



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
24.05.2017 Bulletin 2017/21

(51) Int Cl.:
F25B 30/02 (2006.01) **F25B 47/02** (2006.01)
F28F 17/00 (2006.01) **F25D 21/06** (2006.01)
F25D 21/10 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16196863.1**

(22) Date de dépôt: **02.11.2016**

(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
Etats de validation désignés:
MA MD

(71) Demandeur: **Electricité de France**
75008 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **RADULESCU, Mihai**
77250 ECUELLES (FR)
• **CHIODI, Frederic**
77430 CHAMPAGNE SUR SEINE (FR)

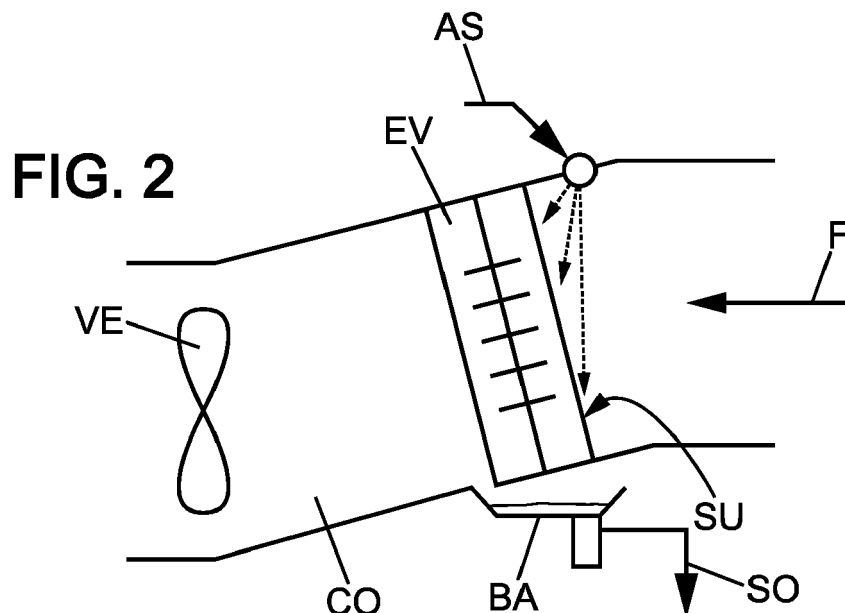
(30) Priorité: **19.11.2015 FR 1561160**

(74) Mandataire: **Cabinet Plasseraud**
66 rue de la Chaussée d'Antin
75440 Paris Cedex 09 (FR)

(54) **SYSTÈME PERFECTIONNÉ D'ENTRETIEN D'UNE POMPE À CHALEUR**

(57) L'invention concerne procédé et un système perfectionnés d'entretien d'une pompe à chaleur comportant au moins un évaporateur (EV). En particulier, on prévoit une aspersion d'eau (AS) sur une surface (SU)

au moins de l'évaporateur, pour dégivrer au moins partiellement cette surface. Une telle réalisation permet d'optimiser le fonctionnement de l'évaporateur, et de là, celui de la pompe à chaleur.



Description

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention concerne le domaine des pompes à chaleur, et plus particulièrement un système d'entretien d'une pompe de ce type pour éviter sa baisse de performance et/ou sa détérioration.

Etat de la technique

[0002] Les pompes à chaleur comportent un évaporateur qui a comme premier but la récupération de chaleur de l'environnement. Un grand nombre de pompes à chaleur utilisent les calories prélevées dans l'air extérieur (les pompes à chaleur air/air et les pompes à chaleur air/eau). Dans ce cas, l'évaporateur joue alors le rôle d'un échangeur thermique entre l'air extérieur et le fluide frigorigène (par exemple un fluide tel que ceux référencés R134a, R407c, R410a, ou R744, ou autre).

[0003] L'humidité de l'air joue un rôle très important dans le fonctionnement d'une pompe à chaleur. Quand on refroidit l'air humide, l'eau peut condenser sur l'évaporateur en apportant davantage des calories (la chaleur latente de condensation). Si le fluide frigorigène a une température négative (en °C), du givre peut apparaître sur les parois de l'évaporateur.

[0004] Un évaporateur comporte typiquement des tubes TU et des ailettes AI (figure 1). La couche de givre GI qui s'accumule sous forme de glace (vue de droite de la figure 1) vient alors diminuer le transfert thermique de l'évaporateur et finalement limiter le passage de l'air entre les ailettes AI de l'évaporateur.

[0005] Les pompes habituelles sont conçues pour se prémunir de ce problème de givre, en démarrant alors un cycle de dégivrage de l'évaporateur.

[0006] Les deux méthodes de dégivrage les plus employées sont :

- o Le dégivrage par gaz chaud : le fluide frigorigène chaud, à la sortie d'un compresseur que comporte la pompe, est directement envoyé dans l'évaporateur ; il s'agit d'un procédé simple mais long et avec un coefficient de performance de 1,
- o Le dégivrage par inversion de cycle de la pompe à chaleur, de sorte que de la chaleur est apportée au niveau de l'évaporateur ; il s'agit d'un procédé plus complexe mais rapide et avec un coefficient de performance d'environ 3.

[0007] Néanmoins, dans les deux cas, le dégivrage consomme une énergie non-négligeable qui pénalise la performance globale et la pompe et arrête en outre la fourniture de chaleur pendant le dégivrage.

[0008] La présente invention vient améliorer cette situation.

Présentation de l'invention

[0009] L'invention propose à cet effet un procédé d'entretien d'une pompe à chaleur comportant au moins un évaporateur logé dans un conduit d'air de la pompe, et comportant en particulier une étape d'aspersion d'eau sur une surface de l'évaporateur faisant face à un flux d'air circulant dans le conduit, pour dégivrer au moins partiellement ladite surface.

Une telle réalisation est illustrée sur la figure 2 à titre d'exemple, la flèche F désignant le sens de ce flux d'air.

[0010] Il s'avère qu'un tel mode de réalisation a un coefficient de performance qui est au minimum celui de la pompe à chaleur elle-même (en cycle fermé comme présenté dans le mode de réalisation de la figure 4 commentée plus loin), de 4. Par ailleurs, l'invention vient tirer ici profit du fait que des calories disponibles de la pompe à chaleur, stockées sans nécessairement être exploitées, sont avantageusement utilisées ici pour le dégivrage de l'évaporateur, rendant alors son fonctionnement optimal et améliorant à très faible coûts thermique et économique les performances de la pompe à chaleur.

[0011] Dans un exemple de réalisation, l'eau aspergée a une température supérieure à 10°C (préférentiellement supérieure à 20°C).

D'après de premiers tests, de telles températures sont suffisantes et avantageuses pour dégivrer efficacement les évaporateurs de pompes à chaleurs standards, sans nécessiter trop d'eau aspergée.

[0012] Des tels évaporateurs peuvent comporter typiquement des ailettes, ce qui pose un problème drastique de givre comme illustré sur la figure 1, et d'efficacité de la pompe à chaleur en cas de givre. Néanmoins, l'aspersion d'eau aux températures précitées a fourni de bons résultats.

[0013] Dans un premier mode de réalisation, l'eau aspergée peut être issue d'un circuit d'acheminement d'eau à une pression comprise entre 2 et 7 bars (par exemple, le circuit de distribution d'eau de ville, comme expliqué plus loin en référence à la figure 3).

[0014] Dans une telle réalisation, on peut prévoir en outre une temporisation d'ouverture d'une vanne pour l'aspersion d'eau pendant une durée choisie, puis une fermeture de ladite vanne, pour une économie d'eau dans le bilan de fonctionnement de la pompe.

[0015] En complément ou en variante, l'eau aspergée peut être récupérée et acheminée dans un réservoir dans lequel est puisée l'eau aspergée, en cycle fermé.

Ainsi, il peut être prévu une vanne d'entrée d'eau (issue du réseau de distribution de ville), d'appoint, combinée à un réservoir dans lequel l'eau est puisée en cycle fermée jusqu'à alimenter à nouveau le réservoir pour compenser d'éventuelles pertes d'eau (par évaporation, absorption ou éclaboussure).

[0016] Il peut être avantageux, notamment dans ce cas, de prévoir en outre un détartreur d'eau à asperger.

[0017] Afin d'éviter d'asperger de l'eau froide sur l'évaporateur et d'aggraver alors la formation de givre (comme

décrit plus loin en référence aux figures 3 et 4), l'eau d'aspersion est préférentiellement préchauffée par échange thermique avec un fluide frigorigène en sortie d'un condenseur que comporte en outre la pompe à chaleur.

[0018] On peut prévoir avantageusement de stocker l'eau préchauffée dans un réservoir (incorporant par exemple un échangeur de chaleur à cet effet).

[0019] On peut prévoir en outre un transfert thermique entre du fluide frigorigène chaud en amont d'un détenteur que comporte la pompe à chaleur, et une canalisation d'aspersion d'eau sur l'évaporateur.

Une telle réalisation est avantageuse pour dégeler les conduits du dispositif d'aspersion d'eau sur l'évaporateur, notamment dans le cas où ce dispositif d'aspersion, ainsi que l'évaporateur et plus généralement une partie de la pompe à chaleur sont disposés en extérieur, comme tel est le cas typiquement pour les pompes à chaleur de type « split » (le condenseur étant, quant à lui, hors gel à l'intérieur d'un logement, généralement).

[0020] La présente invention vise aussi une pompe à chaleur comportant un évaporateur, et plus particulièrement un dispositif d'aspersion d'eau pour la mise en oeuvre du procédé ci-avant.

[0021] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 illustre un exemple de réalisation d'un évaporateur subissant du givre ;
- la figure 2 illustre schématiquement le principe d'un dégivrage d'évaporateur par jets d'eau ;
- la figure 3 est un schéma de dégivrage par jets d'eau en cycle ouvert, selon un mode de réalisation possible ;
- la figure 4 est schéma de dégivrage par jets d'eau en cycle fermé, selon une réalisation alternative de celle illustrée sur la figure 3 ;
- la figure 5 illustre un mode de réalisation pour une application de l'invention à une pompe à chaleur de type « split »,
- la figure 6 illustre en particulier le préchauffage du dispositif d'aspersion par jets avec du fluide frigorigène chaud circulant en amont d'un détenteur de la pompe à chaleur.

[0022] On se réfère à la figure 2 sur laquelle une pompe à chaleur comporte un évaporateur EV logé dans un conduit CO dans lequel un moyen d'aspiration tel qu'un ventilateur VE génère un flux d'air F traversant l'évaporateur EV et entrant par une surface SU en regard du flux F.

[0023] On peut alors utiliser un dispositif d'aspersion d'eau AS par jets pour accélérer le dégivrage de l'évaporateur EV. Il s'avère en effet que l'eau apporte un supplément ou la totalité de calories nécessaires au dégivrage d'un évaporateur d'une pompe à chaleur (conformément typiquement pour un usage habituel dans le bâtiment), et qu'il suffit à cet effet d'utiliser par exemple de

l'eau tiède à 25°C. Cette eau peut provenir du réseau d'eau de ville ou d'un réservoir prévu à cet effet. Dans les deux cas, un bac de rétention BA est préférentiellement employé pour récupérer l'eau et/ou la glace au-dessous de l'évaporateur EV. Cette eau/glace peut être évacuée par une sortie SO ou peut être récupérée si sa température est suffisante pour être réinjectée par le dispositif d'aspersion, en cycle fermé (comme exposé dans un mode de réalisation particulier ci-dessous).

[0024] En référence à la figure 3, un mode de réalisation en cycle ouvert est présenté ci-après. Une pompe à chaleur PAC comporte typiquement l'évaporateur EV, un compresseur COM, un condenseur CO, et un détenteur DET. Il est proposé ici un dégivrage par jet d'eau en cycle ouvert en utilisant un réservoir RES pour réchauffer l'eau froide issue par exemple du réseau de distribution d'eau de ville IN, avec du fluide frigorigène venant du condenseur CO. A cet effet, on prévoit un échangeur de chaleur AS3, dans ou sur le réservoir d'eau RES, entre l'eau stockée dans le réservoir RES (et issue d'un conduit IN de distribution d'eau courante) et le fluide frigorigène chaud issu du condenseur CO. Le fluide frigorigène alimente ensuite le détenteur DET, tandis que l'eau chauffée alimente le dispositif d'aspersion par jets AS1, via une électrovanne de contrôle AS2. Il peut s'agir par exemple d'une vanne tout-ou-rien pour alimenter les jets. On prévoit en outre un bac de rétention BA pour évacuer (via un siphon SO par exemple) toute l'eau aspergée sur la surface SU de l'évaporateur en regard du flux d'air le traversant.

[0025] L'un des avantages de cette réalisation consiste en une bonne pression des jets grâce à la pression du réseau d'eau de ville (3 - 6 bar) : l'eau est sans impuretés et la consommation électrique de l'électrovanne est faible (en position normale fermée). Néanmoins, comme la consommation d'eau est à maîtriser, l'électrovanne AS2 peut être ouverte pendant une période fixe en s'assurant que les jets sont alimentés uniquement en eau préchauffée dans le réservoir (en utilisant par exemple un thermostat dans le réservoir, relié à l'électrovanne). Il convient en outre d'éviter d'asperger de l'eau trop calcaire pour ne pas entartrer l'évaporateur.

[0026] On se réfère maintenant à la figure 4 pour décrire un mode de réalisation alternatif, en cycle fermé pour l'utilisation de l'eau de dégivrage. Ici, le réservoir d'eau RES stocke un petit volume d'eau réchauffée par le fluide frigorigène via l'échangeur de chaleur AS3 en sous-refroidissement à la sortie du condenseur CO. L'électrovanne AS2 de la figure 3 est remplacée par une pompe AS22 alimentant les jets AS1. Le bac de rétention BA récupère l'eau de dégivrage et le condensat et le réservoir RES est réalimenté via le siphon SO auquel on ajoute un trop-plein TP et éventuellement un filtre (non représenté). Les autres éléments de la pompe à chaleur notamment sont inchangés par rapport au mode de réalisation de la figure 3.

[0027] L'avantage principal de cette réalisation illustrée sur la figure 4 est l'économie d'eau pour le dégivrage.

De plus, l'eau du cycle fermé ne contient pas de calcaire qui pourrait se déposer sur l'évaporateur. Le condensat provenant de l'humidité de l'air peut être une eau très déminéralisée, mais en pratique, il convient d'ajouter un filtre du fait de la possibilité d'absorber parfois des insectes.

[0028] En revanche, la pompe AS22, même puissante, peut difficilement fournir une pression équivalente à celle du réseau d'eau de ville. En outre, la consommation électrique associée au fonctionnement de la pompe est notable. Enfin, malgré l'usage du siphon SO (et éventuellement d'un filtre), l'eau dans le cycle fermé peut être de plus en plus chargée avec le temps.

[0029] Dans un mode de réalisation, comme dans l'autre, le fonctionnement de la pompe de dégivrage AS22 ou de l'électrovanne AS2 peut être asservi à la température de l'eau dans le réservoir. Pour éviter un fonctionnement inutile du moyen d'aspersion AS22, AS2, voire d'ajouter du givre sur la surface SU, il est préférable d'éviter l'aspersion d'eau si elle est inférieure à un seuil de température (par exemple de 5°C).

[0030] En référence à la figure 5 présentant une pompe à chaleur de type « split » avec le condenseur CO dans une unité intérieure UI, séparée du reste de la pompe à chaleur (prévu dans une unité UE, extérieure à une habitation), on évite un risque de gel dû à des températures extérieures négatives du circuit d'eau de dégivrage dans l'unité extérieure UE. A cet effet, on prévoit :

- une vidange du dispositif d'aspersion AS1 à l'arrêt de la pompe ;
- un réservoir réalisé en matière légèrement souple (en PVC par exemple) pour supporter les variations de température (dilatations et/ou changements d'état) ;
- la pompe AS22 immergée dans le réservoir (le réservoir absorbant l'essentiel des dilatations et/ou changements d'état avant la pompe elle-même) ;
- un préchauffage du dispositif d'aspersion AS1 via un échange thermique avec le fluide frigorigène chaud (par exemple avant le détendeur DET).

[0031] Pour cette dernière contrainte, comme illustré sur la figure 6, le préchauffage des jets peut être réalisé simplement par un échange thermique AS5 entre le fluide frigorigène encore chaud FFC avant le détendeur DET, et une canalisation d'eau EAU alimentant le dispositif d'aspersion AS1. Dans ce cas, on évite le givrage des gouttes d'eau qui pourraient boucher des buses d'aspersion que comporte par exemple le dispositif AS1. On peut prévoir en outre d'assister l'aspersion d'eau pour le dégivrage de l'évaporateur, en réchauffant l'évaporateur avec le fluide frigorigène, éventuellement en combinaison avec une aspersion d'eau. A cet effet, on ouvre la vanne AS4 pendant un certain délai, de sorte que le fluide frigorigène chaud sortant du compresseur COM arrive directement dans les tubes de l'évaporateur. Cette opération peut être réalisée dès le début de fonctionnement

de la pompe à chaleur, même si l'eau du réservoir alimentant le dispositif d'aspersion n'est pas encore chaude par exemple.

[0032] Bien entendu, la présente invention ne se limite pas aux formes de réalisation décrites ci-avant à titre d'exemple ; elle s'étend à d'autres variantes.

[0033] Par exemple, dans la figure 6 ci-avant, on a illustré physiquement un échangeur de chaleur AS5 entre une canalisation d'eau EAU du dispositif AS1 et une canalisation du fluide frigorigène chaud FFC. Néanmoins, en pratique, l'échange de chaleur peut déjà s'effectuer simplement en disposant côte à côte ces deux canalisations dans une même gaine, par exemple, sans nécessiter réellement un échangeur de chaleur spécifique.

[0034] Dans l'exemple de réalisation en cycle ouvert (avec alimentation d'eau extérieure), ou encore en cycle fermé en mode split, le dégivrage par aspersion d'eau peut être mis en oeuvre aussi bien pendant le fonctionnement de la pompe à chaleur, ou à l'arrêt de la pompe.

Revendications

1. Procédé d'entretien d'une pompe à chaleur comportant au moins un évaporateur (EV) logé dans un conduit d'air de la pompe, **caractérisé en ce qu'il** comporte une étape d'aspersion d'eau (AS) sur une surface (SU) de l'évaporateur faisant face à un flux d'air (F) circulant dans le conduit, pour dégivrer au moins partiellement ladite surface.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'eau aspergée a une température supérieure à 10°C.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'eau aspergée est issue d'un circuit d'acheminement d'eau (IN) à une pression comprise entre 2 et 7 bars.
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'on prévoit en outre une temporisation d'ouverture d'une vanne pour l'aspersion d'eau pendant une durée choisie, puis une fermeture de ladite vanne (AS2).
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'eau aspergée est récupérée et acheminée dans un réservoir (RES) dans lequel est puisée l'eau aspergée, en cycle fermé.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'eau à asperger est préchauffée par échange thermique (AS3) avec un fluide frigorigène en sortie d'un condenseur (CO) que comporte en outre la pompe à chaleur.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce**

que l'eau préchauffée est stockée dans un réservoir (RES).

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**on prévoit un transfert thermique entre du fluide frigorigène chaud en amont d'un détendeur que comporte la pompe à chaleur, et une canalisation d'aspersion d'eau sur l'évaporateur. 5
- 10
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on prévoit en outre un détartrant d'eau à asperger.
10. Pompe à chaleur comportant un évaporateur, **caractérisée en ce qu'**elle comporte en outre un dispositif d'aspersion d'eau (AS1) pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes. 15
- 20

25

30

35

40

45

50

55

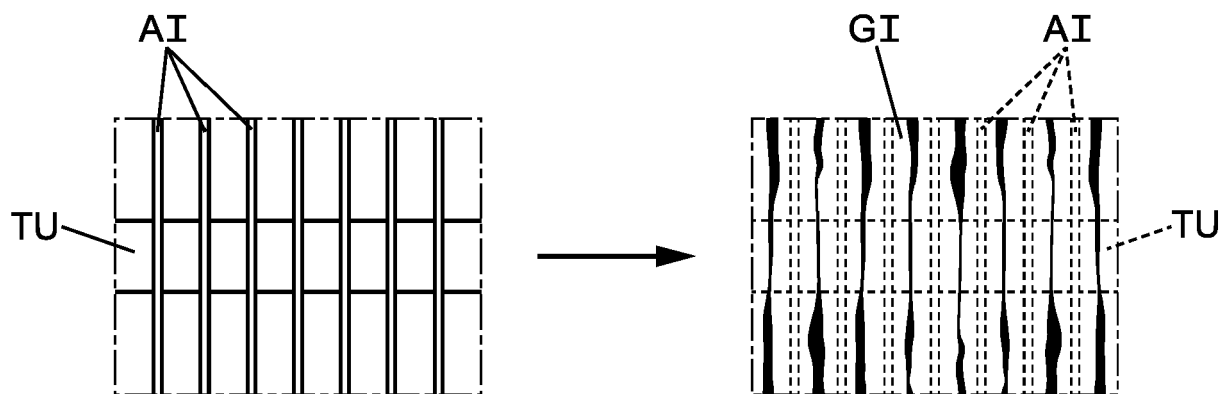


FIG. 1

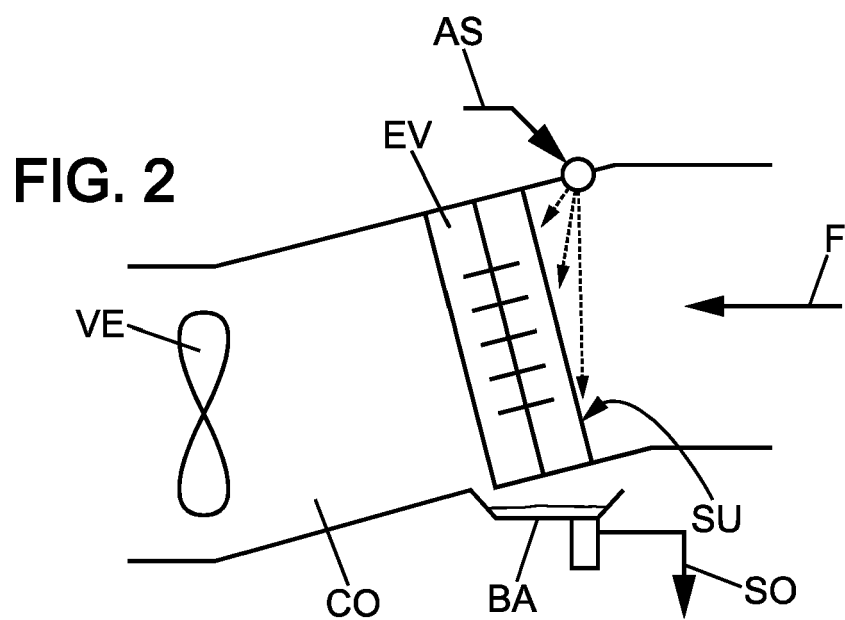


FIG. 2

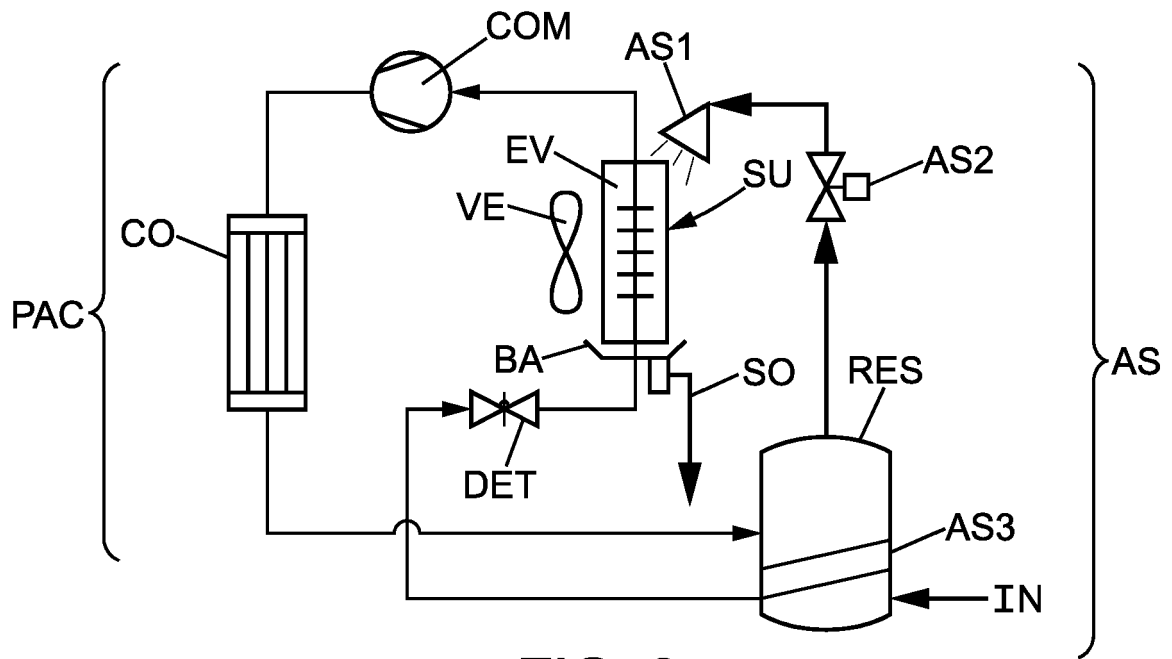


FIG. 3

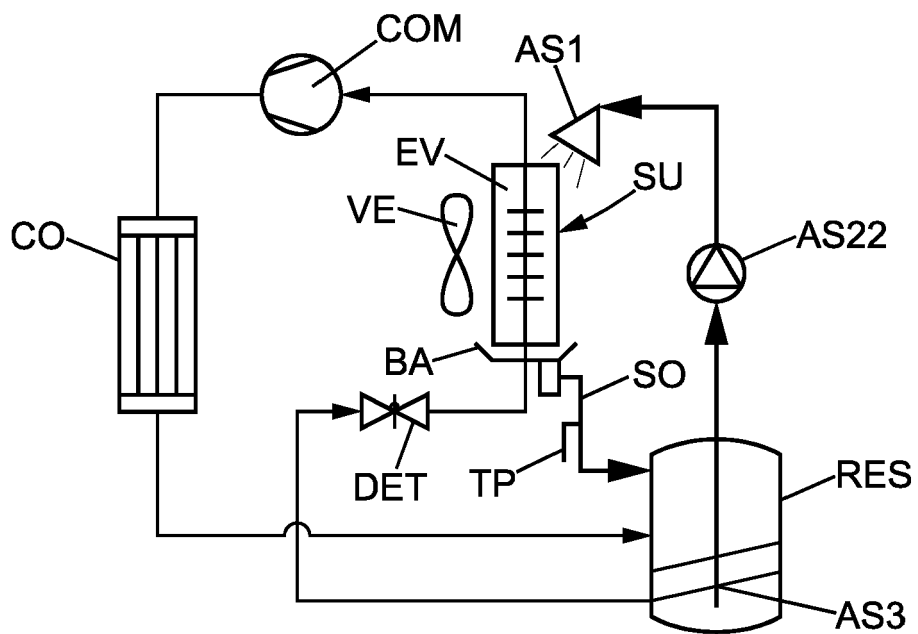


FIG. 4

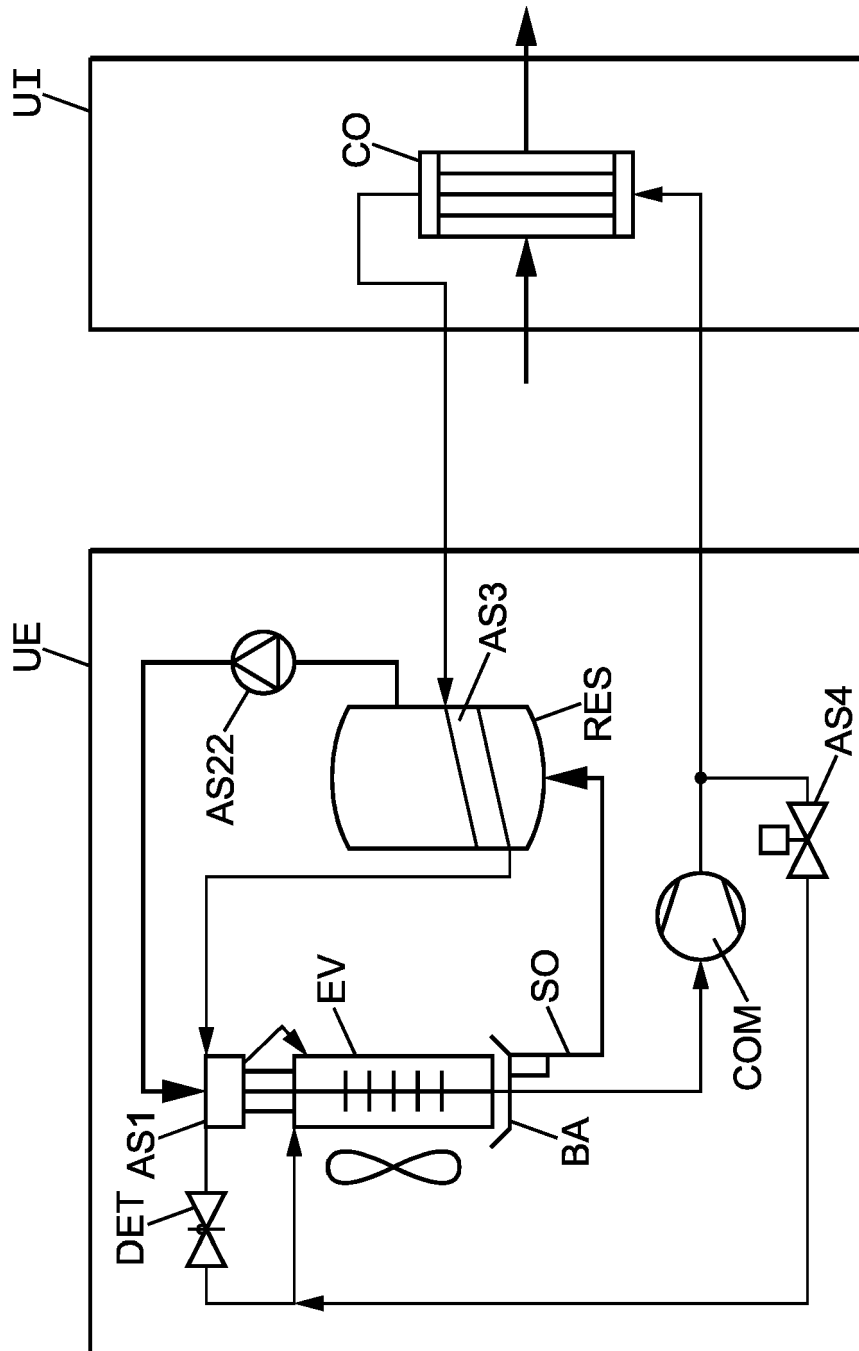


FIG. 5

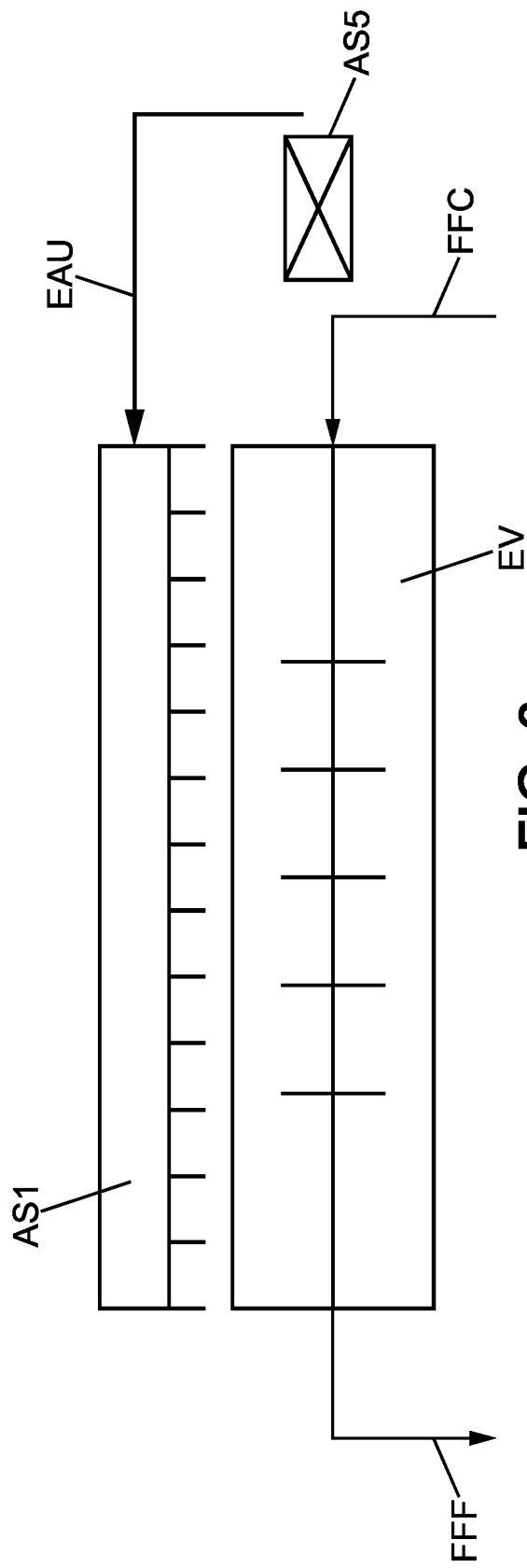


FIG. 6



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 19 6863

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

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 203 18 299 U1 (POLAR KAELETETECHNIK GMBH [DE]) 11 mars 2004 (2004-03-11)	1,2,9	INV.
Y	* le document en entier *	3-8,10	F25B30/02
	-----		F25B47/02
Y	US 2 323 511 A (BAKER CARROLL W) 6 juillet 1943 (1943-07-06)	3-8,10	F28F17/00
	* le document en entier *		F25D21/06
	-----		F25D21/10
A	CA 2 476 049 A1 (HU LUNG TAN [CA]) 19 janvier 2006 (2006-01-19)	1-10	
	* le document en entier *		

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F25B
			F28F
			F25D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		24 mars 2017	Lucic, Anita
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 16 19 6863

5 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.

24-03-2017

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 20318299 U1	11-03-2004	AUCUN	
US 2323511 A	06-07-1943	AUCUN	
CA 2476049 A1	19-01-2006	AUCUN	

EPO FORM P0460

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