

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

**0 053 536  
B1**

(12)

## FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet:  
**04.06.86**

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>: **F 25 B 25/02**

(21) Numéro de dépôt: **81401815.6**

(22) Date de dépôt: **18.11.81**

(54) **Perfectionnement au procédé de production de froid mettant en oeuvre un cycle à démixtion.**

(30) Priorité: **01.12.80 FR 8025514**

(43) Date de publication de la demande:  
**09.06.82 Bulletin 82/23**

(45) Mention de la délivrance du brevet:  
**04.06.86 Bulletin 86/23**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE GB IT LI NL SE**

(56) Documents cités:  
**DE - B - 1 125 956  
DE - C - 953 378  
FR - A - 2 314 456  
FR - A - 2 356 097  
US - A - 2 041 725  
US - A - 3 477 240  
US - A - 4 171 619**

(73) Titulaire: **INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE, 4, Avenue de Bois-Préau, F-92502 Rueil-Malmaison (FR)**

(72) Inventeur: **Rojey, Alexandre, 29-33 rue Henri Regnault, F-92380 Garches (FR)**  
Inventeur: **Larue, Joseph, 6, résidence du Pré au Bois, F-92420 Vaucresson (FR)**  
Inventeur: **Barreau, Alain, 190 B rue des Landes, F-78400 Chatou (FR)**

**EP 0 053 536 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

L'invention a trait aux machines frigorifiques utilisant, pour produire du froid, la vaporisation d'un fluide frigorigène. Dans les installations conventionnelles à un étage, le fluide frigorigène en phase vapeur est comprimé, condensé en cédant de la chaleur à un fluide extérieur, le plus souvent eau ou air, puis détendu et envoyé à l'étape de vaporisation.

Lorsque l'on cherche à obtenir par un tel procédé des températures de réfrigération relativement basses, par exemple inférieures à  $-40^{\circ}\text{C}$ , on observe que le rendement de l'installation, qui peut être défini par le rapport de la puissance frigorifique réalisée à la puissance mécanique consommée, diminue rapidement lorsque la température de réfrigération requise baisse. Pour améliorer ce rendement, il est possible de réaliser une cascade de deux étages montés en série, ce qui permet de descendre jusqu'à une température d'environ  $-100^{\circ}\text{C}$ .

Afin d'éviter de doubler les équipements, il est également possible de recourir à la solution qui a fait l'objet du brevet français N° 2 314 456. Cette solution est schématisée sur la fig. 1.

Le fluide frigorigène est vaporisé dans l'échangeur E2 en refroidissant un fluide extérieur. Il est recyclé au compresseur K1 soit directement, soit à travers l'échangeur E1 (cette dernière disposition est illustrée par la fig. 1). La phase vapeur comprimée VFC est mélangée avec une phase solvant S. Le mélange de phase vapeur VFC et de phase solvant passe à travers l'échangeur C1 dans lequel la phase vapeur est condensée en présence du solvant. La phase liquide ainsi obtenue est refroidie dans l'échangeur E1. Avec des couples solvant-soluté correctement choisis, il se produit une démixtion qui conduit à la formation de deux phases liquides, dont une phase riche en solvant et une phase riche en fluide frigorigène qui sont recueillies dans le bac B1 de décantation. La phase solvant est entraînée par la pompe P1 et recyclée à travers l'échangeur E1. La phase liquide riche en fluide frigorigène est détendue à travers la vanne de détente V1 et envoyée à l'échangeur E2.

Si l'on analyse le fonctionnement de ce procédé, on constate que la température  $T_d$  du mélange de fluide frigorigène et de solvant sortant de l'échangeur E1 et recueilli dans le bac B1 est un paramètre essentiel. En particulier plus cette température  $T_d$  est basse, plus la concentration en fluide frigorigène de la phase solvant recyclée à partir du bac B1 est faible. Il en résulte, lorsque cette température  $T_d$  est abaissée, la possibilité de réduire le taux de recirculation de solvant et également la pression de dissolution.

Dans le cas du fonctionnement schématisé sur la fig. 1, le refroidissement du mélange de solvant et de soluté sortant du condenseur C1 est assuré par échange avec la phase solvant sortant du bac B1 et la phase vapeur sortant de l'échangeur E2. Dans ces conditions, il n'y a pas de possibilité de réglage de la température  $T_d$  et d'autre part la

capacité calorifique du fluide frigorigène en phase vapeur étant nettement inférieure à la capacité calorifique du fluide frigorigène en phase liquide, cette température  $T_d$  ne peut pas être abaissée jusqu'à une valeur proche de la température atteinte dans l'échangeur E2.

Le procédé perfectionné de l'invention comprend les étapes suivantes:

a) on comprime, dans une zone de compression, une phase gazeuse d'un fluide réfrigérant, de manière à obtenir une phase gazeuse comprimée, on dissout au moins partiellement la phase gazeuse comprimée dans une phase solvant liquide, pour obtenir une solution et on transfère au moins une partie de la chaleur de compression et de la chaleur de dissolution à un fluide externe de refroidissement,

b) on refroidit la solution provenant de l'étape (a) comme indiqué à l'étape (d), pour obtenir la séparation de la solution en deux phases liquides distinctes, une phase riche en solvant et une phase riche en fluide réfrigérant,

c) on sépare la phase riche en solvant de la phase riche en fluide réfrigérant.

d) on met la phase riche en solvant de l'étape (c) en relation d'échange de chaleur avec la solution à refroidir de l'étape (b) et on envoie ensuite ladite phase riche en solvant, comme phase solvant, à l'étape (a) pour dissoudre une nouvelle quantité de phase gazeuse comprimée,

e) on détend la phase riche en fluide réfrigérant de l'étape (c) et on la vaporise pour produire du froid,

f) on renvoie la phase vaporisée, riche en fluide réfrigérant, de l'étape (e) à la zone de compression comme phase gazeuse de fluide réfrigérant, ledit procédé étant caractérisé en ce que le solvant est constitué par le même liquide que celui utilisé pour lubrifier le compresseur et en ce que, à l'étape (e), on divise la phase riche en fluide réfrigérant en au moins deux parties ( $F_1$  et  $F_2$ ), on vaporise la première partie ( $F_1$ ) de la phase riche en fluide réfrigérant en contact d'échange thermique avec la solution provenant de l'étape (a), pour abaisser davantage la température de ladite solution et favoriser ainsi sa démixtion, et une deuxième partie ( $F_2$ ) de ladite phase riche en fluide réfrigérant en contact d'échange thermique avec un milieu externe à refroidir autre que la solution provenant de l'étape (a).

Selon une première réalisation, ladite vaporisation de la partie ( $F_1$ ) est effectuée simultanément à l'échange de chaleur de l'étape (d).

Selon une autre réalisation, ladite vaporisation de la partie ( $F_1$ ) est effectuée au contact de la solution provenant de l'étape (a) après que celle-ci ait subi le refroidissement de l'étape (b).

Le procédé perfectionné selon l'invention, tel qu'il est schématisé sur la fig. 2, consiste à séparer le fluide frigorigène sortant du bac B1 en deux fractions. Une première fraction  $F_1$  passe à travers la vanne de détente V2 puis est mise en contact d'échange thermique avec le mélange de solvant et de fluide frigorigène, pour en abaisser la température jusqu'au niveau requis. En particulier,

pour abaisser cette température  $T_d$ , on est amené à augmenter la fraction  $F_1$  de fluide frigorigène passant par la vanne de détente. La fraction restante  $F_2$  est détendue à travers la vanne de détente V3 et vaporisée à travers l'échangeur E2 pour refroidir le fluide extérieur qui arrive dans l'échangeur E2.

Une telle disposition est particulièrement avantageuse lorsque la température  $T_d$  est proche de la température moyenne  $T_r$  à laquelle on vaporise le fluide frigorigène dans l'échangeur E2. Par contre, si cette température est intermédiaire entre la température  $T_c$  du mélange sortant du condenseur et la température  $T_r$ , la disposition schématisée sur la fig. 2 conduit à détendre la fraction  $F_1$  jusqu'à une pression inutilement basse. Il est alors possible d'opérer selon le schéma représenté sur la fig. 3.

Dans ce schéma, la fraction  $F_1$  est détendue à une pression intermédiaire entre la pression basse et la pression haute du cycle. Dans ce cas, pour réduire la consommation d'énergie de compression, il est avantageux, si la compression du fluide frigorigène est effectuée en plusieurs étapes, d'introduire la phase vapeur obtenue par vaporisation de la fraction  $F_1$  en un point intermédiaire de l'étape de compression.

Différentes dispositions sont possibles pour fournir le refroidissement complémentaire du mélange de solvant et de fluide frigorigène qu'apporte la vaporisation de la fraction  $F_1$ . Ce refroidissement peut être assuré dans le même échangeur que celui qui assure l'échange avec la phase solvant recyclée (figs 2 et 3). Ceci nécessite un échangeur à plusieurs passes. De tels échangeurs sont disponibles dans l'industrie du froid. Il peut s'agir par exemple d'échangeurs à plaques tels que les échangeurs à plaques d'aluminium brasées ou d'échangeurs bobinés.

Il est également possible d'assurer le refroidissement du mélange de solvant et de fluide frigorigène sortant de l'échangeur C1 en deux étapes successives comme indiqué par exemple sur le schéma de la fig. 4.

Sur ce schéma le mélange de solvant et de fluide frigorigène sortant de l'échangeur C1 est refroidi successivement dans l'échangeur E4 par échange de chaleur avec la phase solvant recyclée puis dans l'échangeur E5 par échange de chaleur avec la fraction  $F_1$  qui est vaporisée. Sur ce schéma, la phase vapeur obtenue en mélangeant les fractions vapeur provenant de la vaporisation des fractions liquides  $F_1$  et  $F_2$  est renvoyée directement au compresseur K1. De cette manière, il est possible d'utiliser pour les échangeurs E4 et E5 des échangeurs à tubes et calandre conventionnels.

Une variante consiste à échanger de la chaleur entre la fraction  $F_2$  sortant de l'échangeur E2 et la solution sortant du condenseur C1. Ceci peut être réalisé, par exemple, dans l'échangeur E4 qui est alors un échangeur triple.

L'invention s'applique à tous les mélanges de fluide réfrigérant et de solvant qui permettent de réaliser l'étape de dissolution avec transmission

de la chaleur de dissolution à un fluide extérieur et l'étape de démixtion liquide-liquide par abaissement de la température sous réserve que le solvant soit constitué par le même liquide que celui utilisé pour lubrifier le compresseur.

L'étape de dissolution peut avantageusement être réalisée à une température voisine de la température ambiante, cette température étant obtenue par échange de chaleur avec de l'eau ou de l'air. Cette température peut être comprise, par exemple, entre 20 et 50 °C. Toutefois en vue de réaliser des températures de réfrigération très basses en utilisant un fluide frigorigène à très bas point d'ébullition, il est possible de réaliser cette dissolution à une température plus basse en utilisant une installation de réfrigération auxiliaire.

Le fluide frigorigène peut être choisi parmi les fluides suivants, sans que cette liste constitue une limitation du domaine de l'invention:

1. Hydrocarbures ayant de préférence 1 à 3 atomes de carbone par molécule, par exemple:

. méthane, éthane et propane

2. Hydrocarbures halogénés ou fluides «fluorocarbonés» du type «Fréons» ayant de préférence 1 ou 2 atomes de carbone par molécule. On utilisera par exemple les fluides suivants:

. R-22 chlorodifluorométhane

. R-23 trifluorométhane

. R-13 chlorotrifluorométhane

. R-115 chloropentafluoroéthane

. R-13B1 trifluorobromométhane

. R-14 tétrafluorométhane

3. Autres gaz utilisés communément dans les procédés de réfrigération

. dioxyde de carbone

. ammoniac

Aux niveaux de température les plus bas, d'autres fluides tels que azote, hélium, hydrogène qui sont utilisés pour atteindre de telles températures peuvent être également envisagés.

Le solvant est un solvant de préférence polaire, qui peut être, par exemple, un alcool, une cétone, un aldéhyde, un éther, un ester, un dérivé nitré, un nitrile, un amide ou une amine. Les formules chimiques d'un tel solvant seront par exemple de la forme  $R-OH$ ,  $R-CO-R'$ ,  $R-CHO$ ,  $R-O-R'$ ,  $R-NO_2$ ,  $R-CN$ ,  $R-CONH_2$ ,  $R-NH_2$ ,  $R-NH-R'$  ou  $RR'R''$ ,  $R$ ,  $R'$  et  $R''$  désignant des radicaux alkyles renfermant de 1 à 3 atomes de carbone.

D'autres types de solvants peuvent convenir dans certains cas. Par exemple un hydrocarbure ou un hydrocarbure fluoré et/ou chloré peut être utilisé comme solvant.

Les solvants peuvent être utilisés purs ou en mélange. En particulier en utilisant en mélange deux solvants dont les pouvoirs solvants sont différents, il est possible, en modifiant les proportions relatives de ces solvants, d'ajuster la concentration en fluide frigorigène.

Le solvant est constitué par le lubrifiant utilisé dans le compresseur. Ce lubrifiant peut être constitué par une base hydrocarbure. Dans ce cas, le fluide frigorigène sera constitué de préférence par un hydrocarbure halogéné ou un fluide «fluorocarboné» du type «Fréon» tels que le R-22, le R-23,

le R-13, le R-115, le R-13B1 ou le R-14. Cette base hydrocarbure peut être du type naphthénique ou du type paraffinique. On a observé que par abaissement de la température, les phénomènes de démixtion liquide-liquide sont plus marqués et la séparation des deux phases liquides plus poussée dans le cas d'une base paraffinique que dans le cas d'une base naphthénique. On conçoit que par mélange des deux types de lubrifiants, on puisse ajuster la solubilité mutuelle de manière à obtenir une dissolution suffisante du fluide frigorigène à la température du condenseur C1 et une séparation par démixtion suffisamment poussée à la température  $T_d$ . Il est également possible d'utiliser comme solvant un lubrifiant de synthèse. Différents types de polymères peuvent être utilisés. Le lubrifiant peut être par exemple du type polyoléfine ou du type alkylphényle.

La pression basse du cycle est généralement comprise entre 1 et 10 atm.

La pression haute du cycle est généralement comprise entre 10 et 70 atm.

Différents équipements peuvent être utilisés pour effectuer les différentes étapes du procédé.

Le compresseur peut être par exemple un compresseur à pistons, un compresseur à vis, un compresseur centrifuge, un compresseur axial à un ou plusieurs étages, des refroidissements intermédiaires pouvant être opérés entre les étages.

Les échangeurs utilisés peuvent être, par exemple, des échangeurs à tubes et calandre, bobinés ou à plaques. Des revêtements de surface peuvent être utilisés pour faciliter la vaporisation ou la condensation des produits.

Lorsque la phase solvant et le fluide frigorigène sont mis en contact, la chaleur de dissolution étant évacuée par l'intermédiaire de l'échangeur C1, ce contact peut être favorisé par des dispositifs destinés à améliorer le mélange de la phase liquide et de la phase vapeur, tels que hélices, garnissages, etc...

Les organes de détente peuvent être réglés automatiquement. Ainsi la vanne de détente V3 peut être asservie de manière à réaliser une température de réfrigération imposée dans l'échangeur E2 et la vanne de détente V2 peut être asservie de manière à réaliser une température  $T_d$  imposée à la sortie de l'échangeur E1.

#### EXEMPLE 1

Dans cet exemple on procède selon le schéma représenté sur la fig. 2. Dans la conduite 1, à la sortie de l'échangeur C1, le mélange liquide traverse l'échangeur E1 d'où il sort par la conduite 2. L'abaissement de température produit dans le mélange une démixtion en deux phases liquides qui sont séparées dans le ballon B1.

La phase légère sort du ballon B1 par le conduit 3. Une partie de cette phase légère (conduite 4) est détendue à travers la vanne V3, ce qui abaisse sa température, et entre dans l'échangeur E2 par le conduit 5. Dans l'échangeur E2, le fluide frigorigène est vaporisé en fournissant du froid à un fluide extérieur entrant dans l'échangeur E2 par le conduit 16 et en ressortant par le conduit 17.

L'autre partie de la phase légère est envoyée par le conduit 7 à la vanne V2 où elle est détendue, ce qui abaisse sa température; elle sort par le conduit 8 pour être mélangée au fluide frigorigène gazeux qui provient de l'échangeur E2 par le conduit 6. Le mélange gaz-liquide ainsi formé entre par le conduit 9 dans l'échangeur E1, dans lequel le fluide frigorigène se vaporise. A la sortie de l'échangeur E1, dans le conduit 10, le fluide frigorigène est entièrement gazeux; il est aspiré par le compresseur K1, dans lequel il subit une compression en deux étapes avec refroidissement intermédiaire. Le gaz à haute pression est envoyé par le conduit 11 vers l'échangeur C1.

La fraction lourde du ballon B1 est évacuée par le conduit 12 et passe dans l'échangeur E1 d'où elle sort par le conduit 13; elle est reprise par la pompe P1 et renvoyée par le conduit 14 pour être mélangée en ligne avec le fluide frigorigène à haute pression issu du compresseur K1, dans le conduit 15. Dans l'échangeur C1, il se produit une dissolution du fluide frigorigène dans le solvant qui s'accompagne d'un dégagement de chaleur qui est évacué par un fluide extérieur.

#### EXEMPLE 2

Dans cet exemple, on procède selon le schéma représenté sur la fig. 3. Dans le conduit 21, à la sortie de l'échangeur C1, le mélange liquide traverse l'échangeur E1 d'où il sort par le conduit 22. L'abaissement de température produit dans le mélange une démixtion en deux phases liquides qui sont séparées dans le ballon B1.

La phase légère sort du ballon B1 par le conduit 23. Une partie de cette phase légère pénètre par le conduit 24 dans l'échangeur de sous-refroidissement E3. Elle en ressort par le conduit 25, est détendue à travers la vanne V3 et entre dans l'échangeur E2 par le conduit 26. Dans cet échangeur, le fluide frigorigène se vaporise en fournissant du froid à un fluide extérieur qui entre dans l'échangeur E2 par le conduit 38 et en ressort par le conduit 39. La phase légère sort de l'échangeur E2 par le conduit 27 et entre dans l'échangeur E3, dont elle ressort par le conduit 28; par ce même conduit, elle entre dans l'échangeur E1, elle en ressort, entièrement gazeuse. Ce gaz est aspiré par le premier étage du compresseur K1 par le conduit 31. A la sortie du premier étage de compression, le gaz traverse un refroidisseur intermédiaire C2. La deuxième partie de la phase légère (conduit 29) provenant du conduit 23, est détendue à travers la vanne V2, ce qui abaisse sa température: elle entre dans l'échangeur E1 par le conduit 30, elle en ressort entièrement vaporisée par le conduit 32: elle est ensuite mélangée à la partie qui est issue du premier étage de compression. La totalité de la phase légère gazeuse est aspirée par le deuxième étage du compresseur K2. Le gaz haute pression est envoyé par le conduit 33 vers l'échangeur C1.

La fraction lourde du ballon B1 est évacuée par le conduit 34 et traverse l'échangeur E1; elle en ressort par le conduit 35; elle est reprise par la pompe P1 et renvoyée par le conduit 36 pour être

mélangée en ligne avec le fluide frigorigène à haute pression issu du compresseur, dans le conduit 37. Dans l'échangeur C1, il se produit une dissolution du fluide frigorigène gazeux dans le solvant qui s'accompagne d'un dégagement de chaleur, qui est évacué par un fluide extérieur.

### EXEMPLE 3

On opère selon le schéma de la fig. 4. Le mélange gazeux (conduite 41) pénètre dans l'échangeur E4 puis dans l'échangeur E5. Il passe à l'état liquide dans la conduite 42 et décante dans le ballon B1. Une partie de la phase légère est détendue dans la vanne V2 et est envoyée à la conduite 43; une autre partie est détendue dans la vanne V3 et parvient à l'échangeur E2 par le conduit 44. Elle fournit du froid au fluide circulant dans les conduites 46 et 47. Elle est évacuée par le conduit 45 et parvient au compresseur K1 après mélange avec la phase légère de la conduite 43. Le mélange gazeux résultant est recomprimé et est envoyé par le conduit 48 à l'échangeur C1. La phase liquide lourde du ballon B1 passe dans la conduite 49, l'échangeur E4 et la conduite 50 où sa pression est remontée par la pompe P1. Elle est mélangée ensuite avec la phase légère de la conduite 48.

### Revendications

1. Procédé perfectionné de production de froid dans un cycle à démixtion, dans lequel:

a) on comprime, dans une zone de compression, une phase gazeuse d'un fluide réfrigérant, de manière à obtenir une phase gazeuse comprimée, on dissout au moins partiellement la phase gazeuse comprimée dans une phase solvant liquide, pour obtenir une solution et on transfère au moins une partie de la chaleur de compression et de la chaleur de dissolution à un fluide externe de refroidissement,

b) on refroidit la solution provenant de l'étape (a) comme indiqué à l'étape (d), pour obtenir la séparation de la solution en deux phases liquides distinctes, une phase riche en solvant et une phase riche en fluide réfrigérant,

c) on sépare la phase riche en solvant de la phase riche en fluide réfrigérant,

d) on met la phase riche en solvant de l'étape (c) en relation d'échange de chaleur avec la solution à refroidir de l'étape (b) et on envoie ensuite ladite phase riche en solvant, comme phase solvant, à l'étape (a) pour dissoudre une nouvelle quantité de phase gazeuse comprimée,

e) on détend la phase riche en fluide réfrigérant de l'étape (c) et on la vaporise pour produire du froid,

f) on renvoie la phase vaporisée, riche en fluide réfrigérant, de l'étape (e) à la zone de compression comme phase gazeuse de fluide réfrigérant, ledit procédé étant caractérisé en ce que le solvant est constitué par le même liquide que celui utilisé pour lubrifier le compresseur et en ce que, à l'étape (e), on divise la phase riche en fluide réfrigérant en au moins deux parties ( $F_1$  et  $F_2$ ), on vaporise la première partie ( $F_1$ ) de la phase riche

en fluide réfrigérant en contact d'échange thermique avec la solution provenant de l'étape (a), pour abaisser davantage la température de ladite solution et favoriser ainsi sa démixtion, et une deuxième partie ( $F_2$ ) de ladite phase riche en fluide réfrigérant en contact d'échange thermique avec un milieu externe à refroidir autre que la solution provenant de l'étape (a).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite vaporisation de la première partie ( $F_1$ ) de la phase riche en fluide réfrigérant est effectuée simultanément à l'échange de chaleur de l'étape (d).

3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite vaporisation de la première partie ( $F_1$ ) de la phase riche en fluide réfrigérant est effectuée au contact de la solution provenant de l'étape (a) après que celle-ci ait subi le refroidissement de l'étape (b).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la deuxième partie ( $F_2$ ) de la phase riche en fluide réfrigérant, après détente et vaporisation au contact du milieu externe à refroidir, est mise en contact d'échange thermique avec une nouvelle quantité de la même deuxième partie ( $F_2$ ) avant détente de cette dernière.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la deuxième partie ( $F_2$ ) de la phase riche en fluide réfrigérant, après détente et vaporisation au contact du milieu externe à refroidir est mise en contact d'échange thermique avec la solution à refroidir provenant de l'étape (a) avant son fractionnement de l'étape (c).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le fluide réfrigérant est un ou plusieurs hydrocarbures, un ou plusieurs hydrocarbures halogénés, le dioxyde de carbone, le monoxyde de carbone, l'ammoniac, l'azote, l'hélium, l'hydrogène ou un mélange de certains de ces fluides, et le solvant est un composé appartenant à la classe des alcools, cétones, aldéhydes, éthers, esters, dérivés nitrés, nitriles, amides, amines, hydrocarbures, hydrocarbures fluorés et/ou chlorés, ou un mélange de certains de ces composés.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel l'échange thermique entre la première partie ( $F_1$ ) de phase riche en fluide réfrigérant vaporisée et la solution provenant de l'étape (a) est réalisé à contre-courant.

### Claims

1. An improved process for producing cold in a phase separation cycle, which comprises:

a) compressing, in a compression zone, a gas phase of a refrigerant fluid, so as to form a compressed gas phase, dissolving at least in part the compressed gas phase in a liquid solvent phase, to obtain a solution, and transferring at least in part the compression heat and the dissolution heat to an external cooling fluid,

b) cooling the solution recovered from step (a) in the manner defined in step (d), to obtain the

separation of the solution into two distinct liquid phases, a phase of high solvent content and a phase of high refrigerant fluid content,

c) separating the phase of high solvent content from the phase of high refrigerant fluid content,

d) contacting the phase of high solvent content of step (c), in heat exchange relation, with the solution to be cooled of step (b) and supplying thereafter said phase of high solvent content, as solvent phase, to step (a) to dissolve an additional amount of compressed gas phase,

e) expanding the phase of high refrigerant fluid content of step (c) and vaporizing it to produce cold,

f) recycling the vaporized phase, of high refrigerant fluid content, of step (e) to the compression zone as gas phase of refrigerant fluid, said process being characterized in that the solvent consists of the same liquid as used to lubricate the compressor and in that, in step (e), the phase of high refrigerant fluid content is divided into at least two portions ( $F_1$  and  $F_2$ ), the first portion ( $F_1$ ) of the phase of high refrigerant fluid content is vaporized in heat exchange contact with the solution from step (a), to further decrease the temperature of said solution and make its separation easier and a second portion ( $F_2$ ) of said phase of high refrigerant fluid content is vaporized in heat exchange contact with an external medium to be cooled, other than the solution recovered from step (a).

2. A process according to claim 1 wherein said vaporization of the first portion ( $F_1$ ) of the phase of high refrigerant fluid content is effected simultaneously to the heat exchange of step (d).

3. A process according to claim 1 wherein said vaporization of the first portion ( $F_1$ ) of the phase of high refrigerant fluid content is effected in contact with the solution recovered from step (a), after that said solution has been cooled in step (b).

4. A process according to any of claims 1 to 3, wherein the second portion ( $F_2$ ) of the phase of high refrigerant fluid content, after expansion and vaporization in contact with the external medium to be cooled, is contacted, in heat exchange relation, with an additional amount of the same second portion ( $F_2$ ) before expansion of the latter.

5. A process according to any of claims 1 to 4 wherein the second portion ( $F_2$ ) of the phase of high refrigerant fluid content, after expansion and vaporization in contact with the external medium to be cooled, is contacted, in heat exchange relation, with the solution to be cooled recovered from step (a) before its fractionation in step (c).

6. A process according to any of claims 1 to 5 wherein the refrigerant fluid consists of one or more hydrocarbons, one or more halogenated hydrocarbons, carbon dioxide, carbon monoxide, ammonia, nitrogen, helium, hydrogen or a mixture of several of these fluids, and the solvent is a compound selected from the alcohols, ketones, aldehydes, ethers, esters, nitro derivatives, nitriles, amides, amines, hydrocarbons, fluorinated and/or chlorinated hydrocarbons, or a mixture of several of these compounds.

7. A process according to any of claims 1 to 6, wherein the heat exchange between the first portion ( $F_1$ ) of the vaporized phase of high refrigerant fluid content and the solution recovered from step (a) is effected in counter-current.

## Patentansprüche

1. Verbessertes Verfahren zur Kältegewinnung unter Verwendung einer Mischungslücke, wobei man

a) in einer Kompressionszone eine Gasphase einer Kälteflüssigkeit so komprimiert, dass man eine komprimierte Gasphase erhält, die komprimierte Gasphase mindestens teilweise in einer flüssigen Lösungsmittelphase auflöst, so dass man eine Lösung erhält, und mindestens einen Teil der Kompressionswärme und der Lösungswärme auf eine äussere Abkühlungsflüssigkeit überträgt,

b) die aus Stufe (a) stammende Lösung wie in Stufe (d) angegeben abkühlt, so dass man eine Auftrennung der Lösung in zwei verschiedene flüssige Phasen erhält, nämlich eine an Lösungsmittel reiche Phase und eine an Abkühlflüssigkeit reiche Phase,

c) die an Lösungsmittel reiche Phase von der an Abkühlungsflüssigkeit reichen Phase trennt,

d) die an Lösungsmittel reiche Phase aus Stufe (c) mit der zu kühlenden Lösung von Stufe (b) in Wärmeaustausch-Beziehung bringt und anschliessend diese an Lösungsmittel reiche Phase als Lösungsmittelphase in die Stufe (a) leitet, um eine neue Menge der komprimierten Gasphase aufzulösen,

e) die an Abkühlungsflüssigkeit reiche Phase von Stufe (c) entspannt und sie zur Gewinnung von Kälte verdampft,

f) die an Abkühlungsflüssigkeit reiche verdampfte Phase von Stufe (e) als Gasphase der Abkühlungsflüssigkeit in die Kompressionszone leitet, dadurch gekennzeichnet, dass das Lösungsmittel aus der gleichen Flüssigkeit besteht, die man zum Schmieren des Kompressors verwendet und dass man in Stufe (e) die an Abkühlungsflüssigkeit reiche Phase in mindestens zwei Teile aufteilt ( $F_1$  und  $F_2$ ), den ersten Teil ( $F_1$ ) der an Abkühlungsflüssigkeit reichen Phase in Wärmeaustausch mit der aus Stufe (a) stammenden Lösung verdampft, um die Temperatur dieser Lösung noch mehr zu senken und auf diese Weise ihre Mischungslücke zu begünstigen, und einen zweiten Teil ( $F_2$ ) dieser an Abkühlungsflüssigkeit reichen Phase in Wärmeaustauschkontakt mit einem abzukühlenden Aussenmilieu bringt, welches von der aus Stufe (a) stammenden Lösung verschieden ist.

2. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfung des ersten Teils ( $F_1$ ) der an Abkühlungsflüssigkeit reichen Phase gleichzeitig mit dem Wärmeaustausch von Stufe (d) durchgeführt wird.

3. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfung des ersten Teils ( $F_1$ ) der an Abkühlungsflüssigkeit reichen

Phase in Kontakt mit der aus Stufe (a) stammenden Lösung durchgeführt wird, nachdem diese der Abkühlung von Stufe (b) unterworfen wurde.

4. Verfahren gemäss Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Teil ( $F_2$ ) der an Abkühlungsflüssigkeit reichen Phase nach Entspannung und Verdampfung in Kontakt mit dem abzukühlenden Aussenmilieu in Wärmeaustauschkontakt mit einer neuen Menge des gleichen zweiten Teils ( $F_2$ ) nach Entspannung des letzteren gebracht wird.

5. Verfahren gemäss Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Teil ( $F_2$ ) der an Abkühlungsflüssigkeit reichen Phase nach Entspannung und Verdampfung in Kontakt mit dem abzukühlenden Aussenmilieu in Wärmeaustauschkontakt mit der aus Stufe (a) stammenden abzukühlenden Lösung vor ihrer Fraktionierung in Stufe (c) gebracht wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

7

6. Verfahren gemäss Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Kälteflüssigkeit aus einem oder mehreren Kohlenwasserstoffen, einem oder mehreren halogenierten Kohlenwasserstoffen, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Ammoniak, Stickstoff, Helium, Wasserstoff oder einem Gemisch dieser Flüssigkeiten besteht und das Lösungsmittel aus der Klasse der Alkohole, Ketone, Aldehyde, Äther, Ester, Nitroverbindungen, Nitrilen, Amiden, Aminen, Kohlenwasserstoffen, fluorierten und/oder chlorierten Kohlenwasserstoffen oder einem Gemisch dieser Verbindungen gewählt wird.

7. Verfahren gemäss Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeaustausch zwischen dem ersten Teil ( $F_1$ ) der verdampften, an Kühlflüssigkeit reichen Phase und der aus Stufe (a) stammenden Lösung im Gegenstrom durchgeführt wird.

FIG.1

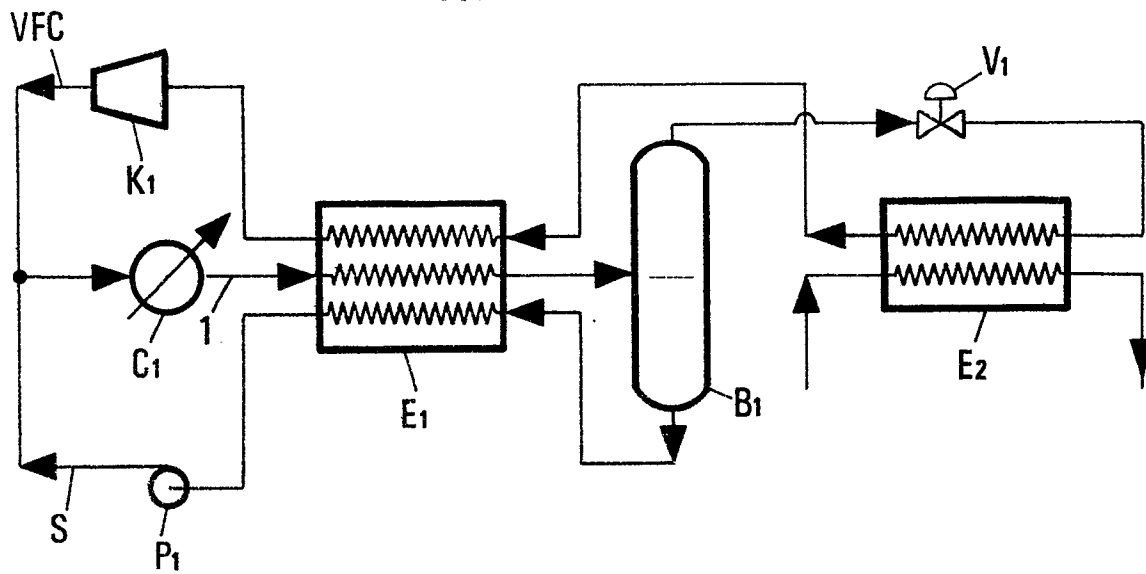


FIG. 2

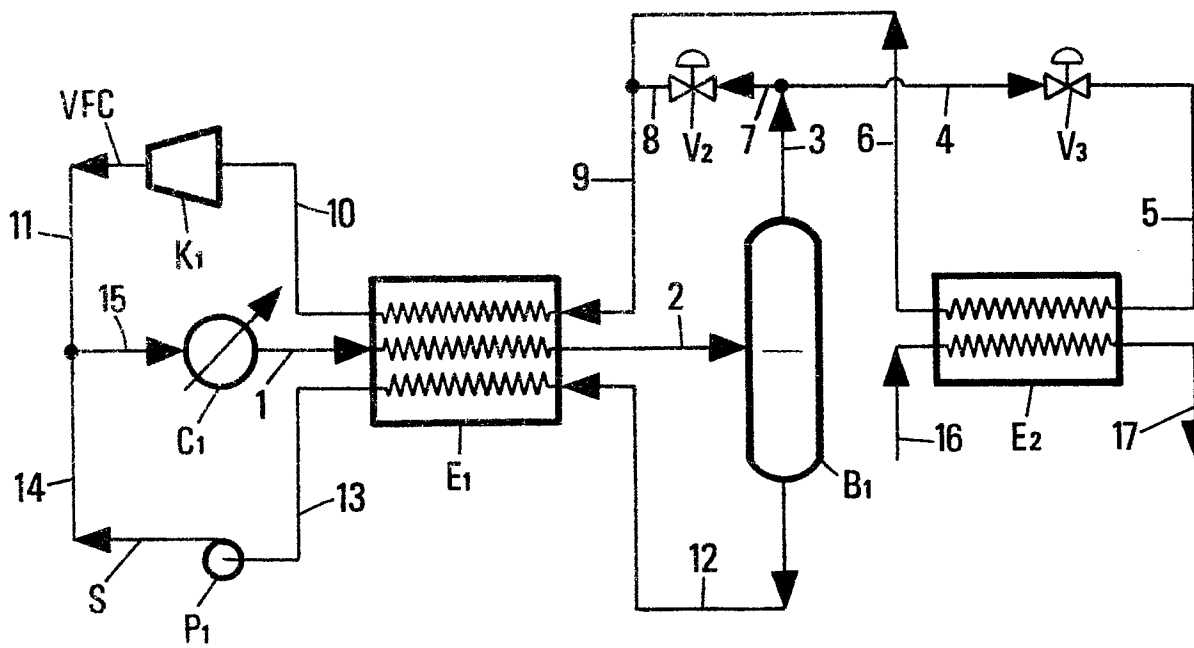




FIG. 3

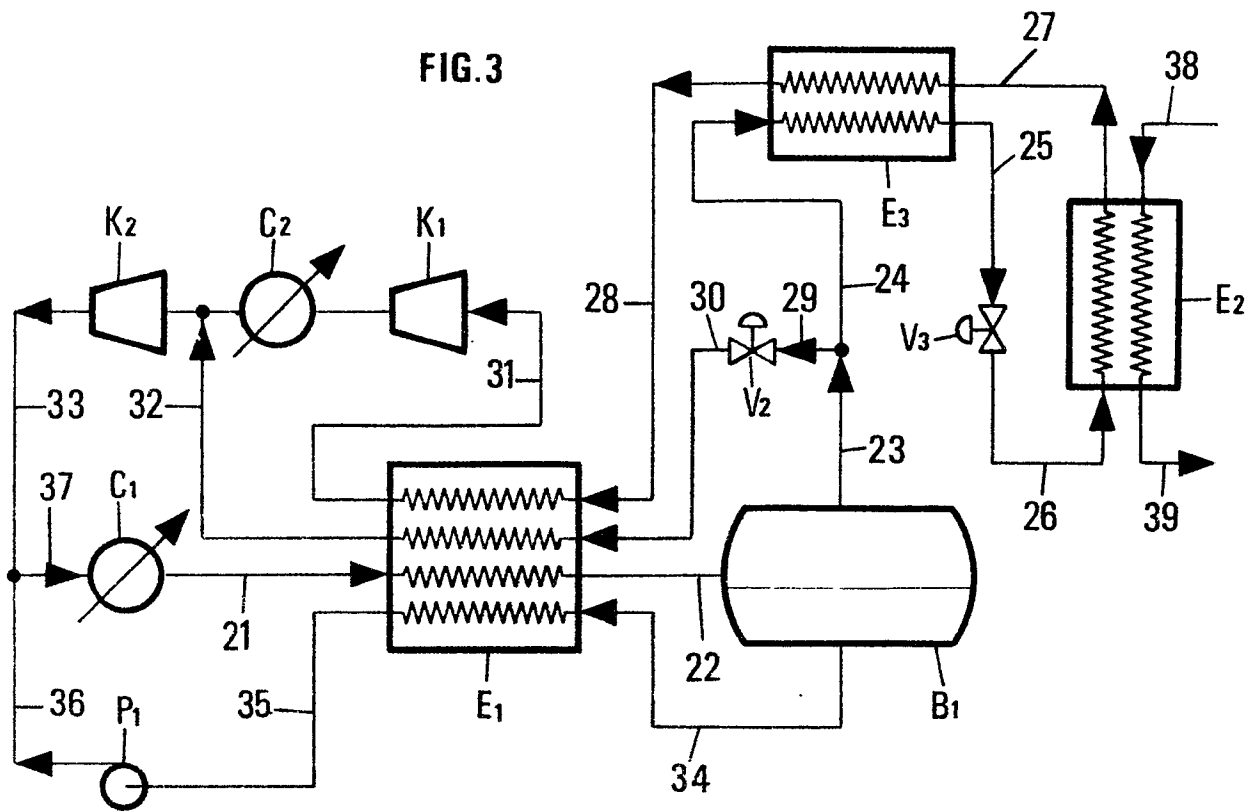


FIG. 4

