

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 79 17929

⑤④ Installation d'électrolyse pour la production de gaz.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. 3). C 25 B 1/04.

②② Date de dépôt 5 juillet 1979.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 4 du 23-1-1981.

⑦① Déposant : Société anonyme dite : CREUSOT-LOIRE, résidant en France.

⑦② Invention de : Patrice Lantin et Gérard Pere.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Jacques Wind, Creusot Loire
15, rue Pasquier, 75383 Paris Cedex 08.

La présente invention se rapporte à une installation d'électrolyse, telle qu'une installation destinée à la production industrielle d'hydrogène et d'oxygène par électrolyse de l'eau sous pression.

5 Dans les installations d'électrolyse connues actuellement, par exemple, telles que décrites dans la demande de brevet français déposée le 2 Avril 1979 par la demanderesse sous le N°. 79 08694, les circuits de retour d'anolyte et de catholyte en provenance des sépara-
10 teurs sont réunis dans une même tuyauterie, ce qui permet d'obtenir ainsi des densités en potasse à l'entrée de l'électrolyseur égales du côté anodique et du côté cathodique. Cette mise en commun des circuits de retour d'électrolyte dégazé permet, en assurant des densités en potasse égales à chacune des deux entrées de l'électrolyseur, d'éviter
15 une baisse du rendement de l'électrolyseur au fur et à mesure de son fonctionnement qui serait due à l'augmentation de la densité en potasse du côté cathodique et à la diminution corrélative de celle-ci du côté anodique. On sait en effet que la réaction d'électrolyse entraîne une perte de potasse et un gain d'eau du côté de l'anode, et vice-versa
20 du côté de la cathode ; or, la résistivité de l'électrolyte est fonction de la densité de celui-ci en potasse, et augmente si l'on s'écarte sensiblement de part et d'autre de la densité optimale. Il est donc indispensable, pour fonctionner avec un bon rendement, de garder toujours les densités de potasse aux entrées de l'électrolyseur voisines de la densité optimale correspondant au minimum de résistivité du
25 du mélange électrolytique.

Avec les installations connues, il est indispensable, pour éviter les risques d'explosions consécutifs à d'éventuels mélanges de gaz hydrogène et oxygène, d'être équipé avec des séparateurs liquide-gaz très efficaces, ceux-ci devant dégazer la totalité du débit d'électrolyte en circulation. De tels dégazeurs sont encombrants et onéreux, et il serait souhaitable de pouvoir équiper l'installation d'électrolyse avec des appareils de dégazage moins sophistiqués.

La présente invention concerne un nouveau type d'installation d'électrolyse qui, tout en fonctionnant à rendement optimal comme les installations évoquées ci-dessus, n'en présente pas les inconvénients, pouvant être équipée de dégazeurs beaucoup plus simples et beaucoup moins encombrants. Une telle installation est du type selon lequel les circuits d'anolyte et de catholyte sont séparés, et elle est caractérisée en ce qu'elle est munie d'un électrolyseur équipé au moins partiellement, de diaphragmes perméables aux liquides et imperméables aux gaz et en ce qu'elle est en outre munie de moyens permettant d'effectuer, dans l'électrolyseur, un transfert partiel d'électrolyte, à travers lesdits diaphragmes, de chaque compartiment cathodique vers le compartiment anodique correspondant de manière à conserver des densités voisines pour chacun des circuits anodique et cathodique.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante de quelques exemples de réalisation, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement un exemple de réalisation d'une installation d'électrolyse de l'eau conforme à l'invention ;
- la figure 2 représente schématiquement une variante de réalisation de l'installation d'électrolyse de l'eau de la figure 1 ;
- la figure 3 représente schématiquement un autre exemple de réalisation d'une installation d'électrolyse de l'eau selon l'invention.

Sur la figure 1, on a désigné par la référence 1 l'électrolyseur équipant l'installation d'électrolyse de l'eau sous pression représentée et conforme à l'invention. L'électrolyseur 1 a ses cellules d'électrolyse équipées de diaphragmes de séparation des compartiments anodique et cathodique constitués en une matière imperméable aux gaz, ne laissant par exemple pas passer des bulles de gaz de diamètre supérieur à 10 microns, mais de porosité suffisante pour être perméables aux liquides ; par exemple, ces diaphragmes sont en amiante, matériau qui possède de telles propriétés.

De manière classique, l'électrolyseur 1 est muni d'une sortie d'anolyte 17, d'une sortie de catholyte 2, ainsi que d'une entrée 61 d'électrolyte destiné aux compartiments anodiques et d'une entrée 62 d'électrolyte destiné aux compartiments cathodiques. De manière classique également, l'anolyte issu de 17 est amené, par l'intermédiaire d'un circuit 63 vers un dégazeur d'anolyte 21 dont l'oxygène est extrait par l'intermédiaire d'une conduite de sortie de gaz 20. De manière classique également, l'anolyte dégazé est extrait du dégazeur 21 par une sortie 64, et passe ensuite dans un circuit réfrigérant 22 et un filtre 23.

De même, et de façon symétrique, le catholyte sortant de l'électrolyseur 1 en 2 passe successivement dans un circuit de liaison 65, un dégazeur de catholyte 6, lui-même muni d'une conduite de sortie d'hydrogène 5, puis sort du dégazeur 6 par une sortie 66 et traverse un circuit réfrigérant 7 et un filtre 8.

Conformément à l'invention, les circuits (26, 9) de retour d'anolyte et de catholyte en sortie des filtres 23 et 8 ne sont pas, comme dans la plupart des installations connues, réunis sur une seule conduite, mais restent séparés entre les conduites (26, 9) et les entrées correspondantes (61, 62) dans l'électrolyseur 1. De manière cependant à conserver, dans chaque cellule d'électrolyse, la concentration optimale en potasse correspondant, à environ $\pm 10\%$ près, à la densité, généralement de l'ordre de 1,3, donnant à l'électrolyte la résistivité minimale, l'installation est en outre équipée de moyens permettant, en créant une différence de débit catholyte-anolyte dans l'électrolyseur, de faire passer en permanence, à travers chaque diaphragme, une portion bien définie, en général de l'ordre de 10 à 20 %, du débit de catholyte dans les compartiments anodiques.

Ces moyens, tels que schématisés sur l'exemple de réalisation de la figure 1, sont les suivants :

En amont de l'électrolyseur sont placées, de manière classique, des pompes de circulation à engrenage, respectivement
5 une pompe 32 sur le circuit anodique et une pompe 12 sur le circuit cathodique. Ces pompes fournissent des débits dans le rapport voisin de $(1/3, 2/3)$ nécessaire dans le cas de l'électrolyse de l'eau. Pour ceci, une manière sure et économique, connue et représentée sur le dessin, consiste à entraîner, par un moteur commun 11 et un arbre 13,
10 les deux pompes à engrenages 12 et 32, elles-mêmes accouplées par un arbre 14, et à donner aux roues à engrenages de chaque pompe des diamètres identiques pour des roues correspondantes, mais des largeurs d'engrenages dans le rapport voisin du rapport $(1/3, 2/3)$ voulu pour les rapports de débits.

15 De manière à provoquer, comme indiqué très schématiquement par la flèche sur le dessin, le transfert par aspiration d'une portion bien définie du débit de catholyte dans le circuit d'anolyte, on a placé, en sortie de l'électrolyseur 1, un régulateur à engrenages (18, 16, 3) tel que décrit dans la demande de brevet N°. 79.08694 de
20 la demanderesse. Un tel régulateur est composé de deux dispositifs de commande de débit (18, 3) accouplés par un arbre 16, et constitués chacun par deux roues dentées s'engrenant l'une dans l'autre comme c'est le cas pour les pompes volumétriques à engrenages. Conformément à la présente invention, on a réglé la largeur des dents des dispositifs
25 tifs 18 et 3, relatifs respectivement au circuit anodique et au circuit cathodique, afin que leur rapport soit de 10 à 30 % supérieur à celui existant pour les pompes 32 et 12. Par exemple, au lieu d'être dans le rapport $(1/3, 2/3)$, elles sont dans le rapport $(0,37, 0,62)$. La différence des débits provoque alors l'aspiration
30 souhaitée d'une partie du circuit de catholyte vers le circuit d'anolyte, de sorte que l'on garantit ainsi pour ces deux circuits un écart de densité suffisamment faible pour assurer un bon rendement à l'électrolyseur. Pour fixer les idées, la densité optimale étant de 1,3, on obtiendra des densités s'écartant environ
35 jusqu'à 10 % de part et d'autre de cette valeur.

Cependant, les circuits d'anolyte et de catholyte étant séparés, il est nécessaire, du fait que l'on transfère en permanence 10 à 20 % du débit du second dans le premier, de compenser ce transfert en dérivant également en permanence une proportion égale d'anolyte vers le circuit cathodique, sans quoi le circuit cathodique se viderait totalement.

Les moyens utilisés dans ce but sont, conformément à l'invention, les suivants :

- d'une part on rajoute, comme représenté en 67, l'eau (ou plus généralement le liquide de base dans le cas de l'électrolyse d'un liquide autre que l'eau) destinée à compenser celle consommée naturellement par le phénomène d'électrolyse dans le dégazeur cathodique 6 seul ;
- d'autre part on dérive, par une conduite 29, une faible portion, de l'ordre de 10 à 20 %, du débit anodique, et on le réinjecte par une conduite 31 dans le circuit cathodique, après l'avoir fait passer dans un dégazeur 30, de petites dimensions, destiné à effectuer en 28 la séparation poussée de l'oxygène du circuit d'anolyte dérivé, ceci afin d'éviter l'introduction de bulles de ce gaz dans le circuit cathodique.

Comme représenté sur le dessin, la dérivation (29, 30, 31) est effectuée en amont du dispositif de pompage volumétrique (32, 12) et, de manière à permettre de dériver le pourcentage nécessaire, correspondant au débit de transfert de l'invention, un régulateur de débit (27, 15, 10) sensiblement identique au régulateur (18, 16, 3) est placé sur les deux circuits d'électrolyte, en amont des dérivateurs 29 et 31.

L'installation d'électrolyse qui vient d'être décrite permet, tout en restant dans les conditions optimales pour avoir le meilleur rendement de la réaction d'électrolyse, d'avoir des circuits d'anolyte et de catholyte séparés. Il n'est alors pas nécessaire d'avoir une séparation gaz-liquide totale, jusqu'à 99 %, comme pour les dispositifs connus jusqu'alors, et il suffira de dégazer jusqu'à 90 % par exemple. Les dégazeurs nécessaires 21 et 6 sont alors de dimensions bien plus faibles que les dégazeurs utilisés dans les dispositifs précédents. Un dégazeur supplémentaire 30 est cependant

nécessaire dans le circuit de compensation de débit (29, 30, 31), mais celui-ci est de faibles dimensions, n'ayant à effectuer la séparation que sur une faible proportion du débit total d'anolyte.

La figure 2 schématise une installation du type tel que
5 décrit précédemment en référence à la figure 1, mais présentant quelques perfectionnements moyennant une plus grande complexité.

L'installation de la figure 2 se distingue de la précédente en ce qu'elle comporte, sur les arbres d'accouplement (16, 15) des régulateurs à engrenages (18, 3) et (27, 10), ainsi que
10 sur l'arbre d'accouplement (14) des pompes de circulation (32, 12), des variateurs de vitesse (34, 35, 36) avantageusement commandés pneumatiquement à distance à partir d'un régulateur 33, en fonction d'une ou plusieurs valeurs de consigne C correspondant à une ou plusieurs conditions souhaitées pour les densités d'électrolyte et éventuellement, comme c'est le cas ici, pour la pureté des gaz extraits.
15 Le régulateur 33 compare donc les valeurs de consigne C aux signaux d'entrée provenant d'un densimètre différentiel 25 placé entre les circuits d'entrée 61 et 62 de catholyte et d'anolyte dans l'électrolyseur 1, d'un analyseur de gaz 19 placé sur le circuit de
20 sortie d'oxygène 20, et d'un analyseur de gaz 4 placé sur le circuit de sortie d'hydrogène 5. De manière classique, le régulateur 33 fournit aux variateurs 34, 35 et 36 des signaux permettant de faire varier les rapports de débits dans les régulateurs et pompes correspondants de manière à ce que les informations en provenance des éléments de
25 contrôle (4, 19, 25) correspondent aux valeurs de consigne C.

On remarquera que l'installation de la figure 1 peut être également, dans un but de contrôle de bon fonctionnement, équipée d'analyseurs de gaz, tels que 4 et 19, et d'un densimètre différentiel tel que 25, le régulateur 33 étant remplacé par un simple appareil
30 d'alarme à seuil, déclenchant en cas d'anomalie provoquée par exemple par des fissures de diaphragme.

Les moyens permettant d'effectuer le transfert partiel à travers les diaphragmes, conformément à l'invention, peuvent être très variés, et on en donnera maintenant un autre exemple en référence à
35 la figure 3, où ces moyens sont basés sur des différences de pressions au lieu d'être basés comme précédemment sur des différences de débits.

Comme on le voit sur le dessin, l'installation de la figure 3 présente de grandes analogies avec celle de la figure 2, et les éléments ayant dans les deux installations des fonctions identiques y ont été désignés par les mêmes chiffres de référence. L'installation de la figure 3 ne comporte pas de dispositifs de régulation de débit, de sorte que le transfert de l'invention ainsi que la compensation de celui-ci par le circuit de réinjection (29, 30, 31) est obtenu en jouant sur les pressions des deux circuits anodique et cathodique.

Dans ce but, la pression d'oxygène dans le séparateur anodique 21 est maintenue constante par une boucle classique de régulation en pression comportant un régulateur 43 agissant sur une vanne 44, placée sur la sortie d'oxygène 20, en fonction des signaux transmis par un transmetteur de pression 42, relié au dégazeur 21 et une consigne C1. Par ailleurs, la pression d'hydrogène dans le séparateur cathodique 6 est maintenue, par l'intermédiaire d'un régulateur 47 agissant sur une vanne 48, à une valeur supérieure à celle de la pression précédente du circuit anodique, et fixée par la consigne C du régulateur 33 de façon à permettre, par différence de pressions, le transfert à travers les diaphragmes de l'électrolyseur 1 qui permet d'obtenir une différence de densité en potasse n'excédant pas 20 % environ entre les deux circuits anodiques et cathodiques. Sur le régulateur 47 agissent également d'une part un signal en provenance du régulateur 43 permettant d'assurer un bon suivi de la pression d'hydrogène en fonction de la pression d'oxygène, ainsi que d'autre part un signal en provenance d'un transmetteur de pression différentiel 49 placé entre les conduites 63 et 65 et servant d'appareil de contrôle de la différence de pression obtenue réellement par rapport à celle fixée par l'intermédiaire de la consigne C. Enfin, comme dans le cas de l'installation de la figure 2, le régulateur 33 reçoit également des signaux en provenance du densimètre différentiel 25 et des analyseurs de gaz 4 et 19.

Dans l'installation de la figure 3, la dérivation de compensation de perte de débit (29, 20, 31) est également actionnée par des moyens de pression. Pour ceci, le séparateur 30 a sa pression

fixée par l'intermédiaire d'une vanne 51 placée sur son circuit de sortie d'oxygène 28, et commandée par un régulateur 52 recevant d'une part un signal en provenance d'un capteur de pression 50 placé sur le circuit de retour anodique 26 en amont de la dérivation 29, 5 et d'autre part un signal en provenance du régulateur général 33. Sous commande des régulateurs 52 et 33, on fixe ainsi sur le séparateur 30 une pression déterminée de façon à dériver du circuit 26 vers le circuit 9 le débit compensatoire désiré, comme dans le cas de l'installation de la figure 2.

10 L'invention trouve son utilisation principale pour la production d'hydrogène et d'oxygène par électrolyse de l'eau sous pression.

REVENDICATIONS

1. Installation d'électrolyse du type selon lequel les circuits d'anolyte et de catholyte sont séparés, caractérisée en ce qu'elle est munie d'un électrolyseur équipé au moins partiellement de diaphragmes perméables aux liquides et imperméables aux gaz et en ce qu'elle est en outre munie de moyens permettant d'effectuer, dans l'électrolyseur, un transfert partiel d'électrolyte, à travers lesdits diaphragmes, de chaque compartiment cathodique vers le compartiment anodique correspondant, de manière à conserver des densités voisines pour chacun des circuits anodique et cathodique.

2. Installation d'électrolyse selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre des moyens extérieurs à l'électrolyseur permettant d'effectuer une réinjection compensatoire d'une partie du débit anodique dans le circuit cathodique.

3. Installation d'électrolyse selon la revendication 2, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre une entrée (67) de compensation de perte de liquide de base (eau), consommé par la réaction d'électrolyse, placée sur le circuit cathodique seul

4. Installation d'électrolyse selon la revendication 1 ou la revendication 2 caractérisée en ce que lesdits moyens sont basés sur la création de différences de débit.

5. Installation d'électrolyse selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisée en ce que lesdits moyens sont basés sur la création de différences de pression.

6. Installation d'électrolyse selon la revendication 4, caractérisée en ce qu'elle comporte, en aval de l'électrolyseur (1), un dispositif (18) de commande de débit d'anolyte, accouplé à un dispositif (3) de commande de débit de catholyte, lesdits dispositifs étant dimensionnés pour imposer un rapport de débit anolyte-catholyte supérieur à celui existant aux entrées (61, 62) de l'électrolyseur de la quantité nécessaire pour effectuer, par aspiration, ledit transfert à travers lesdits diaphragmes.

7. Installation d'électrolyse selon la revendication 6, comportant un circuit (29, 30, 31) de réinjection d'anolyte dans le circuit cathodique, caractérisée en ce qu'elle comporte, en amont

des conduites (29, 31) de réinjection, des dispositifs accouplés (27, 10, 15) de commande de débit sensiblement identiques aux dispositifs de commande de débit (18, 3, 16) placés en aval de l'électrolyseur.

5 8. Installation d'électrolyse selon la revendication 6 ou la revendication 7, caractérisée en ce qu'au moins un desdits ensembles de commande de débit (18, 3 - 27, 10) et/ou les pompes (32, 12) de circulation d'électrolyte, sont accouplés chacun par l'intermédiaire d'un variateur de vitesse (34, 35, 36).

10 9. Installation d'électrolyse selon la revendication 8, caractérisée en ce que le ou lesdits variateurs de vitesse sont commandés à distance à partir d'un circuit régulateur (33).

15 10. Installation d'électrolyse selon la revendication 5, caractérisée en ce que lesdits moyens sont réalisés à l'aide de vannes (44, 48, 51) placées sur les sorties de gaz et commandées par l'intermédiaire de régulateurs (43, 47, 52).

Fig. 1

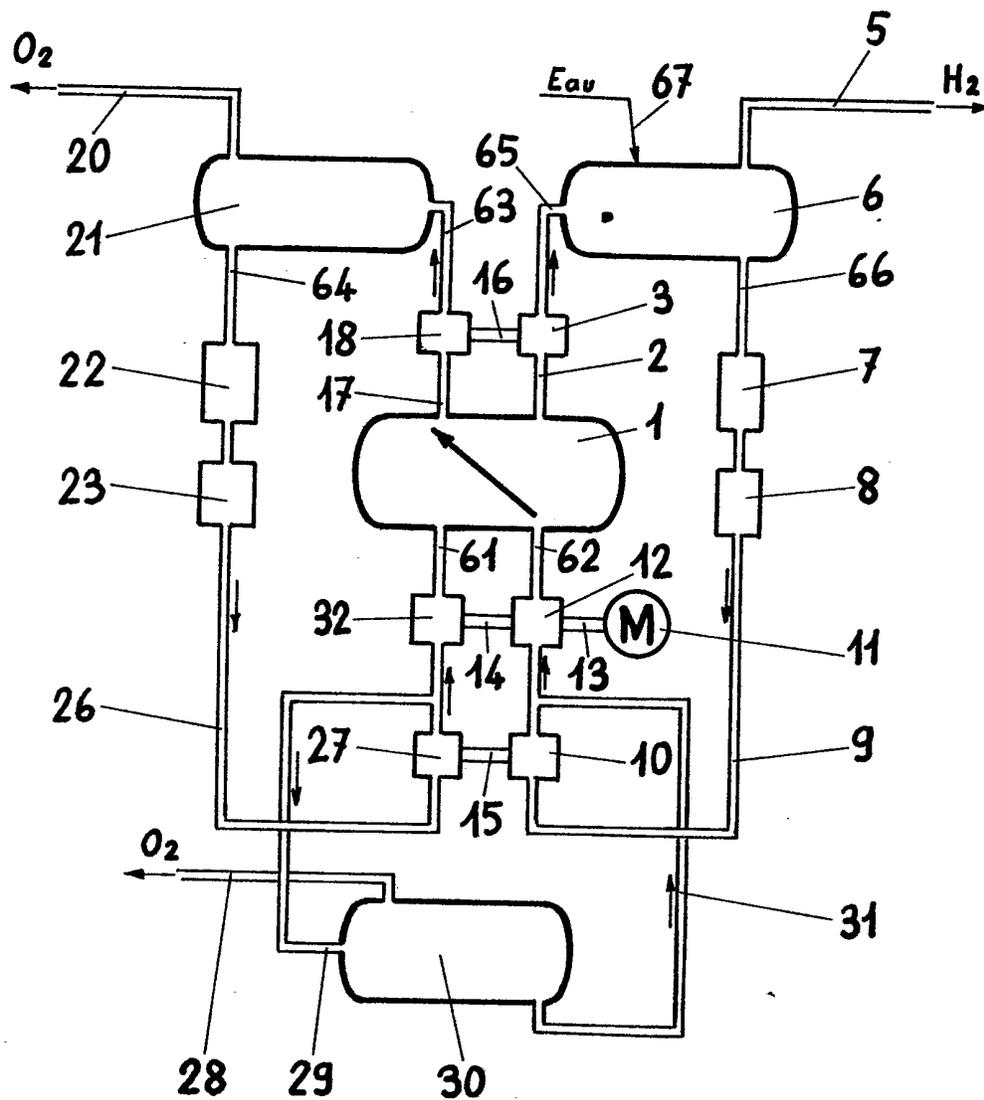


Fig. 2

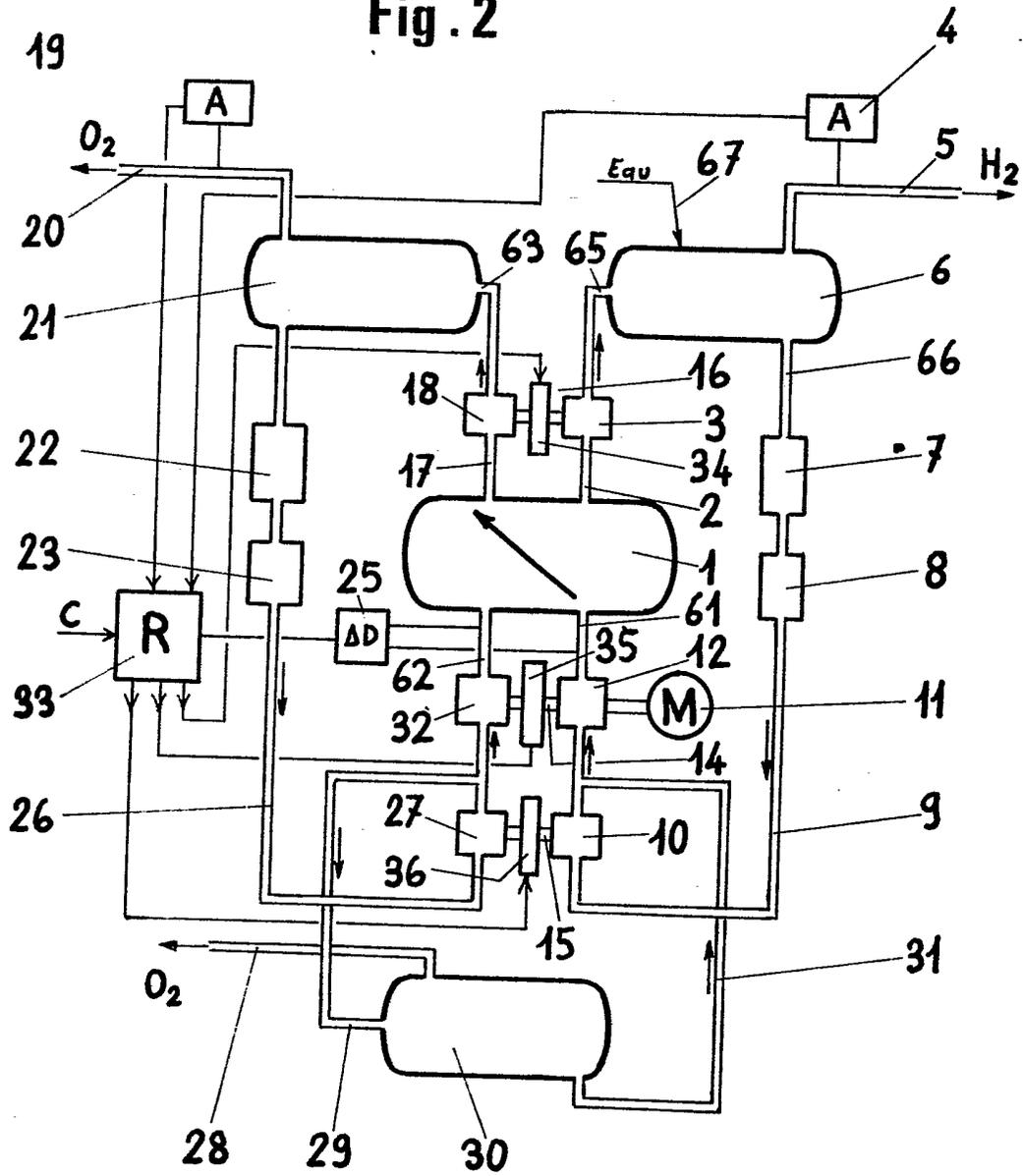


Fig. 3

