

PRECIS DE LA DIVULGATION :

- Procédé permettant de fractionner un gaz où
 - on refroidit le gaz de T_0 à une température T_1 ,
 - on envoie au moins une partie de la phase gazeuse G_1 à une étape de détente (X_1) de manière à obtenir une phase mixte M_2 à une température T_2 et une pression P_2 ,
 - on envoie la phase mixte M_2 à une étape d'échange de chaleur où elle joue le rôle d'agent de réfrigération, et à l'issue de laquelle elle est réchauffée,
 - on envoie la phase liquide L_1 à une étape de détente,
 - on envoie la phase mixte réchauffée et la phase liquide détendue à une étape de séparation pour obtenir une phase gazeuse et une phase liquide, et
 - on fractionne la phase gazeuse par distillation réalisée à l'aide d'un échange de chaleur continue avec la phase mixte M_2 et, on extrait les constituants dits légers sous forme de gaz et les constituants lourds sous forme de condensats, l'étape de fractionnement étant réalisée après l'étape de détente de la phase mixte M_2 .

PROCÉDÉ ET SYSTÈME DE FRACTIONNEMENT
D'UN GAZ À HAUTE PRESSION

La présente invention concerne un procédé de fractionnement d'un gaz à haute
5 pression, au cours duquel au moins une partie du gaz est détendue pour servir d'agent de
réfrigération, la détente étant réalisée avant l'opération de fractionnement et de purification,
cette dernière étant réalisée dans un dispositif permettant d'effectuer simultanément une
distillation et un échange de chaleur. Ce dispositif est par exemple un échangeur
déphlegmateur.

10

L'art antérieur décrit différents procédés et installation industrielles pour extraire de
manière sélective le propane et les composés plus lourds que le propane, ou encore l'éthane
et les composés plus lourds que l'éthane.

Dans la plupart des cas, le gaz à traiter est partiellement condensé, soit par
15 réfrigération externe à basse température, soit à l'aide d'une turbine de détente, avant d'être
séparé dans un ballon séparateur. Les phases liquide et vapeur récupérées sont ensuite
envoyées dans une colonne de distillation classique à différents niveaux. On récupère au
fond de cette colonne sous forme liquide les composés lourds que l'on souhaite récupérer, et
le gaz purifié comme distillat vapeur. Le condenseur de la colonne doit faire appel à une
20 réfrigération externe très basse température.

Des schémas plus élaborés utilisant un déphlegmateur ont été décrits. Par exemple,
le schéma Extrapack (commercialisé par NAT et IFP) remplace la tête de la colonne de
distillation par un échangeur déphlegmateur. Dans ce schéma, l'utilisation d'une réfrigération
extérieure subsiste.

25

Le brevet U.S. 4,921,514 décrit un schéma très élaboré faisant appel à la fois à un
déphlegmateur et à une colonne de distillation, le condenseur utilisant un cycle de
réfrigération extérieur.

Le brevet U.S. 4,519,825 décrit un schéma avec déphlegmateur. Le gaz provenant
du séparateur est envoyé directement dans la passe à reflux à haute pression du
30 déphlegmateur, et le froid dans l'échangeur à reflux est produit par le gaz purifié qui a été

détendu à travers une turbine de détente après passage dans l'échangeur. Ce schéma s'applique bien pour traiter des gaz qui sont à une pression inférieure à 4 MPa à l'entrée.

Le procédé selon l'invention consiste à proposer un nouveau schéma de procédé et de dispositif où l'opération de détente sur la fraction gazeuse servant comme agent de réfrigération est réalisée avant l'étape de fractionnement et de purification. L'étape de fractionnement et de purification ou séparation est réalisée par exemple dans un échangeur déphlegmateur.

Par l'expression « échangeur déphlegmateur », on sous entend pour la présente description, tous les dispositifs qui sont adaptés pour réaliser simultanément une opération d'échange de chaleur et une distillation (partie rectification).

De même, sous l'expression « échangeur stripper », on désigne un dispositif permettant de réaliser simultanément des échanges de chaleur et une distillation (partie épuisement).

De même lorsque l'on parle de haute pression, on considère un gaz ayant une pression au moins égale à 5 MPa.

L'invention concerne un procédé permettant de fractionner un gaz comportant des constituants dits lourds et des constituants dits légers, le gaz étant à une température T_0 initialement et à une pression P_0 .

Il est caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison au moins les étapes suivantes :

a - on refroidit le gaz de T_0 à une température T_1 ,

b - on sépare la phase gazeuse G_1 de la phase liquide L_1 obtenue au cours de l'étape de refroidissement a),

c - on envoie au moins une partie de la phase gazeuse G_1 issue de l'étape de séparation b) à une étape de détente (X_1) de manière à obtenir une phase mixte M_2 à une température T_2 et une pression P_2 ,

d - on envoie la phase mixte M_2 à une étape d'échange de chaleur (étape g) dans laquelle elle joue le rôle d'agent de réfrigération, et à l'issue de laquelle elle est réchauffée

e - on envoie la phase liquide L_1 à une étape de détente (V),

f - on envoie la phase mixte réchauffée et la phase liquide détendue à une étape de séparation pour obtenir une phase gazeuse et une phase liquide,

g - on fractionne la phase gazeuse par distillation réalisée à l'aide d'un échange de chaleur continue avec la phase mixte M_2 et, on extrait d'une part les constituants dits légers sous forme de gaz et les constituants lourds sous forme de condensats, l'étape de fractionnement étant réalisée après l'étape de détente de la phase mixte M_2 .

On peut envoyer la phase liquide détendue à une étape de stabilisation afin d'obtenir des condensats stabilisés et une phase gazeuse G_3 à fractionner, envoyée à l'étape de séparation f).

On utilise par exemple au moins une partie du gaz épuré issu de l'étape de fractionnement g) comme agent de réfrigération supplémentaire pour cette même étape.

On peut utiliser au moins une partie du gaz épuré pour refroidir le gaz au cours de l'étape a) de réfrigération.

On refroidit par exemple l'étape a) de manière à obtenir une température inférieure à -15°C .

On peut réaliser l'étape de détente c) pour obtenir un gaz à une pression inférieure à 2 MPa.

Il peut comporter par exemple une étape de déshydratation avant l'étape de réfrigération a).

Il comporte par exemple une étape où ledit gaz épuré est envoyé à une étape de compression, on dérive au moins une fraction de gaz G_{R1} épuré et comprimé, on envoie ladite fraction à une étape de réfrigération et de détente à l'issue de laquelle on obtient une phase mixte, on sépare la phase liquide de la phase gazeuse, et on utilise la phase liquide en supplément de reflux au niveau de l'étape de distillation.

La fraction de gaz est par exemple refroidie et liquéfiée à une température inférieure à -100°C .

L'invention concerne aussi le système pour réaliser le fractionnement d'un gaz comprenant des constituants dits légers et des constituants dits lourds, comportant en combinaison :

* des moyens de réfrigération du gaz, et un dispositif de séparation, en sortie desquels on obtient une phase gazeuse (G_1) et une phase liquide (L_1),

* des moyens de détente (X_1) de ladite phase gazeuse (G_1), en sortie desquels on obtient une phase mixte M_2 à une température T_2 , ledit moyen de détente étant relié par un conduit à un dispositif (D_1, P_1, P_2) permettant d'effectuer un échange de chaleur et une distillation, ladite phase mixte circulant à travers une passe (P_1),

* des moyens (B_1) de séparation de la phase mixte après passage dans le dispositif d'échange de chaleur et de distillation,

* des moyens (V) de détente de la phase liquide (L_1), lesdits moyens de détente étant reliés au moyen de séparation (B_1), afin d'obtenir une phase gazeuse mélangée avec la phase gazeuse issue de la séparation de la phase mixte, l'ensemble des phases gazeuses circulant à travers la passe de reflux P_2 , la circulation des phases gazeuses dans les passes P_1 et P_2 étant effectuée à contre-courant,

* un conduit d'évacuation des phases liquides obtenues par séparation dans B_1 ,

* au moins un conduit d'évacuation des constituants les plus légers se présentant sous forme gazeuse et obtenus par échange de chaleur et distillation dans le dispositif D_1 .

Le dispositif est par exemple adapté à réaliser un échange de chaleur et une distillation comporte une troisième passe (P_3) adaptée au passage d'une partie au moins du gaz extrait par le conduit.

Le dispositif peut être adapté à réaliser un échange de chaleur et une distillation est un échangeur déphlegmateur (D_1) comportant au moins deux passes dont une passe à reflux dans laquelle est opérée le fractionnement.

Il comporte par exemple des moyens de stabilisation disposés après la vanne de détente.

Les moyens de stabilisation et les moyens de réfrigération du gaz sont par exemple intégrés dans un même dispositif.

Les moyens de réfrigération et les moyens de séparation du gaz à fractionner sont par exemple un échangeur stripper.

Le système comporte par exemple des moyens (C_1) de compression du gaz épuré, un conduit (50) de dérivation d'au moins une fraction du gaz épuré, des moyens (E_2) de

réfrigération et de détente (V_2) de ladite fraction et des moyens (B_2) de séparation associés au dispositif de fractionnement (D_1) de manière à obtenir une phase liquide à une température suffisamment basse utilisée comme reflux supplémentaire dans la passe à reflux P_2 .

5 Le procédé et le système selon l'invention s'applique notamment au fractionnement d'un gaz comportant essentiellement du méthane et des hydrocarbures à un ou plusieurs atomes de carbone.

L'invention sera mieux comprise au vu des figures suivantes illustrant de manière
10 simplifiée et non limitative plusieurs modes de réalisation du procédé, parmi lesquelles :

- ◆ la figure 1 schématise le principe du procédé selon l'invention,
- ◆ la figure 2 représente une variante du procédé intégrant une étape de séchage du gaz traité,
- ◆ la figure 3 montre un schéma comportant un échangeur stripper, et
- 15 ◆ la figure 4 schématise une variante du procédé intégrant une étape de dééthanisation.

Le principe du procédé selon l'invention est donné en relation avec la figure 1 à titre illustratif et nullement limitatif pour un gaz naturel que l'on souhaite fractionner, en
20 méthane/éthane d'une part et propane et hydrocarbures plus lourds d'autre part.

Ce gaz naturel est envoyé à haute pression P_0 et à une température T_0 par le conduit 1 dans un échangeur de chaleur E_1 . A l'intérieur de E_1 , il est refroidi par un échange de chaleur avec de l'eau de refroidissement circulant dans la ligne 2 ou de l'eau de mer, ou encore de l'air. Le gaz refroidi envoyé par le conduit 3 est ensuite refroidi dans un deuxième
25 échangeur de chaleur E_2 jusqu'à une température T_1 . L'échange de chaleur s'effectue par exemple en utilisant au moins une partie du gaz épuré issu du procédé de fractionnement et de purification selon l'invention, circulant à travers la ligne 18.

La phase mixte refroidie comportant une phase gazeuse et des condensats issu de l'échangeur E_2 est introduite par un conduit 4 dans un dispositif de séparation, par exemple

un ballon séparateur 5. A l'intérieur de ce ballon séparateur les condensats sont séparés et on extrait, en tête de ballon par un conduit 6 une phase gazeuse G_1 , et en fond de ballon par un conduit 7 les condensats séparés ou L_1 .

La phase gazeuse G_1 est envoyée vers un dispositif de détente, tel une turbine d'expansion X_1 , de façon à obtenir une phase mixte M_2 essentiellement gazeuse et refroidie par la détente et à une température T_2 . Cette phase mixte M_2 refroidie est utilisée comme agent de réfrigération au cours de l'étape de fractionnement et purification réalisée dans l'échangeur déphlegmateur décrite ci-après.

La phase liquide L_1 composée des C_{3+} condensés et d'une partie des C_1 et C_2 , est détendue par exemple à travers une vanne de détente V . Le fluide diphasique M_3 résultant de cette détente est par exemple envoyé par un conduit 8 dans une colonne de stabilisation 9. En tête de colonne de stabilisation 9 on évacue par un conduit 10 une phase gazeuse G_3 et en fond par un conduit 11 les condensats L_3 stabilisés.

La colonne de stabilisation est par exemple rebouillie à l'aide d'un échangeur E_3 à huile chaude. Le mélange C_{3+} en fond de colonne ne contient plus qu'une petite quantité de produits légers (C_1, C_2).

Le système de fractionnement et purification selon l'invention comporte un ensemble comprenant au moins un déphlegmateur D_1 associé à un ballon de séparation B_1 . Le déphlegmateur D_1 est par exemple un échangeur à plaques connu de l'Homme du métier qui comporte des passages dont la taille et la géométrie sont adaptés à la circulation des phases liquide ou gazeuses, ces passages seront dénommés « passe » dans le cadre de cette application. Le déphlegmateur D_1 comporte au moins deux passes P_1, P_2 , l'une étant adaptée à la circulation d'un fluide, par exemple la phase mixte M_2 essentiellement gazeuse issue de la turbine de détente X_1 et jouant le rôle d'agent de réfrigération, et une passe P_2 ou passe à reflux où le gaz à fractionner circule de bas en haut. Du fait du refroidissement par la phase mixte M_2 , il se produit une condensation à l'intérieur de la passe à reflux P_2 , le liquide condensé en redescendant provoquant un effet de distillation. L'échangeur déphlegmateur peut comporter aussi une troisième passe P_3 et éventuellement d'autres passes.

La phase mixte M_2 issue de la turbine X_1 est envoyée par un conduit 12 dans la première passe P_1 du déphlegmateur où elle circule de manière descendante selon un

chemin schématisé en pointillé sur la figure. Après avoir remplie sa fonction d'agent de réfrigération, cette phase mixte réchauffée à une température T_3 par rapport à sa température d'entrée T_2 et appauvrie en liquide, est extraite par un conduit 13 pour être réintroduite dans le ballon séparateur B_1 du déphlegmateur.

5 Cette phase mixte est mélangée avec la phase gazeuse G_3 extraite de la colonne de stabilisation 9 et introduite par le conduit 10. A l'intérieur du ballon séparateur B_1 , les phases gazeuses et liquide se séparent.

10 Les condensats (ou phase liquide) séparés dans le ballon B_1 sont extraits par un conduit 14 et repris par une pompe 15 pour être envoyée par un conduit 16 et mélangés avec le mélange diphasique M_3 issu de la vanne de détente V . Ces condensats comportent une partie du liquide du mélange qui a été séparé ainsi que le liquide condensé dans la passe à reflux.

15 La phase gazeuse obtenue par séparation dans le ballon se trouve au point de rosée. Elle circule de manière ascendante dans la passe à reflux P_2 en se refroidissant au fur et à mesure. A l'intérieur de cette passe P_2 le liquide condensé par l'échange de chaleur avec la phase mixte M_2 circulant de manière descendante dans la passe P_1 , circule de manière descendante et provoque un effet de distillation. On obtient ainsi un gaz épuré qui est évacué par un conduit 17 en tête de l'échangeur déphlegmateur D_1 . Le gaz épuré est à une température T_4 voisine de T_2 (température que possède la phase mixte M_2 en sortie de turbine). Ce gaz épuré a dans la plupart des cas perdu entre 90 et 99 % du propane présent dans la charge introduite par le conduit 1.

20 Le gaz G_4 épuré extrait par le conduit 17 est par exemple réintroduit dans une troisième passe P_3 du déphlegmateur D pour être utilisé comme deuxième source de froid. Il circule de façon descendante dans P_3 , à co-courant de la circulation de la phase mixte M_2 et à contre courant du sens de circulation de la phase gazeuse séparée dans le ballon du déphlegmateur. En sortie de cette troisième passe P_3 , on a un flux de gaz G_5 épuré et réchauffé (T_5) qui est par exemple recyclé par un conduit 18 vers l'échangeur de chaleur E_2 . Le gaz après avoir été utilisé comme agent de refroidissement et donc réchauffé dans l'échangeur de chaleur E_2 est envoyé vers un compresseur C_1 avant d'être exporté par une ligne 19. Le compresseur C_1 est par exemple actionné par la turbine d'expansion X_1 .

En comparaison avec les procédés de l'art antérieur, le procédé selon l'invention permet de réaliser la séparation souhaitée ou fractionnement du gaz traité, en utilisant un minimum d'équipements et sans nécessiter de cycle frigorifique extérieur. Il offre ainsi une économie importante sur l'investissement nécessaire, jusqu'à plus de 30 % dans certains cas, et permet également de réduire l'encombrement. Il est facilement utilisable pour des applications sur des plate-formes en mer.

L'exemple donné ci-après illustre les différents avantages obtenus par la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

Le gaz naturel est envoyé à une température de 80°C et une pression de 7,5 MPa à l'échangeur E_1 . Son débit est de 100 000 Nm³/h.

Sa composition donnée en pour cent volume est la suivante

	méthane	83,95 %
15	CO ₂	0,4 %
	éthane	9,35 %
	propane	3,14 %
	butane	1,83 %
	hydrocarbures (C ₅₊)	1,33%.

20

Le gaz est refroidi dans l'échangeur E_1 avec de l'eau de refroidissement jusqu'à une température de 35 °C.

Il est ensuite refroidi dans l'échangeur E_2 par échange de chaleur avec le gaz épuré (G_5) issu de l'échangeur déphlegmateur D_1 , jusqu'à une température de - 18,5 °C. Au cours de ce refroidissement, il se produit une condensation partielle. La séparation des phases liquides et vapeur résultant de cette condensation est réalisée dans le ballon séparateur 5.

La phase gazeuse ou gaz dégazoliné issu du ballon de séparation 5, est envoyé vers la turbine de détente X_1 . En sortie de ballon le gaz dégazoliné possède une pression de 7,42 MPa et une température de -18,5 °C. Après passage dans la turbine, sa pression est égale à 1,5 MPa et une température de - 82°C. Au cours de cette détente une condensation partielle

30

s'est produite, conduisant à un mélange M_2 de gaz et de condensats. Le gaz et les condensats en mélange sont envoyés dans la première passe P_1 du déphlegmateur pour servir de réfrigérant. A la sortie de cette première passe, le mélange réchauffé et extrait par le conduit 13 est introduit dans le ballon B_1 de séparation du déphlegmateur dans lequel la phase gazeuse et les condensats sont séparés. Les condensats ou phase liquide sont extraits par le conduit 14 et la pompe 15. La phase gazeuse séparée dans le ballon B_1 circule avec la phase gazeuse issue de l'étape de stabilisation de manière ascendante dans la deuxième passe P_2 du déphlegmateur D_1 .

La phase liquide extraite par le conduit 7 est détendue à travers la vanne de détente V à une pression de 1,5 MPa avant d'être introduite dans la colonne de stabilisation 9. La phase vapeur G_3 extraite en tête de la colonne de stabilisation est envoyée dans le ballon séparateur du déphlegmateur. Elle se trouve à une température de -24 °C et fournit la source de chaleur nécessaire pour réaliser la distillation dans la deuxième passe du déphlegmateur.

L'ensemble des phases gazeuses issues de la séparation réalisée dans le ballon séparateur B_1 est au point de rosée à l'entrée de la passe P_2 où est réalisée la distillation. A l'issue de cette distillation, un flux de gaz G_4 est extrait par le conduit 17. Ce gaz G_4 est épuré de la plus grande partie de son propane et se trouve à une température de $-79,7\text{ °C}$.

Le flux de gaz G_4 est éventuellement envoyé dans la troisième passe P_3 du déphlegmateur et sert de source secondaire de froid. Ce flux de gaz G_5 à une température de -71 °C est envoyé par le conduit pour servir d'agent de réfrigération dans l'échangeur E_2 . Après échange de chaleur, le gaz épuré et réchauffé jusqu'à une température de $32,5\text{ °C}$ est envoyé au compresseur C_1 actionné par la turbine de détente. Le gaz épuré en sortie de C_1 est à une pression de 2,26 MPa et à une température de 77 °C .

La colonne de stabilisation est rebouillie à l'aide de l'échangeur E_3 soit par de la vapeur basse pression, soit par de l'huile chaude. La température du fond de colonne est de 68 °C . Le liquide de fond de colonne contient 97,6 % de propane de la charge et la totalité des butanes et des hydrocarbures les plus lourds. Une petite quantité d'éthane est présente limitée de manière à ce que les C_3 , C_4 qui pourront être distillés à partir du liquide évacués du fond de la colonne de distillation par le conduit 11 aient une tension de vapeur conforme aux spécifications commerciales.

Composition du liquide à l'export (conduit 11) exprimée en pour-cent poids

	Ethane	0,93 %
	Propane	37,39 %
5	Butanes	29,4 %
	Pentanes et Hydrocarbures plus lourds	32,28 %.

Composition du gaz exporté en pour-cent volume (conduit 19)

	CO2	0,42 %
10	Méthane	89,62 %
	Ethane	9,88 %
	Propane	0,008 %

La figure 2 décrit une variante de réalisation comportant une étape de déshydratation
15 d'un gaz naturel humide qui n'a pas été soumis à un traitement de séchage préalable comme
dans l'exemple donné à la figure 1.

Les éléments et dispositifs du système identiques à la figure 1 possèdent les mêmes
références.

20 Une phase liquide contenant de l'eau et du méthanol est utilisée pour réaliser la
déshydratation du gaz naturel.

Par rapport à l'agencement décrit à la figure 1, l'exemple donné à la figure 2
comprend une colonne S permettant de déshydrater le gaz et de régénérer l'eau de lavage
utilisée dans une colonne de lavage L du liquide de gaz naturel en abrégé LGN (ou
condensats).

25 La colonne S comporte deux parties, par exemple une partie supérieure S_1 dans
laquelle on élimine une partie de l'eau contenue dans le gaz naturel et une partie inférieure S_2
adaptée à régénérer l'eau de lavage utilisée pour laver les LGN.

30 Une partie du gaz arrivant par le conduit 1 est envoyée par un conduit 20a dans la
partie supérieure S_1 de la colonne S. En tête de la partie supérieure S_1 , on injecte par un
conduit 21 une phase liquide contenant du solvant par exemple du méthanol utilisée pour

déshydrater le gaz ou diminuer la quantité d'eau contenue dans le gaz. On extrait en tête de colonne S, un gaz appauvri en eau et enrichi en méthanol par un conduit 22 et par un conduit 23 situé en milieu de colonne (en bas de la partie inférieure S₁) une eau très appauvrie en méthanol.

5 Une autre partie du gaz est introduite par un conduit 20b dans la partie inférieure S₂ de la colonne pour régénérer l'eau de lavage issue de la colonne L de lavage des LGN décrite ci-après. L'eau de lavage est introduite dans le haut de la partie inférieure S₂ par un conduit 24 provenant de la colonne de lavage L. Du gaz enrichi en méthanol est extrait dans le haut de la partie S₂ de la colonne par un conduit 22b et de l'eau de lavage appauvrie en
10 méthanol est extraite en fond de colonne S par un conduit 25 pour être envoyée à la colonne de lavage des LGN.

Dans la partie inférieure S₂ de la colonne, on réalise ainsi le strippage de l'eau de lavage utilisée pour le lavage des LGN dans la colonne de lavage L.

La colonne de lavage L permet de laver le liquide de gaz naturel, du méthanol qu'il
15 contient pour éviter des pertes en méthanol. Le liquide de gaz naturel (condensats) concerné provient de la colonne de stabilisation 9 par le conduit 11. Ce flux passe à travers un échangeur de chaleur E₄ disposé après l'échangeur de chaleur E₃ avant d'être introduit dans la partie inférieure de la colonne de lavage L par un conduit 26. A l'intérieur de la colonne de lavage L, les LGN sont lavés en utilisant l'eau appauvrie en méthanol introduite par le conduit
20 25 en tête de colonne. On récupère par un conduit 27 en tête de colonne L le LGN débarrassé du méthanol, et en fond de colonne l'eau de lavage chargée en méthanol qui est envoyée par le conduit 24 et une pompe 28 pour être strippée dans la partie inférieure de la colonne S.

25 Le gaz appauvri en eau et enrichi en méthanol provenant des conduits 22 et 22b est refroidi selon un schéma identique à celui de la figure 1 à travers les deux échangeurs de chaleur E₁ et E₂, puis envoyé à une étape de séparation qui est réalisée dans un ballon séparateur 5' pourvu d'une « botte » 30 permettant de récupérer l'eau et le méthanol.

L'eau et le méthanol séparés et extraits du ballon 5' sont envoyés par une pompe 31 vers le conduit 21 en tête de la colonne S de strippage pour réaliser le séchage du gaz introduit en bas de colonne.

5 Les condensats séparés sont envoyés vers la colonne de stabilisation selon un schéma identique à celui de la figure 1.

Le gaz séparé dans le ballon séparateur 5' et extrait par le conduit 6 est détendu à travers la turbine de détente X1. Le mélange détendu comporte encore des traces d'eau et de méthanol.

10 Par refroidissement, une phase eau-méthanol va décanter dans le ballon séparateur B', du déphlegmateur. Ce ballon est pourvu d'une botte 32 permettant de récupérer cette phase eau-méthanol pour être envoyée par une pompe 33 et un conduit 34 vers le conduit 21 d'introduction de la phase eau-méthanol dans la colonne S.

Dans la colonne de stabilisation il reste du méthanol dans les hydrocarbures liquides en fond de stabilisation récupérés dans la colonne L.

15 Un appoint de méthanol est injecté par exemple avant l'échangeur E₁ par un conduit 35.

Un tel mode de réalisation s'applique avantageusement dans un schéma de procédé tel que celui décrit dans le brevet US 4.775.395 dont l'enseignement est incorporé par référence.

20

La figure 3 représente un autre exemple de schéma de réalisation dans lequel on a remplacé les deux échangeurs de chaleur E₁ et E₂, ainsi que la colonne de stabilisation 9 de la figure 1 par un échangeur stripper 40. L'échangeur stripper a pour fonction notamment de refroidir le gaz naturel et de stabiliser les condensats.

25 Cette variante de réalisation permet de s'affranchir de l'utilisation de source extérieure pour produire le froid.

L'échangeur stripper 40 comporte une partie 41 destinée à stripper le liquide et un ballon séparateur 42 pour séparer la phase gazeuse des condensats.

30 Le gaz est introduit par le conduit 1 dans la partie inférieure 41. Il circule dans une passe P₄ dans lequel il est refroidi avant d'être évacué par un conduit 43 pour être envoyé

vers le ballon séparateur 5. Sa température en sortie est sensiblement identique à celle qu'il possède après les échangeurs de chaleur E_1 et E_2 donnés dans le schéma de la figure 1.

Le gaz épuré après passage dans le déphlegmateur D_1 est introduit par le conduit 44 dans la partie inférieure 41 de l'échangeur stripper 40. Il circule de manière descendante dans une passe P_6 . Au cours de sa circulation il est réchauffé en échangeant ses calories essentiellement avec le gaz chaud ascendant circulant dans la passe P_4 . Il est ainsi utilisé principalement comme agent de refroidissement du gaz à fractionner. Il ressort de ce stripper par un conduit 45 avant d'être envoyé au compresseur C_1 puis exporté par le conduit 19.

Dans le ballon séparateur 42 de l'échangeur strippeur 40, on introduit par un conduit 46 les condensats détendus par passage dans la vanne de détente V ainsi que le liquide issu du ballon B_1 et la pompe 15. A l'intérieur de ce ballon 42, la phase gazeuse est séparée et extraite par un conduit 47 similaire au conduit 10 de la figure 1 pour être envoyée vers le déphlegmateur. Cette phase gazeuse correspondant au flux référencé G_3 précédemment (figure 1) est fractionnée selon un schéma identique à celui décrit à la figure 1.

Les condensats non stabilisés au point de bulle et qui ont été séparés dans le ballon séparateur 5 sont détendus à travers V , mélangés avec les condensats issus de B_1 avant d'être introduits dans la ballon 42 par le conduit 46. L'ensemble de ces condensats est alors séparé en une phase liquide et une phase vapeur. La phase liquide circule dans la partie inférieure de l'échangeur stripper dans une passe de strippage P_5 . A l'intérieur de cette passe et du fait des échanges de chaleur avec essentiellement le flux de gaz circulant dans la passe P_4 , il se produit une vaporisation. La phase vapeur remonte le long de la passe P_5 en donnant un effet de distillation alors que la phase liquide descend avant d'être évacuée par un conduit 48 semblable au conduit 11 de la figure 1.

La figure 4 schématise une autre variante du procédé permettant d'augmenter la pureté et en particulier de séparer l'éthane.

L'agencement des différents éléments diffèrent de ceux de la figure 1 en particulier par les éléments suivants :

- * le déphlegmateur D_1 est équipé d'un ballon B_3 disposé dans sa partie supérieure,
- * l'échangeur E_2 est remplacé par un échangeur E_5 de type échangeur à plaques,

* l'existence de moyens de dérivation 50 d'une partie du gaz épuré et des moyens de refroidissement E_6 de cette partie ou fraction de gaz comprimé dérivée.

Une fraction G_{R1} du gaz issue du compresseur C_1 est envoyée par un conduit 50 vers
5 un premier échangeur E_6 à eau ou eau de mer ou air. Cette fraction de gaz refroidie est
ensuite envoyée par un conduit 51 dans un échangeur E_5 dans lequel elle est refroidie en
utilisant le gaz froid purifié et extrait par le conduit 17 du déphlegmateur circulant à contre-
courant dans l'échangeur de chaleur E_5 . Cette fraction G_{R2} est ensuite liquéfiée en circulant de
10 manière ascendante dans une quatrième passe P_7 du déphlegmateur, extraite par un conduit
54 pourvu d'une vanne V_2 de détente. A l'issue de cette vanne de détente on obtient une
phase mixte M_R comportant une phase liquide et une phase gazeuse à très basse
température. Cette phase mixte M_R est introduite dans le ballon séparateur B_3 pour être
séparée en une phase gazeuse et une phase liquide L_R . La phase gazeuse séparée est
mélangée avec le gaz issu de la passe à reflux P_2 , le mélange des deux étant extrait par le
15 conduit 17.

La phase liquide L_R sert de reflux supplémentaire qui circule dans la passe à reflux P_2 .
Elle permet d'augmenter sensiblement la pureté du gaz purifié, en entraînant au moins la
fraction des C_{2+} .

La température atteinte peut être très basse de l'ordre de -100°C , de manière à
20 éliminer les dernières traces d'éthane.

Dans tous les exemples de réalisation donnés précédemment, l'échangeur
déphlegmateur peut être de type échangeur à plaques en aluminium brasé comprenant une
passe dans laquelle le gaz circule de bas en haut et où la vitesse est telle que le liquide
25 condensé puisse redescendre en provoquant un effet de distillation.

Il peut être avantageusement inséré par une bride dans le ballon de séparation, de
manière à éviter des tuyauteries entre le ballon et l'échangeur, et un dispositif de distribution
sur l'échangeur, connu de l'Homme du métier.

Les réalisations de l'invention au sujet desquelles un droit exclusif de propriété ou de privilège est revendiqué, sont définis comme il suit :

- 5 1 - Procédé permettant de fractionner un gaz comportant des constituants dits lourds et des constituants dits légers, le gaz étant à une température T_0 initialement et à une pression P_0 , caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison au moins les étapes suivantes :
- a - on refroidit le gaz de T_0 à une température T_1 ,
- b - on sépare la phase gazeuse G_1 de la phase liquide L_1 obtenue au cours de l'étape
10 de refroidissement a),
- c - on envoie au moins une partie de la phase gazeuse G_1 issue de l'étape de séparation b) à une étape de détente (X_1) de manière à obtenir une phase mixte M_2 à une température T_2 et une pression P_2 ,
- d - on envoie la phase mixte M_2 à une étape d'échange de chaleur (étape g) dans
15 laquelle elle joue le rôle d'agent de réfrigération, et à l'issue de laquelle elle est réchauffée
- e - on envoie la phase liquide L_1 à une étape de détente (V),
- f - on envoie la phase mixte réchauffée et la phase liquide détendue à une étape de séparation pour obtenir une phase gazeuse et une phase liquide,
- g - on fractionne la phase gazeuse par distillation réalisée à l'aide d'un échange de
20 chaleur continue avec la phase mixte M_2 et, on extrait d'une part les constituants dits légers sous forme de gaz et les constituants lourds sous forme de condensats, l'étape de fractionnement étant réalisée après l'étape de détente de la phase mixte M_2 .
- 2 - Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'on envoie la phase liquide
25 détendue à une étape de stabilisation afin d'obtenir des condensats stabilisés et une phase gazeuse G_3 à fractionner, envoyée à l'étape de séparation f).
- 3 - Procédé selon l'une des revendications 1 et 2 caractérisé en ce que l'on utilise au moins
30 une partie du gaz épuré issu de l'étape de fractionnement g) comme agent de réfrigération supplémentaire pour cette même étape.

- 4 - Procédé selon l'une des revendications 1 et 2 caractérisé en ce que l'on utilise au moins une partie du gaz épuré pour refroidir le gaz au cours de l'étape a) de réfrigération.
- 5 5 - Procédé selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que l'on refroidit à l'étape a) de manière à obtenir une température inférieure à $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 6 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que l'on réalise l'étape de détente c) pour obtenir un gaz à une pression inférieure à 2 MPa.
- 10 7 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 6 caractérisé en ce qu'il comporte une étape de déshydratation avant l'étape de réfrigération a).
- 8 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 7 caractérisé en ce qu'il comporte une étape où ledit gaz épuré est envoyé à une étape de compression, on dérive au moins une fraction de gaz G_{R1} épuré et comprimé, on envoie ladite fraction à une étape de réfrigération et de détente à l'issue de laquelle on obtient une phase mixte, on sépare la phase liquide de la phase gazeuse, et on utilise la phase liquide en supplément de reflux au niveau de l'étape de distillation.
- 15 9 - Procédé selon la revendication 8 caractérisé en ce que ladite fraction de gaz est refroidie et liquéfiée à une température inférieure à $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 20 10 - Système pour réaliser le fractionnement d'un gaz comprenant des constituants dits légers et des constituants dits lourds, comportant en combinaison :
- 25
- des moyens de réfrigération du gaz, et un dispositif de séparation (E_1 , E_2 , 5 ; 40, 41, 42) , en sortie desquels on obtient une phase gazeuse (G_1) et une phase liquide (L_1),

- 5

 - des moyens de détente (X_1) de ladite phase gazeuse (G_1), en sortie desquels on obtient une phase mixte M_2 à une température T_2 , ledit moyen de détente étant relié par un conduit (12) à un dispositif (D_1, P_1, P_2) permettant d'effectuer un échange de chaleur et une distillation, ladite phase mixte circulant à travers une passe (P_1),
 - des moyens (B_1) de séparation de la phase mixte après passage dans le dispositif d'échange de chaleur et de distillation,
 - des moyens (V) de détente de la phase liquide (L_1), lesdits moyens de détente étant reliés au moyen de séparation (B_1), afin d'obtenir une phase gazeuse mélangée avec la phase gazeuse issue de la séparation de la phase mixte,
 - 10

 - l'ensemble des phases gazeuses circulant à travers la passe de reflux P_2 , la circulation des phases gazeuses dans les passes P_1 et P_2 étant effectuée à contre-courant,
 - un conduit d'évacuation (14) des phases liquides obtenues par séparation dans
 - 15

 - B_1 ,
 - au moins un conduit (17) d'évacuation des constituants les plus légers se présentant sous forme gazeuse et obtenus par échange de chaleur et distillation dans le dispositif D_1 .
- 20 11 - Système selon la revendication 10 caractérisé en ce que ledit dispositif adapté à réaliser un échange de chaleur et une distillation comporte une troisième passe (P_3) adaptée au passage d'une partie au moins du gaz extrait par le conduit (17).
- 25 12 - Système selon la revendication 10 caractérisé en ce que ledit dispositif adapté à réaliser un échange de chaleur et une distillation est un échangeur déphlegmateur (D_1) comportant au moins deux passes dont une passe à reflux dans laquelle est opérée le fractionnement.
- 13 - Système selon la revendication 10 caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de stabilisation (9) disposés après la vanne de détente.

14 - Système selon la revendication 13 caractérisé en ce que lesdits moyens de stabilisation (9) et les moyens de réfrigération du gaz sont intégrés dans un même dispositif.

5 15 - Système selon l'une des revendications 10 à 12 caractérisé en ce que les moyens de réfrigération et les moyens de séparation du gaz à fractionner sont un échangeur stripper (40).

10 16 - Système selon l'une des revendications 10 à 12 caractérisé en ce que ledit système comporte des moyens (C_1) de compression du gaz épuré, un conduit (50) de dérivation d'au moins une fraction du gaz épuré, des moyens (E_5) de réfrigération et de détente (V_2) de ladite fraction et des moyens (B_2) de séparation associés au dispositif de fractionnement (D_1) de manière à obtenir une phase liquide à une température suffisamment basse utilisée comme reflux supplémentaire dans la passe à reflux P_2 .

15

17 - Application du procédé selon l'une des revendications 1 à 9 et du système selon l'une des revendications 10 à 16 au fractionnement d'un gaz comportant essentiellement du méthane et des hydrocarbures à un ou plusieurs atomes de carbone.

20

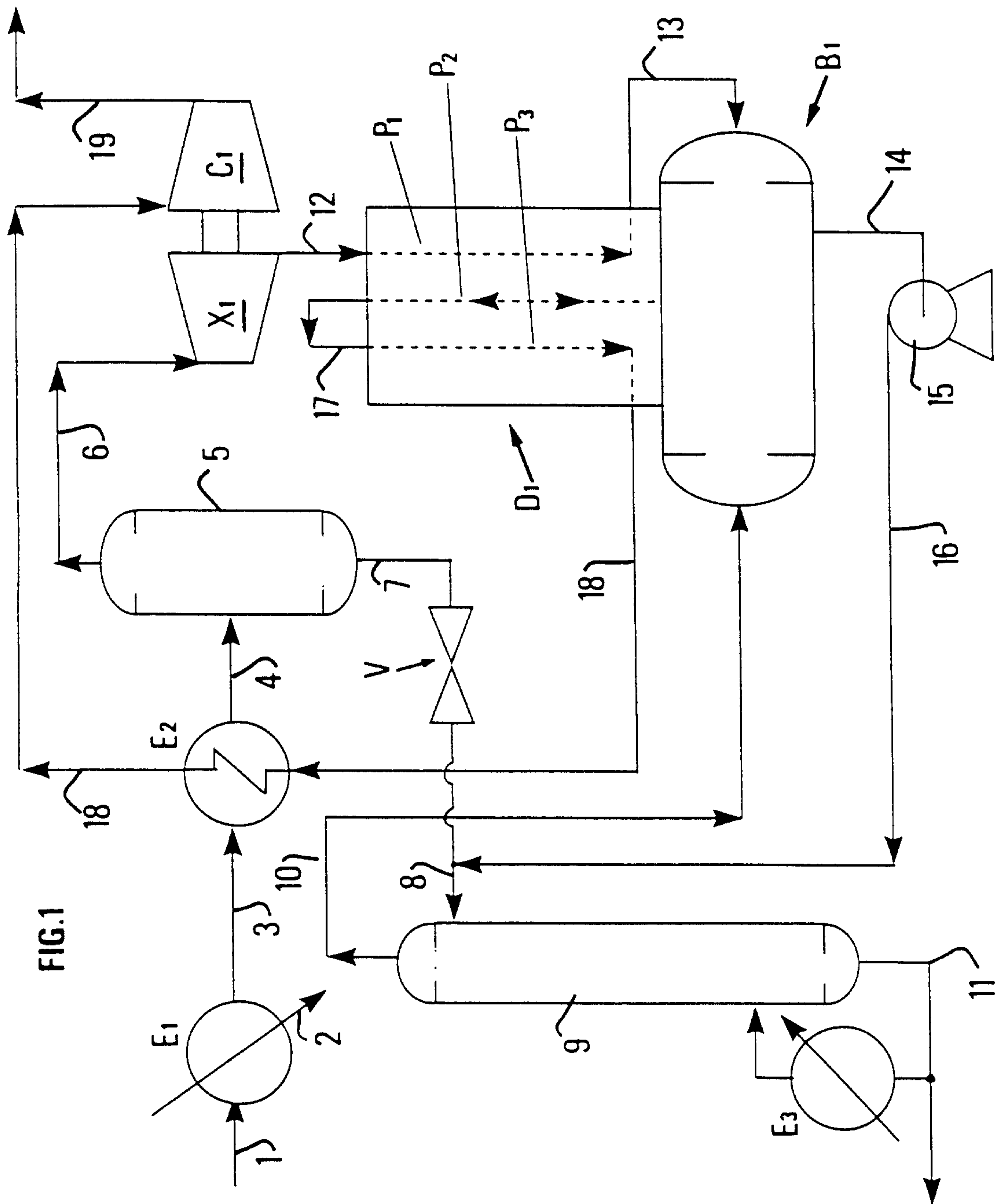


FIG.1

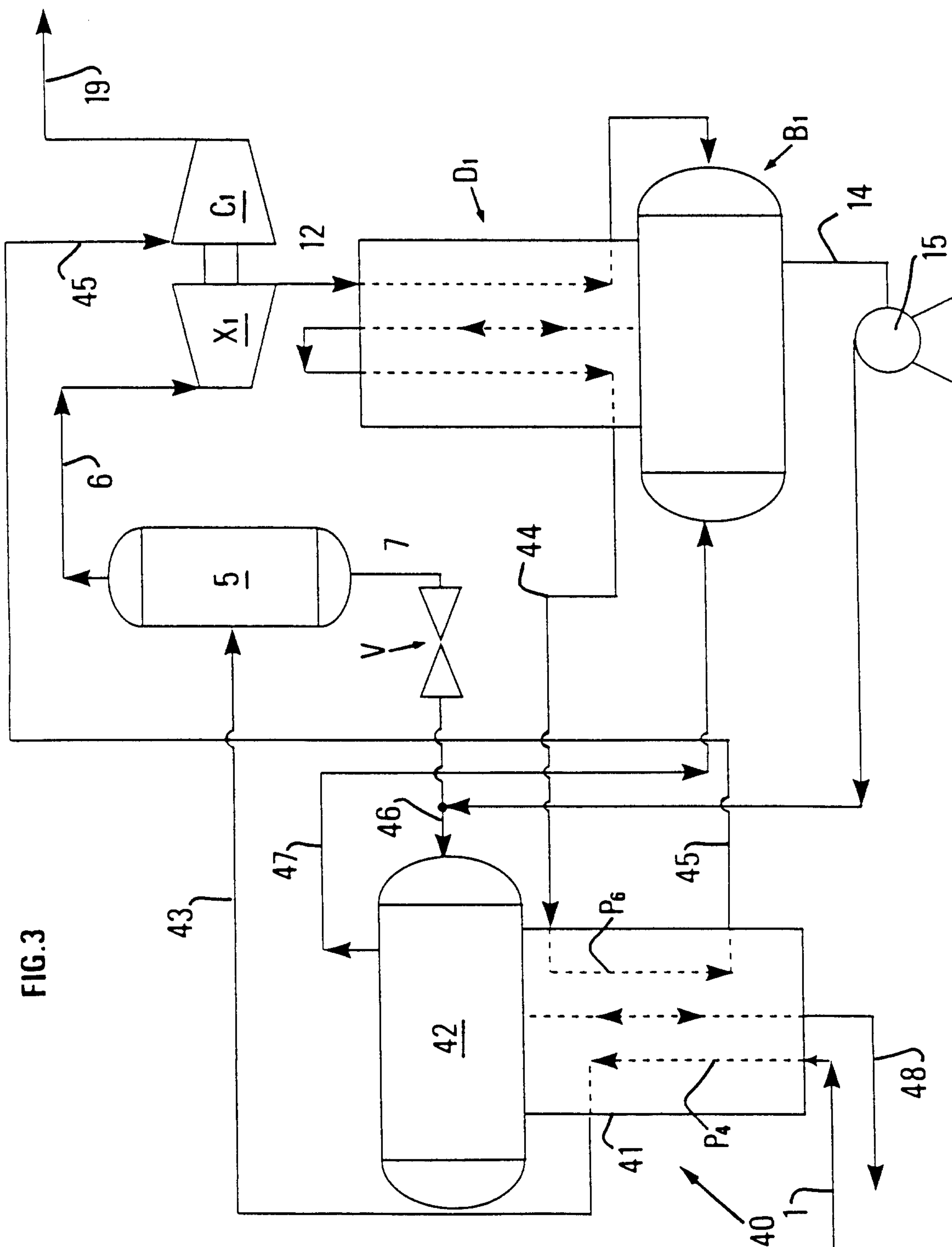


FIG. 3

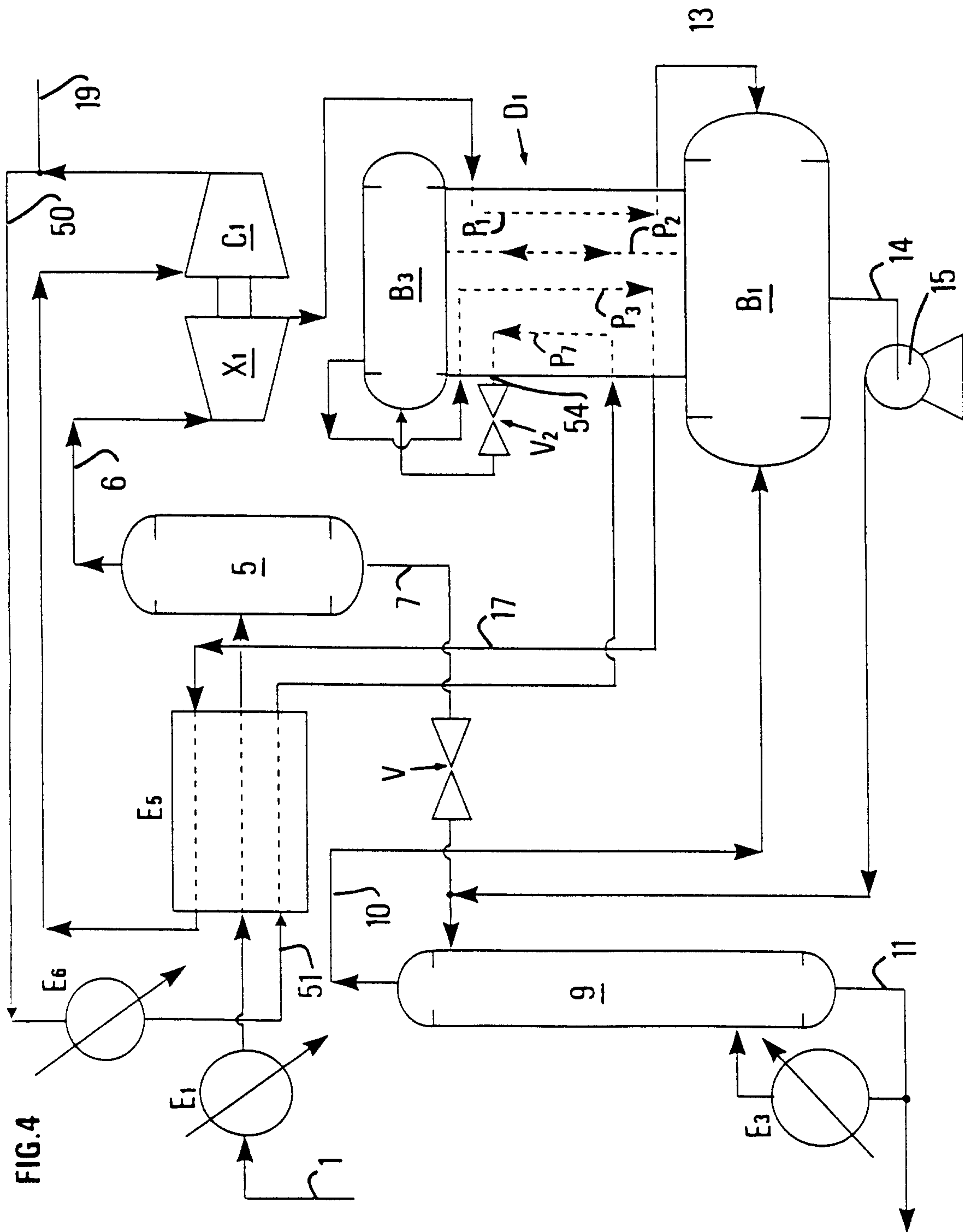


FIG. 4