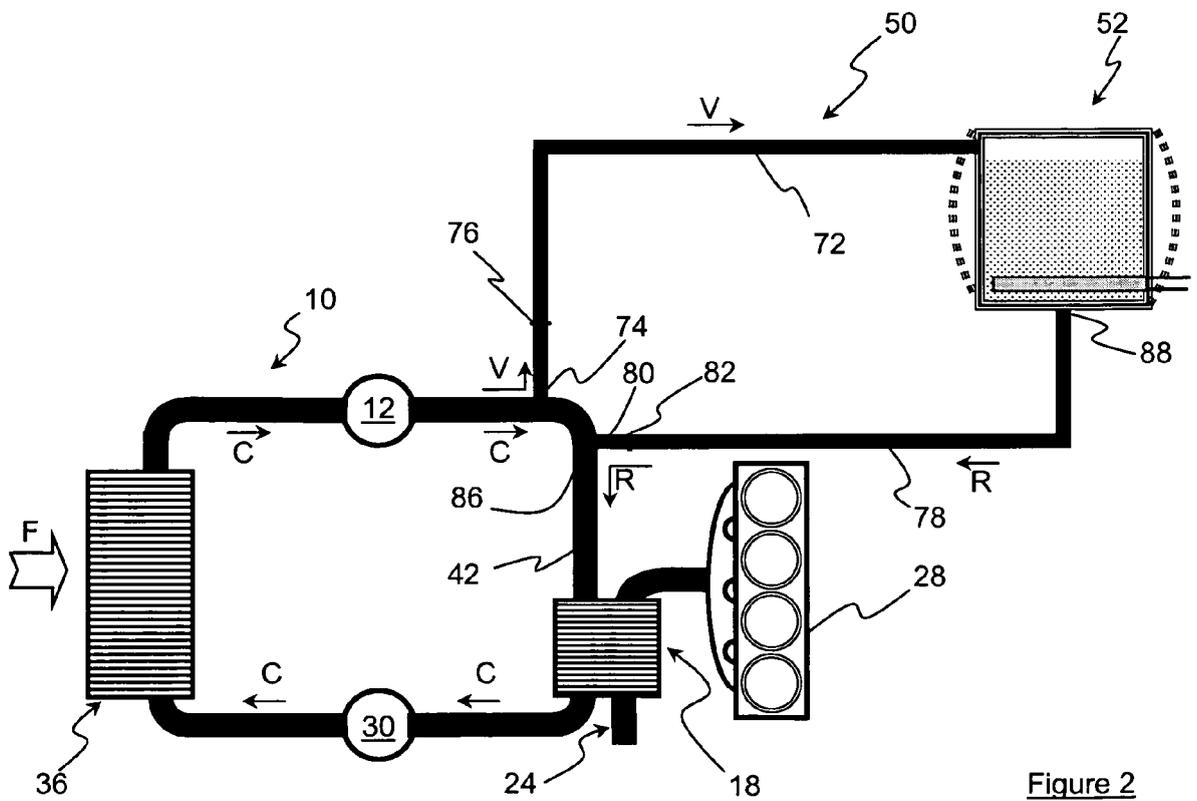


Figure 2



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 11 29 0052

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	DE 102 28 868 A1 (ENGINION AG [DE]) 22 janvier 2004 (2004-01-22) * alinéas [0002] - [0004], [0009], [0021], [0022], [0025] - [0027]; figure 1 *	1-4,6-8, 10-17	INV. F01K13/00
X	GB 750 071 A (SULZER FRÈRES S.A.) 6 juin 1956 (1956-06-06) * page 2, ligne 7 - ligne 67; figure 1 *	1,4,6,7, 12,14, 16,17	
X	EP 1 806 533 A1 (SIEMENS AG [DE]) 11 juillet 2007 (2007-07-11) * alinéas [0004], [0005], [0015], [0016]; figures 1,2 *	1,6-9, 12,14, 16,18	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F01K F22B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>7 avril 2011</b>	Examineur <b>Coquau, Stéphane</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

1  
EPO FORM 1503 03/82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 11 29 0052

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

07-04-2011

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 10228868 A1	22-01-2004	US 2004050050 A1	18-03-2004
GB 750071 A	06-06-1956	AUCUN	
EP 1806533 A1	11-07-2007	CN 101415992 A	22-04-2009
		EP 1969285 A2	17-09-2008
		WO 2007077248 A2	12-07-2007
		US 2009165460 A1	02-07-2009

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- FR 2884555 [0006]