

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

(11) Nº de publication : **2 993 640**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)
(21) Nº d'enregistrement national : **12 02025**
(51) Int Cl⁸ : **F 25 B 17/02 (2017.01), F 02 G 5/02**

(12)

BREVET D'INVENTION

B1

(54) SYSTEME DE SOUS-REFROIDISSEMENT D'UN SYSTEME DE REFRIGERATION A COMPRESSION.

(22) Date de dépôt : 17.07.12.

(30) Priorité :

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 24.01.14 Bulletin 14/04.

(45) Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 30.11.18 Bulletin 18/48.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

(71) Demandeur(s) : COLDWAY Société anonyme — FR.

(72) Inventeur(s) : RIGAUD LAURENT et KINDBEITER FRANCIS.

(73) Titulaire(s) : COLDWAY Société anonyme.

(74) Mandataire(s) : CABINET IN-CONCRETO.



SYSTEME DE SOUS-REFROIDISSEMENT D'UN SYSTEME DE
REFRIGERATION A COMPRESSION

La présente invention concerne une installation de
réfrigération et de maintien à basse température d'une
5 enceinte, notamment constituée d'un conteneur isotherme, du
type notamment disposé sur un véhicule destiné au transport
de marchandises nécessitant tout au long de celui-ci un
maintien au froid.

10 On sait que les véhicules, tels que les camions et les
semi-remorques, qui assurent le transport de telles
marchandises sont équipés d'un dispositif de réfrigération,
dit groupe frigorifique, mettant en œuvre un compresseur
qui est entraîné par un moteur, notamment un moteur
15 thermique de type diesel, la plupart du temps différent de
celui du véhicule. De façon connue, dans ce groupe
frigorifique le froid est produit par évaporation d'un
liquide frigorigène dans un évaporateur disposé dans
l'enceinte à refroidir, le gaz étant ensuite comprimé dans
20 le compresseur pour se condenser dans un condenseur disposé
à l'extérieur de ladite enceinte.

On sait que la charge de travail qui est imposée au
groupe frigorifique consiste dans une première étape, dite
étape de mise en température, à refroidir le conteneur
25 isotherme de façon à descendre sa température de la
température ambiante à la température de consigne et de
seconde part, dans une seconde étape, dite étape de
maintien, à maintenir constante cette dernière tout au long
du transport.

30 Or, on constate à l'expérience, que l'énergie qui est
demandée au compresseur lors de l'étape de mise en
température constitue une part importante de la puissance
totale délivrée par le moteur qui l'entraîne puisqu'elle

est de l'ordre de 30% de celle-ci pour les camions et 15% pour les semi-remorques. Un groupe frigorifique est ainsi en mesure de consommer, en fonction bien entendu des conditions spécifiques de fonctionnement, entre trois à 5 cinq litres de carburant par heure, sachant que la phase de mise en température est habituellement très longue, c'est-à-dire de l'ordre de trois à cinq heures. Il en résulte ainsi divers inconvénients.

De première part, le temps important de mise en 10 température de l'enceinte et la puissance demandée au moteur thermique engendrent une consommation importante de carburant ce qui se traduit par un coût de fonctionnement élevé ainsi que par une pollution tant sur le plan environnemental que sur le plan sonore.

De seconde part, la durée de mise en température 15 constitue un élément de handicap pour l'utilisateur dans la mesure où il constraint ce dernier à une immobilisation prolongée et non rentable de son matériel.

De troisième part, en raison de la puissance 20 frigorifique nécessaire lors de la phase de mise en température, on est constraint de surdimensionner à la fois le compresseur et le moteur d'entraînement de celui-ci, ce qui est pénalisant au niveau à la fois du poids, du coût du matériel, de la consommation et de la pollution.

On connaît par ailleurs, notamment par les brevets FR 25 10.04120 et FR 11.03209 au nom de la demanderesse, des systèmes thermochimiques de production de froid qui sont essentiellement composés de deux éléments à savoir, un évaporateur/condenseur contenant un gaz sous phase liquide et un réacteur contenant des sels réactifs. Un tel système thermochimique fonctionne en deux phases distinctes, à savoir une phase de production de froid et une phase de régénération.

5 Lors de la phase de production de froid, ou phase basse pression, le gaz emmagasiné dans l'évaporateur/condenseur s'évapore ce qui génère la production de froid souhaitée, et ce gaz sous phase gazeuse vient réagir, au cours d'une réaction exothermique, sur les sels réactifs contenus dans le réacteur.

10 On comprend que dans un tel système, une fois la réserve de gaz liquide épuisée, la phase de production de froid est terminée et le système doit alors être régénéré au cours de la phase dite de régénération.

15 Au départ de cette dernière, ou phase haute pression, le réacteur contient un produit de réaction résultant de la combinaison du gaz avec le sel réactif. L'opération de régénération consiste donc à libérer ce gaz par chauffage du produit de réaction contenu dans le réacteur et, une fois libéré, celui-ci vient se condenser dans l'évaporateur/condenseur. Dès lors, le système thermochimique se trouve de nouveau disponible pour un nouveau cycle de production de froid.

20 La présente invention a pour but de proposer une installation de production et de maintien de froid qui permet d'éviter les divers inconvénients précités de la technique antérieure.

25 La présente invention a ainsi pour objet une installation de réfrigération et de maintien en température d'une enceinte isotherme comprenant :

30 - un groupe frigorifique comportant un compresseur entraîné par un moteur, un circuit de circulation d'un fluide frigorigène, un détendeur, un condenseur et un évaporateur et,

- un système de refroidissement de type thermochimique comprenant un réservoir contenant un gaz liquéfié apte, après évaporation, à se combiner avec un produit réactif

contenu dans un réacteur, suivant une réaction thermochimique exothermique, le produit de réaction obtenu étant apte à être régénéré par chauffage en libérant ledit gaz suivant une réaction thermochimique inverse, ce système de refroidissement comprenant un évaporateur et un condenseur, caractérisé en ce que l'évaporateur dudit système de refroidissement est en contact thermique avec le circuit frigorigène du groupe frigorifique en amont de l'évaporateur de celui-ci.

10 Ce contact thermique pourra avantageusement être obtenu au moyen d'un échangeur, notamment un échangeur de type liquide/liquide et cet échangeur sera préférentiellement constitué par l'évaporateur du système thermochimique.

15 Par ailleurs le groupe frigorifique pourra être entraîné par un moteur thermique et le réacteur dudit système de refroidissement pourra être mis en contact thermique avec des moyens de réchauffage utilisant l'énergie calorifique dissipée par le moteur thermique lors de son fonctionnement. Cette énergie calorifique pourra être celle des gaz d'échappement du moteur thermique. A cet effet le réacteur pourra être traversé par une conduite reliée à l'échappement du moteur thermique.

20 25 Cette énergie calorifique pourra également être celle générée par le circuit de refroidissement d'eau ou d'huile du moteur thermique.

La présente invention a également pour objet un procédé de réfrigération et de maintien en température d'une enceinte isotherme comprenant essentiellement deux étapes, à savoir une étape de refroidissement jusqu'à une température de consigne déterminée de cette enceinte, et une étape de maintien de cette dernière à ladite température de consigne, mettant en œuvre une installation, comprenant :

- un groupe frigorifique comprenant un compresseur entraîné par un moteur, un circuit de circulation d'un fluide frigorigène, un détendeur, un condenseur et un évaporateur et,

5 - un système de refroidissement de type thermochimique comprenant un réservoir contenant un gaz liquéfié apte, après évaporation, à se combiner avec un produit réactif contenu dans un réacteur, suivant une réaction thermochimique exothermique, le produit de réaction obtenu étant apte à être régénéré par chauffage en libérant ledit gaz suivant une réaction thermochimique inverse, caractérisé en ce que, lors de la phase de refroidissement, on refroidit le fluide frigorigène du groupe frigorifique avant son entrée dans son évaporateur au moyen du système
10 de réfrigération thermochimique.

15 Préférentiellement suivant l'invention on entraînera le groupe frigorifique par un moteur thermique et l'on régénérera le système thermochimique par chauffage de son réacteur en utilisant l'énergie calorifique produite par ledit moteur thermique.

On décrira ci-après, à titre d'exemple non limitatif, une forme d'exécution de la présente invention, en référence au dessin annexé sur lequel :

20 - la figure 1 est une vue schématique globale de la remorque d'un véhicule semi-remorque équipé d'une installation de refroidissement et de maintien en température suivant l'invention,

25 - la figure 2 est une vue schématique d'une installation suivant l'invention,

30 - la figure 3 montre des schémas représentant le cycle frigorifique respectivement d'un groupe frigorifique suivant l'état antérieur de la technique et d'un groupe frigorifique suivant l'invention,

On a représenté sur la figure 1 une remorque 1 d'un semi-remorque dont le volume interne constitue un conteneur réfrigéré 3, notamment destiné au transport de denrées périssables. Cette remorque 1 est pourvue d'un groupe frigorifique 5 à compresseur de type classique, représenté schématiquement en détails sur la figure 2.

Ce groupe frigorifique comprend ainsi un compresseur 7 entraîné par un moteur diesel 8 et qui est relié à un circuit de fluide frigorigène traversant un condenseur 9, un détendeur 11 et un évaporateur 13 en relation thermique avec le conteneur réfrigéré 3.

L'installation de réfrigération suivant l'invention comporte également des moyens de refroidissement qui sont constitués d'un système thermochimique 15 qui, de façon connue, comprend un circuit formé successivement d'un réacteur 17, d'une électrovanne 19, d'un condenseur 21, d'un réservoir 23 contenant un gaz sous phase gazeuse, et d'un évaporateur 25.

Suivant l'invention l'évaporateur 25 est réalisé sous la forme d'un échangeur qui est traversé par un serpentin 26 dont l'entrée E1 est réunie à la sortie S1 du condenseur 9 du groupe frigorifique 5 et la sortie S2 est réunie à l'entrée E2 du détendeur 11 de ce dernier disposé en amont de l'évaporateur 13.

De façon connue le réacteur 17 renferme un produit réactif, notamment un sel tel que du chlorure de manganèse ou du chlorure de calcium, en mesure, lors de la phase de production de froid, dite phase d'absorption, de réagir avec le gaz sous phase gazeuse provenant du réservoir 23, notamment de l'ammoniac, pour générer au cours d'une réaction thermochimique exothermique un produit de réaction, et en mesure lors d'une phase dite de régénération, de restituer par chauffage du produit de

réaction, au cours d'une réaction thermochimique inverse, le gaz précédemment absorbé.

On comprend que le gaz liquide en sortie du réservoir 23 génère du froid lors de sa détente dans l'évaporateur 25 et que le gaz absorbé par le réactif génère de la chaleur grâce à la réaction thermochimique exothermique dans le réacteur 17. C'est le froid produit dans l'évaporateur 25 qui, suivant l'invention, est utilisé pour refroidir le fluide frigorigène du groupe frigorifique en amont de son évaporateur 13.

La mise en oeuvre et la gestion du fonctionnement de l'installation suivant l'invention sont assurés par exemple au moyen d'un microcontrôleur non représenté sur les dessins.

Avant toute mise en service du conteneur isotherme 3 on amène la température de celui-ci à la valeur de consigne.

A cet effet, pendant une période de temps déterminée, qui est de l'ordre de une heure, et qui dépend notamment du volume du conteneur 3, de la température de consigne et de la puissance de l'installation de refroidissement, les moyens de gestion de celle-ci activent le fonctionnement du système thermochimique et du groupe frigorifique 5. On comprend que, dans ces conditions, le système thermochimique qui présente l'avantage de générer du froid de façon quasi instantanée dans l'échangeur 25 abaisse la température du fluide frigorigène du groupe frigorifique 5 qui traverse le serpentin 26 disposé dans celui-ci.

Ainsi, suivant l'invention, les conditions de fonctionnement du groupe frigorifique 5 se trouvent modifiées par rapport à son fonctionnement habituel puisque la température du fluide frigorigène qui entre dans l'évaporateur 13 et qui est habituellement de l'ordre de 40°C se trouve désormais abaissée à une valeur comprise

entre -20°C et 20°C et est préférentiellement de l'ordre de 0°C.

On comprend que, dans ces conditions, le cycle de fonctionnement du groupe frigorifique se trouve profondément modifié. On a représenté sur la figure 3, à titre de comparaison, d'une part un cycle de fonctionnement d'un groupe frigorifique suivant l'état antérieur de la technique (en traits pointillés) dans lequel le liquide frigorigène entre dans l'évaporateur 13 à une température de 35°C, et d'autre part un même cycle de fonctionnement d'un groupe frigorifique modifié suivant l'invention (en traits pleins) dans lequel le liquide frigorigène entre dans l'évaporateur à une température de 0°C. On constate sur cette figure que l'abaissement de la température du liquide frigorigène en amont de l'évaporateur 13 a pour effet d'augmenter l'enthalpie d'évaporation ΔH et, en conséquence, la puissance de production de froid de l'installation frigorifique.

La présente invention est ainsi particulièrement intéressante à divers égards.

Elle permet de première part, pour une même puissance de froid requise déterminée, de nécessiter un groupe frigorifique d'une puissance très inférieure à celle utilisée suivant l'état antérieur de la technique, dans la mesure où la puissance de celui-ci lors de l'étape de mise en température, est augmentée suivant l'invention. Il est donc ainsi possible, à puissance souhaitée égale de l'installation, de réduire la puissance du groupe frigorifique et donc le dimensionnement et le coût de celui-ci.

Elle permet de seconde part de diminuer la durée de l'étape de mise en température du conteneur réfrigéré puisque le froid fourni par le système thermochimique est

immédiatement disponible et ainsi de faire gagner un temps précieux à l'utilisateur lors de l'étape de mise en température.

5 Elle permet enfin de diminuer la puissance du compresseur et du moteur qui entraîne celui-ci ce qui permet de réaliser un gain important au niveau du poids, de l'encombrement et des coûts.

10 Elle permet de troisième part de diminuer la pollution émise par le moteur thermique entraînant le compresseur d'une part en raison de la puissance plus faible de celui-ci et d'autre part en raison de son temps de fonctionnement réduit lors de la phase de mise en température.

15 Une fois l'étape de mise en température terminée, c'est-à-dire lorsque la température du conteneur réfrigéré 3 atteint la température de consigne déterminée, le système de gestion de l'installation frigorifique arrête le fonctionnement du système thermochimique et met en oeuvre l'étape de régénération de celui-ci.

20 On sait qu'une telle étape de régénération consiste à chauffer le produit de réaction formé dans le réacteur 17 lors de la phase d'absorption, de façon à activer la réaction thermochimique inverse au cours de laquelle le gaz est libéré.

25 Ce chauffage peut être assuré par différents moyens et notamment au moyen d'un manchon chauffant électrique entourant le réacteur.

30 Dans un mode de mise en œuvre particulièrement intéressant de l'invention et ainsi que représenté sur la figure 2, on utilise pour assurer un tel chauffage la chaleur générée par le moteur thermique 8 lorsqu'il entraîne le compresseur 7 du groupe frigorifique.

A cet effet et, ainsi que représenté sur la figure 2, l'échappement 30 du moteur thermique 8 est relié au

réacteur 8 avec interposition d'une électrovanne 31 et traverse de part en part le réacteur 17. Ainsi, pendant la phase de production de froid du système thermochimique le microprocesseur maintient l'électrovanne 31 en position fermée et la bascule en position ouverte pendant la phase de régénération, ce qui permet alors aux gaz d'échappement en provenance du moteur 8 de réchauffer le produit de réaction contenu dans le réacteur 17 et de libérer le gaz piégé dans ledit produit.

Un tel mode de mise en œuvre est intéressant en ce qu'il est de structure particulièrement simple et permet par ailleurs de réaliser une économie d'énergie substantielle sur l'énergie dépensée pour la régénération du système thermochimique.

On pourrait également par exemple faire appel aux fluides du moteur qui sont portés à haute température lors du fonctionnement de celui-ci pour assurer la régénération du produit réactif.

REVENDICATIONS

5

1.- Installation de réfrigération et de maintien en température d'une enceinte isotherme (3) comprenant :

- un groupe frigorifique (5) comportant un compresseur (7) entraîné par un moteur thermique (8), un circuit de circulation d'un fluide frigorigène, un détendeur (11), un condenseur (9) et un évaporateur (13) et,

- un système de refroidissement de type thermochimique (15) comprenant un réservoir (23) contenant un gaz liquéfié apte, après évaporation, à se combiner avec un produit réactif contenu dans un réacteur (17), suivant une réaction thermochimique exothermique, le produit de réaction obtenu étant apte à être régénéré par des moyens de chauffage en libérant ledit gaz suivant une réaction thermochimique inverse, ce système de refroidissement comprenant un évaporateur (25) et un condenseur (21), caractérisé en ce que l'évaporateur (25) dudit système de refroidissement est en contact thermique avec le circuit frigorigène du groupe frigorifique (5) en amont de l'évaporateur (13) de celui-ci, et en ce que les moyens de chauffage sont constitués par les gaz d'échappement du moteur thermique (8).

2.- Installation de réfrigération et de maintien en température d'une enceinte isotherme (3) suivant la revendication 1 caractérisé en ce que le réacteur (17) est traversé par une conduite reliée à l'échappement (30) du moteur thermique (8).

3.- Installation de réfrigération et de maintien en température d'une enceinte isotherme (3) suivant l'une des

revendications 1 ou 2 caractérisée en ce que le contact thermique est obtenu au moyen d'un échangeur.

4.- Installation de réfrigération et de maintien en température d'une enceinte isotherme (3) suivant la revendication 3 caractérisé en ce que l'échangeur est du type liquide/liquide.

5 5.- Installation de réfrigération et de maintien en température d'une enceinte isotherme (3) suivant l'une des revendications 3 ou 4 caractérisée en ce que l'échangeur est constitué par l'évaporateur (25) du système 10 thermochimique.

15 6.- Procédé de réfrigération et de maintien en température d'une enceinte isotherme (3) comprenant essentiellement deux étapes, à savoir une étape de refroidissement jusqu'à une température de consigne déterminée de cette enceinte (3), et une étape de maintien de cette dernière à ladite température de consigne, mettant en œuvre une installation, comprenant :

20 - un groupe frigorifique (5) comprenant un compresseur (7) entraîné par un moteur thermique (8), un circuit de circulation d'un fluide frigorigène, un détendeur (11), un condenseur (9) et un évaporateur (13) et,

25 - un système de refroidissement (15) de type thermochimique comprenant un réservoir (23) contenant un gaz liquéfié apte, après évaporation, à se combiner avec un produit réactif contenu dans un réacteur (17), suivant une réaction thermochimique exothermique, le produit de réaction obtenu étant apte à être régénéré par chauffage en libérant ledit gaz suivant une réaction thermochimique inverse, caractérisé en ce que, lors de l'étape de refroidissement, on refroidit le fluide frigorigène du groupe frigorifique (5) avant son entrée dans son évaporateur (13) au moyen du système de réfrigération 30

thermochimique, et en ce que l'on utilise les gaz d'échappement du moteur thermique (8) pour assurer le susdit chauffage.

5 7.- Procédé de réfrigération et de maintien en température d'une enceinte isotherme suivant la revendication 6 caractérisé en ce que l'on entraîne le groupe frigorifique (5) par un moteur thermique (9) et en ce que l'on régénère le système thermochimique par chauffage de son réacteur (17) en utilisant l'énergie
10 calorifique produite par ledit moteur thermique (8).

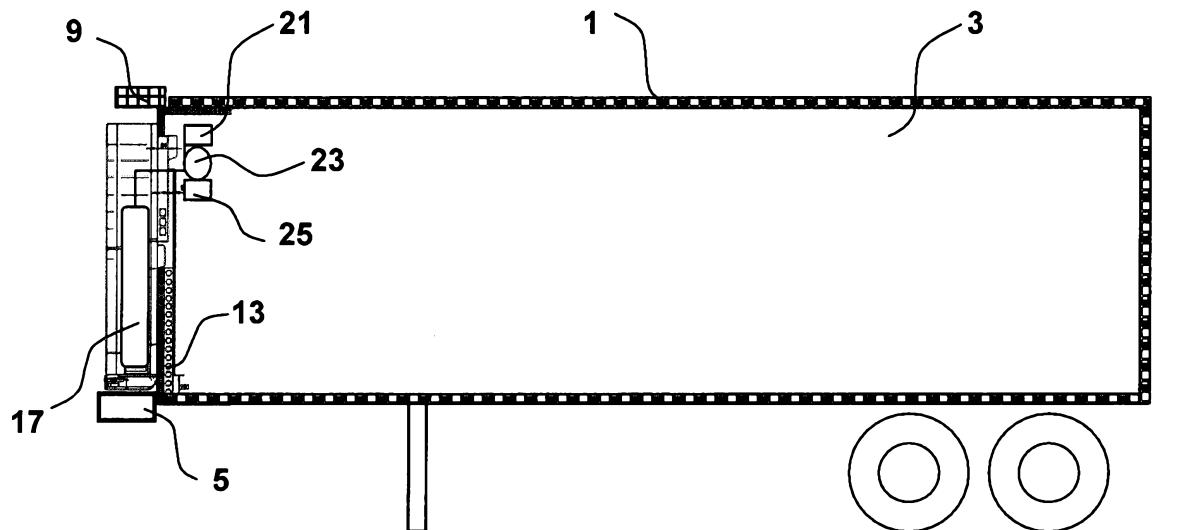


FIG 1

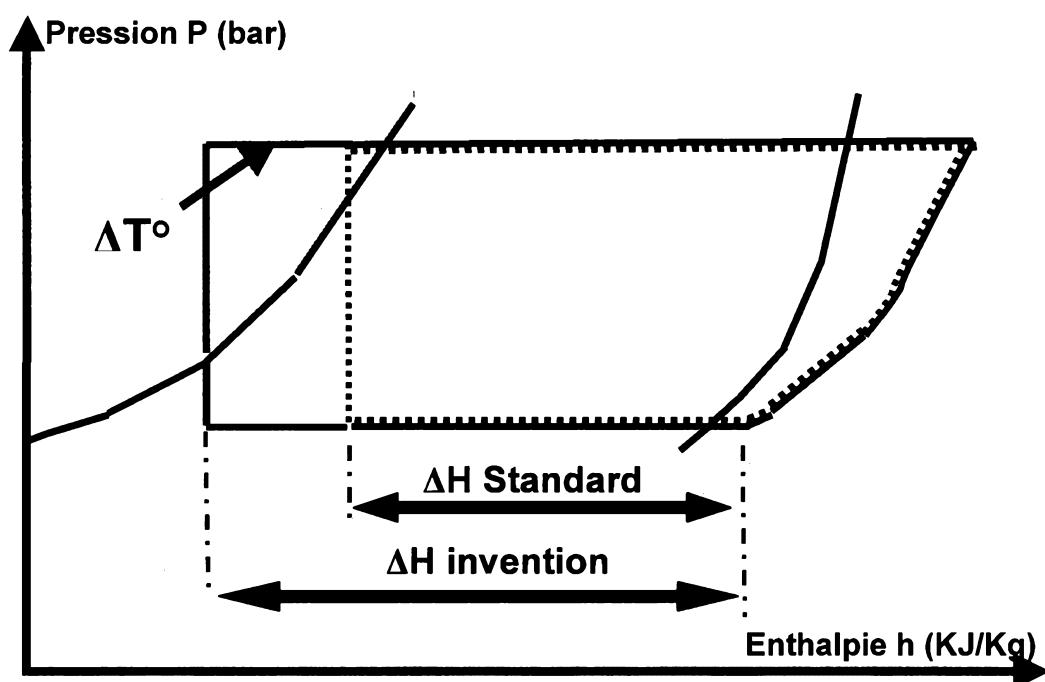


FIG 3

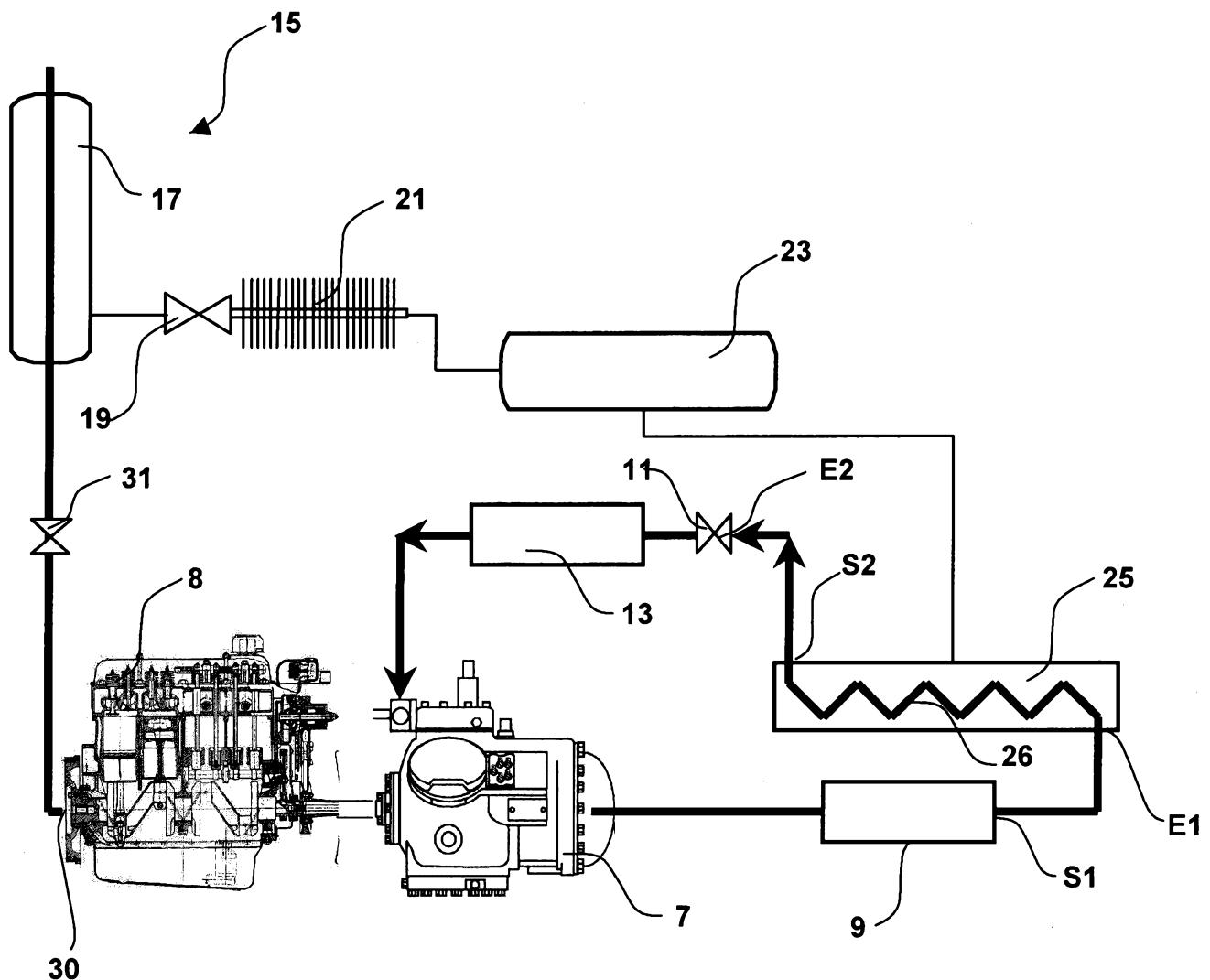


FIG 2

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.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 (nouveauté) 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'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT 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 CITÉS DANS LE PRÉSENT 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**

EP 1 391 238 A2 (MITSUBISHI CHEM CORP [JP]; DENSO CORP [JP] MITSUBISHI PLASTICS INC [JP])
25 février 2004 (2004-02-25)

US 2 068 333 A (KRUMMELL KARL W)
19 janvier 1937 (1937-01-19)

DE 32 29 646 A1 (BOSCH SIEMENS HAUSGERAETE [DE])
9 février 1984 (1984-02-09)

**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