(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 932 005 A1

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
28.07.1999 Bulletin 1999/30

(51) Int Cl.[6]: **F25J 3/04**, C21B 5/00

(21) Numéro de dépôt: **99400149.3**

(22) Date de dépôt: **22.01.1999**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: **23.01.1998 FR 9800724**

(71) Demandeur: **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE**
75007 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
- **Guillard, Alain**
  75016 Paris (FR)
- **Bianchi, Oswaldo, c/o L'Air Liquide**
  75321 Paris Cedex 07 (FR)

(74) Mandataire: **Le Moenner, Gabriel et al**
L'Air Liquide S.A.,
DSPI,
Service Brevets et Marques,
75 Quai d'Orsay
75321 Paris Cedex 07 (FR)

(54) Installations combinées d'un four et d'un appareil de distillation d'air et procédé de mise en oeuvre

(57) L'installation combinée comprend au moins un four (FM) alimenté par une soufflante (S), au moins un appareil de distillation d'air comportant au moins une colonne moyenne pression (MP) et une colonne de mélange (CM) ayant une ligne de sortie d'oxygène (O) pour alimenter le four (FM), l'appareil de distillation étant alimenté par la soufflante (S), au moins l'air comprimé adressé à la colonne de mélange (CM) étant surpressé dans au moins un groupe compresseur-turbine (C2-T2) dont la turbine (T2) est disposée dans un circuit (Fi) d'un fluide sous pression disponible sur le site de l'installation, par exemple de la vapeur ou un gaz provenant du four.

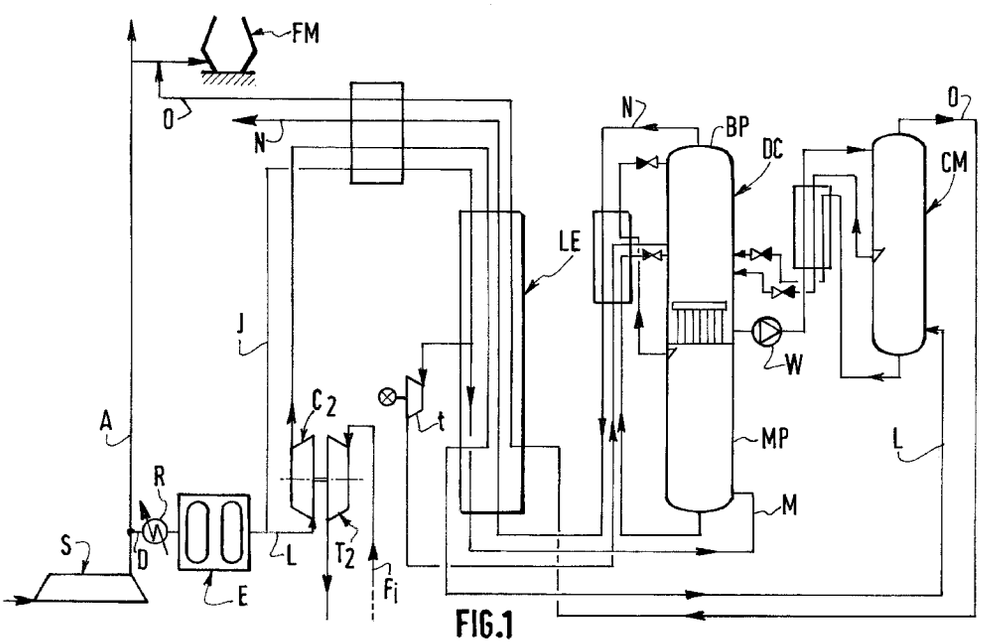

FIG.1

EP 0 932 005 A1

Description

[0001] La présente invention concerne les installations combinées d'au moins un four, typiquement un four de traitement de métal, alimenté en air comprimé et d'au moins un appareil de distillation d'air produisant de l'oxygène pour enrichir l'air fourni au four.

[0002] Pour enrichir un flux d'air, la production d'oxygène de haute pureté n'est pas requise et l'utilisation d'un appareil de distillation comportant une colonne de mélange telle que décrit dans le document US-A-4 022 030 (Brugerolle) convient. Des installations combinées d'un haut fourneau et d'un appareil de distillation d'air comprenant une telle colonne de mélange sont décrites dans les documents US-A-5 244 489 (Grenier) et EP-A-0 531 182, au nom de la demanderesse. Les approches suivies dans ces deux documents sont toutefois opposées : dans le document US-A-5 244 489, l'appareil de distillation est alimenté en air par une dérivation du vent d'une soufflante de haut-fourneau et la part du flux d'air fourni à la colonne de mélange est légèrement surpressée par un surpresseur entraîné par une turbine de maintien en froid détendant la part du flux d'air adressée à la colonne moyenne pression, dans un agencement imposant, pour effectuer la surpression, de turbiner une part importante de l'air d'alimentation de la colonne moyenne pression occasionnant des pertes de rendement d'extraction et d'énergie ainsi que des surdimensionnements des postes de réfrigération et d'épuration de l'air d'alimentation de l'appareil de distillation. A l'opposé, le document EP-A-0 531 182 prévoit une séparation complète des alimentations en air du haut fourneau, d'une part, mais aussi de la colonne moyenne pression et de la colonne de mélange, d'autre part, pour préselectionner la pression dans la colonne de mélange dans une plage de pressions large, mais au prix de coûts d'investissement et d'exploitation élevés au niveau des machines tournantes alimentant les sous-ensembles de l'appareil de distillation.

[0003] La présente invention a pour objet de proposer une installation combinée du type mentionné plus haut, à intégration plus poussée dans le site d'exploitation et permettant des coûts d'exploitation notablement réduits.

[0004] Pour ce faire, selon une caractéristique de l'invention, l'installation combinée comprend : au moins un four, au moins une soufflante débitant dans une ligne d'air comprimé principale reliée au four, au moins un appareil de distillation d'air comportant au moins une colonne moyenne pression et une colonne de mélange ayant une ligne de sortie d'oxygène débouchant dans une partie aval de la ligne d'air comprimé principale, et un circuit de dérivation d'air, relié à la ligne d'air comprimé principale via un appareil d'épuration et fournissant de l'air à la colonne moyenne pression et à la colonne de mélange et incluant au moins un groupe compresseur-turbine comprenant au moins un compresseur pour comprimer l'air dérivé fourni au moins à la colonne de mélange, et au moins une turbine disposée dans un circuit de fluide sous pression disponible sur le site de l'installation.

[0005] Selon l'invention, l'appareil de distillation exploite non seulement une partie du débit d'air de la soufflante dérivable en raison de la réinjection ultérieure d'oxygène dans ce débit d'air, mais aussi l'énergie extractible d'un fluide sous pression généralement disponible sur le site, extérieur à l'appareil de distillation, tel que la vapeur ou des gaz résiduaires de process, éventuellement valorisés.

[0006] La présente invention a également pour objet un procédé de mise en oeuvre d'une installation combinée comprenant au moins un four alimenté en air comprimé par au moins une soufflante fournissant de l'air à une première pression, et en oxygène par un appareil de séparation de l'air, comprenant au moins une colonne moyenne pression et une colonne de mélange, alimenté en air par la soufflante, dans lequel on surpresse, à une seconde pression supérieure à la première pression, l'air fourni à au moins la colonne de mélange par au moins un compresseur entraîné par au moins une turbine détendant au moins un fluide comprimé généré sur le site.

[0007] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description suivante de modes de réalisation, donnés à titre illustratif mais nullement limitatif, faite en relation avec les dessins annexés, sur lesquels :

les figures 1 à 3 représentent schématiquement trois modes de réalisation de l'invention.

[0008] Dans la description qui va suivre et sur les dessins, les éléments identiques ou analogues portent les mêmes chiffres de référence éventuellement indicés.

[0009] Sur les figures, on a représenté schématiquement un four de traitement de métal, en l'occurence un haut-fourneau FM, et un appareil de distillation d'air associé, comprenant essentiellement, dans les exemples représentés, une ligne d'échange principal LE, une double colonne DC avec une colonne moyenne pression MP et une colonne basse pression BP, et une colonne de mélange CM, le four et l'appareil de distillation étant alimentés en air par une même soufflante S débitant dans une ligne d'air comprimée principale A alimentant le four FM, un fort volume d'air (supérieur typiquement à 100 000 Nm^3/h) sous une moyenne pression P_1 inférieure à 6×10^5 Pa, typiquement entre 3×10^5 Pa et $5,5 \times 10^5$ Pa. La ligne A peut également alimenter, en simultané ou en alterné, un autre four de traitement de métal, par exemple un four électrique avec le procédé AOD.

[0010] Selon un aspect de l'invention, de la ligne principale A part un circuit de dérivation d'air D alimentant l'appareil de distillation en air épuré dans un appareil d'épuration E, typiquement du type à adsorption, après prérefroidissement dans un appareil de refroidissement R. Le circuit de dérivation D se divise, en aval de l'appareil d'épuration E, en une première ligne J traversant

la ligne d'échange LE pour déboucher en partie basse de la colonne moyenne pression MP, et en une deuxième ligne L traversant également la ligne d'échange LE et débouchant en partie basse de la colonne de mélange CM. De façon classique, du sommet de la colonne basse pression BP part une ligne N d'azote gazeux de moyenne pureté et de la tête de la colonne de mélange CM part une ligne O d'oxygène moyenne pureté qui, selon l'invention, après traversée de la ligne d'échange LE, débouche dans la ligne d'air comprimée principale A en amont du four FM pour enrichir en oxygène l'air fourni à ce dernier.

[0011] Dans les modes de réalisation représentés, simplement à titre d'exemple, l'appareil de distillation est du type à double colonne classique DC, avec une turbine t de détente à la basse pression de la colonne basse pression BP d'une partie de l'air entrant founi par la première ligne M et servant au maintien en froid de l'appareil de distillation, et avec une pompe W comprimant l'oxygène liquide prélevé en cuve de la colonne basse pression BP et envoyé en tête de la colonne de mélange CM sensiblement à la pression P_2 de l'air, refroidi au voisinage de son point de rosée, admis par la ligne L. Selon l'invention, cette pression P_2 est choisie légèrement supérieure à celle P_1 dans la ligne principale A pour tenir compte des pertes de charge dans les dispositifs de mélange air chaud/oxygène en aval de la ligne A et pour optimiser la régulation de cette injection. Typiquement, P_2 - P_1 est compris entre 0,3 x 10^5 Pa et 4 x 10^5 Pa, avantageusement entre 0,5 x 10^5 Pa et 1,5 x 10^5 Pa.

[0012] Selon l'invention, l'air à cette pression P_2 est obtenu au moyen d'au moins un groupe compresseur/turbine C_iT_i comprimant l'air au moins dans la ligne L, la turbine T_i détendant un fluide sous pression F disponible sur le site de l'installation, à l'extérieur de l'appareil de distillation, typiquement un gaz résiduaire de process ou un gaz de process en excès. Classiquement, le fluide F_i sera de la vapeur d'eau, généralement générée en abondance sur le site pour en refroidir des constituants et disponible à des pressions variant typiquement entre 3 x 10^5 Pa et 15 x 10^5 Pa et dont seule une faible partie est généralement valorisée, notamment pour la production de froid ou d'énergie électrique. Le fluide F_i peut également être un gaz chaud résiduaire en sortie du four FM, qui peut être détendu directement ou transformé partiellement en gaz combustible servant de carburant f à un groupe compresseur-turbine à chambre de combustion GT, représenté sur la figure 3, exploitant avantageusement au moins un des gaz de l'air fourni par les lignes N et O et servant à la production d'énergie, une partie du flux comprimé par le compresseur de ce groupe étant transmis à la turbine T_i.

[0013] Dans le mode de réalisation de la figure 1, le groupe compresseur-turbine C_2-T_2 est disposé dans la ligne L et ne sert qu'à surpresser le flux d'air fourni à la colonne de mélange CM.

[0014] Dans le mode de réalisation de la figure 2, le groupe compresseur-turbine C_1-T_1 est disposé dans la ligne D, en amont de l'appareil d'épuration E, et surpresse donc la totalité de l'air acheminé vers l'appareil de distillation. Dans ce mode de réalisation, la surpression, à une pression intermédiaire entre P_1 et P_2, de l'air d'alimentation fourni à la colonne moyenne pression MP est exploitée dans la turbine de maintien en froid t pour entraîner un surpresseur c disposé dans la ligne L et créant la surpression requise pour atteindre la pression P_2 dans la colonne de mélange CM.

[0015] Le mode de réalisation de la figure 3 est une combinaison des modes de réalisation des figures 1 et 2 : dans cette variante, un premier groupe compresseur-turbine C_1-T_1, mû par un premier fluide sous pression F_1, est disposé dans la ligne D, en amont de l'appareil d'épuration E, et un deuxième groupe compresseur-turbine C_2-T_2, mû par un second fluide sous pression F_2 est disposé dans la ligne L dédiée à la colonne de mélange CM. Le fluide F_2 peut être fourni à partir d'un groupe turbine à gaz GT comme sus-mentionné et le fluide F_1 être de la vapeur. En variante, comme figuré par la ligne d'arbre en pointillés s, les deux compresseurs C_1, C_2 peuvent être entraînés par une même turbine ou un même groupe de turbines T_1/T_2 détendant un même fluide sous pression F_i.

[0016] Dans ce mode de réalisation de la figure 3, la pression dans la ligne J alimentant la double colonne est exploitée en couplant la turbine de maintien en froid t à un surpresseur c servant à surpresser l'un des fluides entrant ou sortant de l'appareil de distillation, par exemple, comme représenté sur la figure 3, l'azote impur dans la ligne N pour aider à la valorisation de cet azote impur, par exemple introduit comme ballast dans la chambre de combustion du groupe turbine à gaz GT.

[0017] Quoique la présente invention ait été décrite en relation avec des modes de réalisation particuliers, elle ne s'en trouve pas limitée mais susceptible de modifications et de variantes qui apparaîtront à l'homme de l'art et demeurant dans le cadre des revendications ci-après.

Revendications

1. Installation combinée comprenant : au moins un four (FM), au moins une soufflante (S) débitant dans une ligne d'air comprimé principale (A) reliée au four, au moins un appareil de distillation d'air comportant au moins une colonne moyenne pression (MP) et une colonne de mélange (CM) ayant une ligne de sortie d'oxygène (O) débouchant dans une partie aval de la ligne d'air comprimé principale (A), et un circuit de dérivation d'air, relié à la ligne d'air comprimé principale via un appareil d'épuration (E) et fournissant de l'air à la colonne moyenne pression (MP) et à la colonne de mélange (CM) et incluant au moins un groupe compresseur-turbine (C, T) comprenant au moins un compresseur (C_1) pour

comprimer l'air dérivé fourni au moins à la colonne de mélange (CM), et au moins une turbine (T_i) disposée dans un circuit (F_i) de fluide sous pression disponible sur le site de l'installation.

2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un compresseur (C_1) de groupe compresseur-turbine (C_i-T_i) disposé dans une partie amont du circuit de dérivation (D), avant l'appareil d'épuration (E).

3. Installation selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un compresseur (C_2) de groupe compresseur-turbine (C_i-T_i) disposé dans la ligne d'alimentation en air (L) de la colonne de mélange (CM).

4. Procédé de mise en oeuvre d'une installation combinée comprenant au moins un four (FM) alimenté en air comprimé par au moins une soufflante (S) fournissant de l'air à une première pression P_1 et en oxygène par un appareil de séparation de l'air, comprenant une colonne moyenne pression (MP) et une colonne de mélange (CM), alimenté en air par la soufflante, dans lequel on surpresse, à une seconde pression P_2, supérieure à la première pression P_1, l'air fourni à au moins la colonne de mélange (CM) par au moins un compresseur (C_i) entraîné par au moins une turbine (T_i) détendant au moins un fluide comprimé (F_i) généré sur le site.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que P_1 est inférieure à 6×10^5 Pa.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que $P_2 - P_1$ est supérieur à $0{,}3 \times 10^5$ Pa.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que $P_2 - P_1$ est inférieur à 4×10^5 Pa.

8. Procédé selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que la totalité du flux d'air fourni à l'appareil de séparation est surpressé dans un dit compresseur (C_1).

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le flux d'air transmis à la colonne de mélange (CM) est de nouveau surpressé (C, C_2).

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que le flux d'air transmis à la colonne de mélange (CM) est de nouveau surpressé dans un dit compresseur (C_2).

11. Procédé selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que seul le flux d'air transmis à la colonne de mélange (CM) est surpressé par un dit compresseur (C_2).

12. Procédé selon l'une des revendications 4 à 10, caractérisé en ce que le fluide comprimé (F_i) est de la vapeur.

13. Procédé selon l'une des revendications 4 à 11, caractérisé en ce que le fluide comprimé (F_i) est un gaz provenant du four (FM).

14. Procédé selon l'une des revendications 4 à 11, caractérisé en ce que le fluide comprimé (F_i) est comprimé par un groupe compresseur-turbine à gaz (GT) utilisant un carburant (f) disponible sur site.

15. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que le groupe compresseur-turbine à gaz exploite au moins un des gaz séparés de l'air (O; N) fournis par l'appareil de séparation d'air.

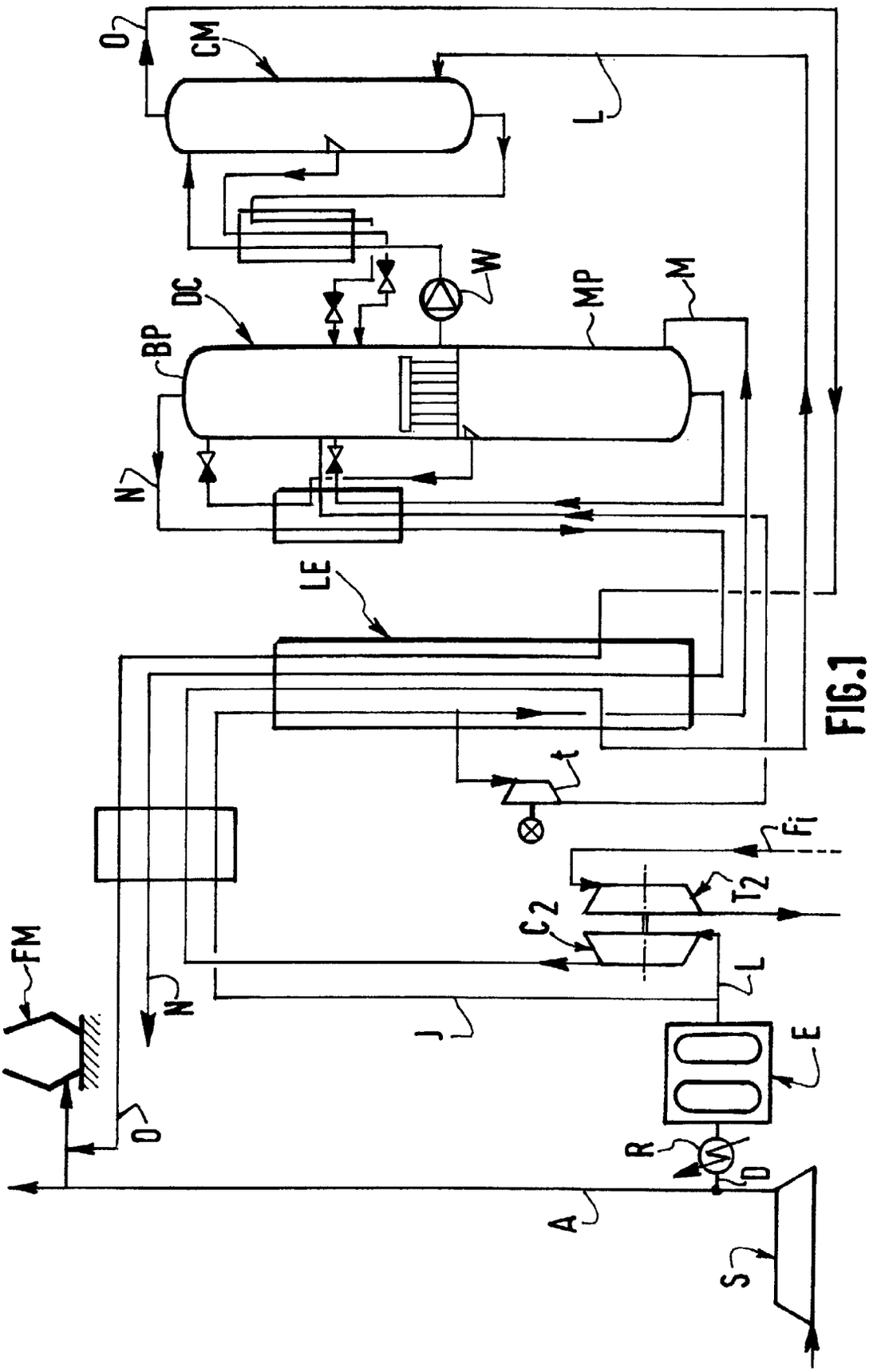

FIG.1

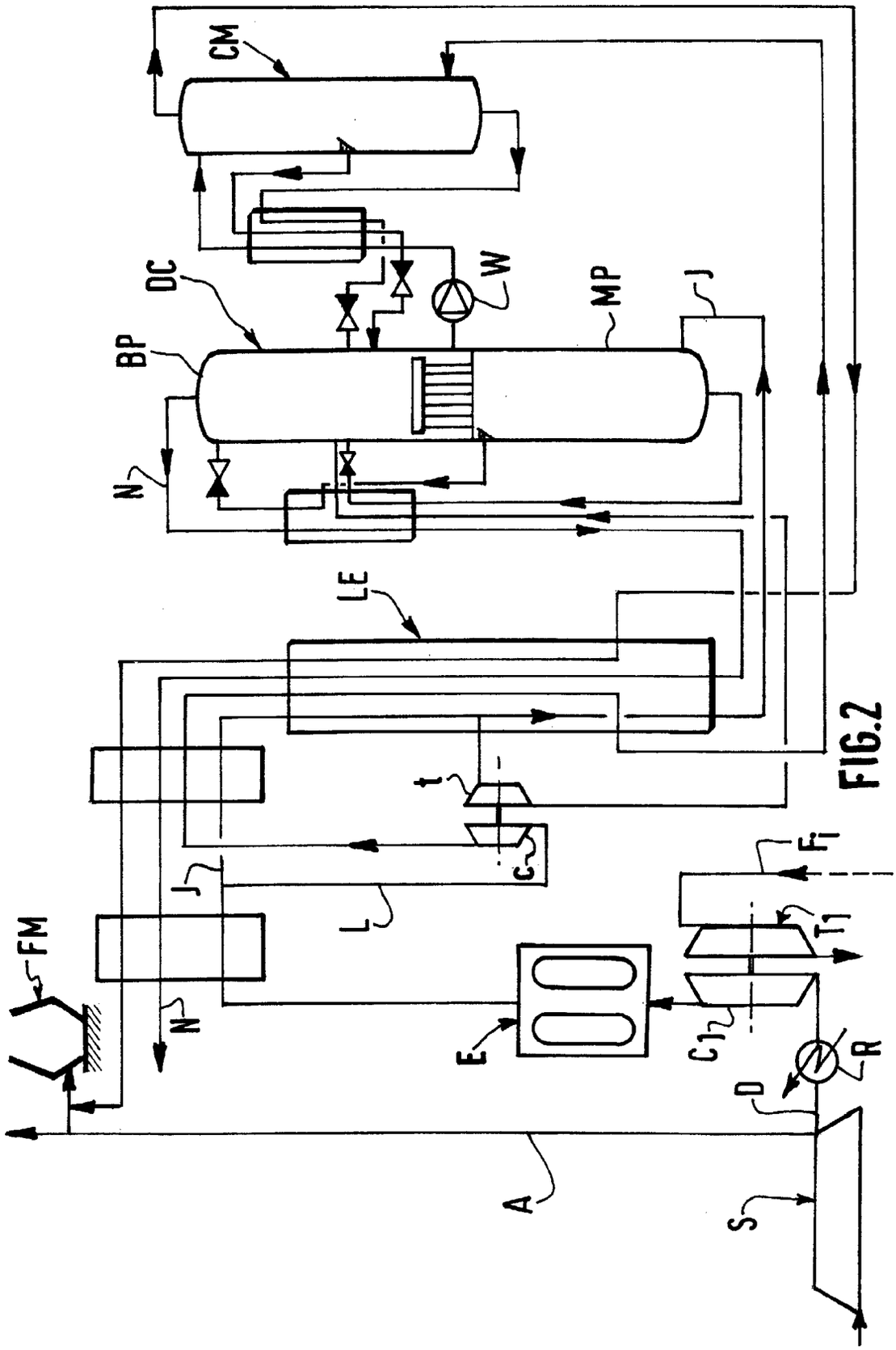

FIG.2

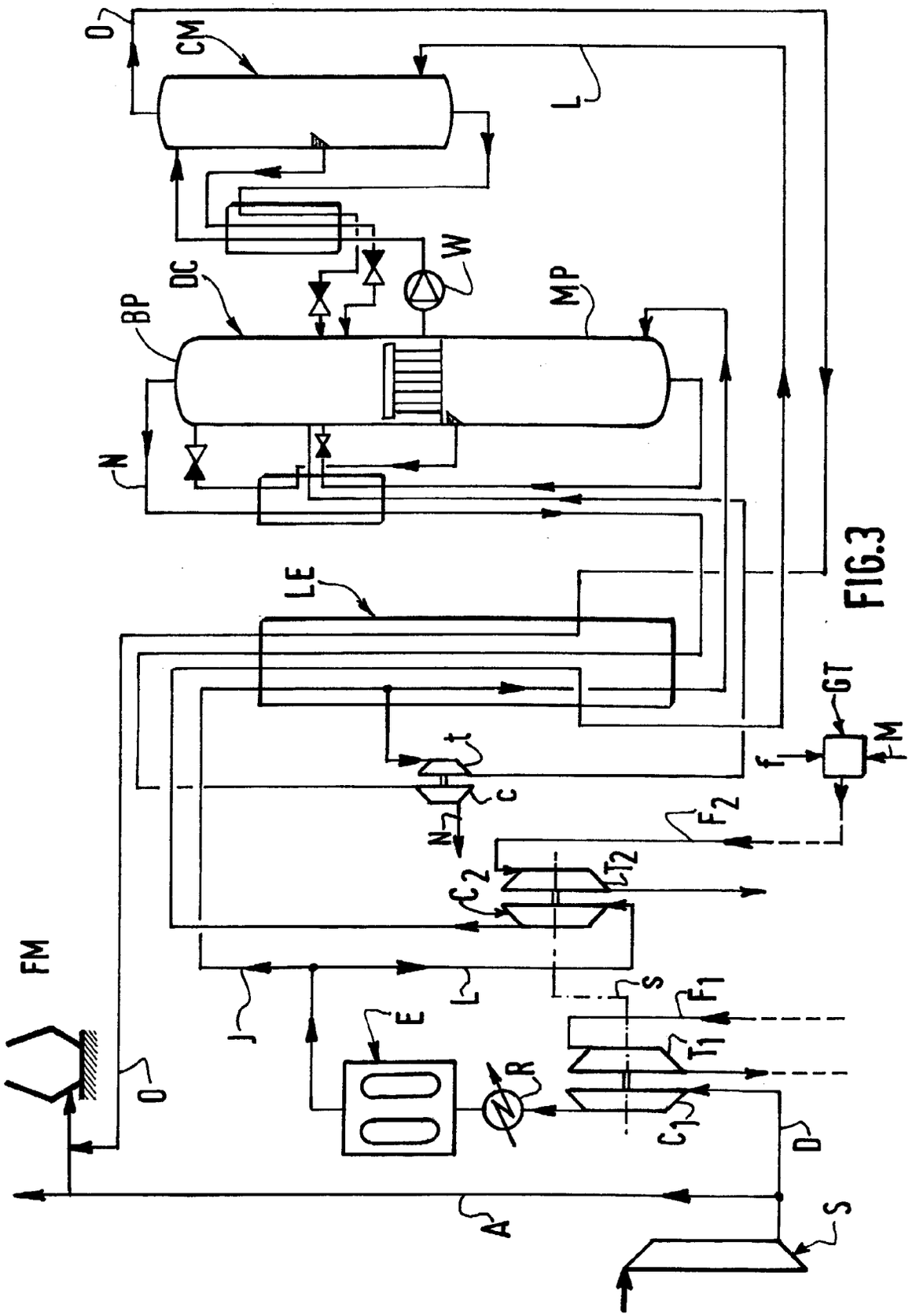

FIG.3

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 99 40 0149

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X,D	US 5 244 489 A (GRENIER MAURICE) 14 septembre 1993 * revendications; figures *	1,4-9, 11-15	F25J3/04 C21B5/00
A,D	US 4 022 030 A (BRUGEROLLE JEAN RENAUD) 10 mai 1977		
A,D	EP 0 531 182 A (AIR LIQUIDE) 10 mars 1993 * revendications; figures *		
A	EP 0 636 845 A (BOC GROUP PLC) 1 février 1995 * revendications; figure 4 *		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			F25J C21B

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	22 avril 1999	Meertens, J

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO. EP 99 40 0149

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits members sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

22-04-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5244489 A	14-09-1993	FR 2677667 A	18-12-1992
		BE 1006334 A	26-07-1994
		DE 4219160 A	17-12-1992
		JP 5179322 A	20-07-1993
		LU 88132 A	15-03-1993
US 4022030 A	10-05-1977	FR 2143986 A	09-02-1973
		AU 471345 B	06-09-1973
		AU 3846172 A	06-09-1973
		BE 778812 A	01-08-1972
		CA 964571 A	18-03-1975
		DE 2204376 A	17-08-1972
		FR 2169561 A	07-09-1973
		GB 1387472 A	19-03-1975
		NL 7201234 A	03-08-1972
		ZA 7200578 A	25-10-1972
EP 0531182 A	10-03-1993	FR 2680114 A	12-02-1993
		AU 655485 B	22-12-1994
		AU 2079892 A	11-02-1993
		CA 2075420 A	08-02-1993
		CN 1071000 A	14-04-1993
		DE 69208412 D	28-03-1996
		DE 69208412 T	04-07-1996
		ES 2083709 T	16-04-1996
		US 5291737 A	08-03-1994
EP 0636845 A	01-02-1995	US 5715706 A	10-02-1998

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82