

①② **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

②① Numéro de dépôt: **81400755.5**

⑤① Int. Cl.³: **F 01 K 25/06**

②② Date de dépôt: **12.05.81**

③⑩ Priorité: **23.05.80 FR 8011649**

⑦① Demandeur: **INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE, 4,
Avenue de Bois-Préau, F-92502 Rueil-Malmaison (FR)**

④③ Date de publication de la demande: **02.12.81**
Bulletin 81/48

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

⑦② Inventeur: **Rojey, Alexandre, 29-33, rue Henri Régnauld,
F-92380 Garches (FR)**

⑤④ **Procédé de production d'énergie mécanique à partir de chaleur utilisant un mélange de fluides comme agent de travail.**

⑤⑦ Procédé de production d'énergie mécanique dans lequel on vaporise progressivement dans un évaporateur (E101) un mélange de fluides en prélevant de la chaleur sur un fluide extérieur de chauffage suivant un intervalle de température, on détend dans un moteur (M1) la phase vapeur obtenue en produisant de l'énergie mécanique, on condense progressivement, dans un condenseur (E102), la vapeur détendue en cédant de la chaleur à un fluide extérieur de refroidissement, la température de condensation évoluant d'au moins 7°C et d'au plus 30°C et on recycle le mélange condensé à l'évaporateur après l'avoir comprimé (pompe P1).

EP 0 041 005 A1



PROCEDE DE PRODUCTION D'ENERGIE MECANIQUE A PARTIR DE CHALEUR UTILISANT UN MELANGE DE FLUIDES COMME AGENT DE TRAVAIL.

La nécessité d'économiser l'énergie et d'utiliser de nouvelles sources d'énergie conduit à développer des procédés de production d'énergie mécanique, pouvant être utilisée directement ou transformée en énergie électrique, à partir de sources de chaleur à relativement bas
5 niveau thermique, c'est-à-dire dans une gamme de température pouvant aller par exemple de 50 à 400 °C. De telles sources de chaleur peuvent être de nature diverse : rejets thermiques industriels, chaleur transmise par des capteurs solaires, eau géothermale, etc... A partir de telles sources de chaleur, il est possible de produire de l'énergie
10 mécanique au moyen d'un cycle de Rankine utilisant un fluide de travail qui est vaporisé sous pression en prélevant de la chaleur sur la source de chaleur, détendu en produisant de l'énergie mécanique, par exemple dans une turbine, cette énergie mécanique pouvant être utilisée directement ou transformée en énergie électrique, et condensé au moyen d'un
15 fluide de refroidissement, eau ou air.

Pour améliorer le rendement du cycle et éviter d'opérer à très basse pression, il est avantageux de remplacer l'eau, qui est très généralement employée à plus haute température, par un fluide dont la température d'ébullition et la température critique sont beaucoup plus
20 basses, tel que par exemple le butane ou l'ammoniac.

Un tel fluide se vaporise et se condense à une température sensiblement constante.

Or la température des fluides extérieurs avec lesquels s'effectuent les échanges évolue, en règle générale, au cours de l'échange.

25 Il a été découvert, et c'est là un des objets de la présente invention, qu'il est avantageux dans ce cas d'utiliser un mélange de fluides qui se vaporise et se condense progressivement en suivant l'évolution de température de chacun des fluides extérieurs avec lesquels s'effectuent les échanges.

Le mélange est vaporisé suivant un intervalle de température A en prélevant de la chaleur sur un fluide extérieur I qui constitue la source de chaleur et dont la température évolue suivant un intervalle de température A'. Il est alors détendu en produisant de l'énergie mécanique qui peut être utilisée directement ou transformée en énergie électrique, puis il est condensé suivant un intervalle de température B en cédant de la chaleur à un fluide extérieur II qui constitue le fluide de refroidissement et dont la température évolue suivant un intervalle de température B'.

Pour tirer pleinement parti du procédé selon l'invention, il est nécessaire toutefois d'observer certaines conditions.

Pour que le rendement obtenu soit maximum, les intervalles de température A et B doivent être aussi voisins que possible des intervalles de température A' et B', ce qui correspond aux meilleures conditions de réversibilité thermique. L'intervalle de température A' suivant lequel la chaleur est fournie au cycle étant fixé, la composition du mélange est choisie de manière à obtenir un intervalle de vaporisation A voisin de l'intervalle de température A'. Dans le cas d'un mélange binaire, l'intervalle de température A évolue généralement comme le montre le diagramme représenté sur la Figure 1. Pour une fraction molaire donnée x_1 du constituant I le plus volatil d'un mélange formé des constituants I et II dont les températures de vaporisation à la pression considérée sont T_I et T_{II} , la vaporisation du mélange débute à la température de bulle du liquide T_{LB} et se termine à la température de rosée de la vapeur T_{VR} . L'intervalle de vaporisation est donc égal à l'écart entre les températures T_{LB} et T_{VR} et peut être ajusté en choisissant la composition appropriée.

L'intervalle de condensation B est généralement voisin de l'intervalle de vaporisation A. Il est dans ce cas avantageux de régler le débit du fluide de refroidissement, eau ou air, employé pour effectuer la condensation de manière à ce que l'intervalle de température B' soit voisin de l'intervalle de condensation B.

Ceci permet en outre, par rapport au fonctionnement avec un corps pur, de réduire le débit d'eau ou d'air de refroidissement et de diminuer la consommation d'énergie liée à la ventilation d'air de refroidissement ou au pompage d'eau de refroidissement. Toutefois, il est nécessaire d'éviter que l'intervalle de température B ne devienne trop important pour éviter une baisse du rendement. Pour cette raison, il im-

porte de limiter l'intervalle de température B à une valeur de 30 °C. D'autre part, cet intervalle doit être d'au moins 7 °C pour que le gain de rendement qu'apporte l'utilisation d'un mélange soit notable. Par conséquent, pour se placer dans des conditions de rendement opti-

5 males et bénéficier des avantages qu'apporte l'utilisation d'un mélange, il importe que l'intervalle de température B soit compris entre 7 et 30 °C. Cette condition sera en général également valable pour l'intervalle de température A qui est généralement voisin de l'intervalle de température B, lorsque la vaporisation est opérée en une seule étape.

10 La réalisation du procédé peut être décrite en se référant à l'exemple 1.

EXEMPLE 1

L'exemple est illustré par la Figure 2. Par le conduit 1 arrive un débit de 5,67 m³/h d'eau à une température de 85 °C. Par le conduit 4,

15 on fait parvenir 1254 Kg/h d'un mélange de composition suivante (en fractions molaires) :

Butane normal : 0,8

Hexane normal : 0,2

Ce mélange arrive à 20 °C et commence à se vaporiser à 52 °C en échangeant de la chaleur à contre-courant avec l'eau qui arrive par le conduit 1 dans l'échangeur E101. Après échange, l'eau ressort de l'é-

20 changeur E101 par le conduit 2 à une température de 60 °C et le mélange ressort vaporisé de l'échangeur E101 par le conduit 3 à une température de 75 °C et à une pression de 4,1bars.

Le mélange est alors détendu dans le moteur à palettes M1 qui entraîne l'alternateur AT1. On recueille aux bornes de l'alternateur une puissance électrique de 9 kW. Le mélange ressort du moteur à palettes M1 à une pression de 1,6bars. Il est condensé progressivement/dans l'é-

25 changeur E102 d'où il est recueilli dans le bac de réserve B1. Le refroidissement est assuré par de l'eau qui entre par le conduit 7 à 12 °C et ressort par le conduit 8 à 32 °C.

30

Le mélange liquide est repris, à travers le conduit 6, par la pompe P1 et recyclé à l'évaporateur E101.

Dans cet exemple, l'utilisation d'un mélange de butane et d'hexane, permet, au cours des étapes de vaporisation et de condensation, de suivre

35 l'évolution de température des fluides extérieurs, le mélange de fluides

- se vaporisant suivant une évolution croissante de température parallèle à l'évolution décroissante de température du fluide extérieur I et se condensant suivant une évolution décroissante de température parallèle à l'évolution croissante de température du fluide extérieur II. Ces
- 5 évolutions de température nécessitent d'opérer les échanges de chaleur à l'évaporateur et au condenseur dans des conditions aussi proches que possible du contre-courant. Un mode d'échange de chaleur à contre-courant pur représente la solution préférée mais pour des raisons de réalisation, il est également possible de monter des surfaces d'échange
- 10 selon un agencement globalement à contre-courant, chacune des surfaces d'échange faisant partie dudit agencement fonctionnant dans des conditions différentes du contre-courant, par exemple suivant un échange de chaleur à courants croisés ou encore avec une circulation d'un des fluides s'effectuant dans des tubes en U.
- 15 Les mélanges utilisés peuvent être des mélanges de deux, trois (ou davantage) constituants (composés chimiques distincts). Les constituants du mélange peuvent être des hydrocarbures dont la molécule comprend un nombre d'atomes de carbone compris par exemple entre 3 et 8, tels que le propane, le butane normal et l'isobutane, le pentane normal et l'isopentane, l'hexane normal et l'isohexane, l'heptane normal et l'isohéptane, l'octane normal et l'isooctane ainsi que des hydrocarbures aromatiques tels que le benzène et le toluène et des hydrocarbures cycliques tels que le cyclopentane et le cyclohexane. Lorsque l'on désire
- 20 que le mélange ne soit pas inflammable ou ne soit que difficilement inflammable, le mélange utilisé peut être un mélange d'hydrocarbures halogénés du type "Fréon" tels que le chlorodifluorométhane (R-22), le dichlorodifluorométhane (R-12), le chloropentafluoroéthane (R-115), le difluoroéthane (R-152), le trichlorofluorométhane (R-11), le dichlorotétrafluoroéthane (R-114), le dichlorohexafluoropropane (R-216), le
- 30 dichlorofluorométhane (R-21), le trichlorotrifluoroéthane (R-113). L'un des constituants du mélange peut être un azéotrope tel que le R-502 azéotrope de R-22 et de R-115 (48,8/52,2 % en poids), le R-500 azéotrope de R-12 et de R-31 (78,0/22,0 % en poids), le R-506 azéotrope de R-31 et de R-114 (55,1/44,9 % en poids).
- 35 D'autres types de mélanges sont des mélanges comprenant de l'eau et au moins un second constituant miscible avec l'eau tels que les mélanges formés d'eau et d'ammoniac, les mélanges formés d'eau et d'une

amine telle que la méthylamine ou l'éthylamine, les mélanges formés d'eau et d'un alcool tel que le méthanol, les mélanges formés d'eau et d'une cétone telle que l'acétone.

Lorsque le procédé fonctionne selon le schéma représenté sur la Figure 2, la composition du mélange est choisie de manière à ce que les intervalles de vaporisation A et de condensation B soient les plus voisins possible des intervalles de température A' et B' selon lesquels évoluent les fluides extérieurs. Pour obtenir un gain maximum sur le rendement, il est préférable que l'écart entre les intervalles de température A et A' soit inférieur à 5 °C.

Il a été découvert également que dans le cas où un mélange est utilisé comme fluide de travail d'autres perfectionnements peuvent être envisagés lorsqu'en un point du circuit le mélange est scindé en deux fractions, qui sont remélangées en un autre point du circuit, l'une desdites fractions parcourant l'ensemble des différentes étapes du cycle et l'autre de ces fractions ne parcourant qu'une partie des étapes de ce cycle.

Si la chaleur récupérée à l'évaporateur est disponible dans un intervalle de température relativement large et que le mélange est choisi pour se vaporiser suivant un intervalle de température voisin, opérer selon le schéma de fonctionnement représenté sur la Figure 2 conduit à fonctionner avec un large intervalle de température B, ce qui ne correspond pas aux conditions les plus favorables au rendement. On peut dans ce cas opérer selon le schéma de fonctionnement représenté sur la Figure 3. Le mélange est condensé dans l'échangeur E105 en étant refroidi par un fluide extérieur qui entre par le conduit 9 et ressort par le conduit 10. Le mélange condensé ressort de l'échangeur E105 par le conduit 11 et il est envoyé dans le bac de réserve B2. La pompe P11 permet d'envoyer une fraction du mélange liquide par le conduit 12 dans l'échangeur E103 dans lequel il se vaporise suivant un intervalle de température A_1 en échangeant de la chaleur avec un fluide extérieur qui entre par le conduit 13 et ressort par le conduit 14. Le mélange ressort vaporisé de l'échangeur E103 par le conduit 15 et il est envoyé dans l'étage moteur M2. La pompe P10 envoie la fraction restante du mélange liquide par le conduit 16 dans l'échangeur E104, dans lequel il se vaporise suivant un intervalle de température A_2 en échangeant de la chaleur avec le fluide extérieur qui arrive par le conduit 14 et res-

sort par le conduit 17. Le mélange ressort vaporisé de l'échangeur E104 et la vapeur ainsi obtenue est mélangée avec la vapeur provenant de la détente à travers l'étage M2, puis détendue en même temps que la vapeur provenant de l'étage M2 dans l'étage moteur M3 d'où elle ressort par le conduit 19.

A condition de choisir convenablement le niveau de pression intermédiaire, c'est-à-dire la pression à laquelle le mélange se vaporise dans l'échangeur E104, les intervalles de température A_1 et A_2 peuvent être consécutifs et il est ainsi possible de suivre avec le mélange une évolution de température parallèle à une évolution de température du fluide extérieur qui fournit de la chaleur au cycle, correspondant à un intervalle de température A' environ deux fois plus large que dans le cas du schéma de fonctionnement représenté sur la Figure 2.

Il a été également découvert que dans de nombreux cas il est particulièrement avantageux d'opérer selon l'agencement schématisé sur la figure 4. Le mélange condensé n'est vaporisé que partiellement dans l'échangeur E106 en prélevant de la chaleur sur le fluide extérieur qui arrive par le conduit 20 et repart par le conduit 21. A la sortie de l'échangeur E106 les fractions liquide et vapeur sont séparées dans le ballon séparateur S1. La fraction vapeur est détendue dans la turbine T3. La phase liquide est envoyée dans l'échangeur E107 dans lequel elle échange de la chaleur avec le mélange condensé qui est envoyé à l'évaporateur, puis détendue à travers la vanne de détente V1 et mélangée avec la phase vapeur détendue sortant de la turbine T3. Le mélange liquide vapeur ainsi obtenu est condensé en cédant de la chaleur à un fluide extérieur de refroidissement, recueilli dans le bac de réserve B3 et recyclé par la pompe P3 à l'évaporateur. Les conditions de fonctionnement d'un dispositif opérant selon l'agencement schématisé sur la Figure 4 font l'objet de l'exemple 2.

30 EXEMPLE 2

L'exemple est illustré par la Figure 4. Par la pompe P3, on fait circuler un débit de 3956 Kg/h d'un mélange d'eau et d'ammoniac de composition suivante (en fractions poids) :

35 NH_3 : 0,75
 H_2O : 0,25

Ce mélange est envoyé par le conduit 31 dans l'échangeur E107 d'où il ressort par le conduit 22 à la température de 55 °C. Il est alors envoyé dans l'échangeur E106 dans lequel il se vaporise partiellement en prélevant une puissance thermique de 1585 kW sur un débit d'eau qui arrive par le conduit 20 à une température de 90 °C et ressort par le conduit 21 à une température de 65 °C. Le mélange liquide-vapeur ressort de l'échangeur E106 par le conduit 23 à la température de 85 °C et à la pression de 20 bars. Il est recueilli dans le bac séparateur S1 dans lequel la phase liquide et la phase vapeur sont séparées. La phase liquide contient 52 % d'ammoniac en poids. Elle est évacuée par le conduit 25 et envoyée à l'échangeur E107.

La phase vapeur est envoyée par la conduite 24 dans la turbine T3 dans laquelle elle est détendue jusqu'à une pression de 8bars. Sur l'arbre de la turbine T3 on recueille au moyen du frein électrique FE1 une puissance de 100 kW. La vapeur détendue est évacuée par le conduit 26. La phase liquide qui ressort par le conduit 27 de l'échangeur E107 est détendue à travers la vanne de détente V1, d'où elle ressort par le conduit 28. Elle est alors mélangée avec la phase vapeur arrivant par le conduit 26 et le mélange liquide-vapeur est envoyé par le conduit 29 dans l'aéroréfrigérant AR1, dans lequel il est entièrement condensé et d'où il ressort par le conduit 30 à la température de 28 °C. L'aéro-condenseur AR1 est formé de tubes munis d'ailettes à l'intérieur desquels le mélange circule en se condensant, ces tubes étant disposés en cinq nappes placées transversalement par rapport à la circulation d'air mais montées à contre-courant, le mélange circulant ainsi globalement à contre-courant de l'air de refroidissement. Le mélange condensé est recueilli dans le bac de réserve B3 d'où il est repris par la pompe d'alimentation P3.

Le schéma de fonctionnement, représenté sur la Figure 4, permet de s'adapter à des conditions de fonctionnement variables. En particulier, en modifiant le débit acheminé par la pompe P3 à travers le conduit 31, il est possible de modifier les niveaux de pression à l'évaporateur et au condenseur. En particulier en augmentant le débit de la pompe P3, pour des températures de sortie à l'évaporateur et au condenseur fixées, on diminue les niveaux de pression à l'évaporateur et au condenseur, ce qui permet de réduire la capacité du système, c'est-à-dire la puissance délivrée sur l'arbre.

De manière générale le mode de fonctionnement schématisé sur la figure 4 élargit considérablement les possibilités offertes par l'utilisation des mélanges dans les cycles moteurs.

Il permet d'utiliser des mélanges de constituants dont les températures d'ébullition sont très différents, tels que l'eau et l'ammoniac, dans des applications où les intervalles de température dans l'évaporateur et le condenseur sont restreints, par exemple de l'ordre de 10 à 15°, puisque dans l'évaporateur on ne réalise qu'une vaporisation partielle, ce qui permet d'opérer avec un intervalle de température aussi réduit qu'on le souhaite.

D'autre part, comme celà a déjà été indiqué ci-dessus, il est possible dans un tel système d'ajuster les niveaux de pression en jouant sur la concentration de la solution qui circule. Il est possible ainsi de se placer dans les conditions optimales permettant de réaliser un débit volumique réduit et donc une machine de détente peu volumineuse sans mettre en jeu des pressions excessives qui conduiraient à des investissements trop importants.

Quel que soit le schéma de fonctionnement, les conditions de fonctionnement sont choisies en général de manière à ce que la pression du mélange dans l'évaporateur soit comprise entre 3 et 30 bars et de manière à ce que la pression du mélange dans le condenseur soit comprise entre 1 et 10 bars. L'intervalle de température A est généralement compris dans la gamme de température allant de 50 à 350 °C et l'intervalle de température B est généralement compris dans la gamme de température allant de 20 à 80 °C.

Les schémas de fonctionnement donnés à titre d'exemples ne sont pas limitatifs et en particulier tous les perfectionnements connus de l'homme de l'art dans le cas des cycles de Rankine utilisant un corps pur comme fluide de travail peuvent être envisagés dans le cas des mélanges. Par exemple lorsque le moteur dans lequel s'effectue la détente de la phase vapeur comporte plusieurs étages, il est possible de préchauffer le mélange liquide envoyé à l'évaporateur par un échange de chaleur avec une fraction vapeur prélevée entre deux étages du moteur, la condensation de cette fraction vapeur permettant de préchauffer le mélange liquide.

Il est également possible d'effectuer différentes variantes et combinaisons à partir des schémas de base qui ont été décrits. Par exemple, il est possible d'effectuer une vaporisation en deux ou plusieurs étapes à des niveaux de pression différents pour élargir l'intervalle de prélèvement de la chaleur, la vaporisation effectuée au cours de chacune desdites étapes de vaporisation n'étant que partielle et la phase liquide restant à l'issue desdites étapes de vaporisation étant recyclée à l'étape de condensation selon l'agencement qui a été décrit dans l'exemple 2 dans le cas d'une seule étape de vaporisation.

10 D'autre part, différents types d'équipements connus de l'homme de l'art peuvent être utilisés dans le procédé selon l'invention.

L'évaporateur et le condenseur peuvent être par exemple des échangeurs à tubes et calandre, des échangeurs à double-tube ou des échangeurs à plaques. Lorsque l'échange de chaleur s'effectue avec un fluide qui est un gaz, par exemple si l'air est utilisé comme fluide de refroidissement au condenseur, il est généralement avantageux de munir les surfaces d'échange d'ailettes placées du côté du gaz pour améliorer l'échange thermique avec ce gaz.

La détente de la phase vapeur générée dans l'évaporateur, qui permet de produire de l'énergie mécanique, peut s'effectuer dans toutes les machines connues pour cet échange : une telle machine peut être par exemple une turbine à une roue ou à plusieurs roues, radiale ou axiale, une machine à vis du même type que les compresseurs à vis mais fonctionnant en détente, un moteur à palettes ou un moteur alternatif à pistons.

25 La puissance mécanique délivrée peut être très variable et aller par exemple de quelques kW à plusieurs Mégawatts.

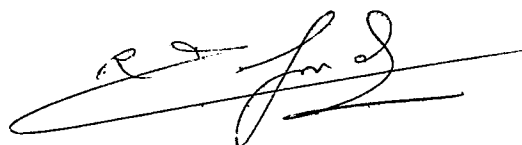
Dans les revendications qui suivent, il est indiqué que le mélange de fluides ne doit pas former d'azéotrope dans les conditions de la vaporisation. Ceci signifie qu'au moins deux constituants de ce mélange ne forment pas d'azéotrope entre eux; cependant chacun des constituants peut à titre individuel être un azéotrope.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de production d'énergie mécanique caractérisé (a) en ce que l'on vaporise progressivement ^{au moins une fraction d'un} mélange de fluides (M) comprenant au moins deux constituants ne formant pas d'azéotrope dans les conditions de vaporisation, en prélevant la chaleur de vaporisation au moins en partie sur un fluide extérieur I dont la température évolue suivant un intervalle de température A' au cours de l'échange, la température du mélange évoluant suivant un intervalle de température A, (b) en ce que l'on détend la phase vapeur ainsi obtenue en produisant de l'énergie mécanique, (c) en ce que l'on condense progressivement, suivant un intervalle de température B, la vapeur ainsi obtenue en cédant de la chaleur à au moins un fluide extérieur II dont la température évolue suivant un intervalle de température B', la largeur de l'intervalle de température B étant d'au moins 7°C et d'au plus 30°C, et (d) en ce que la phase liquide provenant de l'étape (c) est recyclée à l'étape (a), les échanges de chaleur effectués avec les fluides extérieurs I et II aux étapes (a) et (c) respectivement étant opérés à contre-courant, le mélange de fluides se vaporisant à l'étape (a) suivant une évolution croissante de température parallèle à l'évolution décroissante de température du fluide extérieur I et se condensant à l'étape (c) suivant une évolution décroissante de température parallèle à l'évolution croissante de température du fluide extérieur II.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le mélange de fluides est séparé en deux fractions en un point du circuit et les fractions résultantes sont remélangées en un autre point du circuit, la première de ces fractions séparées parcourant l'ensemble des étapes (a), (b) et (c) et la seconde de ces fractions ne parcourant pas au moins l'une des étapes parcourues par la première de ces fractions.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel l'écart entre la température du mélange parcourant l'intervalle A et la température du fluide I parcourant l'intervalle A' est à chaque instant inférieur à 5°C.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le mélange (M) est vaporisé en au moins deux étapes effectuées à des niveaux de pression différents, une première fraction du mélange étant vaporisée au niveau de pression le plus élevé en prélevant de la chaleur dans un premier intervalle de température, la phase vapeur obtenue étant envoyée en tête de la machine motrice dans laquelle s'effectue la détente, ladite machine motrice comprenant un nombre d'étages au moins égal au nombre d'étapes de vaporisation, la fraction restante étant vaporisée en au moins une étape effectuée à un niveau de pression inférieur au niveau de pression de la première étape, en prélevant de la chaleur dans un intervalle de température situé au moins en partie au-dessous du premier intervalle de température, la ou les fractions vapeur ainsi obtenues étant envoyées aux étages successifs de la machine motrice dans laquelle s'effectue la détente en des points correspondants aux niveaux de pression de la vapeur, le mélange vapeur obtenu après détente étant condensé et la phase liquide obtenue après condensation étant recyclée aux étapes de vaporisation.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel le mélange (M) est vaporisé partiellement dans l'évaporateur en prélevant de la chaleur sur un fluide extérieur, la phase vapeur et la phase liquide ainsi obtenues étant séparées, la phase vapeur étant détendue en produisant de l'énergie mécanique, la phase liquide étant envoyée dans un échangeur dans lequel elle échange de la chaleur avec le mélange (M) condensé qui est envoyé à l'évaporateur, la phase liquide étant ensuite détendue et mélangée avec la phase vapeur détendue, le mélange liquide-vapeur ainsi obtenu étant condensé en cédant de la chaleur à un fluide extérieur, le mélange (M) condensé ainsi obtenu étant recyclé à l'évaporateur.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le mélange est un mélange d'hydrocarbures dont le nombre d'atomes de carbone est de 3 à 8.
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le mélange est un mélange d'hydrocarbures halogénés.
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le mélange est un mélange d'eau et d'au moins un constituant miscible à l'eau choisi parmi les alcools, les cétones et les amines.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le mélange est un mélange d'eau et d'ammoniac.
10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel l'intervalle de température A est compris dans la gamme de température allant de 50 à 350 °C et dans lequel l'intervalle de température B est compris dans la gamme de température allant de 20 à 80 °C.
11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel la pression du mélange dans l'évaporateur est comprise entre 3 et 30 bar et la pression du mélange dans le condenseur est comprise entre 1 et 10 bar.
12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel l'énergie mécanique produite par détente du mélange en phase vapeur est convertie en énergie électrique.

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and strokes, positioned in the lower right area of the page.

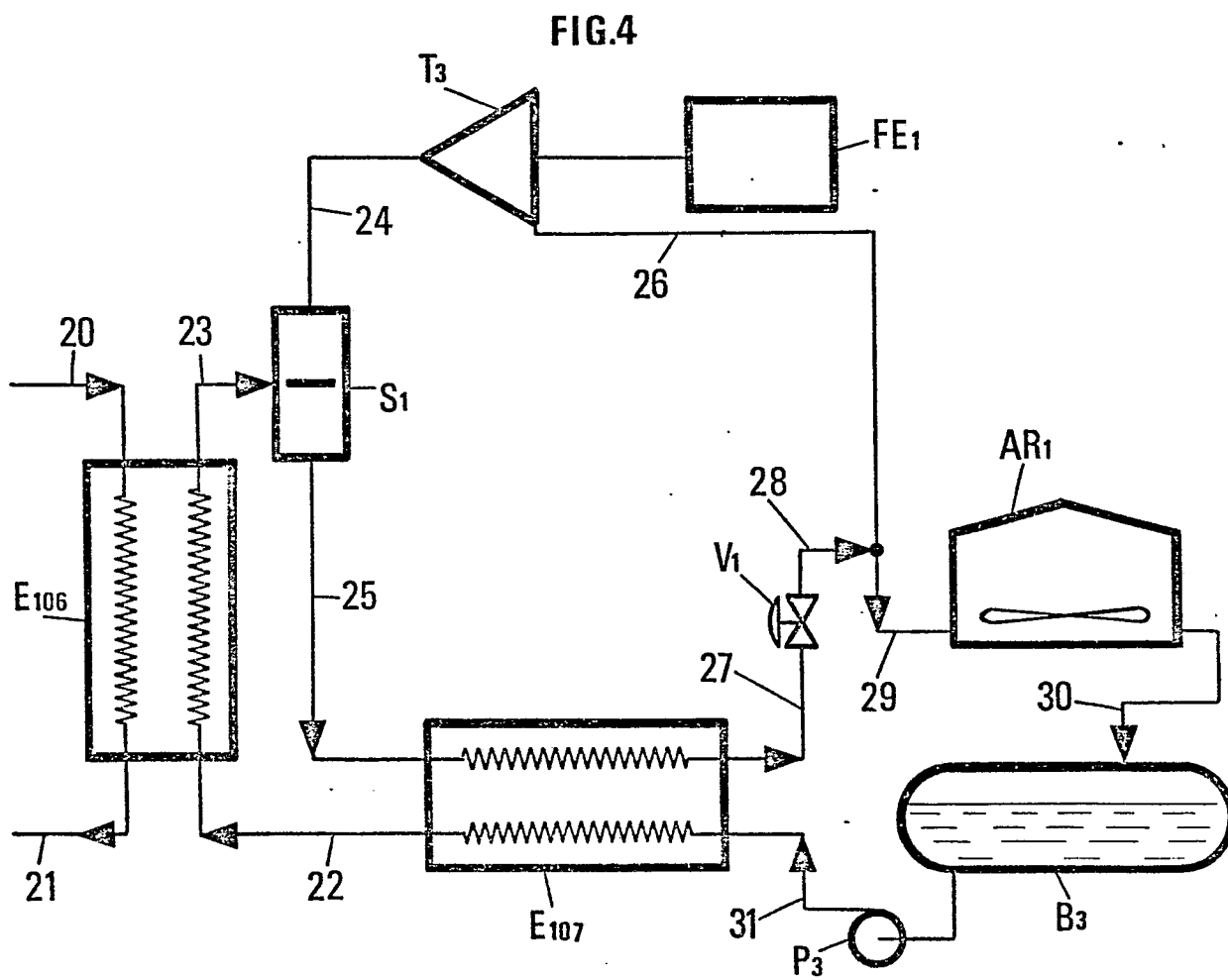
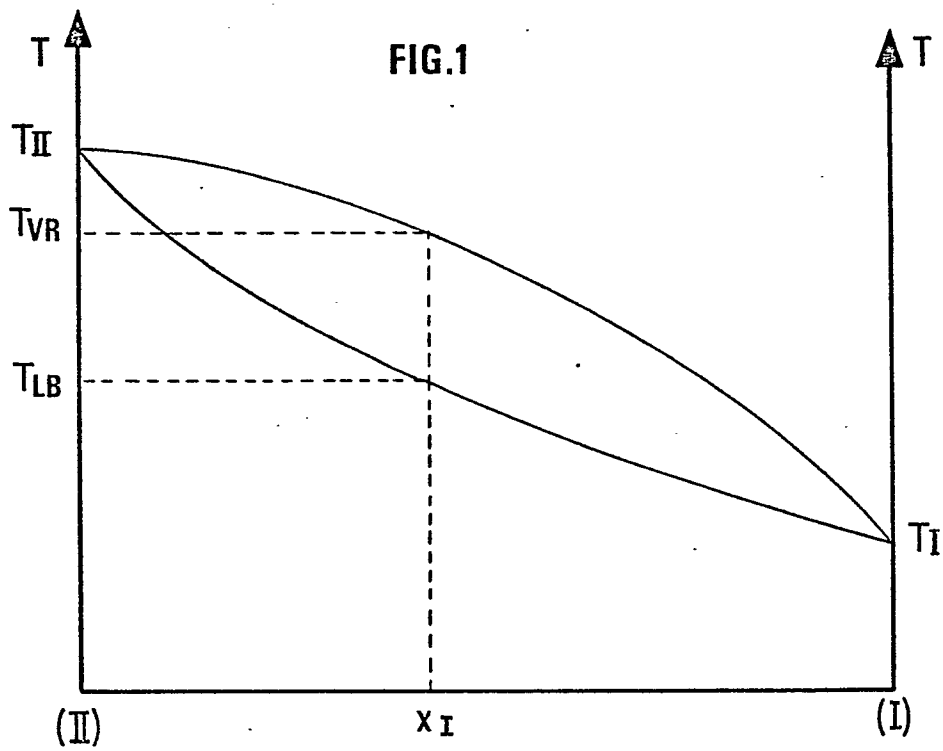


FIG.2

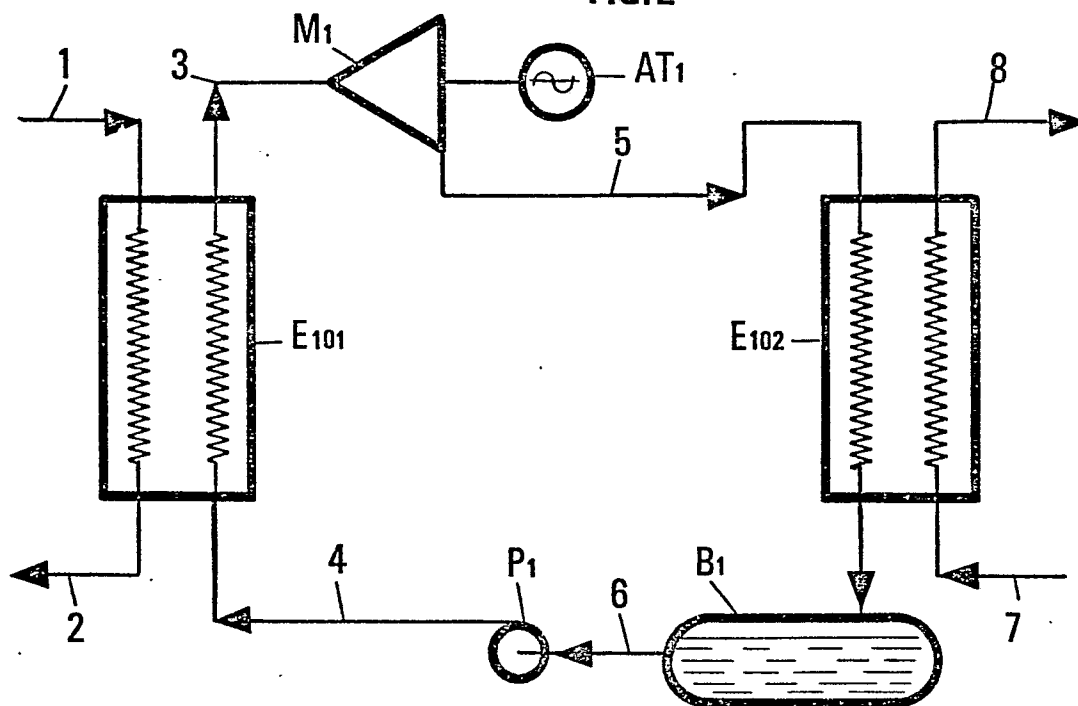
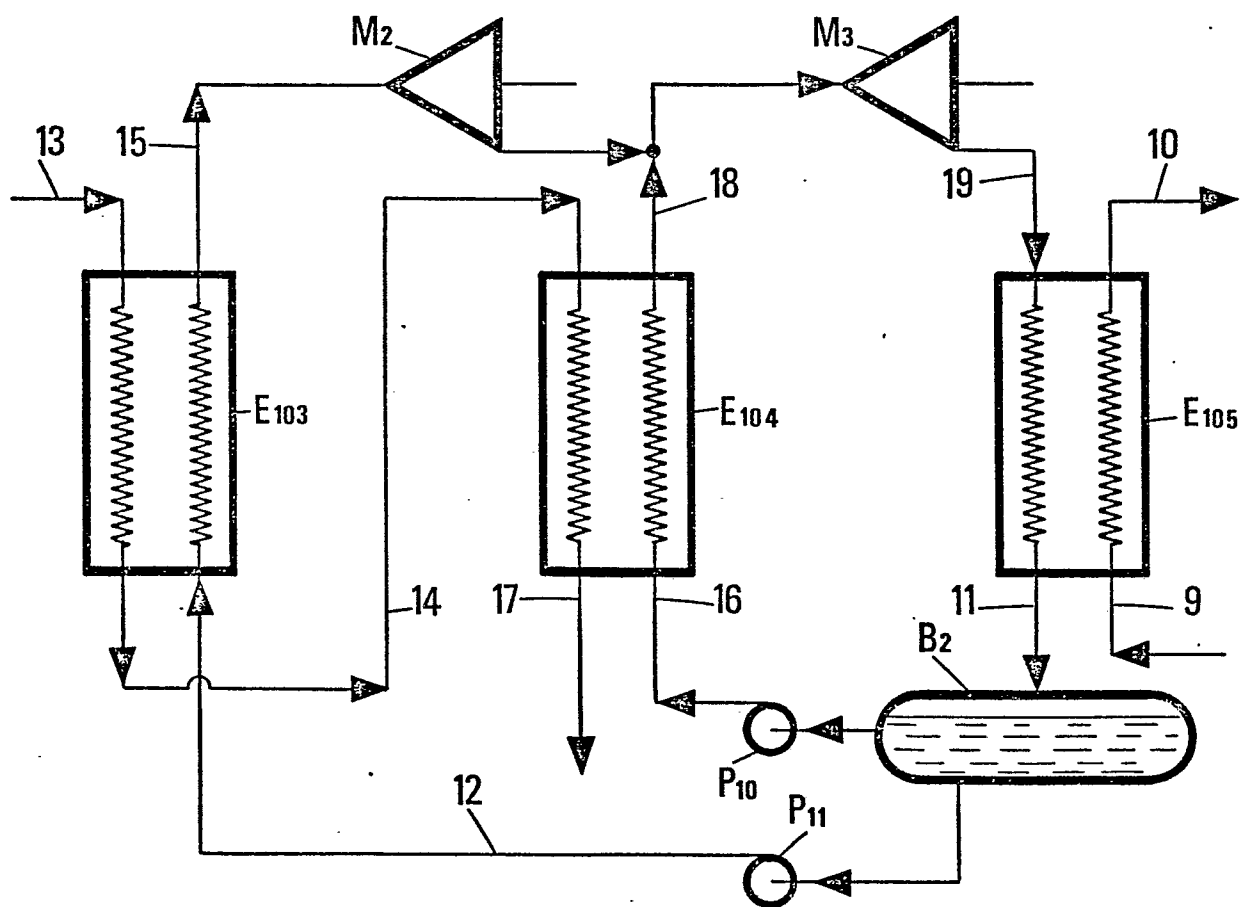


FIG.3





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. ³)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
P	<u>US - A - 4 242 870</u> (SEARINGEN) * Colonne 2; colonne 3, lignes 1-6; colonne 7, lignes 41-68; colonne 8, lignes 1-35; figures * ---	1,6,10	F 01 K 25/06
A	<u>GB - A - 2 016 607</u> (DAIKIN)		
A	<u>FR - A - 2 410 742</u> (FIAT)		
A	<u>US - A - 3 511 049</u> (NORTON)		
A	<u>FR - A - 670 497</u> (STOCES)		
A	<u>GB - A - 551 292</u> (STACK) -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³)
			F 01 K
			CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES
			X: particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons
			&: membre de la même famille, document correspondant
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 20.08.1981	Examineur VAN GHEEL