



(43) Date de la publication internationale
18 octobre 2012 (18.10.2012)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2012/140381 A2

(51) Classification internationale des brevets :
F25J 1/02 (2006.01) F25J 3/06 (2006.01)
F25J 3/02 (2006.01) F25J 1/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2012/050816

(22) Date de dépôt international :
13 avril 2012 (13.04.2012)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1153242 14 avril 2011 (14.04.2011) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDES GEORGES CLAUDE [FR/FR]; 75, Quai d'Orsay, F-75007 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : DARDE, Arthur [FR/FR]; 32 boulevard Saint-Marcel, F-75005 Paris (FR). DEMOLLIENS, Bertrand [FR/FR]; 59 rue de Lyon, F-75012 Paris (FR). LE BIHAN, Hervé [FR/FR]; 15, rue Gounod, F-94370 Sucy-en-brie (FR). TRAVERSAC, Xavier [FR/FR]; 3 rue de Wattignies, F-75012 Paris (FR).

(74) Mandataire : MERCEY, Fiona; L'air Liquide SA, Direction Propriété Intellectuelle, 75 Quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

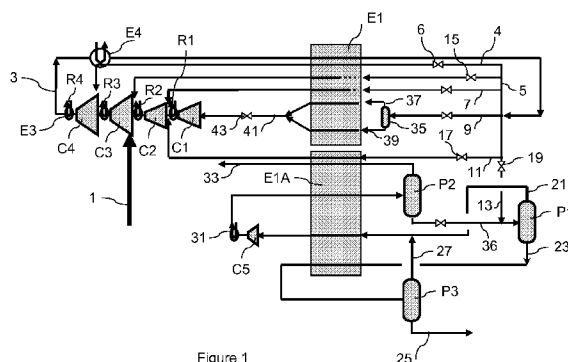
Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD AND APPARATUS FOR SEPARATING A FEED GAS

(54) Titre : PROCÉDE ET APPAREIL DE SEPARATION D'UN GAZ D'ALIMENTATION



(57) Abstract : The invention relates to a method for liquefying a feed gas containing at least 60 mol % of carbon dioxide, in which the gas is mixed with a cycle gas (11, 43) in order to form a gaseous mixture, the gaseous mixture is condensed to form a condensed mixture, at least one portion of the condensed mixture is cooled to form a cooled flow, at least three fractions are derived from the cooled flow, optionally by dividing the cooled flow, at least the first of the three fractions being vaporised in a first exchanger (E1) and compressed in a cycle compressor (C1, C2, C3, C4) before or after being mixed with the feed gas serving as a cycle gas, a second fraction (13) being treated by separation at sub-ambient temperature so as to form a liquid that is rich in carbon dioxide, the second fraction and/or at least one flow derived from the second fraction being reheated and/or cooled in a second exchanger (E1A), separate from the first exchanger, and a third fraction being vaporised in the second exchanger and mixed with the cycle gas or the gaseous mixture.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



Publiée :

- *sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

Dans un procédé de liquéfaction d'un gaz d'alimentation contenant au moins 60% mol de dioxyde de carbone, le gaz est mélangé avec un gaz de cycle (11,43) pour former un mélange gazeux, le mélange gazeux est condensé pour former un mélange condensé, au moins une partie du mélange condensé se refroidit pour former un débit refroidi, au moins trois fractions sont dérivées du débit refroidi, éventuellement en divisant le débit refroidi, au moins une première des trois fractions se vaporise dans un premier échangeur (E1) et est comprimé dans un compresseur de cycle (C1,C2,C3,C4), avant ou après d'être mélangé avec le gaz d'alimentation comme gaz de cycle, une deuxième fraction (13) est traitée par séparation à température subambiante pour former un liquide riche en dioxyde de carbone, la deuxième fraction et/ou au moins un débit dérivé de la deuxième fraction étant réchauffé et/ou refroidi dans un deuxième échangeur (E1A), distinct du premier échangeur, et une troisième fraction est vaporisée dans le deuxième échangeur et mélangé avec le gaz de cycle ou le mélange gazeux.

Procédé et appareil de séparation d'un gaz d'alimentation

5 La présente invention est relative à un procédé et à un appareil de séparation de gaz d'alimentation, en particulier d'un gaz riche en dioxyde de carbone, en particulier contenant au moins 60% mol. de dioxyde de carbone.

 Une voie industrielle envisagée pour le transport du CO₂ est celle du transport par bateaux, nécessitant la liquéfaction du CO₂ issu de différentes
10 sources : gaz de centrales à charbon, d'unités sidérurgiques, de SMR, de procédés de gazéification, etc.

 Cette liquéfaction peut être précédée d'un ou plusieurs traitements des fumées (ou gaz de synthèse) par des méthodes de séparation physique et/ou chimique.

15 Un procédé de séparation du CO₂ selon le préambule de la revendication 1 est décrit dans Aspelund et al « Gas conditioning » dans International Journal of Greenhouse Gas Control (2007), pages 343-354. L'invention permet de mieux standardiser des équipements des unités de liquéfaction d'un gaz.

 Il est proposé de comprimer un gaz, par exemple le CO₂ impur issu d'une
20 ou plusieurs sources via un compresseur de cycle à la pression désirée pour condenser le gaz, par exemple le gaz riche en CO₂ à température ambiante. Une partie de ce gaz condensé, par exemple le gaz condensé riche en CO₂ est directement comprimée à une pression suffisante pour le transport du CO₂ par canalisation, l'autre partie du CO₂ est utilisée dans une unité de séparation à
25 température subambiante. Le CO₂ liquide envoyé dans l'unité de séparation à température subambiante a deux utilités : une partie est sous-refroidie pour la production de CO₂ liquide, l'autre assure le bilan frigorifique par détente du CO₂ liquide.

 Afin d'améliorer le rendement, on pourra rajouter un compresseur de
30 recyclage et un pot de rendement supplémentaires.

 On peut classiquement envisager d'optimiser l'énergie au niveau du bloc échangeur en étagant la pression et donc avoir différents paliers de vaporisation. On pourra recycler ces flux en les introduisant aux inter-étages du compresseur centrifuge multi-intégré de cycle.

Selon un objet de l'invention, il est prévu un procédé de séparation d'un gaz d'alimentation contenant au moins 60% mol de dioxyde de carbone dans lequel :

- i) le gaz d'alimentation est mélangé avec un gaz de cycle pour former un mélange gazeux,
- 5 ii) le mélange gazeux est refroidi ou condensé pour former un mélange refroidi ou condensé,
- iii) au moins une partie du mélange refroidi ou condensé se refroidit pour former un débit refroidi,
- iv) le débit refroidi est divisé en au moins deux fractions,
- 10 v) au moins une première des au moins deux fractions se vaporise dans un premier échangeur et est comprimée dans un compresseur de cycle, avant ou après d'être mélangée avec le gaz d'alimentation comme gaz de cycle,
- vi) une deuxième des au moins deux fractions est traitée par séparation à température subambiante pour former un liquide riche en dioxyde de carbone, la
- 15 deuxième fraction et/ou au moins un débit dérivé de la deuxième fraction étant réchauffé et/ou refroidi dans un deuxième échangeur, distinct du premier échangeur, et
- une partie liquide du débit refroidi ou un liquide dérivé du débit refroidi est vaporisé dans le deuxième échangeur et mélangé avec le gaz de cycle ou le mélange
- 20 gazeux caractérisé en ce que la première fraction est réchauffée et vaporisée uniquement dans le premier échangeur, la deuxième fraction et/ou au moins un débit dérivé de la deuxième fraction est refroidi et/ou réchauffé uniquement dans le deuxième échangeur, et la partie liquide du débit refroidi ou le liquide dérivé du débit refroidi se réchauffe et se vaporise uniquement dans le deuxième
- 25 échangeur.

Selon d'autres aspects facultatifs :

- le liquide est dérivé du débit refroidi en prenant une partie du débit refroidi, en la détendant pour former un mélange diphasique et en prenant une partie du liquide du mélange diphasique pour constituer le liquide.
- 30 - la première fraction et/ou la deuxième fraction et/ou la partie liquide a la même composition que le débit refroidi et/ou le mélange gazeux.
- la partie liquide ou le liquide dérivé du débit refroidi se vaporise dans le deuxième échangeur et la première fraction se vaporise dans le premier échangeur à substantiellement la même pression.

- la deuxième fraction est traitée par distillation et/ou par séparation dans au moins un séparateur de phases.

- la première fraction et/ou la partie liquide et/ou le liquide dérivé du débit refroidi se vaporise à une pression inférieure à celle à laquelle au moins une partie
5 du mélange condensé se refroidit dans le premier échangeur (E1).

- le gaz d'alimentation est mélangé avec le gaz de cycle à une pression supérieure à la pression de vaporisation de la partie liquide ou du liquide dérivé dans le deuxième échangeur.

- le gaz d'alimentation est mélangé avec le gaz de cycle à une pression
10 supérieure à la pression de vaporisation de la première fraction dans le premier échangeur.

Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un appareil de séparation d'un gaz d'alimentation contenant au moins 60% mol de dioxyde de carbone comprenant un premier échangeur, un deuxième échangeur, une unité de
15 séparation à température subambiante, un compresseur de cycle, une conduite de gaz d'alimentation, une conduite de gaz de cycle, la conduite de gaz d'alimentation étant reliée à la conduite de gaz de cycle pour mélanger le gaz d'alimentation avec le gaz de cycle pour former un mélange gazeux, un refroidisseur pour condenser le mélange gazeux pour former un mélange
20 condensé, une conduite pour envoyer au moins une partie du mélange condensé se refroidir, éventuellement dans le premier échangeur, pour former un débit refroidi, des moyens pour dériver au moins deux fractions du débit refroidi dont une première fraction et une deuxième fractions en divisant le débit refroidi en au moins deux fractions, une conduite pour envoyer la première des deux fractions se
25 vaporiser dans le premier échangeur, une conduite pour envoyer la première fraction vaporisée au compresseur de cycle comme gaz de cycle, en amont ou en aval du mélange avec le gaz d'alimentation, une conduite pour envoyer la deuxième fraction à l'unité de séparation à température subambiante pour former un liquide riche en dioxyde de carbone, au moins une conduite pour envoyer la
30 deuxième fraction et/ou au moins un débit dérivé de la deuxième fraction se réchauffer et/ou se refroidir dans le deuxième échangeur, distinct du premier échangeur, une conduite pour envoyer la troisième fraction se vaporiser dans le deuxième échangeur et une conduite pour mélanger la troisième fraction vaporisée avec le gaz de cycle ou le mélange gazeux caractérisé en ce que la

conduite pour envoyer la première fraction se vaporiser dans le premier échangeur est reliée directement au premier échangeur sans passer le deuxième échangeur, une unité de séparation à température subambiante étant reliée uniquement au deuxième échangeur pour refroidir et réchauffer les fluides séparées et une

5 conduite pour envoyer la troisième fraction se vaporiser dans le deuxième échangeur est reliée de sorte que la partie liquide ou le liquide dérivé du débit refroidi se réchauffe et se vaporise uniquement dans le deuxième échangeur.

De préférence l'appareil ne comprend pas de moyens pour envoyer la deuxième fraction ou un débit dérivé de la deuxième fraction au premier

10 échangeur.

L'appareil peut comprendre une vanne de détente et un séparateur de phases pour dériver la troisième fraction du débit refroidi en prenant une partie du débit refroidi, en le détendant dans la vanne pour former un mélange diphasique, la vanne étant reliée au séparateur de phases et une conduite pour soutirer la

15 troisième fraction comme liquide du séparateur de phases

- l'unité de séparation peut comprendre au moins un séparateur de phases et/ou au moins une colonne de distillation.
- l'unité de séparation peut comprendre un compresseur pour comprimer un gaz dérivé de la deuxième fraction, une conduite pour envoyer le gaz du

20 compresseur au deuxième échangeur et/ou une conduite pour envoyer le gaz dérivé de la deuxième fraction du deuxième échangeur au compresseur.

La composition en impuretés du gaz à traiter influe sur le rendement du système. Sans compresseur de rendement dans l'unité de séparation à température subambiante, le rendement diminue.

25

% N ₂ feed	kW/t CO ₂	rend CO ₂ %	Pression alimentation	Pression 3 ^e étage
			bar abs	bar abs
0,035	88,6	100	5,85	23,2
1	89,97	99,06	7,9	31,3
2	93,4	98,08	8,9	35,3

Afin de conserver un bon rendement, il est donc nécessaire d'adapter le compresseur de rendement.

En affectant un échangeur dédié à l'unité de séparation à température subambiante, en particulier au compresseur de rendement s'il y en a un, il est également envisageable d'avoir l'opportunité de conserver le même échangeur principal que dans le cas où le gaz à traiter est pur puis de faire jouer toutes les variations sur un échangeur dédié à l'unité de séparation à température subambiante qu'on équilibrera avec une débit de CO₂ liquide afin d'assurer le bilan frigorifique de la boucle de rendement.

L'échangeur principal pourra donc avoir les mêmes caractéristiques, quelle que soit la pureté du gaz à traiter, par exemple un échangeur principal standardisé peut être dimensionné avec un KS donné, un nombre de passages par fluide donné... etc. Ainsi seul l'échangeur auxiliaire dédié à l'unité de séparation à température subambiante sera modifié selon les particularités de chaque projet et on adaptera uniquement cet échangeur bien plus petit aux spécificités du projet.

On pourra alors standardiser l'échangeur principal et faire porter les coûts d'adaptation sur l'échangeur annexe beaucoup plus petit.

Le KS de l'échangeur principal est de $2,3 \times 10^6$ kcal/C/h environ et celui de l'échangeur dédié au booster de rendement de $1,8 \times 10^5$ soit un facteur 10 entre les deux).

L'invention sera décrite en plus de détail en se référant aux figures dont les Figures 1 à 6 représentent des procédés selon l'invention.

Selon l'invention, dans la Figure 1 pour réchauffer un fluide de cycle, on utilise un échangeur E1 et un échangeur E1A. L'échangeur E1 sera standardisé alors que l'échangeur E1A sera adapté aux procédés différents requis par le client.

Un gaz d'alimentation à refroidir ou à liquéfier 1, par exemple un gaz contenant au moins 60% mol. de dioxyde de carbone, est envoyé à l'entrée d'un compresseur C3, refroidi dans un refroidisseur R3, comprimé dans un compresseur C4 et refroidi dans un refroidisseur R4 pour former le débit 3 à 80 bars. Ce débit 3 est refroidi dans un échangeur E4 et une partie du débit formé peut servir de produit. Tout ou une partie du débit 3 est envoyé à un échangeur à plaques en aluminium brasé E1 où il se refroidit encore. Le débit 3 se trouvera condensé dans l'échangeur E4 si sa pression est suffisamment basse. Il est également envisageable de refroidir le débit 3 complètement en dehors de l'échangeur E1, par exemple en utilisant un groupe frigorifique à ammoniac. Le

débit refroidi est divisé en quatre parties. Une première partie liquide 4 à très haute pression est détendue dans une vanne 6. Le liquide détendu se vaporise dans l'échangeur E1 et est envoyé à l'entrée du compresseur C4. Une deuxième partie liquide 5 à haute pression est détendue dans une vanne 15. Le liquide détendu se vaporise dans l'échangeur E1 et est envoyé à l'entrée du compresseur C3. Une troisième partie liquide 7 à moyenne pression est détendue dans une vanne. Le liquide détendu se vaporise dans l'échangeur E1 et est envoyé à l'entrée du compresseur C2. Une quatrième partie liquide 9 est détendue dans une vanne puis envoyée à un séparateur de phases 35. Le liquide 39 du séparateur de phases 35 est vaporisé dans l'échangeur E1. Le gaz 37 du séparateur de phases 35 est envoyé à l'échangeur E1 pour se réchauffer puis est mélangé avec le liquide vaporisé 39 pour former un débit 41. Le débit 41 est détendu dans une vanne 43 puis envoyé à l'entrée du compresseur C1.

Une autre partie du liquide refroidie dans l'échangeur E1 est détendue dans une vanne 19 pour former un débit 13. Le débit 13 est envoyé au séparateur de phases P1. Le liquide 23 du séparateur de phases est vaporisé dans l'échangeur E1A puis envoyé au séparateur de phases P3 pour produire un débit de CO₂ liquide 25 à -50°C, 7 bar abs. Le gaz de tête 27 du séparateur P3 et le gaz de tête du séparateur P1 sont mélangés, réchauffés dans l'échangeur E1A, comprimé par un compresseur C5 éventuellement, refroidis dans un échangeur 31 puis refroidi dans l'échangeur E1A avant d'être envoyés à un séparateur de phases P2. Le gaz de tête 33 du séparateur P2 se réchauffe dans l'échangeur E1A et le liquide de cuve 36 est envoyé au séparateur P1.

Un débit supplémentaire de liquide 11 est détendu dans la vanne 17 jusqu'à la pression à laquelle est détendue le débit 7. Le débit détendu est vaporisé dans l'échangeur E1A.

Dans la Figure 2, une version particulièrement simple de l'invention est illustrée. Ici seul le débit basse pression 9 se vaporise dans l'échangeur E1. Le liquide du pot séparateur est divisé en deux, un débit 39 se vaporise dans l'échangeur E1 et un débit 39A dans l'échangeur E1A.

Dans la Figure 3, c'est de nouveau le débit de liquide du pot séparateur 35 qui est divisé en deux et envoyé aux deux échangeurs mais dans le contexte d'une vaporisation à plusieurs pressions dans l'échangeur E1.

Dans la Figure 4, un débit supplémentaire d'alimentation 51 se refroidit dans l'échangeur E1 avant d'être envoyé à la séparation subambiante, par exemple en étant envoyé à un des pots séparateurs, ici le pot P3, après s'être mélangé au débit 23.

5 La Figure 5 montre une variante de l'invention avec un troisième échangeur E2 qui sert à assurer le premier refroidissement du liquide provenant du condenseur E4 en amont de l'échangeur E1. Le réchauffage des liquides est fait à une seule pression comme pour la Figure 2

10 La Figure 6 est une variante un peu plus complexe de la Figure 5 avec vaporisation de liquides à trois pressions différentes.

Le gaz d'alimentation 1 peut être envoyé en amont d'un des compresseurs C1, C2, C3, C4 ou en aval du compresseur C4 selon la pression à laquelle il est disponible.

15 Au moins un des séparateurs de phase P1, P2, P3 peut être remplacé par une colonne de distillation.

Le procédé de traitement du débit 18 peut s'effectuer en au moins un séparateur de phases. La présence de trois séparateurs de phase n'est pas essentielle.

20 Pour toutes les figures, il est également envisageable de refroidir le débit 3 complètement en dehors de l'échangeur E1, par exemple en utilisant un groupe frigorifique à ammoniac.

Revendications

- 5 1. Procédé de séparation d'un gaz d'alimentation contenant au moins 60%
mol de dioxyde de carbone dans lequel :
- i) le gaz d'alimentation (1) est mélangé avec un gaz de cycle (11, 43) pour
former un mélange gazeux,
 - ii) le mélange gazeux est refroidi ou condensé pour former un mélange
10 refroidi ou condensé
 - iii) au moins une partie du mélange refroidi ou condensé se refroidit pour
former un débit refroidi,
 - iv) le débit refroidi est divisé en au moins deux fractions
 - v) au moins une première (4, 7,9) des au moins deux fractions se vaporise
15 dans un premier échangeur (E1) et est comprimée dans un compresseur de cycle
(C1, C2, C3, C4), avant ou après d'être mélangée avec le gaz d'alimentation
comme gaz de cycle,
 - vi) une deuxième (13) des au moins deux fractions est traitée par
séparation à température subambiante pour former un liquide riche en dioxyde de
20 carbone (25), la deuxième fraction et/ou au moins un débit dérivé de la deuxième
fraction étant réchauffé et/ou refroidi dans un deuxième échangeur (E1A), distinct
du premier échangeur, et
une partie liquide (11) du débit refroidi ou un liquide (39, 39A) dérivé du débit
refroidi est vaporisé dans le deuxième échangeur et mélangé avec le gaz de cycle
25 ou le mélange gazeux caractérisé en ce que la première fraction est réchauffée et
vaporisée uniquement dans le premier échangeur, la deuxième fraction et/ou au
moins un débit dérivé de la deuxième fraction est refroidi et/ou réchauffé
uniquement dans le deuxième échangeur, et la partie liquide du débit refroidi ou le
liquide dérivé du débit refroidi se réchauffe et se vaporise uniquement dans le
30 deuxième échangeur.

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel le liquide (39, 39A) est
dérivé du débit refroidi en prenant une partie du débit refroidi, en la détendant pour

former un mélange diphasique et en prenant une partie du liquide du mélange diphasique pour constituer le liquide.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel la première fraction
5 et/ou la deuxième fraction et/ou la partie liquide (11) a la même composition que le débit refroidi (13) et/ou le mélange gazeux.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2 ou 3 dans lequel la partie
liquide ou le liquide dérivé du débit refroidi se vaporise dans le deuxième
10 échangeur (E1A) et la première fraction se vaporise dans le premier échangeur (E1) à substantiellement la même pression.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel la
deuxième fraction est traitée par distillation et/ou par séparation dans au moins un
15 séparateur de phases (P1, P2, P3).

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel la
première fraction et/ou la partie liquide et/ou le liquide dérivé du débit refroidi se
vaporise à une pression inférieure à celle à laquelle au moins une partie du
20 mélange condensé se refroidit dans le premier échangeur (E1).

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel le gaz
d'alimentation est mélangé avec le gaz de cycle à une pression supérieure à la
pression de vaporisation de la partie liquide ou du liquide dérivé dans le deuxième
25 échangeur.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel le gaz
d'alimentation est mélangé avec le gaz de cycle à une pression supérieure à la
pression de vaporisation de la première fraction dans le premier échangeur.

30

9. Appareil de séparation d'un gaz d'alimentation contenant au moins 60%
mol de dioxyde de carbone comprenant un premier échangeur (E1), un deuxième
échangeur (E1A), une unité de séparation à température subambiante (P1, P2,
P3), un compresseur de cycle (C1, C2, C3, C4), une conduite de gaz

d'alimentation, une conduite de gaz de cycle, la conduite de gaz d'alimentation étant reliée à la conduite de gaz de cycle pour mélanger le gaz d'alimentation avec le gaz de cycle pour former un mélange gazeux, un refroidisseur pour condenser le mélange gazeux pour former un mélange condensé, une conduite pour envoyer
5 au moins une partie du mélange condensé se refroidir, éventuellement dans le premier échangeur, pour former un débit refroidi, des moyens pour dériver au moins deux fractions du débit refroidi dont une première fraction et une deuxième fractions en divisant le débit refroidi en au moins deux fractions, une conduite pour envoyer la première des deux fractions se vaporiser dans le premier échangeur,
10 une conduite pour envoyer la première fraction vaporisée au compresseur de cycle comme gaz de cycle, en amont ou en aval du mélange avec le gaz d'alimentation, une conduite pour envoyer la deuxième fraction à l'unité de séparation à température subambiante (P1, P2, P3) pour former un liquide riche en dioxyde de carbone, au moins une conduite pour envoyer la deuxième fraction
15 et/ou au moins un débit dérivé de la deuxième fraction se réchauffer et/ou se refroidir dans le deuxième échangeur, distinct du premier échangeur, une conduite pour envoyer la troisième fraction se vaporiser dans le deuxième échangeur et une conduite pour mélanger la troisième fraction vaporisée avec le gaz de cycle ou le mélange gazeux caractérisé en ce que la conduite pour envoyer la première
20 fraction se vaporiser dans le premier échangeur est reliée directement au premier échangeur sans passer le deuxième échangeur, une unité de séparation à température subambiante étant reliée uniquement au deuxième échangeur pour refroidir et réchauffer les fluides séparées et une conduite pour envoyer la troisième fraction se vaporiser dans le deuxième échangeur est reliée de sorte
25 que la partie liquide ou le liquide dérivé du débit refroidi se réchauffe et se vaporise uniquement dans le deuxième échangeur.

10. Appareil selon la revendication 9 ne comprenant pas de moyens pour envoyer la deuxième fraction ou un débit dérivé de la deuxième fraction au
30 premier échangeur.

11. Appareil selon la revendication 9 ou 10 comprenant une vanne de détente et un séparateur de phases (35) pour dériver la troisième fraction du débit refroidi en prenant une partie du débit refroidi, en le détendant dans la vanne pour

former un mélange diphasique, la vanne étant reliée au séparateur de phases et une conduite pour soutirer la troisième fraction comme liquide du séparateur de phases.

- 5 12.Appareil selon l'une des revendications 9,10 ou 11 dans lequel l'unité de séparation comprend au moins un séparateur de phases (P1, P2, P3).

13.Appareil selon l'une des revendications 9 à 12 dans lequel l'unité de séparation comprend au moins une colonne de distillation.

10

- 14.Appareil selon l'une des revendications 9 à 13 dans lequel l'unité de séparation comprend un compresseur (C5) pour comprimer un gaz dérivé de la deuxième fraction, une conduite pour envoyer le gaz du compresseur au deuxième échangeur (E1A) et/ou une conduite pour envoyer le gaz dérivé de la
15 deuxième fraction du deuxième échangeur au compresseur.

20

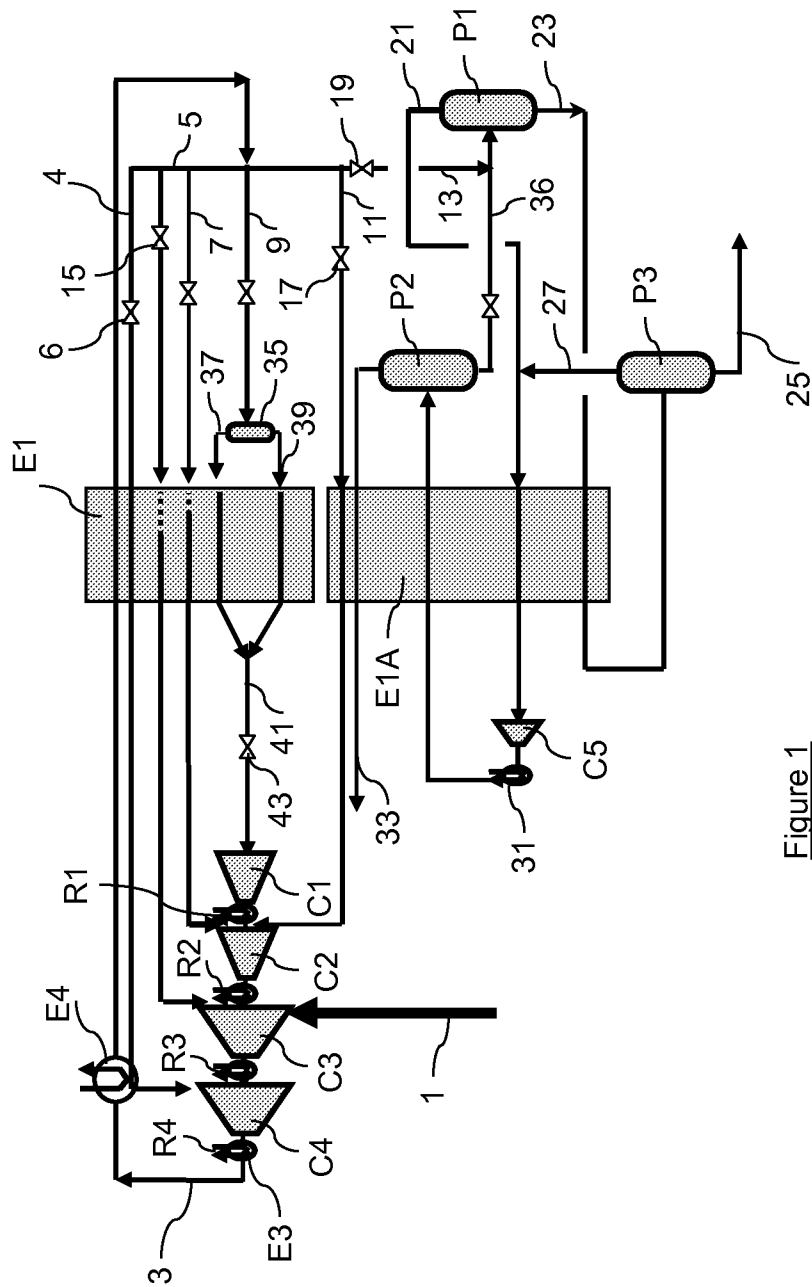


Figure 1

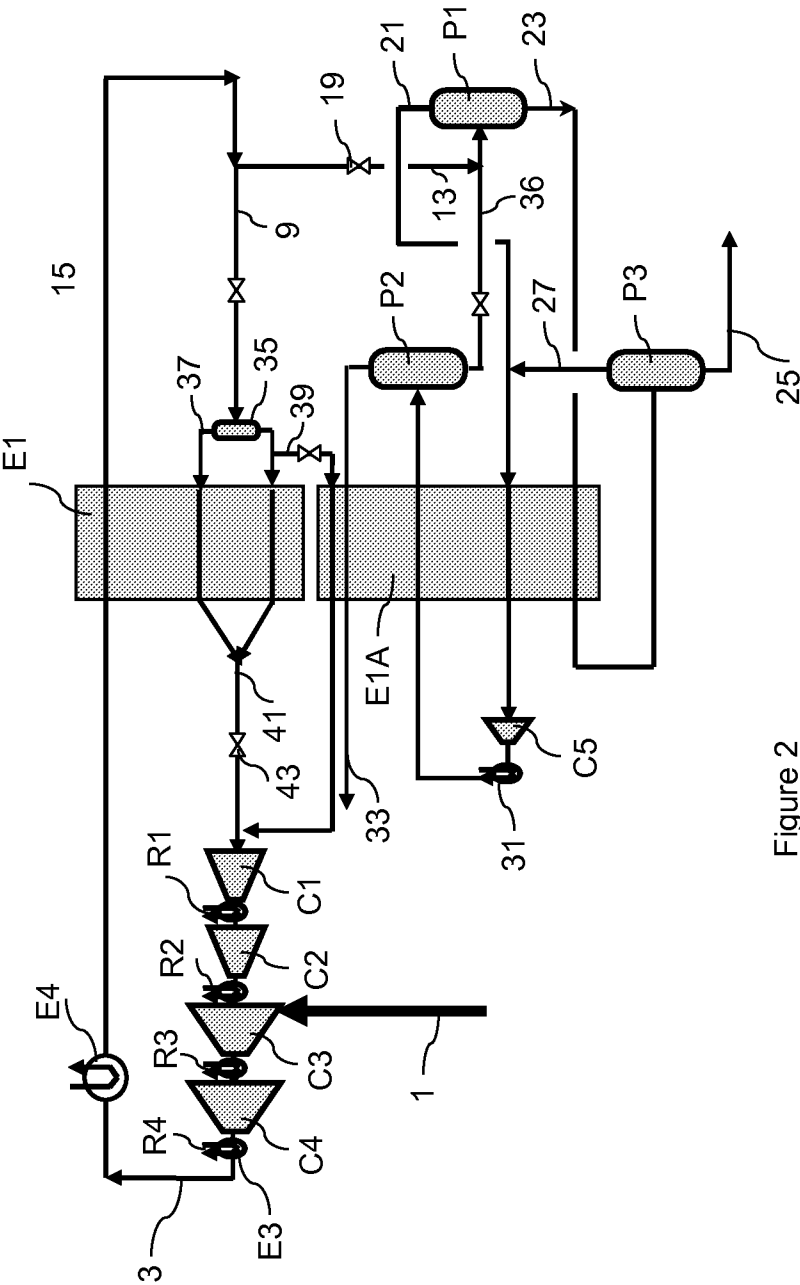


Figure 2

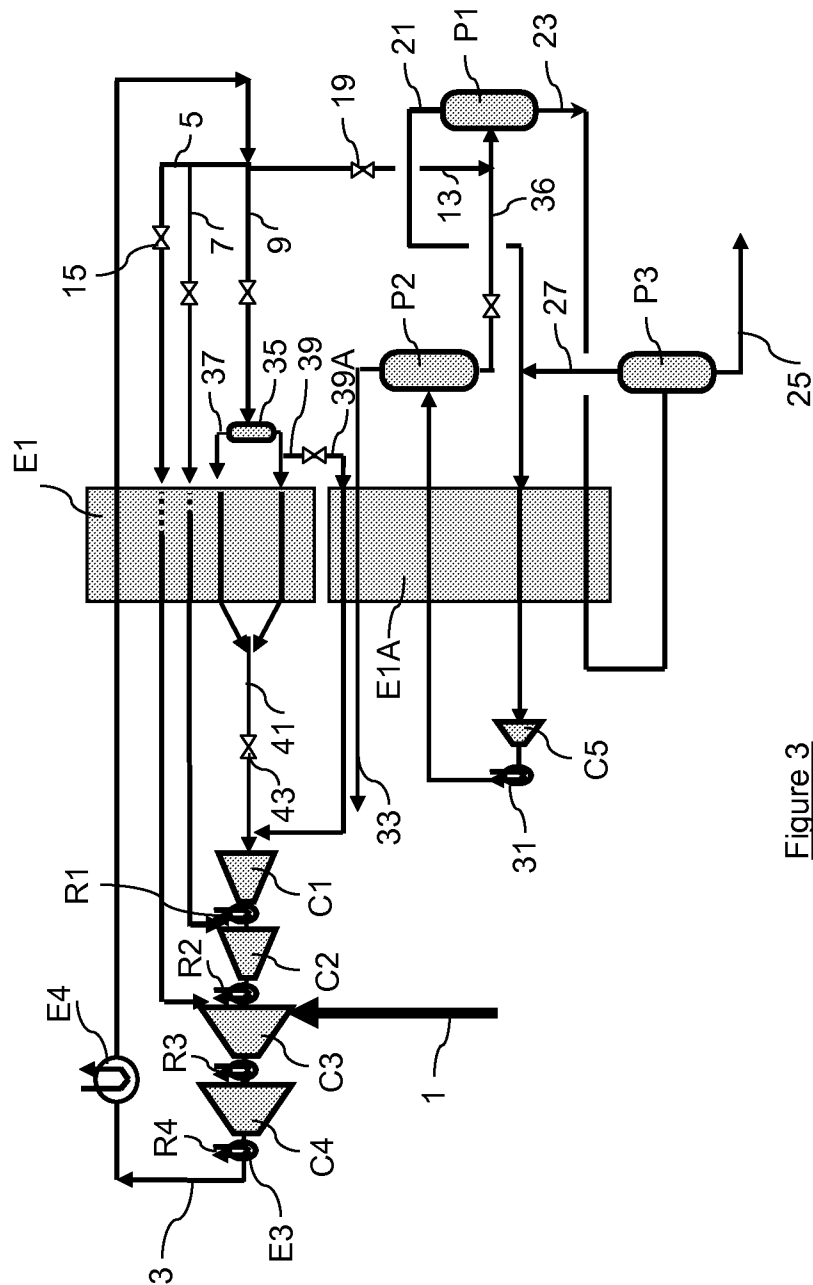


Figure 3

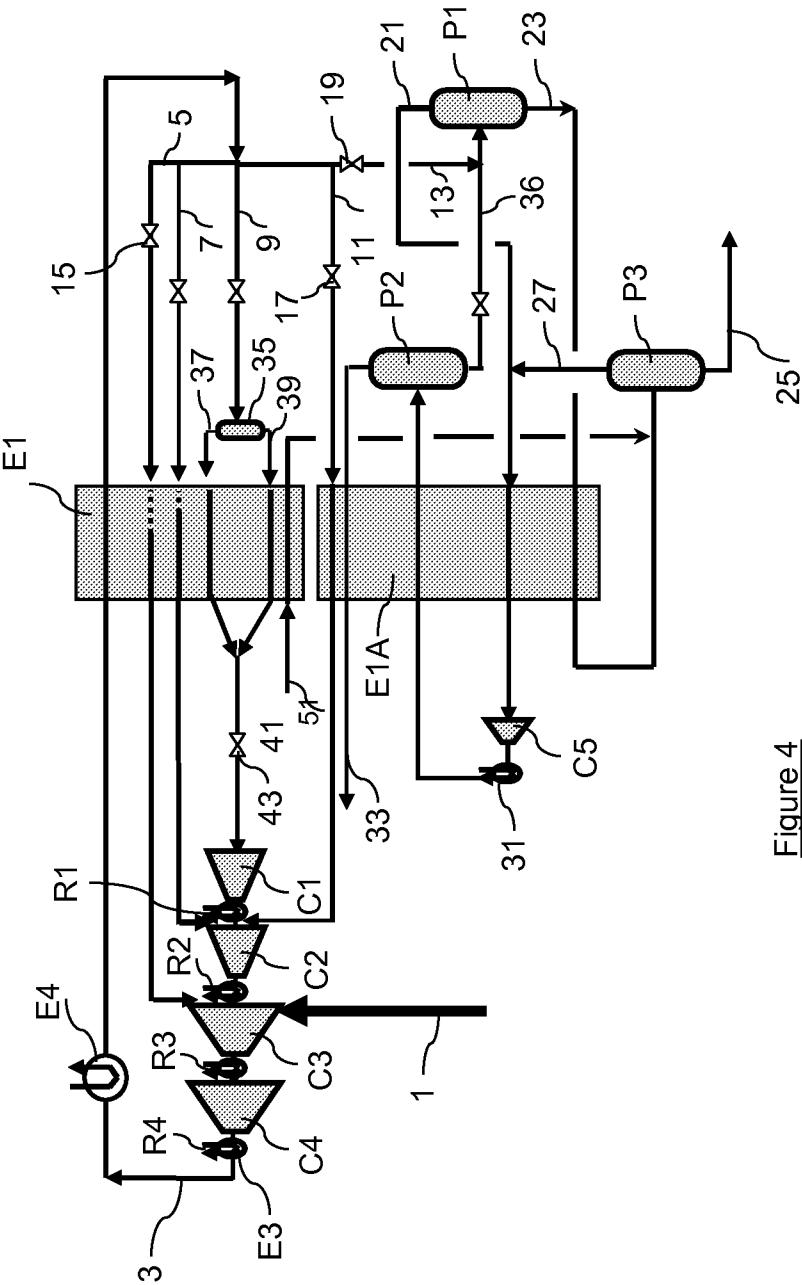


Figure 4

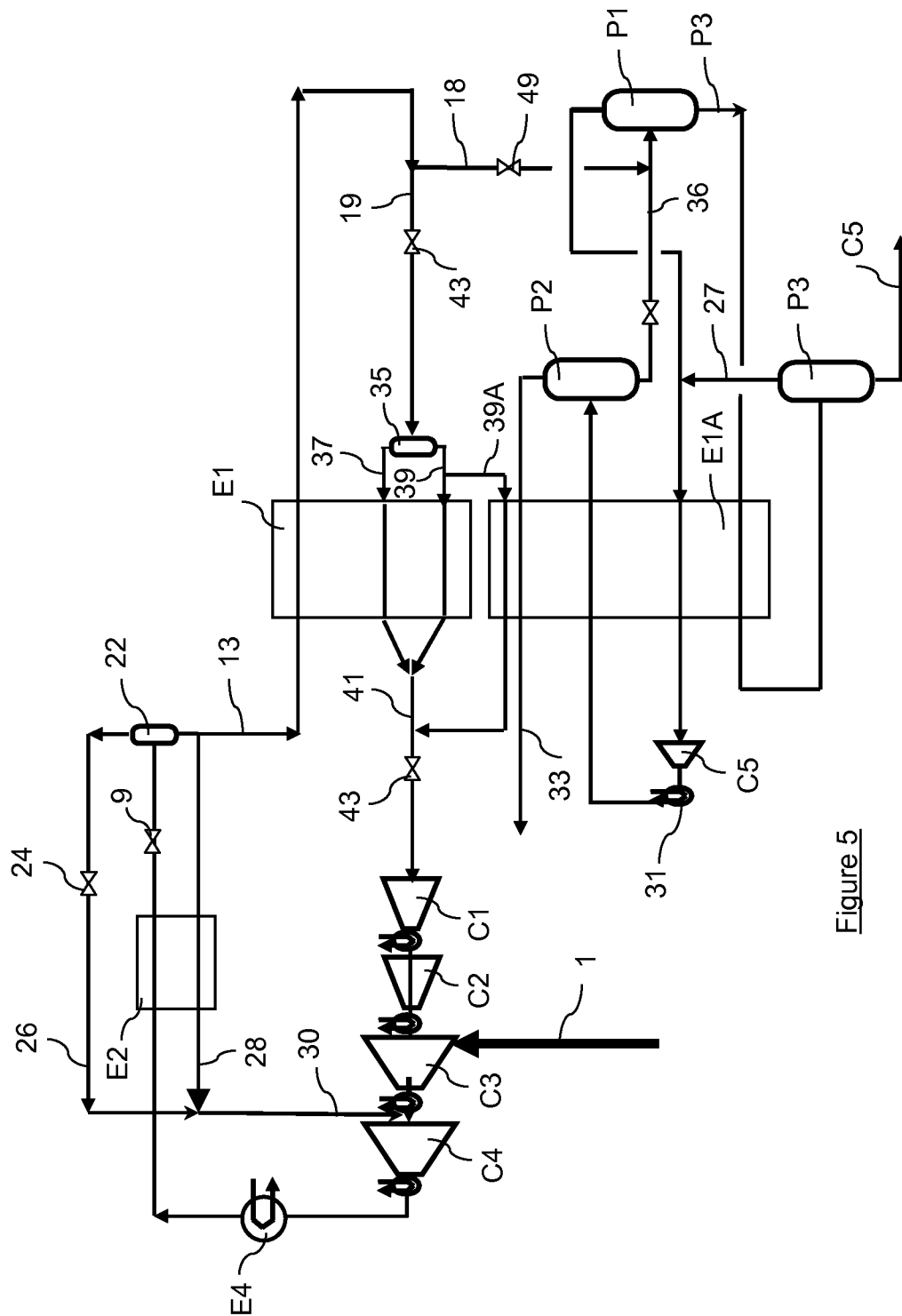


Figure 5

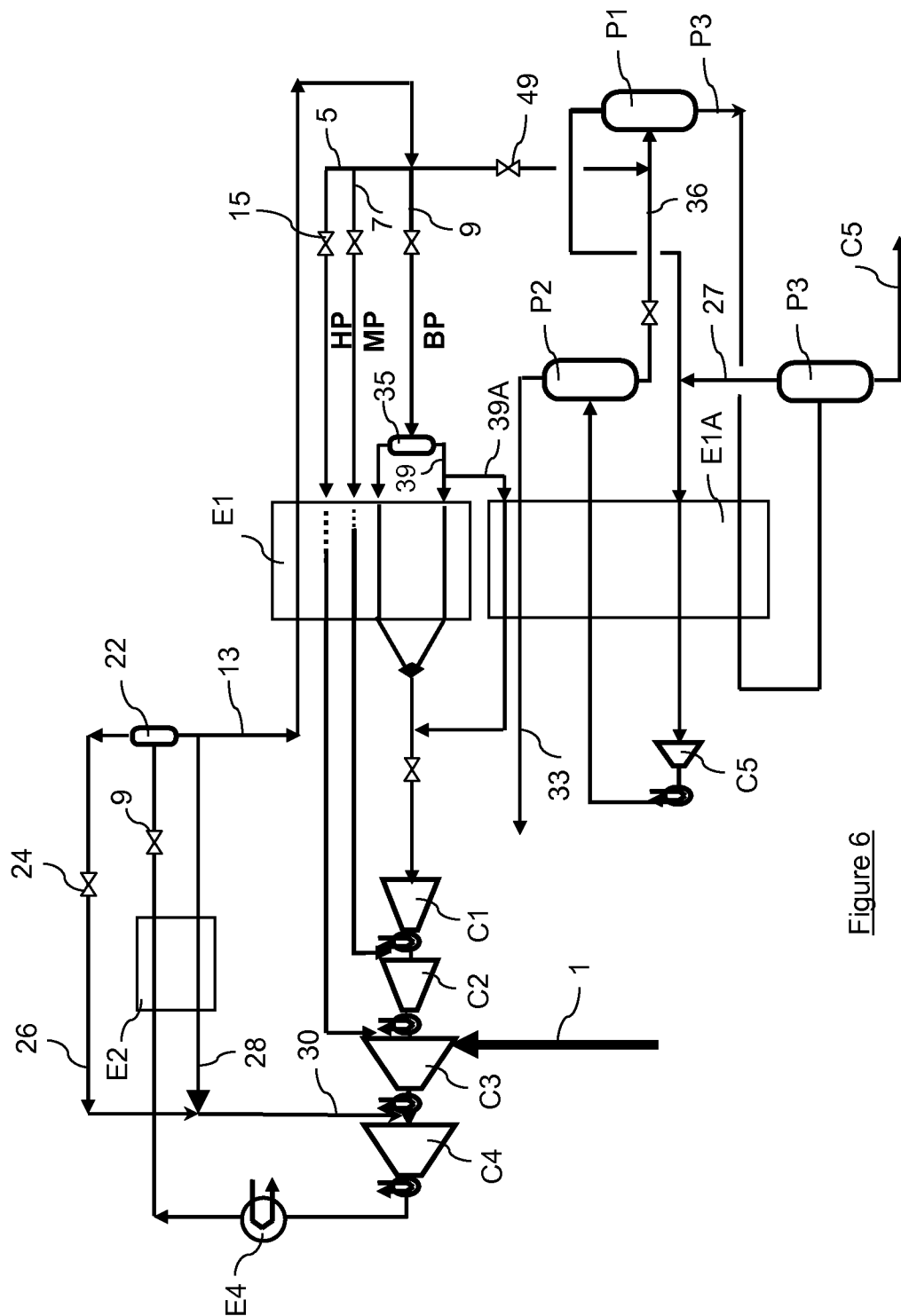


Figure 6