

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①① N° de publication : **3 131 614**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **22 00080**

⑤① Int Cl⁸ : **F 16 K 17/18 (2022.01), F 16 K 31/06, F 25 B 41/22, 41/33, 41/345**

①② **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** **A1**

②② **Date de dépôt** : 06.01.22.

③③ **Priorité** :

④③ **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 07.07.23 Bulletin 23/27.

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

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

Demande(s) d'extension :

⑦① **Demandeur(s)** : SOFRIGAM SAS — FR.

⑦② **Inventeur(s)** : LABRANQUE Gilles.

⑦③ **Titulaire(s)** : SOFRIGAM SAS.

⑦④ **Mandataire(s)** : LLR.

⑤④ **Éléments de sécurité pour une machine thermique.**

⑤⑦ **Titre** : Éléments de sécurité pour une machine thermique.

L'invention porte sur une machine thermique 1 utilisant un fluide caloporteur 5 dont un circuit qui comprend, un évaporateur 3 et un réacteur 4 contenant un sorbant 10 pour le fluide et un condenseur 6 et en outre :

- un thermocouple 21, pour mesurer une température dans l'évaporateur et des moyens 26 pour arrêter de chauffer le sorbant lorsque cette température dépasse un seuil ;
et,

- un pressiomètre 22 pour mesurer une pression dans le réacteur et des moyens 26 pour arrêter de chauffer le sorbant lorsque cette pression dépasse un seuil.

Figure pour l'abrégé : figure 2

FR 3 131 614 - A1



Description

Titre de l'invention : Éléments de sécurité pour une machine thermique

- [0001] La présente invention concerne la conception et la fabrication d'une machine thermique utilisant un fluide caloporteur, notamment de l'ammoniac.
- [0002] De telles machines utilisent un fluide caloporteur qui est généralement dangereux pour les personnes et pour l'environnement. Il convient donc de prévoir des éléments de sécurité, pour éviter qu'un tel fluide se répande hors de la machine.
- [0003] Un but de l'invention est de proposer des éléments de sécurité adaptés à une machine thermique utilisant un fluide caloporteur, notamment de l'ammoniac, pour éviter toute fuite de ce liquide et pour préserver l'intégrité de la machine. Notamment, il faut développer une chaîne de sécurité pour éviter une surpression dans le système dans différents cas de fonctionnement ou de dysfonctionnements.
- [0004] Selon un premier objet de l'invention, une électrovanne de sécurité caractérisée comprend un corps, un piston, un premier raccord et un deuxième raccord, un passage pour un fluide entre les raccords dans le corps, ce passage comprenant une chambre d'obturation, une première partie du passage s'étendant entre le premier raccord et la chambre, une deuxième partie du passage s'étendant entre le deuxième raccord et la chambre, un siège étant formé autour d'un orifice par lequel la première partie du passage débouche sans la chambre, un électroaimant prévu, lorsqu'il est activé, pour déplacer le piston entre une position fermée dans laquelle il est en appui contre le siège, de sorte qu'il obture ledit orifice, et une position ouverte, dans laquelle le fluide peut librement circuler dans le passage, des premiers moyens pour maintenir le piston en position fermée, lorsque l'électroaimant n'est pas activé, et, des deuxièmes moyens pour maintenir le piston en position ouverte, lorsque l'électroaimant n'est pas activé.
- [0005] Les premiers moyens de maintien peuvent comprendre un ressort, de préférence de type hélicoïdal. Les deuxièmes moyens de maintien peuvent comprendre un aimant permanent.
- [0006] Le seuil est avantageusement formé, de préférence par usinage, d'une seule pièce avec le corps. Aussi, les raccords sont avantageusement formés, de préférence par soudage, d'une seule pièce avec le corps.
- [0007] L'électrovanne peut aussi comprendre une chemise et un écrou, la chemise comprenant un cylindre pour y faire coulisser le piston dans un prolongement de la chambre, et une collerette, l'écrou étant prévu pour maintenir la collerette en prise de façon étanche avec le corps. Elle peut aussi comprendre un bouchon prévu pour fermer de façon étanche le cylindre à l'opposé de la chambre.

- [0008] Selon un deuxième autre objet de l'invention, une machine thermique utilisant un fluide caloporteur et ayant un circuit qui comprend, à une extrémité aval, un évaporateur, et, à une extrémité amont, un réacteur pour adsorber une phase gazeuse du fluide et un condenseur disposé entre l'évaporateur et le réacteur, une conduite aval reliant l'évaporateur et le condenseur, une conduite amont reliant le condenseur et le réacteur ; et, une vanne selon l'invention disposée sur l'une des conduites pour réguler la circulation du fluide dans cette conduite.
- [0009] Selon un troisième objet de l'invention, une machine thermique utilisant un fluide caloporteur et ayant un circuit qui comprend, à une extrémité aval, un évaporateur, et, à une extrémité amont, un réacteur contenant un sorbant pour adsorber une phase gazeuse du fluide, des moyens pour chauffer le sorbant pour désorber le fluide, et un condenseur disposé entre l'évaporateur et le réacteur, une conduite aval reliant l'évaporateur et le condenseur, une conduite amont reliant le condenseur et le réacteur et en outre :
- [0010] - un thermocouple, pour mesurer la température dans l'évaporateur et des moyens pour arrêter le chauffage du sorbant, lorsque la température mesurée dépasse un seuil ; et,
- [0011] - un pressiomètre pour mesurer une pression dans le réacteur et des moyens pour arrêter le chauffage du sorbant, lorsque la pression mesurée dépasse un seuil.
- [0012] Une telle machine comprend avantageusement des moyens pour réguler la circulation du fluide dans les conduites ; ces moyens peuvent comprendre une électrovanne (24) et des moyens (9) pour commander ladite électrovanne. L'électrovanne est avantageusement une électrovanne de sécurité selon le premier objet de l'invention.
- [0013] Des modes de réalisation et des variantes seront décrits ci-après, à titre d'exemples non limitatifs, avec référence aux dessins annexés dans lesquels :
- [0014] [Fig.1] est une vue schématique d'une machine thermique selon l'invention ;
- [0015] [Fig.2] illustre un cycle de fonctionnement de la machine de la [Fig.1] ;
- [0016] [Fig.3] est une vue en perspective d'une électrovanne selon l'invention, qui équipe le circuit de la [Fig.1] ; et,
- [0017] [Fig.4] est une vue schématique en coupe de l'électrovanne de la [Fig.2].
- [0018] La [Fig.1] illustre une machine thermique 1 selon l'invention. Elle utilise un fluide caloporteur 5. Dans un mode de réalisation préféré, le fluide est de l'ammoniac ; il est contenu dans un circuit fermé 2. Le circuit comprend, à une extrémité aval V, un évaporateur 3, et, à une extrémité amont M, un réacteur 4. Le circuit 2 comprend aussi un condenseur 6 disposé entre l'évaporateur 3 et le réacteur 4. Une conduite aval 7 relie l'évaporateur et le condenseur. Une conduite amont 8 relie le condenseur 6 et le réacteur 4. La machine comprend aussi des moyens 12 pour chauffer le contenu du réacteur 4 ; ces moyens sont schématisés à la [Fig.1] par un serpentin 4A entourant le

réacteur. Un bloc de moyens de commande 9 régule et contrôle le fonctionnement de la machine.

- [0019] Les termes amont et aval, sont utilisés pour donner une orientation arbitraire au circuit et rendre plus claire la présente description de la machine 1.
- [0020] Dans l'exemple illustré, la machine 1 sert à maintenir une température de consigne, ici une température froide dans un caisson 11. Par température froide on doit comprendre une température inférieure à la température ambiante. À la [Fig.1], le caisson est symbolisé par un cadre en traits mixtes. L'évaporateur est un récipient disposé dans le caisson et apte à contenir le fluide caloporteur dans sa phase liquide et/ou dans sa phase gazeuse. Le réacteur 4 contient un sorbant 10. Il permet un stockage du fluide par adsorption du fluide, gazeux, par le sorbant.
- [0021] Dans une phase « froide », c'est-à-dire, lorsqu'on « produit du froid » dans le caisson 11, le fluide 5 contenu sous forme liquide dans l'évaporateur s'évapore. Cette vapeur se propage dans le circuit 2, d'aval V en amont M, selon les flèches notée FM, depuis l'évaporateur, jusqu'au réacteur où il est adsorbé par le sorbant 10, en libérant de la chaleur. La production de froid se continue jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de fluide 5 en phase liquide dans l'évaporateur 3.
- [0022] Dans une phase « recharge », on remplit l'évaporateur de fluide en phase liquide. Pour cela, on chauffe le réactif 10 à l'aide des moyens de chauffe 12, de façon à forcer la désorption du fluide. Le fluide est désorbé sous forme gazeuse, chaud, dans la conduite amont 8 ; il est condensé lors de son passage dans le condenseur 6 et relâché sous forme liquide au travers de la conduite aval 7 jusque dans l'évaporateur 3.
- [0023] Une valve 23 est disposée sur le circuit aval ; elle permet d'introduire ou de retirer du fluide du circuit 2.
- [0024] Les fluides caloporteurs sont généralement dangereux, pour l'environnement ou pour les utilisateurs ; c'est particulièrement le cas de l'ammoniac. La machine comprend des éléments de sécurité 21, 22, 24 qui en assurent un fonctionnement sans risque.
- [0025] Ainsi, parmi ces éléments de sécurité, la machine comprend :
- [0026] - un thermostat 21, pour surveiller la température du fluide dans l'évaporateur ;
- [0027] - un pressostat 22, pour surveiller la pression dans le réacteur ; et,
- [0028] - une électrovanne 24, disposée sur le circuit aval, à l'amont immédiat de la valve 23.
- [0029] On va maintenant décrire un cycle de fonctionnement général de la machine 1, en référence au graphique temporel de la [Fig.2].
- [0030] Comme illustré, ce cycle de la machine comprend cinq étapes principale T1-T5. À l'origine TO du graphique, le fluide est sensiblement entièrement adsorbé par le sorbant dans le réacteur 4.
- [0031] Une première étape T1 consiste donc à la désorption du fluide et au remplissage du récipient servant d'évaporateur 3. Dans cette première phase, on utilise les moyens de

chauffage 4A pour faire monter la température à l'intérieur du réacteur jusqu'à une valeur voisine de 180 degrés centigrades. La vanne étant en position ouverte, le fluide en phase gazeuse désorbé s'écoule d'amont M en aval ; il est d'abord liquéfié dans le condenseur 6, puis s'écoule au travers de la vanne 24 jusqu'à l'évaporateur qui se remplit progressivement de fluide dans sa phase liquide. À la fin de cette étape, la vanne 24 est refermée, de sorte qu'il n'y a plus la possibilité d'écoulement de fluide entre le réacteur et l'évaporateur, et réciproquement.

- [0032] Dans l'exemple de cycle illustré, la durée de la première étape T1 est d'environ 4 heures 30 minutes.
- [0033] Une deuxième étape T2 consiste à faire baisser la température dans le réacteur, afin que la température du réactif soit suffisamment basse pour qu'il puisse réadsorber le fluide, de préférence jusqu'à ce que le réacteur soit sensiblement à la température ambiante. Dans cette étape T2, la vanne 24 est maintenue fermée ; ainsi, la pression dans le circuit en amont de la vanne diminue progressivement, en dépression par rapport à la pression dans la partie du circuit qui est en aval de la vanne 24. Cette étape de refroidissement du réactif peut être facilitée par l'utilisation d'une ventilation forcée du réacteur, par exemple à l'aide de ventilateurs. À la fin de cette étape, la vanne 24 est rouverte, de sorte qu'il y a de nouveau la possibilité d'écoulement de fluide dans le circuit, notamment depuis l'évaporateur jusqu'au réacteur.
- [0034] Dans l'exemple de cycle illustré, la durée de la deuxième étape T2 est d'environ 2 heures.
- [0035] Une troisième étape T3 consiste à refroidir le caisson 11, jusqu'à ce qu'il atteigne sa température de consigne ; généralement, on considère que la température de consigne est atteinte lorsqu'une température dans le caisson est comprise dans un intervalle de consigne choisi autour de la température de consigne. Dans cette étape, la vanne 24 étant ouverte, le fluide est progressivement adsorbé dans le réacteur et évaporé dans l'évaporateur, ce qui provoque la production de froid dans le caisson. Lorsque la température de consigne est atteinte, la vanne 24 est fermée.
- [0036] La durée de cette troisième étape T3 est notamment fonction de la différence entre la température de consigne et la température ambiante.
- [0037] Une quatrième étape T4 et une quatrième étape T5 sont dites étapes « fonctionnelles » ; ce sont les étapes durant lesquelles la machine 1 fournit une puissance frigorifique P supérieure à une puissance de consigne PC qui permet de maintenir la température de consigne dans le caisson 11. Typiquement, durant cette étape, la vanne 24 a un fonctionnement alternatif ; elle est rouverte lorsque la température mesurée dans le caisson 11 approche ou atteint une borne supérieure de l'intervalle de consigne, et, elle est refermée lorsque la température mesurée dans le caisson 11 approche ou atteint une borne inférieure de cet intervalle de consigne.

Ainsi, durant ces étapes T4, T5, un produit peut être conservé, stocké et/ou transporté dans le caisson, sensiblement à la température de consigne.

- [0038] Durant la quatrième étape T4, la puissance fournie reste sensiblement égale à une puissance maximale P_{max} , ou puissance nominale, pour laquelle la machine est dimensionnée. Durant la cinquième étape T5 la puissance fournie diminue progressivement tout en restant supérieure au seuil constitué par la puissance de consigne P_c .
- [0039] Dans l'exemple de cycle illustré, la durée de la quatrième étape T4 est d'environ 8 heures, et la durée de cinquième étape T5 est d'environ 4 heures.
- [0040] Dans une sixième étape T6, la puissance fournie n'est pas suffisante pour maintenir la température de consigne dans le caisson. Typiquement, dans cette quatrième étape, la quantité de fluide en phase liquide qui reste dans l'évaporateur est faible ou l'évaporateur ne contient plus de fluide en phase liquide. La performance de la machine s'effondre et la température mesurée dans le caisson augmente et dépasse rapidement la borne supérieure de l'intervalle de consigne. Il est préférable, pour une question de sécurité, de laisser l'éventuelle quantité résiduelle de fluide liquide s'évaporer de façon à ce qu'il soit sensiblement totalement adsorbé par le réactif dans le réacteur 4 ; donc sous une forme sécurisée, stable et non agressive.
- [0041] On va maintenant décrire plus précisément la vanne 24, notamment en référence à la [Fig.4].
- [0042] La vanne 24 est notamment formée autour d'un axe de vanne X24 et d'un axe de raccordement XR sensiblement perpendiculaire à l'axe de vanne X24. La vanne comprend un corps 101, un électroaimant 102 de type bobine, un piston 103, un bouchon 104, un aimant permanent 105, un ressort de compression 106, un écrou 107 et une chemise 108.
- [0043] Le corps 101 comprend un passage 110 pour le fluide caloporteur. Un raccord amont 111 permet d'y accoupler la conduite aval 7 dans sa partie qui s'étend en direction du condenseur 6. Un raccord aval 112 permet d'y accoupler la conduite aval 7 dans sa partie qui s'étend en direction de l'évaporateur 3. Dans l'exemple illustré, les raccords 111, 112 sont des raccords mâles de type BSPP (ici, 1/4 de pouce-19 avec un pas de 1,33mm). Les raccords 111, 112 sont coaxiaux avec l'axe de raccordement XR. Chaque raccord comprend une entrée conique 110A qui va en se rétrécissant depuis un diamètre maximal d'entrée D_{110A} , jusqu'à un diamètre minimal D_{110B} , depuis l'extérieur vers l'intérieur de la vanne 24. Dans chaque raccord, l'entrée est prolongée vers l'intérieur, coaxialement à l'axe XR, par une première portion cylindrique 110B de diamètre égal au diamètre minimal D_{110B} . Le passage 110 s'étend d'une entrée conique 110 A à l'autre.
- [0044] Dans l'exemple illustré, les raccords 111, 112 sont avantageusement soudés avec le reste du corps ; cela évite l'utilisation d'un joint torique ou d'un sertissage pour chaque

raccord et supprime tout risque de fuite entre raccord et corps, puisqu'ils ne forment donc qu'une seule pièce.

- [0045] Le passage 110 comprend une chambre d'obturation 114, cylindrique autour de l'axe de vanne X24 et traversée par l'axe de raccordement XR. La chambre a un diamètre intérieur noté D114. Le passage comprend une deuxième portion cylindrique 110C autour de l'axe de raccordement XR, de diamètre D110C inférieur au diamètre D110B de la première portion cylindrique 110B ; cette deuxième portion 110C relie fluidiquement la première portion 110B du raccord aval 112 avec la chambre 114.
- [0046] Le passage 110 comprend une troisième portion cylindrique 110D, coaxiale avec l'axe de vanne X24, qui s'étend depuis un orifice 114Z formé dans un fond 114A de la chambre 114. Un siège annulaire 116 est formé dans la chambre 114, autour de cet orifice. La troisième portion a un diamètre inférieur au diamètre D110C de la deuxième portion 110C. Dans l'exemple illustré, le siège est formé, par exemple usiné, d'une seule pièce avec le corps ; ainsi, on élimine tout risque de fuite entre le siège et le corps.
- [0047] Le passage 110 comprend une quatrième portion 110E qui relie fluidiquement la première portion cylindrique 110B du raccord amont 111 avec une extrémité de la troisième portion 110D opposée à la chambre 114. La quatrième portion a un diamètre D110E sensiblement égal au diamètre D110C de la deuxième portion 110C.
- [0048] Ainsi, le passage 110 relie fluidiquement l'entrée 110A du raccord amont 111 à l'entrée 110A du raccord aval 112 en passant par la première portion 110B, la quatrième portion 110E, la troisième portion 110D, la chambre 114, la deuxième portion 110C et la première portion 110B du raccord aval.
- [0049] Le fond 114A de la chambre 114 est sensiblement perpendiculaire à l'axe de vanne X24. La chambre est ouverte sur tout son diamètre, à l'opposé du fond 114A, et comprend autour de cette ouverture, un bord annulaire 114B.
- [0050] La chemise 108 comprend un cylindre 108A disposé coaxialement à l'axe de vanne X24 et de diamètre intérieur D108 inférieur au diamètre intérieur D114 de la chambre 114. La chemise comprend aussi une collerette extérieure 108B qui s'étend à une extrémité du cylindre 108A. La collerette 108B est en appui sur le bord annulaire 114B de la chambre. Un joint torique disposé autour du bord annulaire, assure une étanchéité entre la collerette et le corps 101. Le cylindre 108a prolonge axialement la chambre 114 au-delà de son bord annulaire 114B, en s'éloignant du fond 114A.
- [0051] Le bouchon 104 est disposé et ajusté dans le cylindre 108A, à son extrémité libre opposée à la collerette 108B ; il comprend un épaulement 104A qui prend appui sur un bord circulaire de cette extrémité libre. Le bouchon comprend deux gorges périphériques 104B ; chacune permet d'y loger un joint torique respectif qui assure une étanchéité entre le bouchon 104 et le cylindre 108A.

- [0052] L'écrou 107 est vissé dans le corps 101 de sorte que la collerette 108B est maintenue pincée contre le bord annulaire 114B du corps et comprime le joint torique qui le borde.
- [0053] Le piston 103 est monté coulissant dans le cylindre 108A, entre le bouchon et le siège 116. Il comprend, à une première de ses extrémités, un tampon 118 prévu pour venir en appui sur le siège 116 de sorte que dans la position fermée, illustrée à la [Fig.4], le tampon 116 vient obturer de façon étanche à l'ammoniac, liquide ou gazeux, l'orifice 114Z de la chambre 114.
- [0054] Un logement 103A est formé dans le piston 103 au travers d'une face postérieure 103B, opposée à la première extrémité, en vis-à-vis du bouchon 104. Le ressort 106 est disposé précontraint dans le logement, en appui d'une part contre le bouchon, et d'autre part contre un fond 103C du logement. Le ressort tend à repousser le piston dans la position fermée, illustrée à la [Fig.4], et à l'y maintenir, à l'encontre d'une pression à l'amont de la chambre, dans la troisième portion 110D du passage 110.
- [0055] Le piston comprend en outre un circuit d'équilibrage pour harmoniser les pressions du fluide sur sa périphérie. Pour cela, le piston comporte notamment un méplat 103D parallèle à l'axe de vanne X21 ; ainsi, le fluide peut circuler le long du piston dans le cylindre 108, depuis la chambre 114 et jusqu'à la face arrière 103B du piston, ou inversement. Aussi, le circuit d'équilibrage comprend un boyau qui relie le fond 103C du logement 103A axialement avec une face arrière du tampon 118 et transversalement avec le méplat 103D ; ainsi, la pression dans le logement est toujours sensiblement égale à celle dans la chambre. Ceci permet un déplacement du piston sensiblement sans contrainte fluidique.
- [0056] L'électroaimant 102 permet de déplacer le piston de la position fermée à une position ouverte, non illustrée, ou d'une position ouverte à la position fermée. L'électroaimant 102 et la chemise sont ajustés entre eux ; l'électroaimant est disposé autour du cylindre 108A, de sorte que la bobine produisant le champ magnétique est elle-même disposée autour de ce cylindre. L'électroaimant est en appui contre le corps 101, autour de l'écrou 107.
- [0057] L'aimant permanent 105 est disposé contre le bouchon 104 ; contre une face du bouchon axialement opposée à celle contre laquelle le ressort 106 est en appui. L'aimant 105 est prévu pour maintenir le piston dans une position ouverte dans laquelle la face postérieure 103 B du piston est plaquée contre le bouchon et le ressort 106 est entièrement replié dans le logement 103A. Ainsi configurée, la vanne 24 peut être maintenue ouverte, sans action de l'électroaimant 102, permettant la libre circulation du fluide dans le circuit aval 7.
- [0058] Aussi, la vanne 24 peut être maintenue fermée, sans action de l'électroaimant 102, afin de couper la circulation du fluide dans le circuit aval 7 ; ceci par l'action du ressort

à l'encontre du fluide dans la troisième portion 110D.

- [0059] Ainsi, le fonctionnement de la vanne 24 est peu consommateur en énergie et plus sûr.
- [0060] Néanmoins, en cas de surpression à l'amont de la chambre 114, si le piston est en position fermée, lorsque l'action de la pression du fluide provenant du réacteur sur le bouchon 118 à l'encontre de l'action exercée par le ressort 106, la vanne s'ouvre spontanément. De ce fait, un excès d'ammoniac, gazeux en provenance du réacteur ou liquide provenant du condenseur, est rapidement libéré par la vanne 24.
- [0061] Bien entendu, le fonctionnement de la vanne est couplé avec celui des autres éléments de sécurité, afin de garantir un fonctionnement approprié et sûr de la machine thermique 1.
- [0062] On va maintenant décrire le fonctionnement des éléments de sécurité 21, 22 et 24.
- [0063] Dans un premier cas, si la vanne 24 ne s'ouvre pas sous l'action de l'électro-aimant, c'est-à-dire des moyens de commande 9, elle peut être ouverte spontanément sous la pression de l'ammoniac, gazeux en provenance du réacteur ou liquide provenant du condenseur, à l'encontre de l'action du ressort 106. Si, malgré cela, la vanne 24 ne s'ouvre pas et si la pression mesurée par le pressiomètre 22 dans le circuit amont dépasse un seuil de sécurité SP22, des moyens d'interrupteur 26 coupent l'alimentation des moyens de chauffage 4A ; ainsi, la désorption du fluide est interrompue et son adsorption reprend, à mesure que la température du sorbant diminue, de sorte que la pression dans le circuit amont baisse.
- [0064] Dans un deuxième cas, si la vanne 24 s'ouvre sous l'action de l'électro-aimant, c'est-à-dire des moyens de commande 9, mais ne contrôle pas correctement l'écoulement du fluide dans le circuit de sorte que la température monte au-delà d'un seuil de sécurité ST21 dans l'évaporateur, lors de la première étape T1 les moyens d'interrupteur 26 coupent l'alimentation des moyens de chauffage 4A ; ainsi, la désorption du fluide est interrompue et son adsorption reprend, à mesure que la température du sorbant diminue, de sorte que la pression baisse dans le circuit ce qui provoque l'évaporation du fluide et la baisse de la température dans l'évaporateur.
- [0065] De préférence les moyens d'interrupteur 26 comprennent deux interrupteurs montés en série, de sorte que si l'un des interrupteurs demeure fermé, l'autre puisse s'ouvrir et interrompre le chauffage du sorbant.
- [0066] Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits. Au contraire, l'invention est définie par les revendications qui suivent.
- [0067] Il apparaîtra en effet à l'homme de l'art que diverses modifications peuvent être apportées aux modes de réalisation décrits ci-dessus, à la lumière de l'enseignement qui vient de lui être divulgué.
- [0068] Ainsi, les raccords de l'électrovanne ne sont pas nécessairement coaxiaux, et l'axe d'un raccord n'est pas nécessairement perpendiculaire à l'axe de vanne. De plus, un

filtre de 50 microns est avantageusement prévu de part et d'autre de l'électrovanne, pour éviter qu'y pénètrent des particules susceptibles de gêner son fonctionnement ; notamment pour éviter des fuites entre le siège et le piston de la vanne.

[0069] L'aimant permanent ou le ressort, peuvent aussi être remplacés par des moyens de maintien mécanique, par exemple des moyens d'encliquetage.

[0070] Les raccords du circuit avec l'électrovanne, l'évaporateur le condensateur ou le réacteur sont de préférence choisis parmi des raccords soudés de type JIC (acronyme de l'anglais : Joint Industrial Council), BSP (acronyme de l'anglais : British Standard Pipe) ou FireLock™. Ces raccords ont les avantages suivants :

[0071] - pas de risque de fuite du fluide vers l'extérieur ;

[0072] - gain de temps au montage ;

[0073] - gain de temps au contrôle de l'étanchéité, ce contrôle n'étant plus nécessaire ;

[0074] - flexibilité.

[0075] Outre l'architecture de sécurité redondant, les composants de sécurité sont sélectionnés pour augmenter la sécurité du système :

[0076] - le niveau minimum d'intégrité de sécurité (en anglais : « Safety Integrity Level » ou l'acronyme « SIL ») pour le système est de niveau 3 (SIL 3), notamment défini par les normes européennes EN61508 et EN62061 ; et,

[0077] - chaque système de sécurité doit avoir au plus une défaillance sur 10.000 demandes sur 25 ans, sans augmentation des risques de surpression.

Revendications

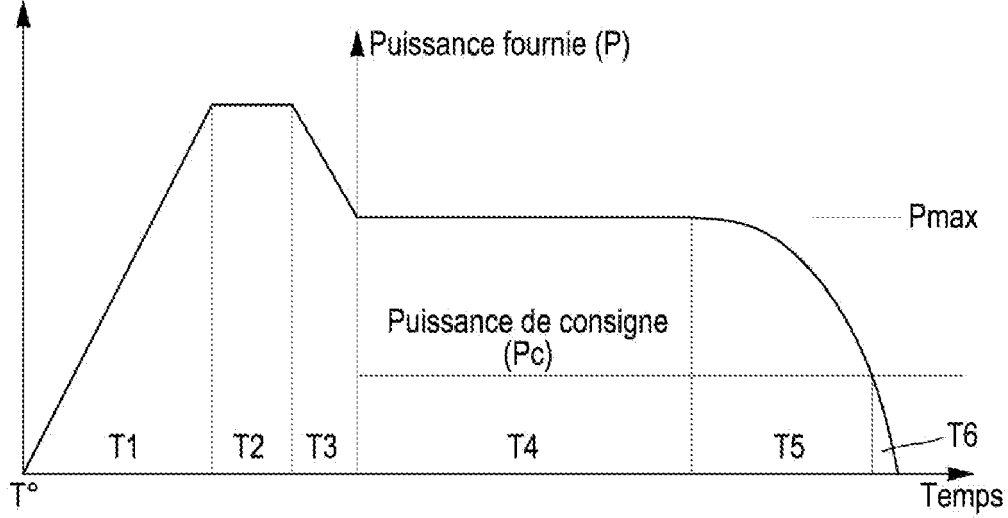
- [Revendication 1] Machine thermique (1) utilisant un fluide caloporteur (5), caractérisée en ce qu'elle a un circuit qui comprend, à une extrémité aval (V), un évaporateur (3), et, à une extrémité amont (M), un réacteur (4) contenant un sorbant (10) pour adsorber une phase gazeuse dudit fluide et un condenseur (6) disposé entre l'évaporateur (3) et le réacteur (4), une conduite aval (7) reliant l'évaporateur et le condenseur, une conduite amont (8) reliant le condenseur (6) et le réacteur (4), et en outre :
- un thermocouple (21), pour mesurer une température dans l'évaporateur et des moyens (26) pour arrêter de chauffer ledit sorbant lorsque cette température dépasse un seuil ; et,
 - un pressiomètre (22) pour mesurer une pression dans le réacteur et des moyens (26) pour arrêter de chauffer ledit sorbant lorsque cette pression dépasse un seuil.
- [Revendication 2] Machine selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre des moyens pour réguler la circulation (9, 26) du fluide dans les conduites.
- [Revendication 3] Machine selon la revendication 2, caractérisée en ce que les moyens de régulation (9, 24) comprennent une électrovanne (24) et des moyens (9) pour commander ladite électrovanne.
- [Revendication 4] Machine selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'électrovanne (24) comprend :
- un corps (101) ;
 - un piston (103) ;
 - un premier raccord (111) et un deuxième raccord (112) ;
 - un passage (110) pour un fluide entre lesdits raccords dans ledit corps, ce passage comprenant une chambre d'obturation (114), une première partie (110D, 110E) dudit passage s'étendant entre le premier raccord (111) et la chambre, une deuxième partie (110C) dudit passage s'étendant entre le deuxième raccord (112) et la chambre ;
 - un siège (116) étant formé autour d'un orifice (114Z) par lequel la première partie (110D) du passage (110) débouche dans la chambre (114) ;
 - un électroaimant (102) prévu, lorsqu'il est activé, pour déplacer le piston entre une position fermée dans laquelle il est en appui contre le siège, de sorte qu'il obture ledit orifice (114Z), et une position ouverte, dans laquelle ledit fluide peut librement circuler dans ledit passage

(110) ;

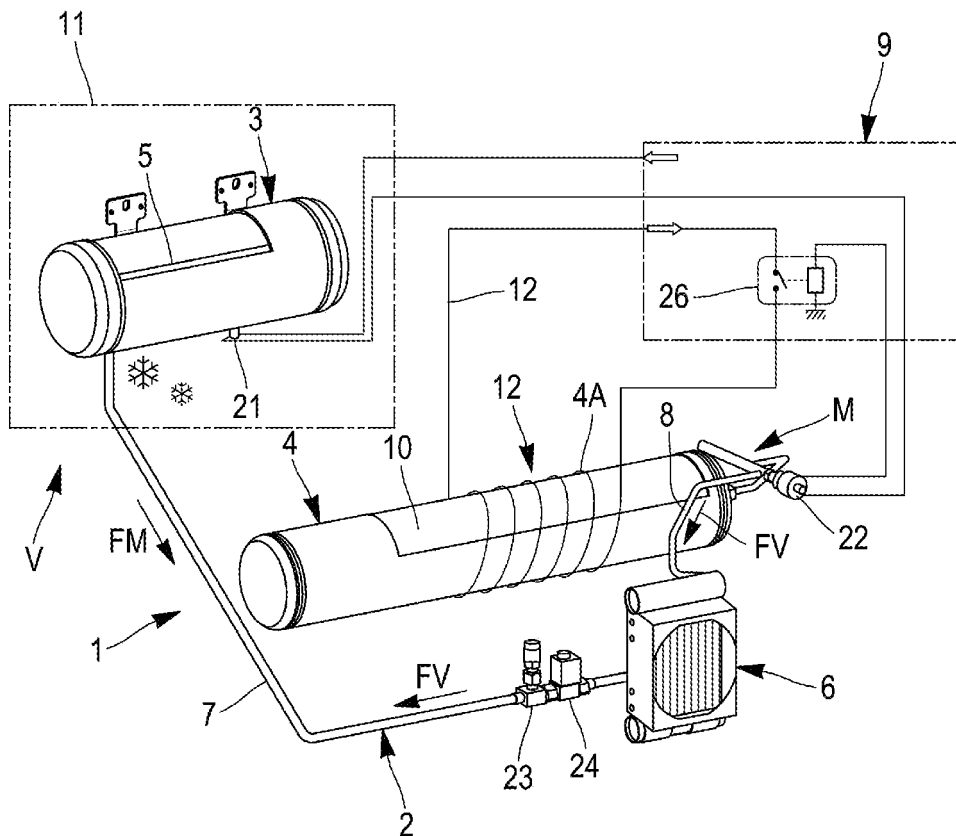
- des premiers moyens (106) pour maintenir ledit piston (103) en position fermée, lorsque l'électroaimant n'est pas activé ; et,
- des deuxièmes moyens (105) pour maintenir ledit piston (103) en position ouverte, lorsque l'électroaimant n'est pas activé.

- [Revendication 5] Machine selon la revendication 4, caractérisée en ce que les premiers moyens de maintien comprennent un ressort (106), de préférence de type hélicoïdal.
- [Revendication 6] Machine selon l'une des revendications 4 et 5, caractérisée en ce que les deuxièmes moyens de maintien comprennent un aimant permanent (105).
- [Revendication 7] Machine selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisée ce que le siège (116) est formé, de préférence par usinage, d'une seule pièce avec le corps (101).
- [Revendication 8] Machine selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisée ce que les raccords (111, 112) sont formés, de préférence par soudage, d'une seule pièce avec le corps (101).
- [Revendication 9] Machine selon l'une des revendications 4 à 8, caractérisée ce que l'électrovanne (24) comprend une chemise (108) et un écrou (107), ladite chemise comprenant un cylindre (108A) pour y faire coulisser le piston (103) dans un prolongement de la chambre (114), et une collerette (108B), ledit écrou étant prévu pour maintenir ladite collerette en prise de façon étanche avec le corps (101).
- [Revendication 10] Machine selon la revendication 9, caractérisée ce que l'électrovanne (24) comprend un bouchon (104) prévu pour fermer de façon étanche le cylindre (108A) à l'opposé de la chambre (114).

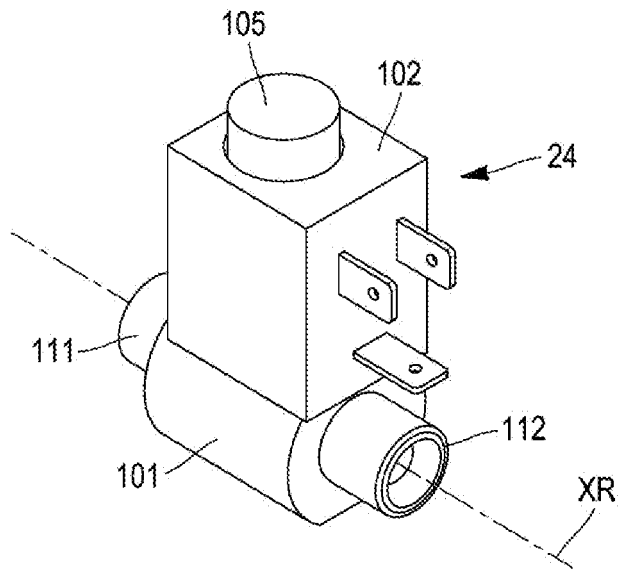
[Fig. 1]

Energie cumulée
dans l'évaporateur

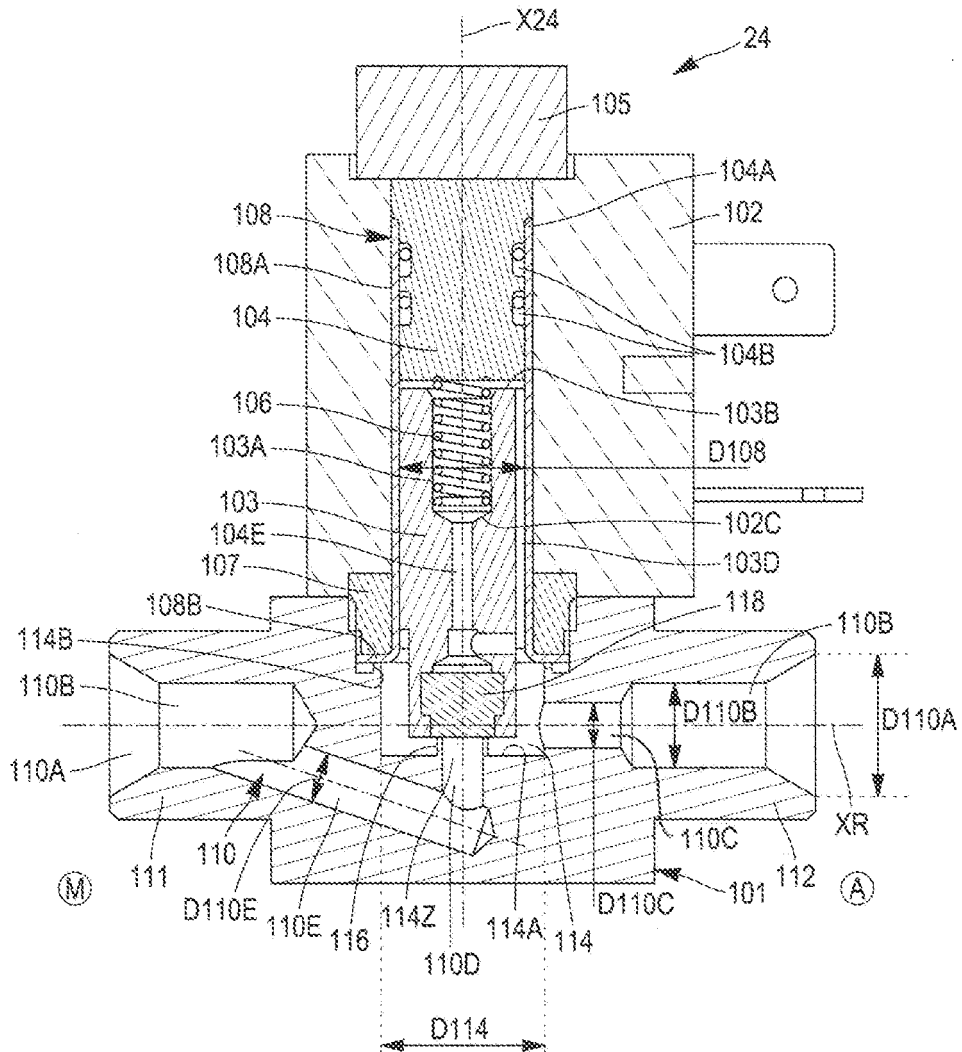
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 903403
FR 2200080

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 5 661 986 A (LABRANQUE GILLES [FR]) 2 septembre 1997 (1997-09-02)	1-3	F16K17/18 F16K31/06
A	* colonnes 4, 5; figures 1, 2 * -----	4-10	F25B41/22 F25B41/33
A	WO 2013/054020 A1 (GAZTRANSP ET TECHNIGAZ [FR]) 18 avril 2013 (2013-04-18) * pages 9, 10; figure 1 * -----	1-10	F25B41/345
A	EP 0 622 593 A1 (ELF AQUITAINE [FR]) 2 novembre 1994 (1994-11-02) * colonnes 5-8; figures 1, 2 * -----	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F25B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 août 2022		Amous, Moez	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
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 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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2200080 FA 903403**

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 **09-08-2022**
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 5661986	A	02-09-1997	AT 167930 T	15-07-1998
			AU 6506994 A	24-10-1994
			CA 2159901 A1	13-10-1994
			DE 69411377 T2	28-01-1999
			EP 0692086 A1	17-01-1996
			ES 2120033 T3	16-10-1998
			FR 2703763 A1	14-10-1994
			JP H08508335 A	03-09-1996
			SG 52474 A1	28-09-1998
			US 5661986 A	02-09-1997
			WO 9423253 A1	13-10-1994

WO 2013054020	A1	18-04-2013	EP 2769154 A1	27-08-2014
			ES 2687943 T3	30-10-2018
			FR 2981440 A1	19-04-2013
			WO 2013054020 A1	18-04-2013

EP 0622593	A1	02-11-1994	AT 169103 T	15-08-1998
			CA 2122184 A1	28-10-1994
			EP 0622593 A1	02-11-1994
			FR 2704631 A1	04-11-1994
			JP H07120100 A	12-05-1995
			US 5477705 A	26-12-1995
