

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2025/061814 A1

(43) Date de la publication internationale
27 mars 2025 (27.03.2025)

(51) Classification internationale des brevets :
C25B 1/04 (2021.01) C25B 15/08 (2006.01)
C25B 15/023 (2021.01)

(72) Inventeur : **ABEDINI, Hamed** ; Groot Begijnhof 47, bus 002, 3000 Leuven (BE).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2024/076196

(74) Mandataire : **NOVAGRAAF TECHNOLOGIES** ; 2 rue Sarah Bernhardt, CS90017, 92665 Asnières-sur-Seine Cedex (FR).

(22) Date de dépôt international :
19 septembre 2024 (19.09.2024)

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
2023/5772 19 septembre 2023 (19.09.2023) BE

(71) Déposant : **JOHN COCKERILL HYDROGEN BELGIUM** [BE/BE] ; 1 rue Jean Potier, 4100 Seraing (BE).

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING THE GAS-LIQUID SEPARATORS OF AN ELECTROLYSER

(54) Titre : SYSTÈME ET PROCÉDÉ DE RÉGULATION DES SÉPARATEURS GAZ-LIQUIDE D'UN ÉLECTROLYSEUR

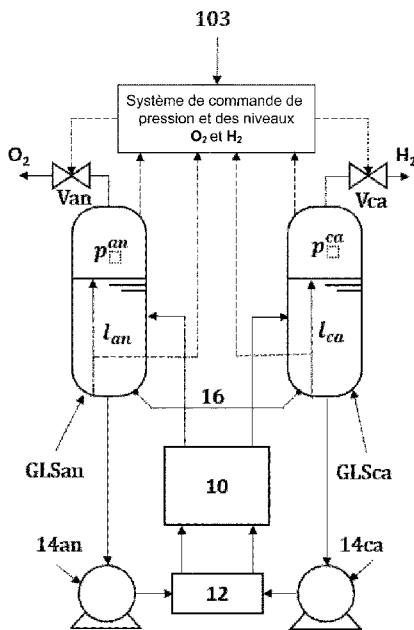


FIG. 3
103 System for controlling the pressure and levels of O2 and H2

(57) Abstract: The invention relates to a system and method for controlling the operation of the gas-liquid separators (GLSan, GLSca) of an electrolyser comprising a stack (10), and anode and cathode gas-liquid separators that separate the electrolyte and the gas along an alkaline solution level (l_{an} , l_{ca}), wherein the dioxygen and dihydrogen gases flow from their respective chambers through a gas control valve (V_{an} , V_{ca}), such that the control system uses control data representative of the anode gas pressure (p_{an}), the cathode gas pressure (p_{ca}), the anode alkaline solution level (l_{an}) and the cathode alkaline solution level (l_{ca}) to control each of the two gas control valves (V_{an} , V_{ca}), and wherein each of the sensors transmits operating signals to the two gas control valves (V_{an} , V_{ca}) in order to control the gas pressures (p_{an} , p_{ca}) and the alkaline solution levels (l_{an} , l_{ca}) in the anode gas-liquid separator (GLSan) and the cathode gas-liquid separator (GLSca).

(57) Abrégé : L'invention propose un système et un procédé de régulation du fonctionnement des séparateurs gaz-liquide (GLSan, GLSca) d'un électrolyseur comprenant une pile (10), des séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique séparant l'électrolyte et le gaz le long d'un niveau de lessive (l_{an} , l_{ca}), le gaz de dioxygène et de dihydrogène s'écoulant de leur chambre respective à travers une vanne de commande de gaz (V_{an} , V_{ca}), tel que la régulation utilise des données de commande représentatives de la pression de gaz anodique (p_{an}), la pression de gaz cathodique (p_{ca}), le niveau de lessive anodique (l_{an}), le niveau de lessive cathodique (l_{ca}), pour commander chacune des deux vannes de commande de gaz (V_{an} , V_{ca}) et chacun desdits capteurs permettant d'envoyer des signaux de fonctionnement aux deux vannes de commande de gaz (V_{an} , V_{ca}) pour réguler les pressions de gaz (p_{an} , p_{ca}) et les niveaux de lessive (l_{an} , l_{ca}) dans le séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) et le séparateur gaz-liquide cathodique (GLSca).

WO 2025/061814 A1

TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

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

Publiée:

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avec revendications modifiées (art. 19(1))

Description

Titre de l'invention : **Système et procédé de régulation des séparateurs gaz-liquide d'un électrolyseur**

[0001] DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

5 [0002] La présente invention concerne un système de commande ou de surveillance permettant de réguler le fonctionnement des séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique d'un appareil d'électrolyse de l'eau alcaline.

[0003] ARRIERE-PLAN TECHNIQUE

10 [0004] La présente invention concerne un système de commande ou de surveillance permettant de réguler le fonctionnement des séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique d'un appareil d'électrolyse de l'eau alcaline.

[0005] Selon un procédé d'électrolyse électrochimique bien connu de la technique antérieure, l'eau est amenée dans la cuve ou pile d'électrolyseur 10 d'un appareil d'électrolyse en présence d'une solution électrolytique (généralement KOH ou NaOH) par une entrée spécifique, cette association eau-électrolyte étant
15 communément appelée « lessive ».

[0006] Ladite pile 10 est constituée d'un ensemble de cellules électrolytiques de sorte que le mélange défini ci-dessus traverse ces cellules.

20 [0007] Comme on peut le voir sur les figures 1 ou 2 annexées, après ce passage combiné au croisement d'un courant électrique à travers lesdites cellules électrolytiques, l'eau est décomposée en molécules gazeuses de dihydrogène H₂ au niveau de la cathode, et en dioxygène O₂ au niveau de l'anode.

[0008] Un diaphragme sépare l'anode de la cathode de sorte que, dans des conditions normales, les molécules de dioxygène O₂ et de dihydrogène H₂ ne
25 peuvent pas être mélangées.

[0009] À l'opposé de ces cellules électrolytiques apparaît une double sortie :

1) la première est dédiée aux molécules de dihydrogène en présence du flux de lessive ; et

30 2) la seconde sortie a les mêmes caractéristiques, mais elle est dédiée aux molécules de dioxygène toujours en présence dudit flux de lessive.

[0010] Ensuite, la séparation gaz-liquide est définie comme une étape majeure dans le procédé d'électrolyse de l'eau alcaline.

[0011] Pour réaliser ladite séparation gaz-liquide, chaque sortie de la pile d'électrolyseur 10 est directement connectée à un séparateur gaz-liquide de sorte que ce mélange est introduit instantanément dans ledit séparateur gaz-liquide approprié, et plus particulièrement à la hauteur de la partie inférieure de la face latérale située en amont dudit séparateur gaz-liquide.

[0012] Ainsi, le séparateur gaz-liquide cathodique GLSca est réservé à la séparation du flux de mélange cathodique de H₂-lessive, tandis que le séparateur gaz-liquide anodique GLSan est destiné à la séparation du flux de mélange cathodique de O₂-lessive.

[0013] Dans toute l'installation de l'électrolyseur, chacun des séparateurs gaz-liquide GLSca, GLSan a deux sorties : la première d'entre elles pour le gaz séparé tandis que la seconde est liée à la phase liquide résiduelle.

[0014] Ainsi, dans cette configuration, les bulles de gaz sont évacuées à travers un orifice situé sur la paroi supérieure de chacun desdits séparateurs gaz-liquide, tandis que le liquide s'écoule à travers un orifice situé sur la paroi inférieure de ce même séparateur gaz-liquide.

[0015] Les deux orifices apparaissent en face de l'orifice d'entrée, par lequel le mélange gaz-lessive est introduit.

[0016] Pour assurer une pression différentielle de gaz faible de part et d'autre (anodique et cathodique) du diaphragme de la pile d'électrolyseur 10, il est préférable d'équilibrer les deux séparateurs gaz-liquide, à la fois leurs pressions de phase gazeuse p_{ca} et p_{an} et leurs niveaux de phase de lessive liquide l_{an} et l_{ca} .

[0017] Afin d'équilibrer les deux séparateurs gaz-liquide GLSan et GLSca, une ligne d'équilibrage 16 est installée entre les séparateurs gaz-liquide H₂ (cathodique) et O₂ (anodique) selon une configuration en « U » située sous ceux-ci.

[0018] De manière non limitative, sur chacun des côtés anodique et cathodique, la boucle de circulation de fluide de la lessive à travers la pile 10 et le séparateur gaz-liquide correspondant comprend une pompe associée 14an, 14ca ; et le

système d'électrolyse comprend également un mélangeur 12 alimenté en lessive par ces deux pompes.

[0019] Comme illustré à la figure 1, la première partie d'un système de commande usuel 101 peut alors commander une vanne de commande de gaz V_{an} du séparateur gaz-liquide anodique GLSan pour atteindre la pression de gaz souhaitée au niveau du séparateur anodique, grâce à la vanne de commande de gaz sur le flux de gaz O_2 .

[0020] La seconde partie du système de commande 101 ajuste également le débit de gaz d'échappement du séparateur gaz-liquide cathodique GLSca grâce à la commande d'une vanne de commande de gaz V_{ca} sur le flux de gaz H_2 pour atteindre le même niveau de lessive dans le séparateur gaz-liquide anodique GLSan et dans le séparateur gaz-liquide cathodique GLSca.

[0021] Comme illustré sur la figure 2 annexée, un autre système de commande 102 usuel est constitué d'une même logique de commande de pression de gaz du côté anodique et du côté cathodique.

[0022] Ainsi, pour le côté cathodique, la vanne de commande de gaz V_{ca} est utilisée pour atteindre les mêmes pressions de gaz anodique et cathodique p_{an} et p_{ca} dans les séparateurs gaz-liquide GLSan et GLSca.

[0023] En effet, le niveau de lessive est autorégulé entre les deux séparateurs gaz-liquide GLSan et GLSca à travers la ligne d'équilibrage 16.

[0024] Ce système de commande 101 est alors approprié pour une configuration de flux de lessive mixte, où les propriétés de la lessive dans le séparateur gaz-liquide anodique GLSan et dans le séparateur gaz-liquide cathodique GLSca sont les mêmes.

[0025] Toutefois, pour une configuration non représentée de flux non-mixte, la concentration en KOH NAOH peut être différente du côté anodique et du côté cathodique.

[0026] Ceci conduit à une différence entre les densités de lessive du côté anodique et du côté cathodique.

[0027] Ainsi, l'équilibrage des niveaux de lessive l_{an} et l_{ca} ne conduit pas nécessairement à une hauteur de charge égalisée entre le côté anodique et le côté cathodique.

5 [0028] Ceci peut être très critique, notamment pendant les fonctionnements transitoires et le système de commande usuel 101 de la figure 1 peut provoquer des pressions de gaz différentes au niveau de l'anode et de la cathode, ce qui peut endommager le diaphragme d'électrolyseur.

10 [0029] Le système selon l'invention tel qu'illustré à la figure 3 est identique à celui illustré aux figures 1 ou 2, sauf en ce qui concerne son système de commande 103 proposé qui régule les pressions de gaz p_{ca} et p_{an} , tout en gardant la différence entre les niveaux de lessive l_{an} et l_{ca} dans une certaine limite.

15 [0030] Il est possible de réguler la pression de gaz p_{ca} dans le séparateur gaz-liquide anodique GLSan et la pression de gaz dans le séparateur gaz-liquide cathodique GLSca à l'aide du système de commande 102 de la figure 2, mais cela peut conduire à une différence importante des niveaux de lessive l_{an} et l_{ca} dans ces séparateurs gaz-liquide GLSan et GLSca, ce qui provoque l'arrêt immédiat du processus d'électrolyse.

20 [0031] Dans les électrolyseurs alcalins industriels actuels, le système de commande des séparateurs gaz-liquide est basé sur le maintien des niveaux de lessive identiques dans les séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique à tout moment, étant donné que la pression de gaz est identique dans les deux séparateurs gaz-liquide GLSan et GLSca alors que la densité de lessive pourrait être différente du côté anodique et cathodique.

25 [0032] Toutefois, pendant les conditions transitoires, il existe une possibilité d'avoir des pressions de gaz différentes p_{ca} et p_{an} dans les séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique GLSan et GLSca.

30 [0033] Cela pourrait conduire à une différence de pression de gaz remarquable sur les côtés cathodique et anodique de la cellule d'électrolyse, ce qui endommagerait le(s) diaphragme(s) et autres parties de la pile d'électrolyseur 10.

[0034] En revanche, la régulation réelle par le système des pressions de gaz anodique et cathodique p_{ca} et p_{an} par des vannes de commande de gaz anodique et cathodique V_{an} et V_{ca} peut conduire à une différence importante $l_{an} - l_{ca}$ entre les niveaux de lessive l_{an} et l_{ca} de ces séparateurs gaz-liquide, ce qui provoque l'arrêt immédiat du processus d'électrolyse, notamment dans le cas des flux de lessive non mélangés où les propriétés de la lessive dans le séparateur gaz-liquide anodique et de la lessive dans le séparateur gaz-liquide cathodique sont différentes

[0035] L'objet de l'invention est de proposer un système et un procédé remédiant aux inconvénients de la technique antérieure.

[0036] RESUME DE L'INVENTION

[0037] L'invention propose un système de régulation du fonctionnement des séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique d'un appareil d'électrolyse de l'eau alcaline, l'appareil comprenant :

- 15 - une cuve d'électrolyse comprenant :
 - une chambre anodique générant du gaz de dioxygène ;
 - une chambre cathodique générant du gaz de dihydrogène ;
 - une membrane de séparation perméable aux ions séparant la chambre anodique et la chambre cathodique ;
- 20 - un séparateur gaz-liquide anodique étant connecté à la chambre anodique et séparant un électrolyte anodique et du gaz de dioxygène le long d'un niveau de lessive anodique, le gaz de dioxygène s'écoulant hors de la chambre anodique à travers une vanne de commande de gaz de dioxygène anodique ;
- 25 - un séparateur gaz-liquide cathodique étant connecté à la chambre cathodique et séparant un électrolyte cathodique et du gaz de dihydrogène le long d'un niveau de lessive cathodique, le gaz de dihydrogène s'écoulant hors de la chambre cathodique à travers une vanne de commande de gaz de dihydrogène cathodique,
 - ledit système de commande comprenant :
- 30 -- au moins un capteur de pression de gaz anodique ;

- au moins un capteur de pression de gaz cathodique ;
 - au moins un capteur de niveau de lessive anodique ;
 - au moins un capteur de niveau de lessive cathodique ;
 - et un dispositif de commande logique programmable ou un ordinateur, qui est
- 5 connecté à chacune des deux dites vannes de commande de gaz et à chacun des quatre dits capteurs pour envoyer des signaux de fonctionnement aux deux vannes de commande de gaz pour réguler les pressions de gaz et les niveaux de lessive dans le séparateur gaz-liquide anodique et le séparateur gaz-liquide cathodique.
- 10 [0038] Selon d'autres caractéristiques du système selon l'invention :
- le fonctionnement des deux vannes de commande de gaz est basé sur un système de commande basé sur un modèle ;
 - le système régule les pressions de gaz dans les séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique tout en s'assurant que la différence entre les niveaux de
- 15 lessive dans les séparateurs gaz-liquide ne dépasse pas une valeur seuil donnée ;
- le système régule les niveaux de lessive dans les séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique tout en s'assurant que la différence entre les niveaux de lessive dans les séparateurs gaz-liquide ne dépasse pas une valeur seuil
- 20 donnée ;
- dans ce système :
 - i) la valeur de la pression de gaz de dioxygène dans le séparateur gaz-liquide anodique est mesurée en continu pour la comparer à une valeur de référence fixe, ou à une courbe transitoire optimale ;
- 25 - ii) la valeur de la pression de gaz de dihydrogène dans le séparateur gaz-liquide cathodique est mesurée en continu pour la comparer à la pression de gaz de dioxygène dans le séparateur gaz-liquide anodique ;
- iii) le niveau de lessive anodique est mesuré en continu afin de vérifier s'il reste dans une plage sûre ;

- iv) le niveau de lessive cathodique est mesuré en continu afin de le comparer au niveau de lessive dans le séparateur gaz-liquide anodique ;
- v) la vanne de commande de gaz de dioxygène est actionnée ;
- vi) la vanne de commande de gaz de dihydrogène est actionnée ;
- 5 - si la valeur mesurée de la pression de gaz de dioxygène dans le séparateur gaz-liquide anodique est différente de ladite valeur de référence fixe, des signaux de fonctionnement sont envoyés à la vanne de retenue de gaz d'échappement anodique et à la vanne de retenue de gaz d'échappement cathodique pour actionner leur ouverture/fermeture selon ledit modèle ;
- 10 - si la valeur mesurée de la pression de gaz de dihydrogène dans le séparateur gaz-liquide cathodique est différente de ladite valeur de référence fixe, des signaux de fonctionnement sont envoyés à la vanne de commande de gaz anodique et à la vanne de commande de gaz cathodique pour actionner leur ouverture/fermeture selon ledit modèle ;
- 15 - si la valeur mesurée du niveau de lessive anodique n'est pas dans la plage sûre, des signaux de fonctionnement sont envoyés à la vanne de commande de gaz anodique et à la vanne de commande de gaz cathodique pour actionner leur ouverture/fermeture selon ledit modèle ;
- 20 - si la valeur mesurée du niveau de lessive cathodique est différente de ladite valeur fixe, des signaux de fonctionnement sont envoyés à la vanne de commande de gaz anodique et à la vanne de commande de gaz cathodique pour actionner leur ouverture/fermeture selon ledit modèle ;
- 25 - dans le mode de fonctionnement nominal de l'appareil, la position de la vanne de commande de gaz anodique est plus ou moins constante, et dans lequel, dans un mode de fonctionnement transitoire de l'appareil, la position de la vanne de commande de gaz anodique sera adaptée en continu pour réguler la pression de gaz de dioxygène et la pression de lessive anodique ;
- 30 - dans le mode de fonctionnement nominal de l'appareil, la position de la vanne de commande de gaz cathodique est plus ou moins constante, et dans lequel, dans un mode de fonctionnement transitoire de l'appareil, la position de la vanne

de commande de gaz cathodique sera adaptée en continu pour réguler la pression de gaz de dihydrogène et la pression de lessive cathodique.

[0039] L'invention propose également un procédé de régulation du fonctionnement des séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique d'un appareil d'électrolyse de l'eau alcaline, l'appareil comprenant :

- une cuve d'électrolyse comprenant :

- une chambre anodique générant du gaz de dioxygène ;

- une chambre cathodique générant du gaz de dihydrogène ;

- une membrane de séparation perméable aux ions séparant la chambre anodique et la chambre cathodique ;

- un séparateur gaz-liquide anodique étant connecté à la chambre anodique et séparant un électrolyte anodique et du gaz de dioxygène le long d'un niveau de lessive anodique, le gaz de dioxygène s'écoulant hors de la chambre anodique à travers une vanne de commande de gaz de dioxygène anodique ;

- un séparateur gaz-liquide cathodique étant connecté à la chambre cathodique et séparant un électrolyte cathodique et du gaz de dihydrogène le long d'un niveau de lessive cathodique, le gaz de dihydrogène s'écoulant hors de la chambre cathodique à travers une vanne de commande de gaz de dihydrogène cathodique,

caractérisé en ce qu'il utilise des données de commande représentant :

-- la pression de gaz anodique ;

-- la pression de gaz cathodique ;

-- le niveau de lessive anodique ;

-- le niveau de lessive cathodique ;

pour commander chacune des deux dites vannes de commande de gaz et chacun des quatre dits capteurs pour envoyer des signaux de fonctionnement aux deux vannes de commande de gaz permettant de réguler les pressions de gaz et les niveaux de lessive dans le séparateur gaz-liquide anodique et le séparateur gaz-liquide cathodique.

[0040] Selon d'autres caractéristiques du procédé :

- 5 - la commande du fonctionnement des deux vannes de commande de gaz est basée sur un modèle de commande permettant de réguler les pressions de gaz dans les séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique tout en s'assurant que la différence entre les niveaux de lessive dans les séparateurs gaz-liquide ne dépasse pas une valeur seuil donnée ;
- 10 - la commande du fonctionnement des deux vannes de commande de gaz est basée sur un modèle de commande permettant de réguler les niveaux de lessive dans les séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique tout en s'assurant que la différence entre les niveaux de lessive dans les séparateurs gaz-liquide ne dépasse pas une valeur seuil donnée ;
- dans le procédé :
 - 15 -- i) la valeur de la pression de gaz de dioxygène dans le séparateur gaz-liquide anodique est mesurée en continu pour la comparer à une valeur de référence fixe, ou à une courbe transitoire optimale ;
 - ii) la valeur de la pression de gaz de dihydrogène dans le séparateur gaz-liquide cathodique est mesurée en continu pour la comparer à la pression de gaz de dioxygène dans le séparateur gaz-liquide anodique ;
 - 20 -- iii) le niveau de lessive anodique est mesuré en continu afin de vérifier qu'il reste dans une plage sûre ;
 - iv) le niveau de lessive cathodique est mesuré en continu afin de le comparer au niveau de lessive dans le séparateur gaz-liquide anodique ;
 - v) la vanne de commande de gaz de dioxygène est actionnée ;
 - vi) la vanne de commande de gaz de dihydrogène est actionnée.

25 [0041] BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0042] [Fig.1] – la figure 1 est une représentation schématique et partielle d'un premier exemple de système d'électrolyse avec un système de commande selon la technique antérieure pour la régulation des séparateurs gaz-liquide ;

[0043] [Fig.2] – la figure 2 est une représentation schématique et partielle d'un second exemple de système d'électrolyse avec un système de commande selon la technique antérieure pour la régulation des séparateurs gaz-liquide ;

5 [0044] [Fig.3] – la figure 3 est une représentation schématique et partielle d'un exemple de système d'électrolyse avec un système de commande selon l'invention pour la régulation des séparateurs gaz-liquide ;

[0045] [Fig.4] – la figure 4 est une représentation d'un modèle utilisé pour la régulation des séparateurs gaz-liquide.

[0046] DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

10 [0047] Dans la description suivante, des éléments identiques, similaires ou analogues seront désignés par les mêmes références.

[0048] Selon l'invention décrite ci-dessous, la régulation des séparateurs gaz-liquide GLSan et GLSca repose sur un nouveau système de commande basé sur un modèle 103 qui permet de commander correctement les vannes de commande de gaz V_{an} et V_{ca} des côtés anodique et cathodique pour atteindre les mêmes pressions de gaz au niveau de l'anode et de la cathode, tout en gardant la différence $l_{an} - l_{ca}$ entre les niveaux de lessive dans les séparateurs gaz-liquide dans une certaine limite, les séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique GLSan et GLSca, c'est-à-dire en s'assurant que la différence $l_{an} - l_{ca}$ entre les niveaux de lessive l_{an} et l_{ca} dans les séparateurs gaz-liquide ne dépasse pas une certaine limite ou valeur seuil.

15
20

[0049] L'invention permet au système de fonctionner de manière sûre lors de tous les opérations, en évitant les dommages sur la pile d'électrolyseur 10 en raison de la différence des pressions de gaz $p_{an} - p_{ca}$ entre le côté anodique et le côté cathodique, tout en évitant l'arrêt du processus d'électrolyse en raison d'une différence trop importante $l_{an} - l_{ca}$ entre les niveaux de lessive.

25

[0050] Ce système de commande peut être mis en œuvre sur des configurations de flux mixte et non mixte, c'est-à-dire avec ou sans mélangeur 12.

[0051] Dans un mode de réalisation préférable, la mise en œuvre de la solution est basée sur une boucle de commande qui interagit avec six composants ou constituants spécifiques :

30

- i) au moins un capteur de pression de gaz anodique (p_{an}) ;
- ii) au moins un capteur de pression de gaz cathodique (p_{ca}) ;
- iii) au moins un capteur de niveau de lessive anodique (l_{an}) ;
- iv) au moins un capteur de niveau de lessive cathodique (l_{ca}) ;
- 5 - v) au moins une vanne de commande de gaz anodique (V_{an}) ;
- vi) au moins une vanne de commande de gaz cathodique (V_{ca}).

[0052] Cette boucle de commande est entièrement automatisée, ce qui signifie que l'intervention humaine au niveau du système d'électrolyseur n'est plus nécessaire, ce qui élimine par conséquent un danger potentiel lié à ladite
10 intervention humaine. Les vannes de commande de gaz V_{an} et V_{ca} pourraient être remplacées par des vannes de contre-pression, des vannes d'arrêt ou d'autres types de vannes.

[0053] Comme le montre la figure 3, l'agencement desdits composants est le suivant :

- 15 - le capteur de pression de gaz anodique fournissant une valeur représentative de pression de gaz correspondante p_{an} et le capteur de niveau de lessive anodique fournissant une valeur représentative de niveau correspondante l_{an} sont situés dans le séparateur gaz-liquide O₂ GLSan, alors que le capteur de pression de gaz cathodique et le capteur de niveau de lessive cathodique sont
20 situés dans le séparateur gaz-liquide H₂ GLSca. Les vannes de commande de gaz anodique V_{an} et cathodique V_{ca} sont en aval des séparateurs gaz-liquide dans le système de flux de gaz.

[0054] Le principe de fonctionnement est basé sur un système de commande basé sur un modèle qui permet de commander correctement et automatiquement les
25 vannes de commande de gaz en boucle fermée grâce à un dispositif de commande logique programmable (PLC), de sorte que le PLC est connecté en permanence aux six composants définis ci-dessus (deux capteurs de pression de gaz, deux capteurs de niveau de lessive et deux vannes de commande de gaz), tout en étant géré et commandé par une intervention humaine distante dudit
30 système d'électrolyseur, si nécessaire.

- 5 [0055] Dans des conditions nominales de fonctionnement, le système de commande manipule la vanne de commande de gaz du séparateur gaz-liquide anodique pour atteindre la pression de gaz souhaitée dans le séparateur gaz-liquide anodique, tout en manipulant la vanne de commande de gaz cathodique pour atteindre le même niveau de lessive dans les séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique.
- 10 [0056] Toutefois, lors de fonctionnements transitoires (changement rapide de la densité du courant électrique et donc de la production de dihydrogène H₂ et de dioxygène O₂ et des débits de lessive), et/ou avec une configuration de flux de lessive non mélangée (les flux anodique et cathodique sont distincts), ce système de commande classique peut induire une pression de gaz différente au niveau des flux anodique et cathodique, ce qui peut endommager le diaphragme ou d'autres parties de la pile d'électrolyseur 10.
- 15 [0057] Le système de commande proposé basé sur un modèle régule les pressions de gaz dans les séparateurs anodique et cathodique tout en s'assurant que la différence $l_{an} - l_{ca}$ entre les niveaux de lessive dans les séparateurs gaz-liquide ne dépasse pas une certaine limite, évitant ainsi un arrêt du système.
- [0058] Ledit système de commande basé sur un modèle d'un électrolyseur alcalin permet d'assurer un fonctionnement sûr dans des conditions transitoires.
- 20 [0059] En pratique, notamment lors de fonctionnements transitoires du système d'électrolyseur, un changement brutal de courant électrique (ou de la densité de courant électrique) va induire une adaptation des débits de lessive cathodique H₂ et anodique O₂, tandis que la production de bulles de dihydrogène H₂ et de dioxygène O₂ changera en conséquence.
- 25 [0060] Ainsi, des pressions de gaz sur les séparateurs gaz-liquide cathodique et anodique vont varier, à priori, de différentes manières, ainsi que les niveaux de lessive dans les séparateurs gaz-liquide cathodique et anodique.
- 30 [0061] Ensuite, le système de commande basé sur un modèle ajustera entre-temps le débit de gaz d'échappement au niveau des côtés anodique et cathodique par commande des vannes de commande de gaz cathodique et anodique grâce à une analyse des paramètres surveillés :
- a) des pressions de gaz cathodique et anodique ;

b) et des niveaux de lessive cathodique et anodique.

[0062] En conséquence, grâce à un modèle analytique, le système de commande proposé régule les pressions de gaz p_{an} et p_{ca} dans les séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique tout en s'assurant que la différence $l_{an} - l_{ca}$ entre les
5 niveaux de lessive dans les séparateurs gaz-liquide ne dépasse pas une certaine limite.

[0063] Ledit système de commande basé sur un modèle permettra d'obtenir une meilleure commande des performances de l'électrolyseur et d'obtenir des opérations plus stables, ce qui se traduira éventuellement par un meilleur
10 rendement d'électrolyse lors des fonctionnements transitoires.

[0064] Ce système de commande basé sur un modèle va éviter les dommages au diaphragme ou à d'autres pièces des parties de l'électrolyseur grâce à la maîtrise de la différence de pressions de gaz entre les côtés anodique et cathodique.

[0065] Le premier paramètre surveillé est la valeur de la pression de gaz dans le
15 séparateur gaz-liquide anodique GLSan, qui est directement liée à la pression de gaz de distribution de O₂ (sortie) de l'électrolyseur et à la production de bulles de O₂.

[0066] Cette pression de gaz est mesurée en continu pour la comparer à une référence fixe, ou avec une courbe transitoire optimale, notamment lors du
20 démarrage et de l'arrêt du système. Si la valeur mesurée est différente de celle-ci, le PLC va envoyer un signal aux vannes de commande de gaz anodique et cathodique pour actionner leur ouverture/fermeture selon le modèle d'électrolyseur développé.

[0067] Grâce à cet ajustement, la pression de gaz anodique dans le séparateur gaz-liquide va ainsi être adaptée en continu pour atteindre sa valeur de référence ou optimale.
25

[0068] La deuxième valeur surveillée concerne la valeur de la pression de gaz dans le séparateur gaz-liquide cathodique GLSca, qui est directement liée à la production de bulles de H₂ et peut impliquer une différence de pression de gaz avec le côté anodique, et endommager le diaphragme ou d'autres parties de
30 l'électrolyseur.

- 5 [0069] Cette pression de gaz est ensuite mesurée en continu et comparée à la pression de gaz dans le séparateur gaz-liquide anodique. Si la valeur mesurée est différente de celle-ci, le PLC va envoyer un signal aux vannes de commande de gaz anodique et cathodique pour actionner leur ouverture/fermeture selon le modèle d'électrolyseur développé.
- [0070] Grâce à cet ajustement, la différence $p_{an} - p_{ca}$ entre les pressions de gaz anodique et cathodique dans les séparateurs gaz-liquide va ainsi être maintenue de manière continue proche de zéro.
- 10 [0071] Le troisième élément surveillé est le niveau de lessive anodique I_{an} , qui est directement lié à la pression de gaz anodique dans le séparateur gaz-liquide GLSan et à la hauteur de pression totale du côté cathodique, à travers la ligne d'équilibrage 16 de la lessive.
- 15 [0072] Ce niveau de lessive I_{an} est mesuré en continu pour s'assurer qu'il reste dans une plage sûre, notamment lors du démarrage et de l'arrêt du système. Si la valeur mesurée n'est pas dans la plage, le PLC va envoyer un signal aux vannes de commande de gaz anodique et cathodique pour actionner leur ouverture/fermeture selon le modèle d'électrolyseur développé.
- 20 [0073] Grâce à cet ajustement, au niveau d'une hauteur de pression totale fixe du côté cathodique, la pression de gaz anodique va varier en conséquence, impliquant un changement du niveau de lessive anodique, grâce à la ligne d'équilibrage de lessive 16. Ainsi, le niveau de lessive anodique I_{an} , dans le séparateur gaz-liquide GLSan, va ainsi être adapté en continu de sorte qu'il reste dans la plage sûre.
- 25 [0074] Le quatrième élément surveillé est le niveau de lessive cathodique I_{ca} , qui est directement lié à la pression de gaz cathodique dans le séparateur gaz-liquide GLSca et à la hauteur de pression totale du côté anodique, à travers la ligne d'équilibrage 16 de la lessive.
- 30 [0075] Ce niveau de lessive est ensuite mesuré en continu et comparé au niveau de lessive dans le séparateur gaz-liquide anodique. Si la valeur mesurée est différente de celle-ci, le PLC va envoyer un signal aux vannes de commande de gaz anodique et cathodique pour actionner leur ouverture/fermeture selon le modèle d'électrolyseur développé.

[0076] Grâce à cet ajustement, au niveau d'une hauteur de pression totale fixe du côté anodique, la pression de gaz cathodique va varier en conséquence, impliquant un changement du niveau de lessive cathodique l_{ca} , grâce à la ligne d'équilibrage 16 de la lessive. Ainsi, la différence $l_{an} - l_{ca}$ entre des niveaux de lessive anodique et cathodique dans les séparateurs gaz-liquide sera ainsi maintenue en continu proche de zéro.

[0077] Le cinquième élément considéré est basé sur le fonctionnement d'une vanne de commande de gaz sur le flux de gaz anodique, en aval du séparateur gaz-liquide GLSan. Dans cette approche, la pression de gaz du séparateur gaz-liquide anodique pourrait varier rapidement en fonction du fonctionnement transitoire de l'électrolyseur, ainsi que du niveau de lessive.

[0078] Ainsi, dans le fonctionnement nominal du système d'électrolyseur, la position de la vanne de commande de gaz est plus ou moins constante.

[0079] Inversement, dans un mode de fonctionnement transitoire, la production de bulles de dioxygène peut se faire brusquement, de sorte que la position de la vanne de commande de gaz anodique V_{an} sera adaptée en continu pour réguler la pression de gaz anodique et le niveau de lessive.

[0080] Le sixième élément considéré est basé sur le fonctionnement d'une vanne de commande de gaz sur le flux de gaz cathodique, en aval du séparateur gaz-liquide GLSca. Elle fonctionnera de la même manière que la vanne de commande de gaz du côté anodique.

[0081] Il est également possible de disposer de plusieurs systèmes d'électrolyse constitués de plusieurs piles d'électrolyseur 10, de séparateurs gaz-liquide, de pompes à lessive commandables, de vannes de commande de gaz et d'unités de conversion de puissance disposées en série et/ou en parallèle.

[0082] Chacune peut apparaître horizontalement, verticalement ou une combinaison des deux orientations, quelle que soit la disposition étudiée.

[0083] Il en est de même pour le nombre de cellules électrolytiques dans ladite ou lesdites piles d'électrolyseur, c'est-à-dire que l'approche définie est indépendante du nombre concerné de cellules électrolytiques.

[0084] Cette approche peut également être appliquée à des circuits de lessive anodiques et cathodiques mixtes ou non mixtes (complètement séparés), avec des pompes indépendantes 14_{an} , 14_{ca} ou avec une pompe mutuelle.

5 [0085] L'invention s'applique également si la pression de gaz cathodique (H_2) est maîtrisée pour atteindre une valeur de consigne et que la pression du gaz anodique (O_2) est ajustée pour ne pas avoir de différence.

[0086] Il en est de même pour les niveaux de lessive I_{an} et I_{ca} , et le niveau de lessive anodique I_{an} pourrait être ajusté pour réduire la différence avec le niveau de lessive cathodique I_{ca} qui est maîtrisé pour atteindre une valeur de consigne.

10 [0087] Un mode de réalisation préférable de l'invention utilise des capteurs de pression et de niveau de gaz, mais il est également possible d'utiliser des capteurs différentiels pour détecter les niveaux de pression de gaz p_{an} et p_{ca} et les niveaux de lessive I_{an} et I_{ca} .

15 [0088] Il est également possible d'utiliser d'autres types de vannes de retenue des gaz d'échappement pour réguler le système du côté du flux anodique et cathodique, notamment des vannes de contre-pression ou des vannes de décharge de la pression des gaz.

20 [0089] Le modèle utilisé comme maître pour commander le PLC est de préférence basé sur une modélisation prédictive usuelle, mais peut aussi être basé sur un simple modèle d'équation linéaire jusqu'à un modèle d'apprentissage de données pour être auto-adaptatif.

25 [0090] Par ailleurs, un septième élément pourrait être ajouté en plus, c'est-à-dire au moins un capteur de courant électrique (ou une densité de courant électrique) pour permettre au système de commande d'être plus prédictif et de réagir plus rapidement.

[0091] Exemple d'un modèle de surveillance

30 [0092] Les sorties mesurées du procédé d'électrolyse alcaline sont la valeur de pression de gaz anodique p_{an}^{\square} , la valeur de pression de gaz cathodique p_{ca}^{\square} , et la différence $I_{an} - I_{ca}$ entre les valeurs de niveau de lessive dans le séparateur gaz-liquide anodique GLSan et dans le séparateur gaz-liquide cathodique GLSca respectivement.

[0093] Les entrées du processus comportent la valeur de débit de gaz Q_g^{an} du séparateur gaz-liquide anodique GLSan et la valeur de débit de gaz Q_g^{ca} du séparateur gaz-liquide cathodique GLSca.

[0094] Par conséquent, les vecteurs d'entrée et de sortie peuvent être les suivants :

5 [0095] [Math. 1]

$$Y = \begin{bmatrix} p_{an} \\ p_{ca} \\ l_{an} - l_{ca} \end{bmatrix} \cdot u = \begin{bmatrix} Q_g^{an} \\ Q_g^{ca} \end{bmatrix}$$

[0096] Le nouveau système de commande utilise un modèle de commande pour estimer les sorties futures de l'électrolyseur en fonction des entrées et sorties actuelles comme le montre la figure 4.

10 [0097] À l'aide des sorties futures estimées, l'optimiseur trouve les meilleures entrées en minimisant la fonction objective suivante :

[0098] [Math. 2]

$$J = \sum_{j=1}^{N_p} [\hat{Y}(k+j|k) - w(k+j|k)] Q [\hat{Y}(k+j|k) - w(k+j|k)]^T + \sum_{j=1}^{N_c} [\Delta u(k+j|k)] R [\Delta u(k+j|k)]^T$$

15 [0099] Où :

- $\hat{Y}(k+j|k)$ est une prévision optimale au palier j de la sortie du système ;
- $w(k+j|k)$ est la trajectoire de référence future ;
- Q et R sont les facteurs de pondération ;
- N_p et N_c sont les horizons de prédiction et de commande.

20 [0100] Q, R, N_p et N_c doivent être correctement accordés pour atteindre une performance de commande raisonnable.

[0101] Une fois le problème d'optimisation de l'équation ci-dessus résolu, le premier élément du vecteur d'entrée est appliqué au processus et le problème d'optimisation est à nouveau résolu pour les temps d'échantillonnage suivants.

25 [0102] Six contraintes sont considérées pour résoudre le problème d'optimisation.

[0103] Les première et seconde contraintes sont de limiter les vannes de retenue de gaz d'échappement de dioxygène V_{an} et les vannes de retenue de gaz d'échappement de dihydrogène V_{ca} de sorte que les valeurs de débit de gaz anodique Q_g^{an} et cathodique Q_g^{ca} restent chacune entre une valeur minimale Q_g^{min}

5 et une valeur maximale Q_g^{max} :

[0104] [Math. 3]

$$Q_g^{min} \leq Q_g^{an} \leq Q_g^{max}$$

[0105] [Math. 4]

$$Q_g^{min} \leq Q_g^{ca} \leq Q_g^{max}$$

10 [0106] La troisième contrainte concerne la différence de niveaux de lessive $l_{an} - l_{ca}$.

[0107] La différence absolue $l_{an} - l_{ca}$ entre les valeurs de niveau de lessive dans le séparateur gaz-liquide anodique GLSan et dans le séparateur gaz-liquide cathodique GLSca respectivement ne doit pas être supérieure à une valeur seuil de niveau de lessive Δl_{max} :

15 [0108] [Math. 5]

$$|l_{an} - l_{ca}| \leq \Delta l_{max}$$

[0109] Il doit y avoir deux contraintes pour les valeurs de niveau de lessive l_{an} et l_{ca} pour assurer le fonctionnement sûr du séparateur gaz-liquide anodique GLSan et du séparateur gaz-liquide cathodique GLSca, en limitant les valeurs de niveau de lessive l_{an} et l_{ca} de sorte que chaque valeur de niveau de lessive reste entre une

20 valeur minimale l_{min} et une valeur maximale l_{max} :

[0110] [Math. 6]

$$l_{min} \leq l_{an} \leq l_{max}$$

[0111] [Math. 7]

25 $l_{min} \leq l_{ca} \leq l_{max}$

[0112] La contrainte finale est d'éviter que la différence absolue $p_{an} - p_{ca}$ entre les valeurs de pression de gaz anodique et cathodique ne soit supérieure à une valeur seuil de pression de gaz Δp_{max} :

[0113] [Math. 8]

30 $|p_{an} - p_{ca}| \leq \Delta p_{max}$

[0114] Différents modèles peuvent être utilisés comme modèle de commande pour calculer les sorties futures.

[0115] À titre d'exemple, la formulation du modèle de Hammerstein qui est un modèle non linéaire variant dans le temps est la suivante :

5 [0116] [Math. 9]

$$Y(k) = -a_1 Y(k-1) - a_2 Y(k-2) - \dots - a_{n_a} Y(k-n_a) + b_0 v(k) \\ + b_1 v(k-1) + \dots + b_{n_b} v(k-n_b)$$

où a_1 à a_{n_a} et b_0 à b_{n_b} sont des coefficients du modèle de Hammerstein et $v(k)$ est une fonction non linéaire de $u(k)$:

10 [0117] [Math. 10]

$$v(k) = f(u(k))$$

[0118] Les paramètres du modèle de Hammerstein et de la fonction f doivent être identifiés pour un électrolyseur donné à l'aide de données expérimentales ou de résultats de simulation disponibles.

15

Revendications

- 1 Système de commande (100) destiné à réguler le fonctionnement des séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique (GLSan, GLSca) d'un appareil d'électrolyse de l'eau alcaline, l'appareil comprenant :
- 5 - une cuve d'électrolyse (10) comprenant :
- une chambre anodique générant du gaz de dioxygène ;
 - une chambre cathodique générant du gaz de dihydrogène ;
 - une membrane de séparation perméable aux ions séparant la chambre anodique et la chambre cathodique ;
- 10 - un séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) étant connecté à la chambre anodique et séparant un électrolyte anodique et du gaz de dioxygène le long d'un niveau de lessive anodique (l_{an}), le gaz de dioxygène s'écoulant hors de la chambre anodique à travers une vanne de commande de gaz de dioxygène anodique (V_{an}) ;
- 15 - un séparateur gaz-liquide cathodique (GLSan) étant connecté à la chambre cathodique et séparant un électrolyte cathodique et du gaz de dihydrogène le long d'un niveau de lessive cathodique (l_{ca}), le gaz de dihydrogène s'écoulant hors de la chambre cathodique à travers une vanne de commande de gaz de dihydrogène cathodique (V_{ca}),
- 20 ledit système de commande comprenant :
- au moins un capteur de pression de gaz anodique (p_{an}) ;
 - au moins un capteur de pression de gaz cathodique (p_{ca}) ;
 - au moins un capteur de niveau de lessive anodique (l_{an}) ;
 - au moins un capteur de niveau de lessive cathodique (l_{ca}) ;
- 25 -- et un dispositif de commande logique programmable (PLC) ou un ordinateur, qui est connecté à chacune des deux dites vannes de commande de gaz (V_{an} , V_{ca}) et à chacun des quatre dits capteurs pour envoyer des signaux de fonctionnement aux deux vannes de commande de gaz (V_{an} , V_{ca}) pour réguler les pressions de gaz (p_{an} , p_{ca}) et les niveaux de lessive (l_{an} , l_{ca})
- 30 dans le séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) et le séparateur gaz-liquide cathodique (GLSca).

- 2 Système de commande selon la revendication 1, dans lequel le fonctionnement des deux vannes de commande de gaz (V_{an} , V_{ca}) est basé sur un système de commande basé sur un modèle.
- 5 3 Système de commande selon la revendication 1 ou 2, dans lequel il régule les pressions de gaz (p_{an} , p_{ca}) dans les séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique (GLSan, GLSca) tout en s'assurant que la différence ($l_{an} - l_{ca}$) entre les niveaux de lessive dans les séparateurs gaz-liquide (GLSan, GLSca) ne dépasse pas une valeur seuil donnée (Δl_{max}).
- 10 4 Système de commande selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel il régule les niveaux de lessive (l_{an} , l_{ca}) dans les séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique (GLSan, GLSca) tout en s'assurant que la différence ($p_{an} - p_{ca}$) entre les niveaux de lessive dans les séparateurs gaz-liquide (GLSan, GLSca) ne dépasse pas une valeur seuil donnée (Δp_{max}).
- 15 5 Système de commande selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel :
- i) la valeur de la pression de gaz de dioxygène (p_{an}) dans le séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) est mesurée en continu pour la comparer à une valeur de référence fixe, ou à une courbe transitoire optimale ;
 - ii) la valeur de la pression de gaz de dihydrogène (p_{ca}) dans le séparateur gaz-liquide cathodique (GLSca) est mesurée en continu pour la comparer à la
- 20 pression de gaz de dioxygène (p_{an}) dans le séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) ;
- iii) le niveau de lessive anodique (l_{an}) est mesuré en continu pour vérifier s'il reste dans une plage sûre ;
- 25 iv) le niveau de lessive cathodique (l_{ca}) est mesuré en continu afin de le comparer au niveau de lessive (l_{an}) dans le séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) ;
- v) la vanne de commande de gaz de dioxygène (V_{an}) est actionnée ;
 - vi) la vanne de commande de gaz de dihydrogène (V_{ca}) est actionnée.
- 30 6 Système de commande selon la revendication 5 en combinaison avec la revendication 2, dans lequel, si la valeur mesurée de la pression de gaz de dioxygène (p_{an}) dans le séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) est

différente de ladite valeur de référence fixe, des signaux de fonctionnement sont envoyés à la vanne de retenue de gaz d'échappement anodique (V_{an}) et à la vanne de retenue de gaz d'échappement cathodique (V_{ca}) pour actionner leur ouverture/fermeture selon ledit modèle.

- 5 7 Système de commande selon la revendication 5 en combinaison avec la
 revendication 2, dans lequel, si la valeur mesurée de la pression de gaz de
 dihydrogène (p_{ca}) dans le séparateur gaz-liquide cathodique (GLSca) est
 différente de ladite valeur de référence fixe, des signaux de fonctionnement
10 sont envoyés à la vanne de commande de gaz anodique (V_{an}) et à la vanne
 de commande de gaz cathodique (V_{ca}) pour actionner leur
 ouverture/fermeture selon ledit modèle.
- 8 Système de commande selon la revendication 5 en combinaison avec la
 revendication 2, dans lequel, si la valeur mesurée du niveau de lessive
 anodique (I_{an}) n'est pas dans la plage sûre, des signaux de fonctionnement
15 sont envoyés à la vanne de commande de gaz anodique (V_{an}) et à la vanne
 de commande de gaz cathodique (V_{ca}) pour actionner leur
 ouverture/fermeture selon ledit modèle.
- 9 Système de commande selon la revendication 5 en combinaison avec la
 revendication 2, dans lequel, si la valeur mesurée du niveau de lessive
20 cathodique (I_{ca}) est différente de ladite valeur fixe, des signaux de
 fonctionnement sont envoyés à la vanne de commande de gaz anodique (V_{an})
 et à la vanne de commande de gaz cathodique (V_{ca}) pour actionner leur
 ouverture/fermeture selon ledit modèle.
- 10 Système de commande selon la revendication 5 en combinaison avec la
25 revendication 2, dans lequel, dans le mode de fonctionnement nominal de
 l'appareil, la position de la vanne de commande de gaz anodique (V_{an}) est
 plus ou moins constante, et dans lequel, dans un mode de fonctionnement
 transitoire de l'appareil, la position de la vanne de commande de gaz
 anodique (V_{an}) sera adaptée en continu pour réguler la pression de gaz de
30 dioxygène et la pression de lessive anodique.
- 11 Système de commande selon la revendication 5 en combinaison avec la
 revendication 2, dans lequel, dans le mode de fonctionnement nominal de

l'appareil, la position de la vanne de commande de gaz cathodique (V_{ca}) est plus ou moins constante, et dans lequel, dans un mode de fonctionnement transitoire de l'appareil, la position de la vanne de commande de gaz cathodique (V_{ca}) sera adaptée en continu pour réguler la pression de gaz de dihydrogène et la pression de lessive cathodique.

12 Procédé de régulation du fonctionnement des séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique (GLSan, GLSca) d'un appareil d'électrolyse de l'eau alcaline, l'appareil comprenant :

- une cuve d'électrolyse (10) comprenant :

- une chambre anodique générant du gaz de dioxygène ;

- une chambre cathodique générant du gaz de dihydrogène ;

- une membrane de séparation perméable aux ions séparant la chambre anodique et la chambre cathodique ;

- un séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) étant connecté à la chambre anodique et séparant un électrolyte anodique et du gaz de dioxygène le long d'un niveau de lessive anodique (l_{an}), le gaz de dioxygène s'écoulant hors de la chambre anodique à travers une vanne de commande de gaz de dioxygène anodique (V_{an}) ;

- un séparateur gaz-liquide cathodique (GLSca) étant connecté à la chambre cathodique et séparant un électrolyte cathodique et du gaz de dihydrogène le long d'un niveau de lessive cathodique (l_{ca}), le gaz de dihydrogène s'écoulant hors de la chambre cathodique à travers une vanne de commande de gaz de dihydrogène cathodique (V_{ca}),

caractérisé en ce qu'il utilise des données de commande représentant :

-- la pression de gaz anodique (p_{an}) ;

-- la pression de gaz cathodique (p_{ca}) ;

-- le niveau de lessive anodique (l_{an}) ;

-- le niveau de lessive cathodique (l_{ca}) ;

pour commander chacune des deux dites vannes de commande de gaz (V_{an} ,

V_{ca}) et chacun des quatre dits capteurs permettant d'envoyer des signaux de

fonctionnement aux deux vannes de commande de gaz (V_{an} , V_{ca}) pour réguler les pressions de gaz (p_{an} , p_{ca}) et les niveaux de lessive (l_{an} , l_{ca}) dans le

séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) et le séparateur gaz-liquide cathodique (GLSca).

- 13 Procédé selon la revendication 12, dans lequel la commande du fonctionnement des deux vannes de commande de gaz (V_{an} , V_{ca}) est basée sur un modèle de commande permettant de réguler les pressions de gaz (p_{an} , p_{ca}) dans les séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique (GLSan, GLSca) tout en s'assurant que la différence ($l_{an} - l_{ca}$) entre les niveaux de lessive dans les séparateurs gaz-liquide (GLSan, GLSca) ne dépasse pas une valeur seuil donnée (Δl_{max}).
- 14 Procédé selon la revendication 12, dans lequel la commande du fonctionnement des deux vannes de commande de gaz (V_{an} , V_{ca}) est basée sur un modèle de commande permettant de réguler les niveaux de lessive (l_{an} , l_{ca}) dans les séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique (GLSan, GLSca) tout en s'assurant que la différence ($p_{an} - p_{ca}$) entre les niveaux de lessive dans les séparateurs gaz-liquide (GLSan, GLSca) ne dépasse pas une valeur seuil donnée (Δp_{max}).
- 15 Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, dans lequel :
- i) la valeur de la pression de gaz de dioxygène (p_{an}) dans le séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) est mesurée en continu pour la comparer à une valeur de référence fixe, ou à une courbe transitoire optimale ;
 - ii) la valeur de la pression de gaz de dihydrogène (p_{ca}) dans le séparateur gaz-liquide cathodique (GLSca) est mesurée en continu pour la comparer à la pression de gaz de dioxygène (p_{an}) dans le séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) ;
 - iii) le niveau de lessive anodique (l_{an}) est mesuré en continu pour vérifier qu'il reste dans une plage sûre ;
 - iv) le niveau de lessive cathodique (l_{ca}) est mesuré en continu afin de le comparer au niveau de lessive (l_{an}) dans le séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) ;
 - v) la vanne de commande de gaz de dioxygène (v_{an}) est actionnée ;
 - vi) la vanne de commande de gaz de dihydrogène (v_{ca}) est actionnée.

REVENDEICATIONS MODIFIÉES
reçues par le Bureau international le 27 janvier 2025 (27.01.2025)

1. Système de commande (100) destiné à réguler le fonctionnement des séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique (GLSan, GLSca) d'un appareil d'électrolyse de l'eau alcaline, l'appareil comprenant :
- 5 - une cuve d'électrolyse (10) comprenant :
- une chambre anodique générant du gaz de dioxygène ;
- une chambre cathodique générant du gaz de dihydrogène ;
- une membrane de séparation perméable aux ions séparant la chambre anodique et la chambre cathodique ;
- 10 - un séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) étant connecté à la chambre anodique et séparant un électrolyte anodique et du gaz de dioxygène le long d'un niveau d'électrolyte anodique (l_{an}), le gaz de dioxygène s'écoulant hors de la chambre anodique à travers une vanne de commande de gaz de dioxygène anodique (V_{an}) ;
- 15 - un séparateur gaz-liquide cathodique (GLSca) étant connecté à la chambre cathodique et séparant un électrolyte cathodique et du gaz de dihydrogène le long d'un niveau d'électrolyte cathodique (l_{ca}), le gaz de dihydrogène s'écoulant hors de la chambre cathodique à travers une vanne de commande de gaz de dihydrogène cathodique (V_{ca}),
- 20 ledit système de commande comprenant :
- au moins un capteur de pression de gaz anodique (p_{an}) ;
- au moins un capteur de pression de gaz cathodique (p_{ca}) ;
- au moins un capteur de niveau d'électrolyte anodique (l_{an}) ;
- au moins un capteur de niveau d'électrolyte cathodique (l_{ca});
- 25 caractérisé en ce que le système de commande comporte un dispositif de commande logique programmable (PLC) ou un ordinateur, qui est connecté :
- à chacune des deux dites vannes de commande de gaz (V_{an}, V_{ca}) ;
- et à chacun des quatre dits capteurs,
- 30 pour envoyer des signaux de fonctionnement aux deux vannes de commande de gaz (V_{an}, V_{ca}) pour réguler les pressions de gaz (p_{an}, p_{ca}) et les niveaux d'électrolyte (l_{an}, l_{ca}) dans le séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) et dans le séparateur gaz-liquide cathodique (GLSca), en gardant

la différence entre les niveaux d'électrolyte (l_{an}, l_{ca}) dans une certaine limite.

2. Système de commande selon la revendication 1, dans lequel le fonctionnement des deux vannes de commande de gaz (V_{an}, V_{ca}) est basé sur un système de commande basé sur un modèle.
3. Système de commande selon la revendication 1 ou 2, dans lequel il régule les pressions de gaz (p_{an}, p_{ca}) dans les séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique (GLSan, GLSca) tout en s'assurant que la différence ($l_{an} - l_{ca}$) entre les niveaux d'électrolyte dans les séparateurs gaz-liquide (GLSan, GLSca) ne dépasse pas une valeur seuil donnée (Δl_{max}).
4. Système de commande selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel il régule les niveaux d'électrolyte (l_{an}, l_{ca}) dans les séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique (GLSan, GLSca) tout en s'assurant que la différence ($p_{an} - p_{ca}$) entre les niveaux d'électrolyte dans les séparateurs gaz-liquide (GLSan, GLSca) ne dépasse pas une valeur seuil donnée (Δp_{max}).
5. Système de commande selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel :
 - i) la valeur de la pression de gaz de dioxygène (p_{an}) dans le séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) est mesurée en continu pour la comparer à une valeur de référence fixe, ou à une courbe transitoire optimale ;
 - ii) la valeur de la pression de gaz de dihydrogène (p_{ca}) dans le séparateur gaz-liquide cathodique (GLSca) est mesurée en continu pour la comparer à la pression de gaz de dioxygène (p_{an}) dans le séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) ;
 - iii) le niveau d'électrolyte anodique (l_{an}) est mesuré en continu pour vérifier s'il reste dans une plage sûre ;
 - iv) le niveau d'électrolyte cathodique (l_{ca}) est mesuré en continu afin de le comparer au niveau d'électrolyte (l_{an}) dans le séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) ;
 - v) la vanne de commande de gaz de dioxygène (V_{an}) est actionnée ;
 - vi) la vanne de commande de gaz de dihydrogène (V_{ca}) est actionnée.

6. Système de commande selon la revendication 5 en combinaison avec la revendication 2, dans lequel, si la valeur mesurée de la pression de gaz de dioxygène (p_{an}) dans le séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) est différente de ladite valeur de référence fixe, des signaux de fonctionnement sont envoyés à la vanne de retenue de gaz d'échappement anodique (V_{an}) et à la vanne de retenue de gaz d'échappement cathodique (V_{ca}) pour actionner leur ouverture/fermeture selon ledit modèle.
7. Système de commande selon la revendication 5 en combinaison avec la revendication 2, dans lequel, si la valeur mesurée de la pression de gaz de dihydrogène (p_{ca}) dans le séparateur gaz-liquide cathodique (GLSca) est différente de ladite valeur de référence fixe, des signaux de fonctionnement sont envoyés à la vanne de commande de gaz anodique (V_{an}) et à la vanne de commande de gaz cathodique (V_{ca}) pour actionner leur ouverture/fermeture selon ledit modèle.
8. Système de commande selon la revendication 5 en combinaison avec la revendication 2, dans lequel, si la valeur mesurée du niveau d'électrolyte anodique (I_{an}) n'est pas dans la plage sûre, des signaux de fonctionnement sont envoyés à la vanne de commande de gaz anodique (V_{an}) et à la vanne de commande de gaz cathodique (V_{ca}) pour actionner leur ouverture/fermeture selon ledit modèle.
9. Système de commande selon la revendication 5 en combinaison avec la revendication 2, dans lequel, si la valeur mesurée du niveau d'électrolyte cathodique (I_{ca}) est différente de ladite valeur fixe, des signaux de fonctionnement sont envoyés à la vanne de commande de gaz anodique (V_{an}) et à la vanne de commande de gaz cathodique (V_{ca}) pour actionner leur ouverture/fermeture selon ledit modèle.
10. Système de commande selon la revendication 5 en combinaison avec la revendication 2, dans lequel, dans le mode de fonctionnement nominal de l'appareil, la position de la vanne de commande de gaz anodique (V_{an}) est plus ou moins constante, et dans lequel, dans un mode de fonctionnement transitoire de l'appareil, la position de la vanne de commande de gaz

anodique (V_{an}) sera adaptée en continu pour réguler la pression de gaz de dioxygène et la pression d'électrolyte anodique.

- 5 11. Système de commande selon la revendication 5 en combinaison avec la revendication 2, dans lequel, dans le mode de fonctionnement nominal de l'appareil, la position de la vanne de commande de gaz cathodique (V_{ca}) est plus ou moins constante, et dans lequel, dans un mode de fonctionnement transitoire de l'appareil, la position de la vanne de commande de gaz cathodique (V_{ca}) sera adaptée en continu pour réguler la pression de gaz de dihydrogène et la pression d'électrolyte cathodique.
- 10 12. Procédé de régulation du fonctionnement des séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique (GLSan, GLSca) d'un appareil d'électrolyse de l'eau alcaline, l'appareil comprenant :
- une cuve d'électrolyse (10) comprenant :
 - une chambre anodique générant du gaz de dioxygène ;
 - 15 - une chambre cathodique générant du gaz de dihydrogène ;
 - une membrane de séparation perméable aux ions séparant la chambre anodique et la chambre cathodique ;
 - un séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) étant connecté à la chambre anodique et séparant un électrolyte anodique et du gaz de dioxygène le long d'un niveau d'électrolyte anodique (l_{an}), le gaz de dioxygène s'écoulant hors de la chambre anodique à travers une vanne de commande de gaz de dioxygène anodique (V_{an}) ;
 - 20 - un séparateur gaz-liquide cathodique (GLSca) étant connecté à la chambre cathodique et séparant un électrolyte cathodique et du gaz de dihydrogène le long d'un niveau d'électrolyte cathodique (l_{ca}), le gaz de dihydrogène s'écoulant hors de la chambre cathodique à travers une vanne de commande de gaz de dihydrogène cathodique (V_{ca}),
 - 25 caractérisé en ce qu'il utilise des données de commande représentant :
 - la pression de gaz anodique (p_{an}) ;
 - 30 -- la pression de gaz cathodique (p_{ca}) ;
 - le niveau d'électrolyte anodique (l_{an}) ;
 - le niveau d'électrolyte cathodique (l_{ca}) ;
- pour commander chacune des deux dites vannes de commande de gaz

(V_{an} , V_{ca}) et chacun des quatre dits capteurs en permettant d'envoyer des signaux de fonctionnement aux deux vannes de commande de gaz (V_{an} , V_{ca}) pour réguler les pressions de gaz (p_{an} , p_{ca}) et les niveaux d'électrolyte (l_{an} , l_{ca}) dans le séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) et dans le
5 séparateur gaz-liquide cathodique (GLSca), en gardant la différence entre les niveaux d'électrolyte (l_{an} , l_{ca}) dans une certaine limite.

13. Procédé selon la revendication 12, dans lequel la commande du fonctionnement des deux vannes de commande de gaz (V_{an} , V_{ca}) est basée sur un modèle de commande permettant de réguler les pressions
10 de gaz (p_{an} , p_{ca}) dans les séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique (GLSan, GLSca) tout en s'assurant que la différence ($l_{an} - l_{ca}$) entre les niveaux d'électrolyte dans les séparateurs gaz-liquide (GLSan, GLSca) ne dépasse pas une valeur seuil donnée (Δl_{max}).

14. Procédé selon la revendication 12, dans lequel la commande du fonctionnement des deux vannes de commande de gaz (V_{an} , V_{ca}) est basée sur un modèle de commande permettant de réguler les niveaux
15 d'électrolyte (l_{an} , l_{ca}) dans les séparateurs gaz-liquide anodique et cathodique (GLSan, GLSca) tout en s'assurant que la différence ($p_{an} - p_{ca}$) entre les niveaux d'électrolyte dans les séparateurs gaz-liquide (GLSan, GLSca) ne dépasse pas une valeur seuil donnée (Δp_{max}).

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, dans lequel :

- i) la valeur de la pression de gaz de dioxygène (p_{an}) dans le séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) est mesurée en continu pour la comparer à une valeur de référence fixe, ou à une courbe transitoire optimale ;
- 25 - ii) la valeur de la pression de gaz de dihydrogène (p_{ca}) dans le séparateur gaz-liquide cathodique (GLSca) est mesurée en continu pour la comparer à la pression de gaz de dioxygène (p_{an}) dans le séparateur gaz-liquide anodique (GLSan) ;
- iii) le niveau d'électrolyte anodique (l_{an}) est mesuré en continu pour
30 vérifier qu'il reste dans une plage sûre ;
- iv) le niveau d'électrolyte cathodique (l_{ca}) est mesuré en continu afin de le comparer au niveau d'électrolyte (l_{an}) dans le séparateur gaz-liquide

anodique (GLSan) ;

- v) la vanne de commande de gaz de dioxygène (v_{an}) est actionnée ;
- vi) la vanne de commande de gaz de dihydrogène (V_{ca}) est actionnée.

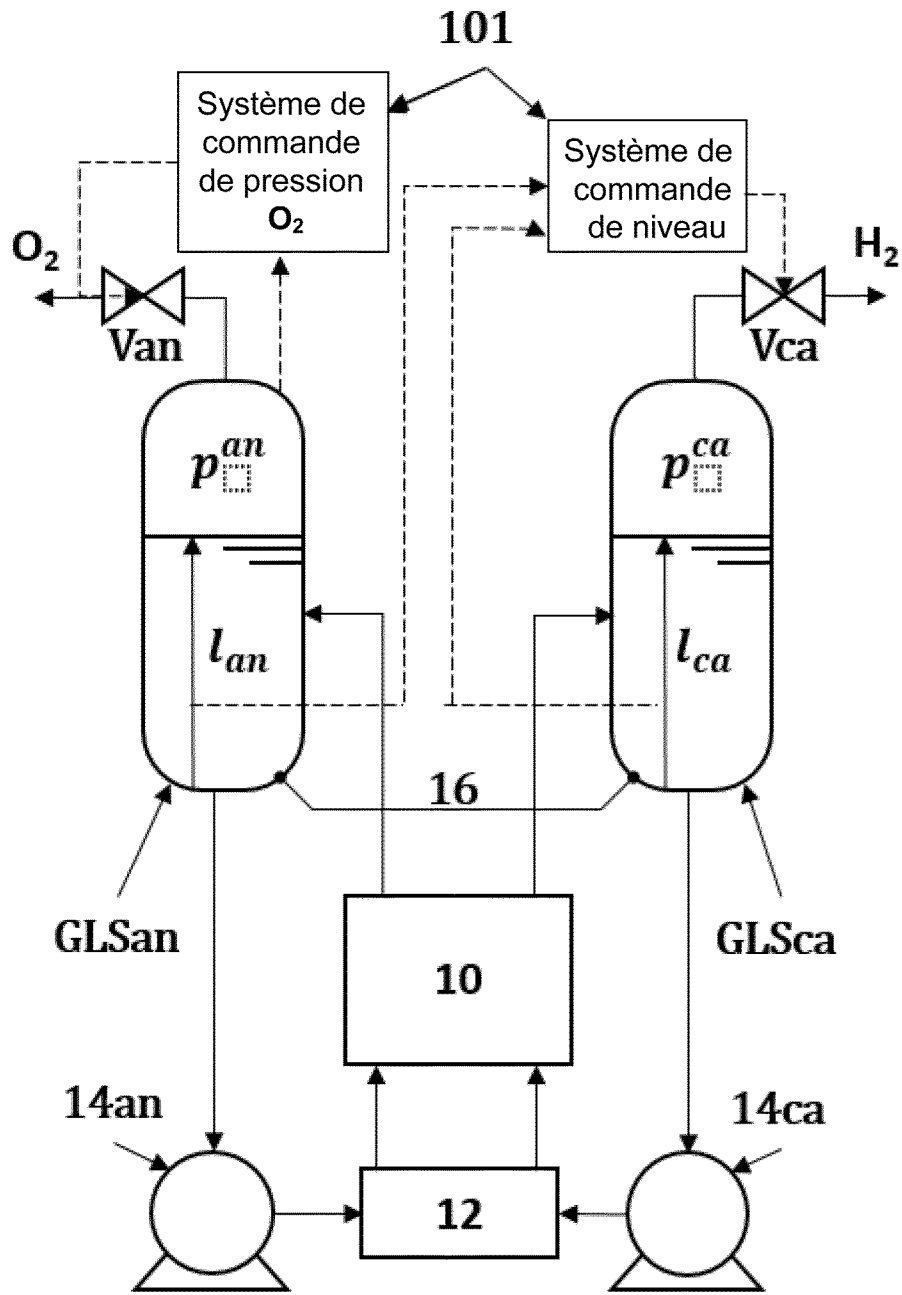


FIG. 1

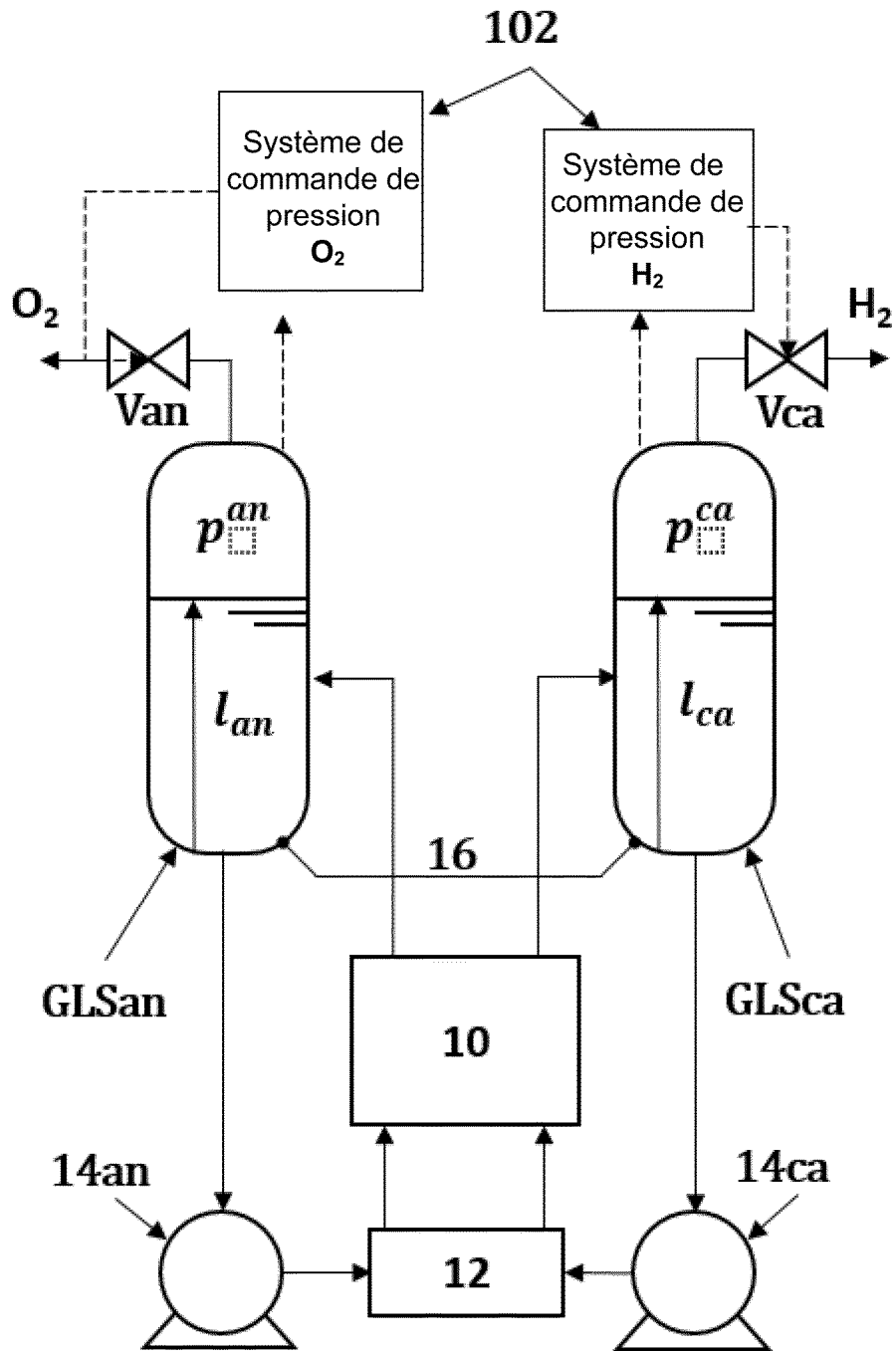


FIG. 2

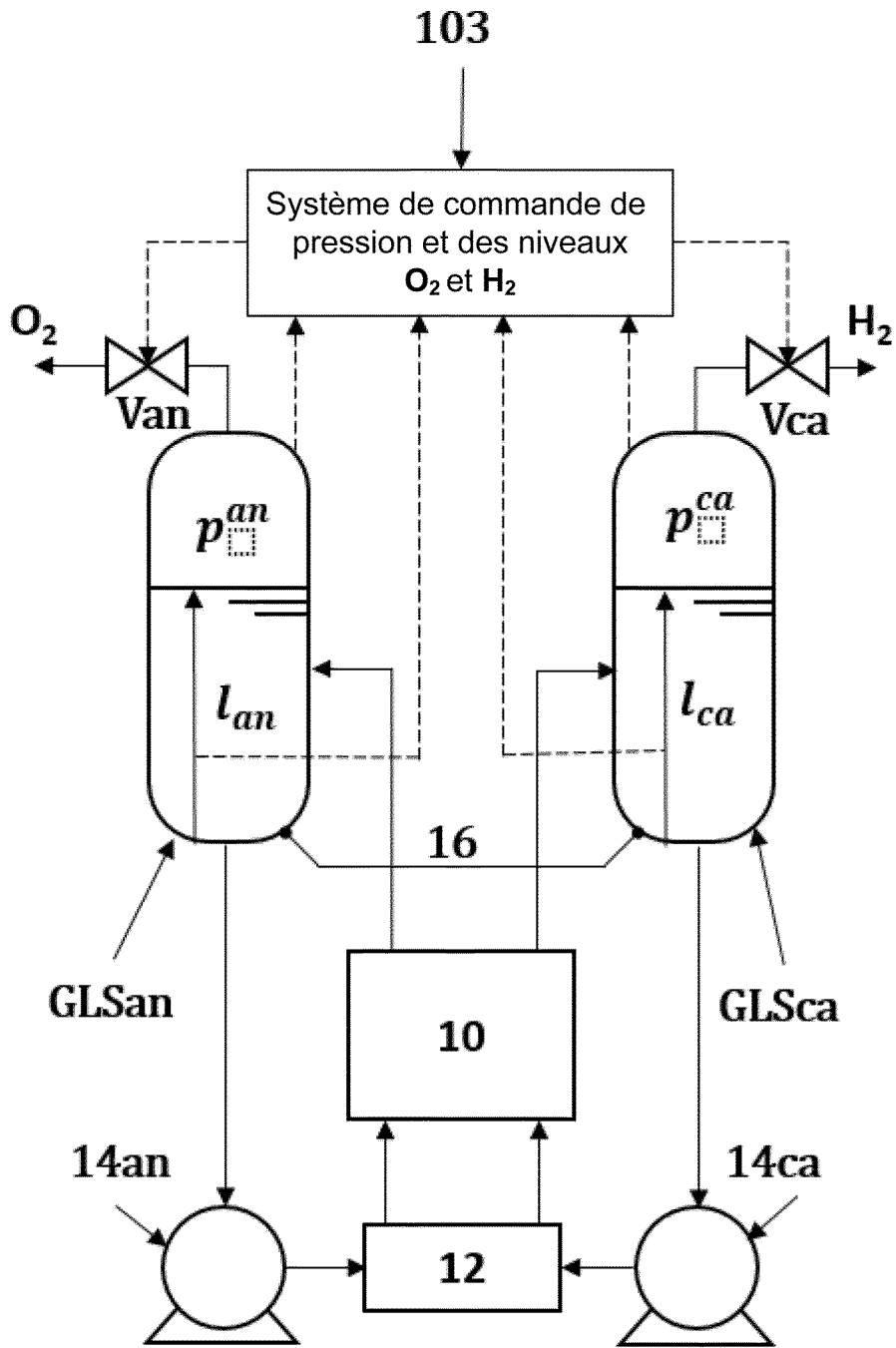


FIG. 3

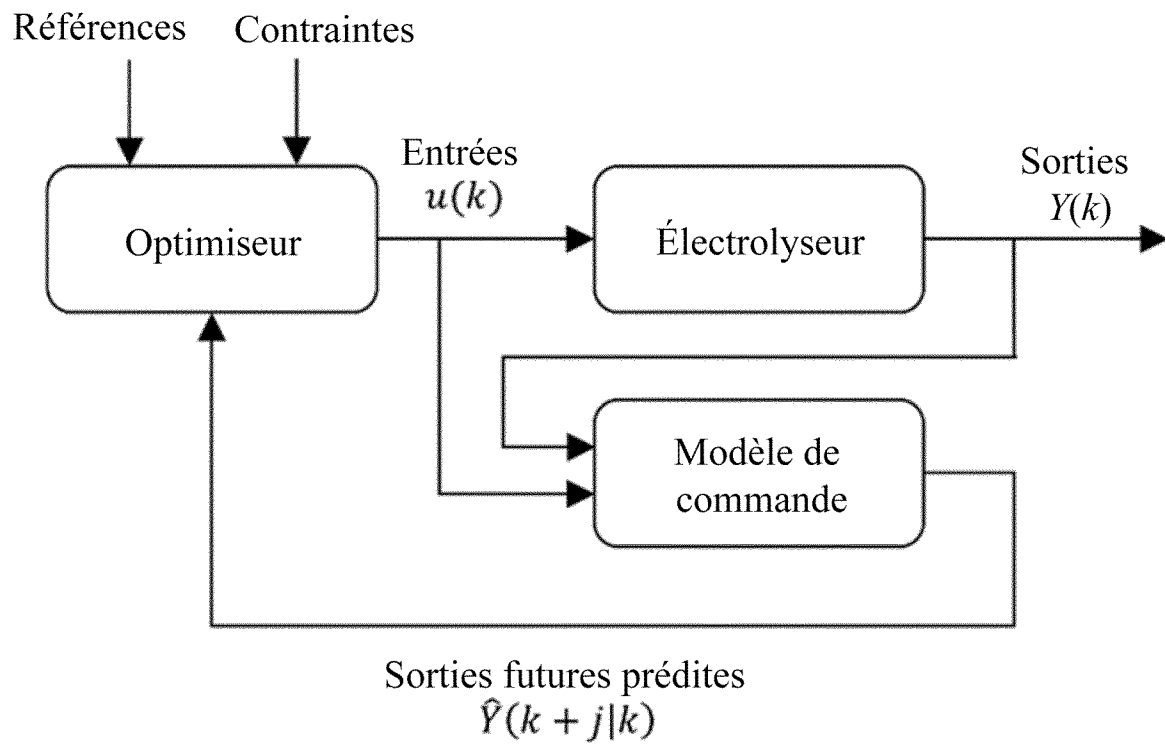


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/076196

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>C25B 1/04</i> (2021.01)i; <i>C25B 15/023</i> (2021.01)i; <i>C25B 15/08</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C25B; B01D Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2023111174 A2 (JOHN COCKERILL HYDROGEN BELGIUM [BE]) 22 June 2023 (2023-06-22) claims 1, 3, 5-7, 10; figure 1 page 13, line 10 - page 14, line 23 & CN 114134527 A (COCLERE RYILE SUZHOU HYDROGEN ENERGY TECHNIQUE) 04 March 2022 (2022-03-04) figure 1	1-15
X	EP 3604617 A1 (ASAHI CHEMICAL IND [JP]) 05 February 2020 (2020-02-05) paragraphs [0201] - [0217]; figure 1	1-15
X	US 2010264038 A1 (DURET ALEXIS [CH]) 21 October 2010 (2010-10-21) claims 16-30; figure 2	1-15
X	GB 1124941 A (BROWN JOHN CONSTR; RICHARD JASPAR ROSS STICKLAND ET AL.) 21 August 1968 (1968-08-21) claims 1-5; figure 1	1-15
X	US 5690797 A (HARADA HIROYUKI [JP] ET AL) 25 November 1997 (1997-11-25) claims 1, 2, 3, 4, 5, 6; figure 1	1-15
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 14 November 2024		Date of mailing of the international search report 27 November 2024
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the) Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Desbois, Valérie Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2024/076196

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2023111174	A2	22 June 2023	CN	114134527	A	04 March 2022
				WO	2023111174	A2	22 June 2023
EP	3604617	A1	05 February 2020	EP	3604617	A1	05 February 2020
				ES	2985127	T3	04 November 2024
				JP	6948384	B2	13 October 2021
				JP	WO2018174281	A1	07 November 2019
				WO	2018174281	A1	27 September 2018
US	2010264038	A1	21 October 2010	AT	E491053	T1	15 December 2010
				CN	101802269	A	11 August 2010
				EP	2014799	A1	14 January 2009
				JP	5244176	B2	24 July 2013
				JP	2010532823	A	14 October 2010
				US	2010264038	A1	21 October 2010
				WO	2009007096	A2	15 January 2009
GB	1124941	A	21 August 1968	NONE			
US	5690797	A	25 November 1997	JP	3220607	B2	22 October 2001
				JP	H08193287	A	30 July 1996
				US	5690797	A	25 November 1997
KR	20230052728	A	20 April 2023	NONE			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2024/076196

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. C25B1/04 C25B15/023 C25B15/08 ADD.				
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB				
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE				
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) C25B B01D				
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche				
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal				
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS				
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées		
X	WO 2023/111174 A2 (JOHN COCKERILL HYDROGEN BELGIUM [BE]) 22 juin 2023 (2023-06-22) revendications 1, 3, 5-7, 10; figure 1 page 13, ligne 10 - page 14, ligne 23 & CN 114 134 527 A (COCLERE RYILE SUZHOU HYDROGEN ENERGY TECHNIQUE) 4 mars 2022 (2022-03-04) figure 1 -----	1 - 15		
X	EP 3 604 617 A1 (ASAHI CHEMICAL IND [JP]) 5 février 2020 (2020-02-05) alinéas [0201] - [0217]; figure 1 -----	1 - 15		
X	US 2010/264038 A1 (DURET ALEXIS [CH]) 21 octobre 2010 (2010-10-21) revendications 16-30; figure 2 -----	1 - 15		
	- / - -			
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</td> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe			
* Catégories spéciales de documents cités:				
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets			
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale			
14 novembre 2024	27/11/2024			
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé Desbois, Valérie			

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	GB 1 124 941 A (BROWN JOHN CONSTR; RICHARD JASPAR ROSS STICKLAND ET AL.) 21 août 1968 (1968-08-21) revendications 1-5; figure 1 -----	1 - 15
X	US 5 690 797 A (HARADA HIROYUKI [JP] ET AL) 25 novembre 1997 (1997-11-25) revendications 1, 2, 3, 4, 5, 6; figure 1 -----	1 - 15
X	KR 2023 0052728 A (JISUNG Q AND TECH CO LTD [KR]) 20 avril 2023 (2023-04-20) abrégé alinéa [0058]; figure 1 revendications 1, 2, 4 alinéas [0044] - [0049] -----	1 - 15

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2024/076196

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2023111174	A2	22-06-2023	CN 114134527 A	04-03-2022
			WO 2023111174 A2	22-06-2023

EP 3604617	A1	05-02-2020	EP 3604617 A1	05-02-2020
			ES 2985127 T3	04-11-2024
			JP 6948384 B2	13-10-2021
			JP WO2018174281 A1	07-11-2019
			WO 2018174281 A1	27-09-2018

US 2010264038	A1	21-10-2010	AT E491053 T1	15-12-2010
			CN 101802269 A	11-08-2010
			EP 2014799 A1	14-01-2009
			JP 5244176 B2	24-07-2013
			JP 2010532823 A	14-10-2010
			US 2010264038 A1	21-10-2010
			WO 2009007096 A2	15-01-2009

GB 1124941	A	21-08-1968	AUCUN	

US 5690797	A	25-11-1997	JP 3220607 B2	22-10-2001
			JP H08193287 A	30-07-1996
			US 5690797 A	25-11-1997

KR 20230052728	A	20-04-2023	AUCUN	
