

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **81401167.2**

(51) Int. Cl.³: **C 21 B 7/10**

(22) Date de dépôt: **22.07.81**

(30) Priorité: **22.07.80 FR 8016105**

(43) Date de publication de la demande:
27.01.82 Bulletin 82/4

(84) Etats contractants désignés:
AT BE DE GB IT LU NL SE

(71) Demandeur: **UNION SIDERURGIQUE DU NORD ET DE L'EST DE LA FRANCE** par abréviation "**USINOR**" Société anonyme:

14, Rue d'Athènes
F-75426 Paris, Cedex 09(FR)

(72) Inventeur: **Cordier, Jean**
28, Rue de Tourcoing
F-59240 Dunkerque(FR)

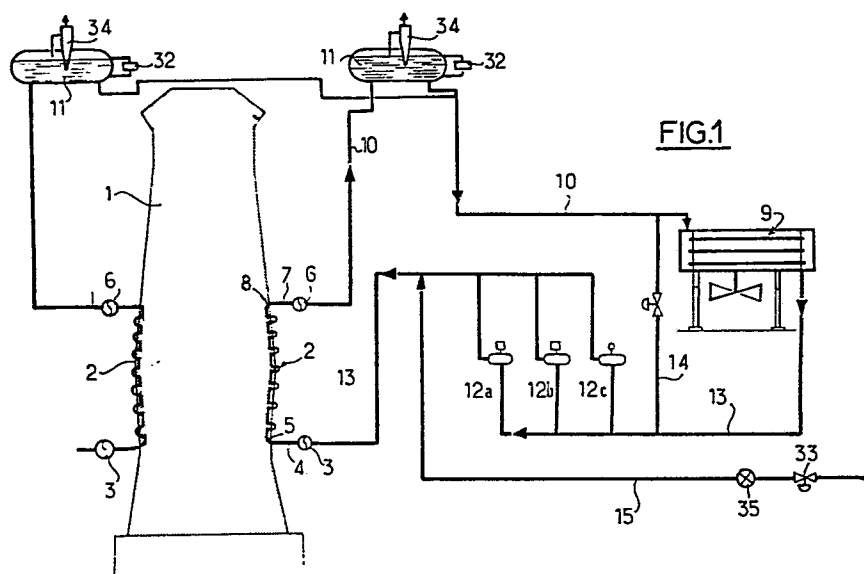
(72) Inventeur: **Rollot, Pierre**
88, Avenue du Casino
F-59240 Malo les Bains(FR)

(74) Mandataire: **Moncheny, Michel et al,**
c/o Cabinet Lavoix 2 Place d'Estienne d'Orves
F-75441 Paris Cedex 09(FR)

(54) **Installation de refroidissement pour haut-fourneau à l'aide de plaques de refroidissement.**

(57) La présente invention est relative à une installation de refroidissement d'un haut-fourneau à l'aide de plaques de refroidissement dans lesquelles circule un fluide de refroidissement, ces plaques étant disposées en couronnes successives superposées le long de la paroi interne du blindage du haut fourneau et étant traversées par des tubes internes de circulation du fluide de refroidissement, les tubes internes de deux plaques adjacentes dans un plan vertical étant reliés entre eux de façon à définir un réseau de lignes de circulation (2) verticales du fluide, caractérisé en ce que ce réseau est relié à chacune de ses extrémités à un circuit extérieur de circulation et de refroidissement du fluide définissant un circuit fermé, forcé et pressurisé dans lequel le fluide de refroidissement est maintenu en phase liquide.

./...



Installation de refroidissement pour haut-fourneau à l'aide
de plaques de refroidissement.

La présente invention est relative à une installation de refroidissement d'unités métallurgiques dont les parois sont soumises à des flux de chaleur élevés et plus particulièrement au refroidissement de hauts-fourneaux à l'aide de plaques de refroidissement.

Les hauts-fourneaux modernes sont de plus en plus exploités à des allures et niveaux de pression tels qu'il est important de maîtriser les flux de chaleur et leur transfert, notamment dans les zones d'étales, ventre, bas de cuve et mi-cuve. En particulier, dans le cas d'unités autoportantes, il est indispensable que le blindage n'atteigne par les niveaux de température ou ne subisse pas des variations de température pouvant mettre en péril sa résistance aux efforts auxquels il est soumis.

Le flux thermique émis dans les différentes zones du haut-fourneau doit être capté par un système hétérogène formé du revêtement réfractaire, de l'élément refroidisseur, c'est-à-dire la plaque de refroidissement, du blindage, tel que l'élément refroidisseur remplisse une double fonction de refroidissement énergétique du réfractaire et d'écran au passage du flux vers le blindage.

Les plaques de refroidissement disposées contre la face interne du blindage entre ce dernier et le revêtement réfractaire, répondent à cette double fonction. Ces plaques sont constituées d'éléments en fonte parcourus dans leur masse par un réseau de tubes dans lesquels circule un fluide de refroidissement qui, dans les techniques connues jusqu'à présent, est constitué d'eau soumise à une vaporisation au contact du flux de chaleur que la plaque de refroidissement est destinée à absorber.

Cependant, ce type de refroidissement comporte tous les inconvénients inhérents à un système de refroidissement dans lequel un fluide est vaporisé, qui ont trait à la pression élevée, la formation incontrôlée de poches gazeuses de vaporisation aux points chauds, la difficulté de

contrôle des débits de circulation et le risque plus important de fuites ainsi que le caractère corrosif de la vapeur.

La présente invention vise à remédier à ces inconvénients en se proposant de fournir une installation de refroidissement présentant une fiabilité plus grande, un coût plus faible ainsi qu'un fonctionnement permettant de connaître et de contrôler la marche du haut-fourneau par la détection des flux thermiques émis par les différentes zones de ce dernier.

La présente invention a ainsi pour objet une installation de refroidissement d'un haut-fourneau à l'aide de plaques de refroidissement dans lesquelles circule un fluide de refroidissement, ces plaques étant disposées en courbes successives superposées le long de la paroi interne du blindage du haut-fourneau et étant traversées par des tubes internes de circulation du fluide de refroidissement, les tubes internes de deux plaques adjacentes dans un plan vertical étant reliés entre eux de façon à définir un réseau de lignes de circulation verticales du fluide, caractérisé en ce que ce réseau est relié à chacune de ses extrémités à un circuit extérieur de circulation et de refroidissement du fluide définissant ainsi un circuit fermé, forcé et pressurisé dans lequel le fluide de refroidissement est maintenu en phase liquide.

Le fluide de refroidissement est en particulier de l'eau qui est normalement maintenue à l'état liquide dans la totalité du circuit. On peut également utiliser comme fluide de refroidissement une huile spéciale résistant à 300°C.

Cette caractéristique permet un contrôle global du débit d'eau et donc une détection des fuites par mesure différentielle. De plus, on peut maintenir des pressions et températures de l'eau plus faibles, ce qui permet d'utiliser un appareillage dont les caractéristiques techniques sont moindres et donc le coût de l'installation est plus faible. La connaissance des débits exacts des liquides

ainsi que la mesure des températures en différents points permet également de connaître les quantités de chaleur évacuées en des zones déterminées du haut-fourneau, par conséquent la mesure des flux émis dans ces différentes zones. Etant donné que l'eau est maintenue à l'état liquide, la formation de poches gazeuses locales empêchant l'évacuation correcte des calories est totalement évitée et les risques de détérioration par surchauffe sont limités. Enfin, il est possible de traiter l'eau afin de lui donner la qualité eau de chaudière avec des inhibiteurs de corrosion et donc d'éviter à la fois les problèmes d'entrainement et de corrosion.

Par ailleurs, il convient de noter que dans les systèmes à vaporisation, il est pratiquement impossible de détecter les endroits où s'effectue cette vaporisation et donc de régler convenablement les débits liquides et gazeux dans les différentes zones de l'installation.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels:

- la Fig. 1 est une vue schématique générale de l'installation de refroidissement adaptée à un haut-fourneau;
- la Fig. 2 est également une vue schématique de cette même installation mettant en évidence les différents niveaux d'alimentation et de prélèvement du fluide de refroidissement;
- la Fig. 3 est une vue développée partielle du réseau de lignes de circulation du fluide de refroidissement sur une partie de la circonférence totale du haut-fourneau.

L'installation représentée à la Fig. 1 comporte un haut-fourneau 1 contre la paroi intérieure duquel sont placées des plaques de refroidissement dont seules les

conduites internes ont été représentées reliées les unes aux autres par la référence générale 2. Les plaques de refroidissement comportent en effet des tubes internes qui débouchent aux parties hautes et basses de ces dernières et sont reliées à la plaque adjacente immédiatement supérieure et à la plaque adjacente immédiatement inférieure dans un plan vertical, pour définir une ligne de circulation constituée de l'ensemble des tubes internes reliés entre eux définis par la référence générale 2.

10 Une conduite circulaire d'alimentation 3 entourant le haut-fourneau à sa partie inférieure comporte un ensemble de conduites individuelles d'alimentation 4 qui sont respectivement branchées aux entrées 5 des lignes de circulation 2. Une conduite circulaire de retour 6 entourant le haut-fourneau à un niveau supérieur comporte également un ensemble de conduites individuelles de retour 7 branchées aux sorties 8 des lignes de circulation. Cet ensemble de lignes de circulation verticales constitue un réseau placé le long du blindage du haut-fourneau qui
15 est relié respectivement à sa partie basse à la circulaire d'alimentation 3 et à la partie haute à la circulaire de retour 6.

Ce réseau de lignes de circulation est relié à chacune de ses extrémités par l'intermédiaire des circulaires d'alimentation 3 et de retour 6 à un circuit extérieur sur lequel il est fermé.

Ce circuit comporte au moins un échangeur thermique 9 qui est relié à la circulaire de retour 6 par une conduite de retour 10. Un (ou plusieurs) ballon d'expansion 11
30 connecté par la conduite de retour 10, en aval à l'échangeur 9 et en amont à la circulaire de retour 6, est placé à un niveau tel que la pressurisation recherchée est effectivement réalisée dans les zones de flux thermique intense.

Un batterie de pompes de recyclage 12a, 12b, et
35 12c renvoie le fluide de refroidissement de l'échangeur 9 à la circulaire d'alimentation 3 par une conduite d'alimen-

tation 13. Cette batterie de pompes comporte deux pompes électriques 12a et 12b et une pompe diesel 12c de secours. Une conduite 14 permet de bipasser l'échangeur 9. Une conduite 15 d'alimentation de fluide de refroidissement d'appoint débouche dans la conduite d'alimentation 13 en un point situé entre la batterie des pompes de recyclage 12a, 12b et 12c et la circulaire d'alimentation 3.

Le ballon d'expansion comporte un régulateur de niveau 32 qui commande une vanne 33 d'admission du fluide de refroidissement d'appoint, placée à l'entrée de la conduite 15. Le ballon 11 comporte également un cyclone 34 de dégazage (désaération) éventuel.

Un compteur 35 est placé sur la conduite 15 en aval de la vanne 33 pour détecter une fuite éventuelle sur le circuit et fonctionne comme alerte primaire.

Dans cette installation le fluide de refroidissement est maintenu à l'état liquide, bien qu'il soit prévu grâce au ballon 11 la possibilité d'une ébullition accidentelle. Les débits dans les différentes lignes de circulation 2 sont réglés par l'intermédiaire de vannes non représentées, positionnées pour obtenir des débits identiques dans chacune des lignes. Le débit suffisant est fourni par la batterie de pompes de recyclage.

Comme représenté sur la Fig. 2, une conduite 36 permet de bipasser la batterie de pompes de recyclage 12a, 12b et 12c et autorise donc une marche en autosiphon à titre de secours. La conduite 36 comporte également un clapet 37.

L'échangeur thermique peut être un aéroréfrigérant comme représenté ou un échangeur thermique liquide/liquide et on peut en disposer plusieurs branches en parallèle pour former une batterie.

Sur la vue schématique de la Fig. 1, on n'a représenté, dans un but de simplification, qu'une circulaire d'alimentation et une circulaire de retour pour une ligne

de circulation du fluide réfrigérant. De même on a supprimé toute référence à la majorité des vannes d'arrêt et de réglage ainsi que leurs mécanismes de commande qui sont bien connus.

5 En fait, comme indiqué sur la Fig. 2, le fluide de refroidissement qui, dans la suite de la description sera considéré à titre non limitatif comme étant de l'eau, est introduit à différents niveaux dans un même plan vertical suivant des rangs différents des plaques de refroidisse-
10 ment qui sont schématiquement illustrés par des rectangles numérotés de 0 à 11. L'installation d'une façon pratique comporte en fait deux circulaires d'alimentation 3a et 3b à partir desquelles sont alimentées différentes entrées 5a, 5b, 5c, 5d.... des tubes internes des plaques de
15 refroidissement définissant des lignes de circulation parallèles distinctes. L'installation comporte de même deux circulaires de retour 6a et 6b qui prélèvent le fluide de refroidissement à des niveaux différents de plaques de refroidissement. Ces circulaires d'alimentation 3a, 3b et
20 de retour 6a, 6b sont reliées au circuit extérieur de refroidissement, respectivement en ce qui concerne les circulaires d'alimentation par des conduites 13a et 13b débouchant dans la conduite d'alimentation 13 et en ce qui concerne les circulaires de retour, par des conduites
25 10a et 10b débouchant dans la conduite de retour 10.

Les conduites individuelles d'alimentation 4a, 4b, 4c, 4d etc. des plaques de refroidissement débouchant aux entrées 5a, 5b, 5c et 5d des tubes internes de ces dernières, sont reliées à des plaques de niveaux différents, rangs
30 0, 1, 2 et 3, étant donné que le nombre de tubes internes varie sur la circonférence du haut-fourneau en fonction des différentes zones de ce dernier. Il a été indiqué précédemment que les flux thermiques émis dans un haut-fourneau varient en fonction des zones du haut-fourneau et il
35 est bien évident que plus le flux thermique est important,

plus il est nécessaire que la densité de tubes internes de refroidissement sur une circonférence donnée soit importante. Ainsi, on fait donc varier suivant le niveau du haut-fourneau, le nombre de lignes de circulation que l'on dispose. Il est alors nécessaire d'introduire aux entrées 4a, 4b, etc. et de prélever aux sorties 8a, 8b, 8c, 8d le fluide de refroidissement suivant des niveaux différents pour respecter la densité de lignes de circulation que l'on souhaite attribuer.

10 Ainsi, plus le flux thermique émis dans un haut-fourneau est important, plus les plaques de refroidissement comportent un réseau dense de tubes internes, et plus on dispose de plaques comportant le même nombre de tubes internes, mais plus étroites, car l'entraxe de ces tubes est
15 plus faible.

Ces caractéristiques précédemment énoncées sont illustrées à la Fig. 3 sur laquelle on a représenté une vue développée de plaques de refroidissement placées sur la surface interne du haut-fourneau sur quatre tuyères.
20 Sur cette vue, les entrées 5 et sorties 8 respectives des tubes de refroidissement ont été représentées par des ronds noirs, blancs, hachurés ou barrés d'un trait horizontal, pour matérialiser les points correspondant à une même ligne de circulation. Cette vue développée correspond exactement au nombre de rangs de couronnes de plaques de refroidissement illustré à la Fig. 2 avec des
25 coupes partielles entre les rangs 3 et 5, étant donné que les rangs 3 à 5 compris présentent des plaques identiques et de même, entre les rangs 7 et 8, et 9 et 11
30 respectivement.

Un premier rang 0 de plaques de refroidissement est disposé entourant les tuyères 16. De la circulaire d'alimentation 3a, partent seize tubes individuels d'alimentation qui sont reliés aux entrées respectives des seize
35 lignes de circulation pour les quatre plaques de refroidissement inférieures. Ces seize lignes de circulation

cheminent dans un plan à peu près vertical vers la partie supérieure du haut-fourneau.

Sur la vue schématique de la Fig. 3 on n'a représenté à des fins de clarté de la figure, pour le rang 0, que cinq lignes de circulation 17, 18, 19, 20 et 21 qui sont alimentées par des conduites d'alimentation individuelles (non représentées) venant de la circulaire 3a, respectivement aux entrées 17a, 18a, 19a, 20a et 21a.

Les lignes de circulation 17, 18, 19 et 20 débouchent respectivement aux sorties 17b, 18b, 19b et 20b, au niveau des plaques de rang 5 et le fluide de refroidissement est évacué par l'intermédiaire des conduites individuelles de retour 17c, 18c, 19c et 20c vers la circulaire de retour 6b. Ces conduites 17c, 18c, 19c et 20c de la Fig. 3 correspondent à la référence 7d schématisée par une seule conduite individuelle à la Fig. 2. On constate donc qu'au rang 5 sont extraites quatre lignes ainsi que cela est représenté par la valeur -4 correspondante sur la ligne extraite du rang 5 et aboutissant à la circulaire de retour 6b.

On notera que la ligne de circulation 21 reliant l'entrée 21a à la sortie 21b traverse la totalité des rangs des plaques sur une même verticale pour sortir au rang 11.

Au niveau des entrées des tubes internes des plaques de refroidissement respectivement des rangs 1, 2 et 3, on introduit en outre, à partir de la circulaire 3b, huit lignes supplémentaires pour le rang 1, quatre autres lignes supplémentaires pour le rang 2 et, enfin, quatre lignes supplémentaires pour le rang 3 comme indiqué par les chiffres +8, +4 et +4.

On a indiqué à titre d'illustration sur la Fig. 3 une ligne de circulation 22 qui est alimentée au niveau du rang 3 de plaques de refroidissement par une entrée 22a à partir de la circulaire 3b par une conduite individuelle d'alimentation (non représentée) et dont le fluide de

refroidissement est prélevé à la sortie 22b au niveau du rang 11 pour être évacué par la circulaire 6a.

Au niveau des plaques des rangs 3, 4 et 5, on a alors $16 + 8 + 4 + 4 = 32$ lignes de circulation pour
5 quatre tuyères, ces niveaux correspondant à la densité maximale des lignes de circulation où l'entraxe des tubes internes de circulation d'eau est le plus faible. On notera d'ailleurs qu'à ce niveau correspondent les plus faibles dimensions des plaques de refroidissement qui compor-
10 tent quatre tubes internes par plaque.

Au niveau des sorties des tubes internes de refroidissement des plaques de rang 5, on prélève par des conduites individuelles de retour quatre lignes de circulation qui sont reliées à la circulaire de retour 6b. De
15 même, au niveau de sortie des tubes internes de refroidissement des plaques de rang 6, on prélève quatre lignes de circulation qui sont reliées à la circulaire de retour 6b. Enfin, au niveau de sortie des tubes internes des plaques de refroidissement des rangs 8 et 11, on prélève respec-
20 tivement quatre et vingt lignes de circulation qui sont reliées à la circulaire de retour 6a.

Si l'on se reporte à la Fig. 2, on constate que l'installation de refroidissement illustrée comporte outre un réseau principal de lignes de circulation du fluide sen-
25 siblement verticales, un réseau annexe de lignes de circulation destiné à refroidir des parties localisées 23 de ces plaques appelées "margelles". Dans ces margelles 23, sont placés d'autres tubes internes de circulation qui sont disposés dans un plan horizontal. Ces tubes s'ajoutent à
30 ceux du réseau principal et sont également reliés comme dans le cas du réseau principal à leurs homologues situés au-dessus dans un plan vertical.

Ainsi, une circulaire d'alimentation 3c est reliée à la conduite d'alimentation 13 par une conduite
35 13c. La circulaire d'alimentation annexe 3c alimente les

entrées 24 des tubes internes de refroidissement horizontaux au niveau de la plaque 5. Ces tubes internes horizontaux de la plaque de refroidissement 5 sont reliés à ceux de la plaque de refroidissement du rang 6 par une conduite 5 25 et les sorties 26 des tubes internes de refroidissement horizontaux de la plaque de rang 6 sont reliées à une circulaire intermédiaire 27 du réseau annexe qui effectue une équirépartition du fluide de refroidissement. Ce fluide de refroidissement est envoyé dans les tubes internes 10 horizontaux des plaques de refroidissement de rang 7, puis les sorties 28 de ces tubes horizontaux des plaques de rang 7 sont reliées aux entrées 29 des tubes horizontaux des plaques de rang 8 dont les sorties 30 sont reliées à une circulaire annexe de retour 6c. Cette circulaire de 15 retour 6c est reliée à la conduite de retour 10 au moyen d'une conduite 10c.

Chaque ligne de circulation individuelle du réseau tant principal qu'annexe peut être isolée en cas de défaillance de l'une de ces lignes, par exemple pour 20 des fuites. On peut mesurer individuellement le débit dans chacune de ces lignes ainsi que les élévations de température des fluides tout au long des différents niveaux dans un plan vertical.

La batterie d'échangeurs peut comporter, ainsi que 25 cela est représenté à la Fig. 2, deux échangeurs 9a et 9b, et une pompe supplémentaire 31 branchée sur le circuit de retour de la batterie des échangeurs 9a et 9b.

Tous les tubes internes des plaques de refroidissement ont le même diamètre et la vitesse du liquide de 30 refroidissement est maintenue à une valeur comprise entre 1,2 et 2,0 m/s, afin d'obtenir un refroidissement approprié en éliminant tout risque de caléfaction.

REVENDICATIONS

- 1 - Installation de refroidissement d'un haut-four-
neau à l'aide de plaques de refroidissement dans lesquel-
les circule un fluide de refroidissement, ces plaques
étant disposées en couronnes successives superposées le
5 long de la paroi interne du blindage du haut fourneau et
étant traversées par des tubes internes de circulation du
fluide de refroidissement, les tubes internes de deux
plaques adjacentes dans un plan vertical étant reliés en-
tre eux de façon à définir un réseau de lignes de circula-
10 tion (2) verticales du fluide, caractérisé en ce
que ce réseau est relié à chacune de ses extrémités à un
circuit extérieur de circulation et de refroidissement du flui-
de définissant un circuit fermé, forcé et pressurisé dans
lequel le fluide de refroidissement est maintenu en phase liquide.
- 15 2 - Installation selon la revendication 1, caracté-
risée en ce que le circuit extérieur comporte au moins une
circulaire d'alimentation (3) reliée aux entrées (5) des
lignes de circulation à des niveaux différents de couronnes
de plaques de refroidissement, au moins une circulaire
20 de retour (6) reliée aux sorties (8) des lignes de circula-
tion à des niveaux différents de couronnes de plaques de
refroidissement, une batterie d'échangeurs thermiques (9)
reliée à la circulaire de retour (6) par une conduite
de retour (10) et à la circulaire d'alimentation (3) par
25 une conduite d'alimentation (13), une batterie de pompes
de recyclage (12a, 12b, 12c) du fluide de refroidissement
disposée sur la conduite d'alimentation (13), et au moins
un ballon d'expansion (11) placé sur la conduite de retour
(10) au niveau de pressurisation choisi.
- 30 3 - Installation selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce qu'elle comporte en outre un réseau annexe
de lignes de circulation du fluide de refroidissement cons-
titué d'une série de tubes internes de refroidissement dis-
posés à l'intérieur des plaques de refroidissement, dans
35 un plan horizontal, afin de refroidir des parties
localisées (23) des plaques, les tubes horizontaux de

deux plaques adjacentes dans un plan vertical étant reliés entre eux et pour une partie d'entre eux à une circulaire intermédiaire (27) d'équirépartition, les entrées (24) et sorties (30) des lignes de circulation annexes étant re-
5 liées à une circulaire annexe d'alimentation (3c) et une circulaire annexe de retour (6c) montées respectivement en dérivation sur la conduite d'alimentation (13) et la conduite de retour (10).

4 - Installation selon la revendication 2, caractérisée en ce qu'elle comporte deux circulaires d'alimen-
10 tation (3a et 3b) et deux circulaires de retour (6a et 6b) reliées aux plaques de refroidissement à des rangs différents.

5 - Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les tubes
15 internes de refroidissement ont un diamètre constant.

6 - Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le fluide de refroidissement est de l'eau ou une huile spéciale
20 résistant à 300°C.

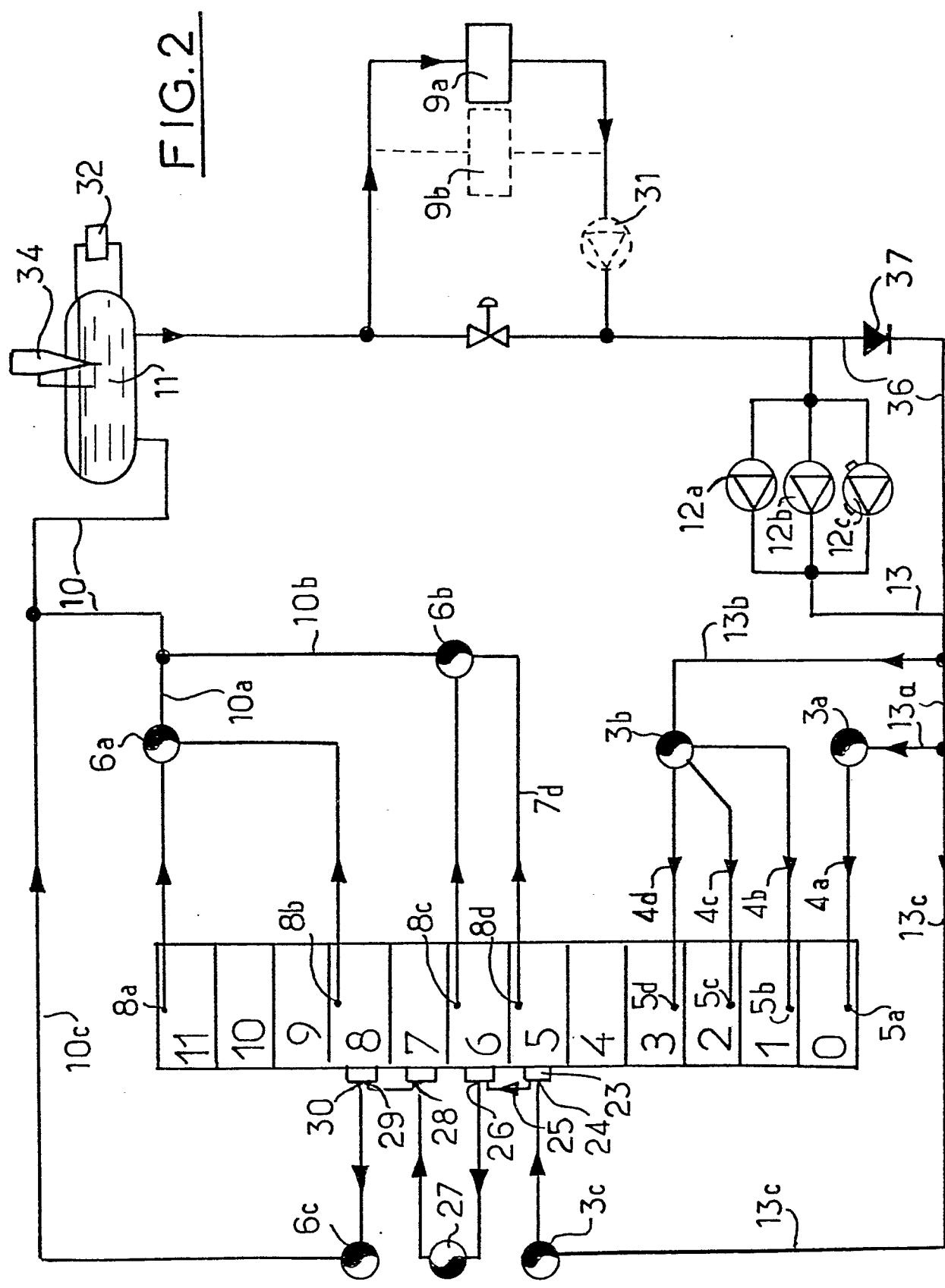


FIG. 3

