

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 83200088.9

51 Int. Cl.³: C 25 B 15/04

22 Date de dépôt: 21.01.83

30 Priorité: 28.01.82 FR 8201611

43 Date de publication de la demande:
17.08.83 Bulletin 83/33

84 Etats contractants désignés:
AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE

71 Demandeur: SOLVAY & Cie (Société Anonyme)
Rue du Prince Albert, 33
B-1050 Bruxelles(BE)

72 Inventeur: Detournay, Jean-Paul
Rue de Floreffe, 17
B-5760 Franière(BE)

72 Inventeur: Defourny, Jacques
Rue Langeveld, 65
B-1180 Bruxelles(BE)

54 Installation pour la régulation d'un groupe de cellules d'électrolyse à cathode de mercure.

57 Installation pour le réglage des anodes d'un groupe de cellules d'électrolyse à cathode de mercure (1, 2, 3) comprenant des unités locales de régulation (8) associées aux cellules et conçues pour calculer la valeur instantanée de la conductance électrique de la couche d'électrolyte entre les anodes (4, 4', 4'', 5, 5', 5'') et la cathode et actionner un moteur de réglage des anodes par comparaison de cette valeur avec une valeur de consigne. Une unité centrale de régulation (9) dialogue sélectivement avec les unités locales et calcule, pour chacune d'elles, la valeur de consigne au départ d'informations sur la marche de l'électrolyse.

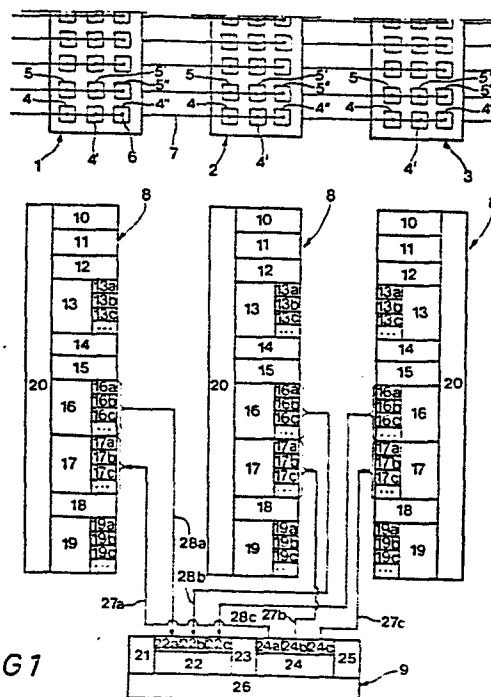


FIG 1

Installation pour la régulation d'un groupe de cellules
d'électrolyse à cathode de mercure

Cas S.81/11

SOLVAY & Cie (Société Anonyme)

La présente invention est relative à une installation pour la régulation d'un groupe de cellules d'électrolyse à anodes multiples déplaçables en regard d'une cathode de mercure, notamment des cellules pour l'électrolyse de solutions aqueuses d'halogénure de métaux alcalins, et plus particulièrement de chlorure de sodium.

Pendant le fonctionnement de cellule d'électrolyse à cathode de mercure, il est important de réduire à une valeur aussi faible que possible, la distance séparant les anodes de la cathode, afin de diminuer la consommation d'énergie électrique et rendre ainsi le rendement énergétique de l'opération d'électrolyse optimum. En particulier, dans le cas de cellules équipées d'anodes métalliques, par exemple des anodes du type de celles décrites dans le brevet BE-A-811 155 (IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED), il est habituel de régler la distance anode-cathode au voisinage et même au-dessous de 2 mm.

La mise en oeuvre de distances anode-cathode faibles impose de contrôler périodiquement la position des anodes dans les cellules d'électrolyse et d'opérer éventuellement un ajustement des anodes. Pour obtenir un rendement énergétique optimum, il est en effet nécessaire de corriger la position des anodes dont la distance, par rapport à la cathode, deviendrait exagérément grande. Il convient par ailleurs d'éviter que l'une ou l'autre anode entre occasionnellement en contact avec la cathode de mercure, car le court-circuit qui en résulterait serait susceptible d'occasionner des dégradations graves à l'anode, principalement dans le cas d'anodes en titane portant un revêtement actif à base d'oxyde de métal noble. Les causes d'une augmentation intempestive des distances anode-cathode ou d'un contact fortuit entre une anode et le mercure sont nombreuses ; elles peuvent résider notamment dans une déformation ou une usure de l'anode, la formation d'agglomérats de gros mercure (appelé parfois "beurre de mercure") adhérant à la sole de la cellule ou

flottant à la surface du mercure, une variation intempestive du niveau du mercure dans la cellule, une turbulence fortuite survenant dans l'écoulement du mercure.

Dans le brevet BE-A-668 236 (IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED), on décrit un procédé pour régler la position d'une anode dans une cellule à cathode de mercure, selon lequel on mesure la conductance électrique de la couche d'électrolyte séparant l'anode de la cathode, on compare la valeur mesurée de la conductance à une valeur de consigne et on règle la position de l'anode pour que ces deux valeurs s'égalent.

Dans le brevet BE-A-695 771 (IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED), on décrit un appareillage mettant ce procédé en oeuvre pour la régulation automatique de la position des anodes d'une cellule à cathode de mercure. Cet appareillage connu comprend un chariot qui est déplaçable au-dessus de la cellule et qui porte un organe de scrutation sélective des anodes individuelles, un organe de mesure de la valeur instantanée de la conductance électrique de la couche d'électrolyte entre l'anode scrutée et la cathode, un transformateur de ladite valeur instantanée en un signal électrique, par exemple une tension, un circuit de comparaison de ce signal électrique avec un signal de consigne représentatif d'une valeur de consigne de la conductance électrique et un dispositif de réglage motorisé de la position de l'anode scrutée, couplé à ce circuit de comparaison.

L'appareillage est programmé de manière à scruter sélectivement et successivement toutes les anodes de la cellule et exécuter une séquence complète des opérations du procédé, pour chaque anode scrutée.

Dans l'exploitation de cette installation, la valeur de consigne est une valeur fixe de la conductance électrique de la couche d'électrolyte, correspondant à une distance anode-cathode prédéterminée. Elle est généralement le résultat d'un compromis acceptable entre la recherche d'un rendement énergétique optimum et la recherche d'un taux de sécurité suffisant dans la marche de la cellule. Elle doit être définie dans chaque cas particulier en fonction des conditions de marche de la cellule.

Dans le but d'assurer la régulation d'un groupe de cellules à mercure, par exemple d'un atelier industriel d'électrolyse, on a déjà imaginé d'associer à chaque cellule du groupe un appareillage de régulation autonome.

5 Ainsi, dans le brevet US-A-4 212 721 (HOECHST AG), on décrit une installation pour la régulation d'un groupe de cellules d'électrolyse à mercure, comprenant un ensemble d'unités locales de régulation qui sont associées chacune à une cellule d'électrolyse individuelle et qui sont reliées ensemble à une unité centrale de
10 contrôle conçue pour relever les données générales de marche du groupe de cellules et les transférer aux unités locales de régulation.

Cette installation de régulation connue présente la particularité d'être à fonctionnement entièrement décentralisé, du fait que chaque unité locale de régulation relève les informations sur la
15 marche propre de la cellule à laquelle elle est associée et régule seule la marche de cette cellule, au départ de ces informations, sans interaction avec les autres unités locales. Cette particularité conduit à une série de désavantages, parmi lesquels un coût de mise en oeuvre élevé, un temps de réponse relativement long des unités
20 locales de régulation et l'impossibilité d'assurer une régulation ordonnée de l'ensemble du groupe de cellules.

L'invention tend à remédier à ces désavantages, en fournissant une installation à fonctionnement partiellement centralisé qui assure une régulation automatique, rapide, ordonnée et fiable des
25 distances anode-cathode d'un groupe de cellules d'électrolyse.

L'invention concerne à cet effet une installation pour la régulation d'un groupe de cellules d'électrolyse à anodes multiples déplaçables en regard d'une cathode de mercure, comprenant des unités locales de régulation qui sont associées chacune à une unité
30 électrolytique du groupe de cellules et qui comprennent chacune, un organe de scrutation sélective d'unités anodiques déplaçables individuellement dans l'unité électrolytique, un organe de mesure de la valeur instantanée de la conductance électrique de la couche d'électrolyte entre l'unité anodique scrutée et la cathode, un
35 transformateur de ladite valeur en un signal électrique, un circuit

de comparaison dudit signal avec un signal de consigne représentatif d'une valeur de consigne de la conductance électrique, et un dispositif de réglage motorisé de la position de l'unité anodique scrutée, relié au circuit de comparaison ; selon l'invention, chaque unité
5 locale de régulation comprend en outre un détecteur de conditions de marche locales de l'unité électrolytique et un convertisseur des conditions de marche locales détectées en signaux électriques, et les unités locales de régulation du groupe de cellules sont couplées à une unité centrale de régulation qui comprend :

- 10 - un organe de scrutation sélective des unités locales de régulation,
- un circuit de consigne pour le traitement des signaux provenant du convertisseur de l'unité locale scrutée et la définition, au moyen de ceux-ci, du signal de consigne,
- 15 - un organe de transmission du signal de consigne vers le circuit de comparaison de l'unité locale scrutée.

Dans l'installation selon l'invention, l'unité électrolytique consiste en général en une cellule d'électrolyse du groupe, un ensemble défini de cellules du groupe, par exemple une paire de
20 cellules couplées électriquement en série, une zone définie d'une cellule, par exemple un groupe de plusieurs anodes raccordées à un collecteur de courant commun.

L'unité anodique peut être une anode individuelle ou un groupe d'anodes déplaçables ensemble vis-à-vis de la cathode de mercure,
25 par exemple un groupe d'anodes fixées ensemble, en dérivation, à un collecteur de courant rigide et déplaçable.

Dans chaque unité locale de régulation, l'organe de scrutation des unités anodiques, consiste généralement en un circuit logique conçu pour relier les unités anodiques de l'unité électrolytique
30 successivement, séparément et dans un ordre prédéterminé, avec l'organe de mesure de conductance et avec le détecteur des conditions de marche locales.

L'organe de mesure de conductance, le transformateur et le circuit de comparaison sont couplés entre eux et peuvent avantageu-
35 sement être combinés en un appareil unique, du type de celui décrit

dans le brevet BE-A-668 236 précité, comprenant un dispositif pour la mesure de l'intensité du courant électrique traversant l'unité anodique scrutée, un dispositif pour la mesure de la tension entre cette unité anodique et la cathode de mercure, un calculateur
5 couplé à ces deux dispositifs de mesure et conçu pour soustraire, de la tension mesurée, le potentiel réversible de la réaction d'électrolyse, diviser le résultat par la valeur mesurée de l'intensité du courant et sortir un signal de tension représentatif du résultat de la division, et un calculateur conçu pour soustraire
10 une tension de consigne de ce signal de tension et sortir un signal électrique représentatif du résultat de cette soustraction.

Le dispositif de réglage motorisé consiste généralement en un moteur électrique commandé par le signal de sortie du circuit de comparaison pour éloigner l'unité anodique scrutée de la cathode ou
15 l'en rapprocher selon que la valeur instantanée de la conductance est supérieure ou inférieure à la valeur de consigne.

Le détecteur peut comprendre, par exemple, des thermocouples pour mesurer la température de l'électrolyte ou du mercure dans l'unité électrolytique, des densimètres pour mesurer la densité de
20 l'électrolyte et définir ainsi sa concentration, des débitmètres pour mesurer les débits de l'électrolyte et du mercure dans l'unité électrolytique, des ampèremètres et des voltmètres pour mesurer l'intensité globale du courant d'électrolyse dans l'unité électrolytique et la tension aux bornes de celle-ci.

25 Dans l'unité centrale de régulation, l'organe de scrutation des unités locales consiste généralement en un circuit logique, conçu pour coupler les unités locales de régulation successivement et séparément avec l'unité centrale, dans un ordre prédéterminé. Ce circuit est par ailleurs conçu pour transférer dans le circuit
30 de consigne de l'unité centrale, les signaux émis par le convertisseur de l'unité locale scrutée et pour transférer les signaux de consigne de l'unité centrale vers l'unité locale scrutée.

Le circuit de consigne sert à définir la valeur de consigne de la conductivité de l'électrolyte pour chaque unité anodique de
35 l'unité électrolytique dont l'unité locale de régulation est scrutée.

Il consiste en un calculateur analogique ou numérique qui est alimenté par les signaux provenant du convertisseur de l'unité locale scrutée et qui est conçu pour calculer, en fonction de conditions locales régnant dans l'unité électrolytique scrutée, la
5 valeur de la conductance de la couche d'électrolyte pour une distance anode-cathode imposée (valeur de consigne de la conductance).

Dans l'installation selon l'invention, les unités locales de régulation remplissent une double fonction : d'une part, elles servent à mesurer la conductance électrique de la couche d'élec-
10 trolyte sous chaque unité anodique, transformer cette mesure en un signal électrique, comparer celui-ci à un signal de consigne et actionner le dispositif de réglage motorisé de l'unité anodique, en fonction du résultat de la comparaison; d'autre part, elles servent à relever les conditions de marche locales afférentes à chaque
15 unité anodique et à les convertir en signaux électriques qui sont transférés vers l'unité centrale de régulation.

L'unité centrale de régulation a pour fonction de calculer les valeurs de consigne des unités anodiques, au départ des conditions de marche locales relevées par les unités locales de régulation, et
20 à transférer ces valeurs de consigne vers les unités locales de régulation.

En pratique, dans une cellule d'électrolyse à cathode de mercure, en exploitation, la valeur optimum de la distance anode-cathode est rarement identique pour toutes les anodes. Elle diffère
25 généralement d'une anode à l'autre, en fonction notamment de la géométrie de l'anode, de son degré d'usure ou de sa position dans la cellule.

Par ailleurs, toutes autres choses restant égales, la valeur optimum des distances anode-cathode dans une cellule à mercure est
30 souvent influencée par la position de la cellule parmi un groupe de cellules.

Tenant compte de ces observations, dans une forme de réalisation spécialement avantageuse de l'invention, le détecteur associé à chaque unité locale de régulation comprend un organe de repérage
35 de la position de l'unité anodique scrutée dans l'unité électro-

- 7 -

lytique, et l'unité centrale de régulation comprend un organe de repérage de la position, dans le groupe de cellules, de l'unité électrolytique associée à l'unité locale scrutée.

Dans cette forme de réalisation de l'installation selon

5 l'invention, le circuit de consigne associé à l'unité centrale est alimenté en signaux supplémentaires définissant la position de l'unité anodique scrutée et de l'unité électrolytique qui la contient et il est ainsi à même d'apporter un correctif supplémentaire dans la définition de la valeur de consigne.

10 Généralement, dans les cellules d'électrolyse en activité, on peut répartir les unités anodiques en trois catégories, selon la distance qui les sépare de la cathode. Une première catégorie comprend les unités anodiques qui occupent une position pour laquelle cette distance est proche de la valeur idéale et qui ne requièrent
15 dès lors pas un ajustement ; une deuxième catégorie d'unités anodique est constituée par celles qui occupent une position exagérément éloignées de la cathode et qu'il convient d'ajuster si on cherche à améliorer le rendement énergétique de l'électrolyse ; la troisième catégorie d'unités anodiques regroupe celles qui occupent une
20 position exagérément proche de la cathode et qui requièrent de ce fait une intervention rapide pour éviter un court-circuit local et une détérioration de l'anode.

En pratique, il est souhaitable d'assurer, dans l'ordre, d'abord un réglage des unités anodiques de la troisième catégorie,
25 puis un réglage de celles de la deuxième catégorie.

Selon une forme de réalisation préférée de l'installation selon l'invention, conçue spécialement pour la mise en oeuvre de ce mode idéal de régulation, chaque unité locale de régulation comprend, d'une part, entre le circuit de comparaison et le dispositif de
30 réglage motorisé, une mémoire de comparaison pour le stockage des signaux provenant dudit circuit de comparaison et, d'autre part, un programmeur conçu pour réaliser le fonctionnement de l'unité locale en deux phases comprenant, dans une première phase, une scrutation des unités anodiques et un couplage du circuit de
35 comparaison avec la mémoire de comparaison et, dans une seconde

phase, une scrutation des unités anodiques et un couplage de la mémoire de comparaison avec un organe d'actionnement du dispositif de réglage motorisé.

Dans cette forme de réalisation de l'invention, la première phase de scrutation sert à établir les signaux de comparaison des unités anodiques et la seconde phase de scrutation sert exclusivement au réglage des unités anodiques à partir de ces signaux. Il est possible de programmer le programmeur de manière, par exemple, qu'au cours de la seconde phase de scrutation, les unités anodiques soient scrutées successivement l'une après l'autre dans l'ordre des distances anode-cathode croissantes.

A cet effet, selon une variante avantageuse de cette forme d'exécution de l'invention, la mémoire de comparaison de chaque unité locale de régulation comprend un répartiteur des signaux stockés dans un ordre correspondant à des distances anode-cathode croissantes et son programmeur est couplé au répartiteur en sorte d'exécuter la scrutation dans la seconde phase, dans l'ordre du stockage des signaux dans la mémoire de comparaison.

Selon une forme de réalisation spécialement avantageuse de l'installation selon l'invention, chaque unité locale de régulation comprend une mémoire pour le stockage des signaux de consigne (qui, dans la suite, sera appelée "mémoire de consigne"), une mémoire pour le stockage des signaux provenant du transformateur (qui, dans la suite, sera désignée "mémoire de conductance") et une mémoire pour le stockage des signaux provenant du convertisseur (qui, par la suite, sera désignée "mémoire de marche locale"); par ailleurs, l'unité centrale de régulation comprend une mémoire pour le stockage des signaux provenant du convertisseur des unités locales de régulation et une mémoire pour le stockage des signaux provenant du circuit de consigne (dans la suite, ces deux mémoires sont appelées respectivement "mémoire de marche locale" et "mémoire de consigne").

Cette forme de réalisation de l'invention permet une plus grande souplesse de fonctionnement de l'installation, en permettant notamment que les unités locales et l'unité centrale de régulation réalisent plusieurs fonctions simultanément.

Ainsi, selon une variante intéressante de cette forme de réalisation de l'invention, chaque mémoire de l'unité centrale de régulation est divisée en plusieurs sections de stockage correspondant chacune à une unité locale de régulation, et l'unité centrale
5 de régulation est programmée de manière à réaliser des séquences opératoires successives de trois étapes comprenant :

- une étape de scrutation d'une unité locale de régulation avec couplage de la mémoire de marche locale de cette unité locale de régulation à la section afférente à cette unité locale dans
10 la mémoire de marche locale de l'unité centrale;
- une étape de couplage du circuit de consigne de l'unité centrale de régulation avec la section afférente à une unité locale de régulation, dans la mémoire de marche locale de l'unité centrale;
- une étape de scrutation d'une unité locale de régulation avec
15 couplage de la mémoire de consigne de cette unité locale à la section afférente à cette unité locale dans la mémoire de consigne de l'unité centrale de régulation.

Dans cette forme de réalisation de l'invention, les trois étapes de chaque séquence opératoire peuvent être opérées sur la
20 même unité locale de régulation ou sur des unités locales distinctes, et elles peuvent être exécutées simultanément ou séparément, selon les caractéristiques constructives de l'unité centrale.

Selon un mode d'exécution particulier de cette forme de réalisation de l'invention, on préfère toutefois que les deux étapes
25 citées en premier lieu ci-dessus soient exécutées sur une même unité locale de régulation, tandis que la troisième étape est exécutée sur une autre unité locale. On préfère par ailleurs que l'unité centrale de régulation exécute l'étape citée en deuxième lieu, après avoir exécuté les deux autres étapes.

30 L'installation selon l'invention, principalement dans son mode d'exécution qui vient d'être décrit, présente le grand avantage de raccourcir la durée globale du contrôle et du réglage des unités anodiques et, par voie de conséquence, d'augmenter la fréquence de ces contrôles et de ces réglages. Il s'ensuit qu'en régime normal
35 de fonctionnement des cellules d'électrolyse, les unités anodiques

occupent en permanence des positions proches de l'optimum et ne requièrent dès lors que des ajustements modérés. Cette particularité autorise l'utilisation, pour le dispositif de réglage motorisé, de moteurs électriques à vitesse de rotation lente et par conséquent de faible puissance et de faible encombrement, dont le coût, la
5 consommation électrique et les frais d'entretien sont modérés.

La possibilité, offerte par l'installation selon l'invention, de s'accomoder de moteurs électriques de puissance modérée apporte l'avantage supplémentaire de simplifier grandement leur circuit
10 électrique de commande. Celui-ci s'accommode facilement et avantageusement de composants électroniques à semi-conducteurs du type du thyristor ou du type du TRIAC, selon que les moteurs utilisés sont à courant continu ou à courant alternatif, les semi-conducteurs du type TRIAC étant des assemblages équivalents à deux thyristors
15 opposés, munis d'une gachette unique d'amorçage, (Techniques de l'Ingénieur, électronique E-1022, 3-1972, p. 10).

Dans une forme de réalisation particulièrement avantageuse de l'installation selon l'invention, le dispositif de réglage motorisé est constitué de moteurs à courant alternatif du type synchrone,
20 éventuellement équipés d'un réducteur de vitesse. Du fait qu'ils se caractérisent par une vitesse de rotation constante, l'utilisation de moteurs synchrones présente l'avantage de faciliter le contrôle de l'amplitude du déplacement des unités anodiques, en opérant simplement une mesure de la durée de fonctionnement des moteurs.

L'utilisation de moteurs synchrones s'est révélée spécialement avantageuse dans la forme de réalisation préférée décrite plus haut, où les unités locales de régulation fonctionnent en deux phases successives comprenant respectivement une première phase de
25 scrutation des unités anodiques servant à l'établissement des signaux de comparaison afférents aux unités anodiques et une seconde phase de scrutation servant au réglage des unités anodiques à partir de ces signaux de comparaison. En effet, dans une variante de cette forme de réalisation préférée, le programmeur de chaque unité locale de régulation est programmé de manière que, dans la
30 seconde phase de scrutation, l'organe de scrutation opère, pour

chaque unité anodique, une séquence de scrutations successives comprenant :

- 5 - une première scrutation avec couplage de la mémoire de comparaison de l'unité locale de régulation avec l'organe d'actionnement du dispositif de réglage motorisé de l'unité anodique : au cours de cette première scrutation, le dispositif de réglage motorisé de l'unité anodique est démarré automatiquement dans le sens adéquat en fonction du signal de comparaison afférent à cette unité anodique ;
- 10 - des scrutations ultérieures répétées, avec couplage de l'organe de mesure, du transformateur, du circuit de comparaison et du dispositif de réglage motorisé de l'unité anodique scrutée : au cours de chacune de ces scrutations, l'unité locale de régulation opère une comparaison entre la conductance instan-
- 15 tanée mesurée et la valeur de consigne et elle arrête le dispositif de réglage motorisé si la différence entre ces deux grandeurs tombe, en valeur absolue, sous une valeur de seuil prédéterminée.

Cette variante de l'invention présente l'avantage remarquable de permettre le réglage de plusieurs unités anodiques simultanément sur chaque unité électrolytique, puisqu'entre deux scrutations successives d'une unité anodique, l'organe de scrutation peut scruter d'autres unités anodiques de l'unité électrolytique et démarrer, si nécessaire, leurs dispositifs de réglage motorisé

25 respectifs.

Des particularités et détails de l'invention apparaîtront au cours de la description suivante de quelques formes de réalisation, en référence aux dessins annexés.

La figure 1 est une vue schématique, en plan, d'un groupe de

30 cellules d'électrolyse à cathode de mercure, reliées à une installation de régulation conforme à l'invention;

La figure 2 est une échelle des signaux de comparaison des anodes d'une cellule du groupe de cellules d'électrolyse.

On a représenté à la figure 1 un groupe de trois cellules à

35 cathode de mercure 1,2,3 pour l'électrolyse de solutions aqueuses

de chlorure de sodium. Ces cellules d'électrolyse sont du type à cathode horizontale de mercure (J.S.Sconce, Chlorine, its manufacture, properties and uses, 1962, Reinhold Publishing Corporation, New York, pages 181 à 194). Elles comprennent une cathode mobile de
5 mercure faiblement inclinée, au-dessus de laquelle des anodes telles que 4, 4', 4'', 5, 5', 5'' sont suspendues par des tiges de support individuelles 6. Les anodes sont réparties en plusieurs rangs parallèles d'anodes couplées en dérivation à des barres omnibus d'amenée de courant 7 (par exemples le rang des anodes 4,
10 4' et 4'' et le rang des anodes 5, 5' et 5''). Les tiges de support 6 des anodes sont déplaçables verticalement et individuellement pour ajuster l'écart entre chaque anode et la cathode et, à cet effet, un moteur électrique, non représenté, est associé à chaque tige d'anode 6. Pour éviter une détérioration des moteurs au
15 contact de l'atmosphère corrosive régnant généralement autour des cellules, chaque moteur est noyé dans une masse d'une résine synthétique coulée autour du moteur et traversée de manière étanche par l'arbre du moteur.

L'installation de régulation du groupe de cellules 1, 2, 3
20 comprend trois unités locales de régulation 8, associées chacune à une cellule d'électrolyse individuelle et une unité centrale de régulation 9 associée aux trois unités locales 8.

Chaque unité locale 8 est conçue pour scruter successivement et séparément chaque anode de sa cellule, selon un ordre logique
25 prédéterminé, mesurer la conductance de la couche d'électrolyte entre l'anode scrutée et la cathode, comparer la conductance mesurée à une valeur de consigne et modifier, en cas de besoin, la position de l'anode scrutée en fonction du résultat de la comparaison. A cet effet, les unités locales 8 comprennent chacune :

- 30 - un organe de scrutation schématisé en 10, qui a pour fonction de brancher les anodes de la cellule, l'une après l'autre, sur les organes fonctionnels de l'unité locale ;
- un organe de mesure 11 de la conductance de la couche d'électrolyte séparant l'anode scrutée de la cathode ;

- 13 -

- un transformateur 12 couplé à l'organe de mesure 11 et destiné à convertir la valeur numérique de la conductance en un signal de tension électrique ;
- une mémoire de conductance 13, associée au transformateur 12;
- 5 - un détecteur 14 de conditions locales de marche de la cellule associée à l'unité locale ;
- un convertisseur 15 des valeurs numériques relevées par le détecteur 14, en signaux de tension électrique ;
- une mémoire de marche locale 16 associée au convertisseur 15;
- 10 - une mémoire de consigne 17;
- un circuit de comparaison 18 associé aux mémoires 16 et 17;
- une mémoire de comparaison 19 associée au circuit de comparaison 18 ;
- un programmeur 20.

15 Dans chaque unité locale de régulation 8, les mémoires 13, 16, 17 et 19 sont divisées chacune en plusieurs sections de stockage 13a, 13b, ..., 16a, 16b, ..., 17a, 17b, ..., 19a, 19b, ..., chaque section de stockage, dans chaque mémoire, correspondant à une anode individuelle de la cellule d'électrolyse associée à l'unité locale

20 de régulation. Par exemple, dans l'unité locale 8 associée à la cellule 1, des sections de stockage 13a, 16a, 17a et 19a correspondent chacune à la seule anode 4 de cette cellule 1.

L'unité centrale 9 a pour fonction de calculer les valeurs de consigne afférentes respectivement aux anodes scrutées, à partir

25 des informations relevées par le détecteur 14 des unités locales 8. Elle comprend, à cet effet :

- un organe de scrutation 21 destiné à brancher sélectivement et successivement chaque unité locale 8 sur l'unité centrale 9 ;
- une mémoire de marche locale 22, destinée à être couplée
- 30 sélectivement aux mémoires de marche locale 16 des unités locales 8;
- un circuit de consigne 23 qui a pour fonction de produire les signaux de consigne nécessaires au fonctionnement des unités locales 8 ;

- une mémoire de consigne 24 associée au circuit de consigne 23;
- un organe de repérage 25 de l'unité locale 8 scrutée ;
- un programmeur 26.

5 Dans l'unité centrale de régulation 9, les mémoires 22 et 24 sont divisées chacune en trois sections de stockage 22a, 22b, 22c, 24a, 24b, 24c, chaque section, dans chaque mémoire, correspondant à une unité locale individuelle 8. Chaque section de stockage est par ailleurs divisée en plusieurs zones de stockage indépendantes, non représentées, qui correspondent chacune à une anode de l'installation d'électrolyse.

10 Dans l'exemple d'application qui va suivre, le programmeur 20 des unités locales de régulation 8 a été programmé de manière que les unités locales fonctionnent de manière cyclique, indépendamment les unes des autres, chaque cycle comportant cinq phases opératoires successives telles que décrites ci-après.

15 Ainsi, un cycle de fonctionnement de l'unité locale 8 associée à la cellule 1 comprend, dans l'ordre chronologique, les cinq phases opératoires suivantes.

20 Dans une première phase opératoire, l'unité locale 8 de la cellule 1 est scrutée par l'unité centrale 9 et la mémoire de consigne 17 de cette unité locale est couplée à la section 24a de la mémoire de consigne 24 de l'unité centrale 9, via un circuit de transmission 27a. Pendant cette phase, la mémoire 17 stocke des valeurs de consigne afférentes respectivement à toutes les anodes de la cellule 1.

25 A l'issue de la première phase opératoire, l'unité centrale 9 est débranchée de l'unité locale 8 associée à la cellule 1.

30 Dans une deuxième phase opératoire, l'unité locale 8 de la cellule 1 scrute successivement selon un ordre logique préétabli, toutes les anodes de la cellule 1, en commençant par exemple par l'anode 4. Pendant que l'anode 4 est scrutée, le détecteur 14 relève des données locales de marche de la cellule 1, telles que par exemple la température et la concentration de la solution de chlorure de sodium à l'entrée et à la sortie de la cellule, ou au niveau du rang des anodes 4, 4', 4'', le débit du mercure dans la

- 15 -

cellule, le numéro de l'anode scrutée 4. Ces données locales sont transférées, dans le convertisseur 15 où elles sont converties chacune en un signal de tension électrique distinct, qui est ensuite stocké dans la section 16a de la mémoire de marche locale 16.

- 5 L'organe de mesure 11 relève l'intensité I du courant électrique dans l'anode 4 et la tension électrique U entre l'anode 4 et la sole de la cellule 1, puis exécute l'opération :

$$\frac{I}{U - E_0}$$

- 10 dans laquelle E_0 désigne la tension réversible de la réaction d'électrolyse pour l'anode considérée.

La tension réversible E_0 est une donnée fixe qui dépend notamment de la nature du matériau de l'anode et de la position de celle-ci dans la cellule. Dans le cas d'anodes en titane portant
15 un revêtement actif formé d'un mélange d'oxyde de ruthénium et d'oxyde de titane, E_0 est généralement fixée entre 3,10 et 3,30V, selon la position de l'anode dans la cellule.

Le résultat de l'opération précitée représente la conductance de la couche d'électrolyte sous l'anode 4 dans la cellule 1 ; il
20 peut être obtenu de la manière décrite dans les brevets BE-A-668 236 et BE-A-695 771 cités plus haut.

Dans le transformateur 12, le résultat de l'opération susdite est convertie en une tension électrique qui est transférée dans la section 13a de la mémoire de conductance 13.

- 25 Les opérations précitées de la deuxième phase opératoire du cycle sont répétées successivement pour toutes les autres anodes de la cellule 1, et les signaux obtenus sont stockés respectivement dans les sections 13b, 13c,... de la mémoire de conductance 13 et dans les sections 16b, 16c,... de la mémoire de marche locale 16.

- 30 Dans la troisième phase opératoire, le circuit de comparaison 18 est actionné et branché sur les mémoires de conductance 13, de consigne 17 et de comparaison 19. Le circuit de comparaison 18 opère la soustraction des signaux de tension de la mémoire 17, de ceux de la mémoire 13 et transfère les signaux résultants (signaux
35 de comparaison) dans les sections de stockage 19a, 19b, 19c,... de la mémoire de comparaison 19.

Dans la quatrième phase opératoire du cycle de fonctionnement de l'unité locale 1 de la cellule 1, l'organe de scrutation 10 opère une nouvelle scrutation des anodes de la cellule et, pour chaque anode scrutée, il couple le circuit d'actionnement du moteur de l'anode à la section 19a, 19b, ... de la mémoire de comparaison 19, ce qui provoque le démarrage du moteur dans le sens requis, jusqu'à annulation du signal correspondant à cette anode dans la mémoire de comparaison 19.

Dans une cinquième phase, l'unité locale 8 est scrutée par l'unité centrale 9 et les mémoires de marche locale 16 et 22 de ces deux unités de régulation sont couplées l'une à l'autre via un circuit de transmission 28a, pour transférer les signaux de la mémoire 16 dans la section de stockage 22a.

Le programmeur 26 de l'unité centrale 9 est programmé de manière que celle-ci exécute une succession de séquences opératoires de trois étapes comprenant une première étape correspondant à la cinquième phase précitée d'un cycle de fonctionnement d'une unité locale 8, une deuxième étape correspondant à la deuxième phase d'un cycle de fonctionnement d'une autre unité locale 8 et une troisième étape au cours de laquelle l'unité centrale 9 définit, à partir des informations recueillies à la première étape, des valeurs de consigne afférentes à un cycle ultérieur de fonctionnement de l'unité locale 8 traitée à la première étape.

Par exemple, une séquence opératoire de l'unité centrale 9 va comprendre :

- une première étape au cours de laquelle l'unité centrale 9 scrute l'unité locale 8 de la cellule 2 pour coupler les mémoires de marche locale 16 et 22 de ces deux unités de régulation via le circuit 28b et transférer les signaux de la mémoire 16 dans la section 22b de la mémoire 22;
- une deuxième étape, au cours de laquelle l'unité centrale 9 scrute l'unité locale 8 de la cellule 3 pour coupler la section 24c de la mémoire de consigne 24 à la mémoire de consigne 17 de cette unité locale, via le circuit 27c; au cours de cette étape, des valeurs de consigne, définies dans l'unité centrale 9

au cours d'une séquence opératoire antérieure, sont transférées vers la mémoire de consigne 17 de l'unité locale 8 de la cellule 3;

- 5 - une troisième étape, au cours de laquelle le circuit de consigne 23 de l'unité centrale 9 est couplé à la mémoire de consigne 24. Pendant cette étape, le circuit de consigne 23 traite les signaux qui ont été stockés dans la section 22b de la mémoire 22 au cours de la première étape et fournit une tension de consigne propre à chaque anode de la cellule 2, et cette
- 10 tension de consigne est stockée dans la section 24b de la mémoire de consigne 24 jusqu'à une séquence opératoire ultérieure, au cours de laquelle l'unité locale 8 de la cellule 2 sera scrutée à la deuxième étape.

La tension de consigne est une valeur de tension électrique,

15 qui est représentative de la valeur de consigne de la conductance de la couche d'électrolyte sous l'anode considérée, par exemple l'anode 4 de la cellule 2. Par définition, cette valeur de consigne est la conductance qu'aurait la couche d'électrolyte entre l'anode 4 de la cellule 2 et sa cathode de mercure, dans les conditions

20 locales de marche relevées par le détecteur 14, si l'anode 4 occupait une position idéale prédéterminée.

On peut éventuellement introduire dans le circuit de consigne 23 un signal de tension supplémentaire provenant de l'organe de repérage 25, si, dans le calcul de la valeur de consigne, on souhaite

25 tenir compte de la position de la cellule scrutée 1 dans le groupe de cellules d'électrolyse.

En régime normal de fonctionnement des cellules d'électrolyse, il n'y a en général qu'un nombre limité d'anodes qui occupent des positions critiques très dangereuses (très proches du court-circuit

30 avec la cathode) ou très peu économiques (car exagérément éloignées de la cathode), de sorte qu'en pratique, il n'y a qu'un nombre limité d'anodes dont la position doit être ajustée.

Tenant compte de cette observation, dans une variante d'exécution préférée de l'installation de régulation qui vient d'être décrite,

35 la mémoire de comparaison 19 des unités locales 8 comprend un

répartiteur des signaux de tension de comparaison qui y sont stockés. Le répartiteur a pour fonction de répartir les signaux stockés en trois catégories de signaux qui sont exemplifiés au diagramme de la figure 2, dans lequel l'axe des ordonnées exprime les tensions de
5 comparaison exprimées par exemple en millivolts.

Une première catégorie comprend les signaux de comparaison qui sont compris entre deux valeurs limites fixes prédéterminées a et b, situées de part et d'autre de la valeur nulle idéale et qui correspondent ainsi aux anodes occupant une position proche de
10 l'optimum par rapport à la cathode de leur cellule; la deuxième catégorie regroupe les signaux de comparaison qui sont inférieurs à la limite inférieure a, par exemple le signal c, et qui correspondent ainsi aux anodes occupant une position exagérément éloignée de la cathode; la troisième catégorie comprend tous les signaux de
15 comparaison tels que d, qui sont supérieurs à la limite supérieure b et qui correspondent ainsi aux anodes qui sont trop proches de la cathode.

Dans la deuxième catégorie, les signaux de comparaison sont répartis dans l'ordre de leurs valeurs absolues décroissantes, ce
20 qui correspond à un classement des anodes correspondantes dans l'ordre des distances anode-cathode décroissantes. Dans la troisième catégorie, les signaux de comparaison sont répartis dans l'ordre de leurs valeurs absolues décroissantes, ce qui correspond à un classement des anodes correspondantes dans l'ordre des distances
25 anode-cathode croissantes.

Les programmeurs 20 des unités locales 8 sont par ailleurs programmés de manière que, dans la quatrième phase opératoire du cycle de fonctionnement des unités locales 8, la scrutation des anodes de chaque cellule soit réalisée dans l'ordre de répartition
30 des signaux de comparaison dans la mémoire de comparaison 19, en commençant par la troisième catégorie de signaux, puis la deuxième catégorie.

Cet ordre de scrutation revient ainsi à scruter d'abord les anodes occupant une position dangereuse, trop proche de la cathode,
35 puis les anodes occupant une position exagérément éloignées de la

cathode par rapport à une position idéale de référence. Les anodes de la première catégorie ne sont pas scrutées au cours de cette quatrième phase opératoire.

Cette variante d'exécution préférée de l'installation selon
5 l'invention permet de réduire le temps affecté à la quatrième phase opératoire du cycle de fonctionnement des unités locales 8, à celui qui est nécessaire pour scruter et ajuster une partie seulement des anodes de chaque cellule, car dans tous les cas, ce sont les anodes dont la position est la plus dangereuse qui sont ajustées en premier
10 lieu.

Cette variante d'exécution de l'invention permet ainsi de raccourcir la durée des cycles de fonctionnement des unités locales et, par voie de conséquence, d'augmenter la fréquence des contrôles et des réglages des anodes des cellules.

15 Dans un mode de réalisation spécialement avantageux de cette variante d'exécution de l'invention, les moteurs des anodes sont des moteurs à courant alternatif du type synchrone et le programmeur
20 des unités locales de régulation 8 est programmé de manière qu'au cours de la quatrième phase opératoire, l'organe de scrutation
20 10 opère, pour chaque anode, une séquence de scrutations successives séparées l'une de l'autre par un intervalle de temps constant, dont la durée est au maximum égale au temps mis par l'anode pour parcourir une distance égale à celle séparant la position (a) de la position
(0). Entre deux scrutations consécutives d'une même anode (par
25 exemple l'anode 4), l'organe de scrutation 10 opère une série de scrutations d'anodes voisines (par exemple des anodes 4', 4'', ...).

Par exemple, dans le cas de la cellule 1, l'organe de scrutation
10 va, au cours de la quatrième phase opératoire, scruter successive-
ment, d'abord l'anode 4 et démarrer son moteur dans le sens requis,
30 puis l'anode 4' et démarrer son moteur et finalement l'anode 4'' et démarrer le moteur de celle-ci. Dès ce moment, les trois moteurs des trois anodes 4, 4', 4'' tournent en permanence, à vitesse constante, de sorte que les anodes 4, 4' et 4'' sont déplacées en permanence en regard de la cathode, chacune dans un sens défini, à vitesse
35 constante.

L'organe de scrutation 10 revient ensuite à l'anode 4 et opère une nouvelle scrutation de celle-ci : au cours de cette deuxième scrutation, l'organe de mesure 11 relève la valeur instantanée de la conductance de la couche d'électrolyte sous l'anode 4, le résultat
5 est transféré, via le transformateur 12, au circuit de comparaison 18 et celui-ci émet un signal représentatif de la différence entre la conductance instantanée mesurée et la valeur de consigne qui avait été stockée au cours de la première phase opératoire décrite plus haut. Si le signal de comparaison émis 18 ne tombe pas
10 au-dessous d'une valeur de seuil correspondant à une position correcte de l'anode 4, son moteur est maintenu en marche. L'organe de scrutation 10 passe ensuite à l'anode 4' puis à l'anode 4" et les opérations susdites sont exécutées séparément pour chacune de ces deux anodes. Ce cycle de scrutations des anodes 4, 4', 4" est
15 répété à plusieurs reprises, à intervalles de temps réguliers définis plus haut. Dès que le signal de comparaison 18 relevé pour une anode (4, 4' ou 4") tombe sous la valeur de seuil précitée, le moteur de cette anode est arrêté.

Les scrutations successives du groupe d'anodes 4, 4', 4" sont
20 poursuivies par exemple jusqu'à épuisement d'un temps fixe imparti ou jusqu'à ce que les trois anodes 4, 4' et 4" aient été correctement ajustées.

L'organe de scrutation 10 passe alors à un groupe voisin d'anodes, par exemple le groupe des anodes 5, 5' et 5" et recommence
25 pour celles-ci les mêmes séquences de scrutation.

REVENDICATIONS

1 - Installation pour la régulation d'un groupe de cellules d'électrolyse à anodes multiples déplaçables en regard d'une cathode de mercure, comprenant des unités locales de régulation (8) qui sont associées chacune à une unité électrolytique (1, 2, 3) du

5 groupe de cellules et qui comprennent chacune :

- un organe de scrutation sélective (10) d'unités anodiques (4, 4', 4'', 5, 5', 5'') déplaçables individuellement dans l'unité électrolytique,
- un organe de mesure (11) de la valeur instantanée de la conduc-
- 10 tance électrique de la couche d'électrolyte entre l'unité anodique scrutée et la cathode,
- un transformateur (12) de ladite valeur en un signal électrique
- un circuit de comparaison (18) dudit signal avec un signal de consigne représentatif d'une valeur de consigne de la conductance
- 15 électrique,
- un dispositif de réglage motorisé de la position de l'unité anodique scrutée, relié au circuit de comparaison,

caractérisée en ce que chaque unité locale de régulation (8) comprend en outre un détecteur (14) de conditions de marche locales de

20 l'unité électrolytique et un convertisseur (15) des conditions de marche locales détectées en signaux électriques, et en ce que les unités locales de régulation (8) du groupe de cellules sont couplées à une unité centrale de régulation (9) qui comprend :

- un organe de scrutation sélective (21) des unités locales de
- 25 régulation (8),
- un circuit de consigne (23) pour le traitement des signaux provenant du convertisseur (15) de l'unité locale (8) scrutée et la définition, au moyen de ceux-ci, du signal de consigne,
- un organe de transmission du signal de consigne vers le
- 30 circuit de comparaison (18) de l'unité locale scrutée,

2 - Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que le détecteur (14) associé à chaque unité locale de régulation (8) comprend un organe de repérage de la position de l'unité anodique scrutée, dans l'unité électrolytique et en ce que l'unité centrale

de régulation (9) comprend un organe de repérage de la position, dans le groupe de cellules, de l'unité électrolytique associée à l'unité locale (8) scrutée.

3 - Installation selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que chaque unité locale de régulation (8) comprend, d'une part, entre le circuit de comparaison (18) et le dispositif de réglage motorisé, une mémoire de comparaison (19) pour le stockage des signaux provenant du circuit de comparaison et, d'autre part, un programmeur (20) conçu pour réaliser le fonctionnement de l'unité locale en deux phases comprenant, dans une première phase, une scrutation des unités anodiques et un couplage du circuit de comparaison (18) avec la mémoire de comparaison (19) et, dans une seconde phase, une scrutation des unités anodiques et un couplage de la mémoire de comparaison (19) avec un organe d'actionnement du dispositif de réglage motorisé.

4 - Installation selon la revendication 3, caractérisée en ce que la mémoire de comparaison (19) de chaque unité locale de régulation (8) comprend un répartiteur des signaux stockés en trois catégories comprenant une première catégorie qui regroupe les signaux afférents aux unités anodiques pour lesquelles la distance anode-cathode est comprise entre une limite supérieure (a) et une limite inférieure (b), une deuxième catégorie qui regroupe les signaux afférents aux unités anodiques pour lesquelles la distance anode-cathode est supérieure à la limite supérieure (a) et une troisième catégorie qui regroupe les unités anodiques pour lesquelles la distance anode-cathode est inférieure à la limite inférieure (b), et en ce que le dispositif de réglage motorisé est doté d'un organe d'actionnement qui est conçu pour actionner ledit dispositif uniquement dans le cas des unités anodiques de la deuxième et de la troisième catégorie.

5 - Installation selon la revendication 3 ou 4, caractérisée en ce que le dispositif de réglage motorisé est un moteur à courant alternatif du type synchrone.

- 23 -

6 - Installation selon la revendication 5, caractérisée en ce que le programmeur (20) est programmé de manière que, dans la seconde phase précitée, l'organe de scrutation (10) opère, pour chaque unité anodique (4, 4', 4'', ..., 5, 5', ...), une séquence de
5 scrutations successives comprenant une première scrutation avec couplage de la mémoire de comparaison (19) avec l'organe d'actionnement du dispositif de réglage motorisé de l'unité anodique et des scrutations ultérieures répétées avec couplage de l'organe de mesure (11), du transformateur (12), du circuit de comparaison (18)
10 et du dispositif de réglage motorisé.

7 - Installation selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisée en ce que chaque unité locale de régulation (8) comprend une mémoire de consigne (17) pour le stockage des signaux de consigne, une mémoire de conductance (13) pour le stockage des
15 signaux provenant du transformateur (12) et une mémoire de marche locale (16) pour le stockage des signaux provenant du convertisseur (15), et en ce que l'unité centrale de régulation (9) comprend une mémoire de marche locale (22) pour le stockage des signaux provenant du convertisseur (15) des unités locales et une mémoire de consigne
20 (24) pour le stockage des signaux de consigne provenant du circuit de consigne (24).

8 - Installation selon la revendication 7, caractérisée en ce que chaque mémoire (22, 24) de l'unité centrale de régulation (9) est divisée en sections de stockage (22a, 22b, 22c, ..., 24a, 24b, 24c, ...) correspondant chacune à une unité locale de régulation
25 (8), et l'unité centrale de régulation (9) est programmée de manière à réaliser des séquences opératoires successives de trois étapes comprenant une étape de scrutation d'une unité locale de régulation (8) avec couplage de la mémoire de marche locale (16) de cette
30 unité locale (8) à la section (22a, 22b, 22c, ...) afférente à cette unité locale, dans la mémoire de marche locale (22) de l'unité centrale de régulation (9), une étape de couplage du circuit de consigne (23) de l'unité centrale de régulation (9) avec la section
(22b, 22c, ..., 22a) afférente à cette unité locale de régulation
35 (8) dans la mémoire de marche locale (22) de l'unité centrale (9)

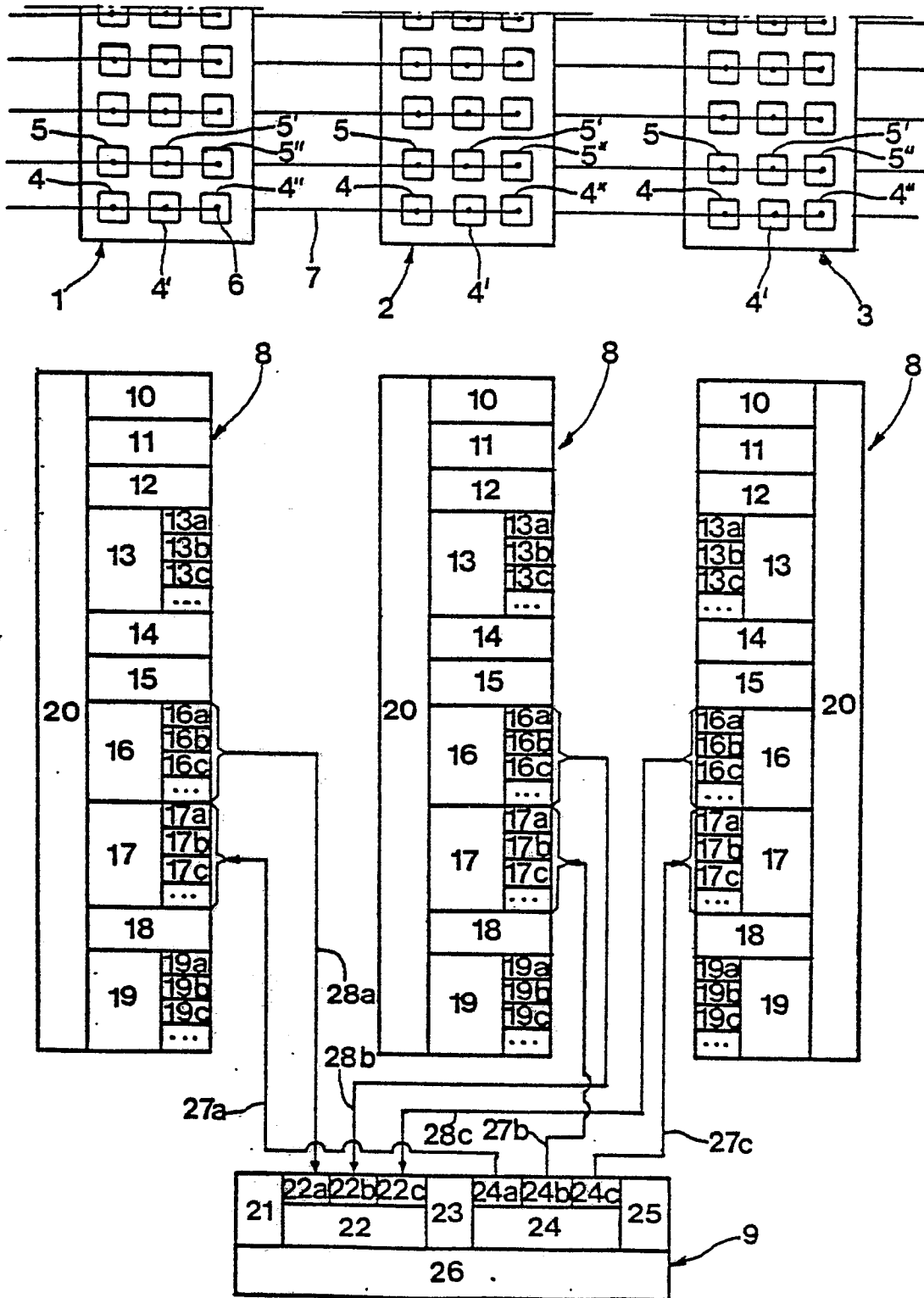
et une étape de scrutation d'une unité locale de régulation (8) avec couplage de la mémoire de consigne (17) de cette unité locale à la section (24c,... 24a, 24b) afférente à cette unité locale dans la mémoire de consigne (24) de l'unité centrale de régulation (9).

- 5 9 - Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que le détecteur (14) de conditions de marche locales de l'unité électrolytique (1, 2, 3) comprend des organes de mesure de paramètres sélectionnés dans l'unité électrolytique parmi le débit du mercure dans l'unité électrolytique, l'intensité globale
10 du courant électrique dans l'unité électrolytique, la température et la concentration de la couche d'électrolyte sous l'unité anodique scrutée.

- 10 - Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que l'unité anodique (4, 4', 4'', 5, 5', 5'')
15 est une anode individuelle de l'unité électrolytique (1, 2, 3) et le dispositif de réglage motorisé comprend un moteur électrique individuel pour chaque anode.

1/2

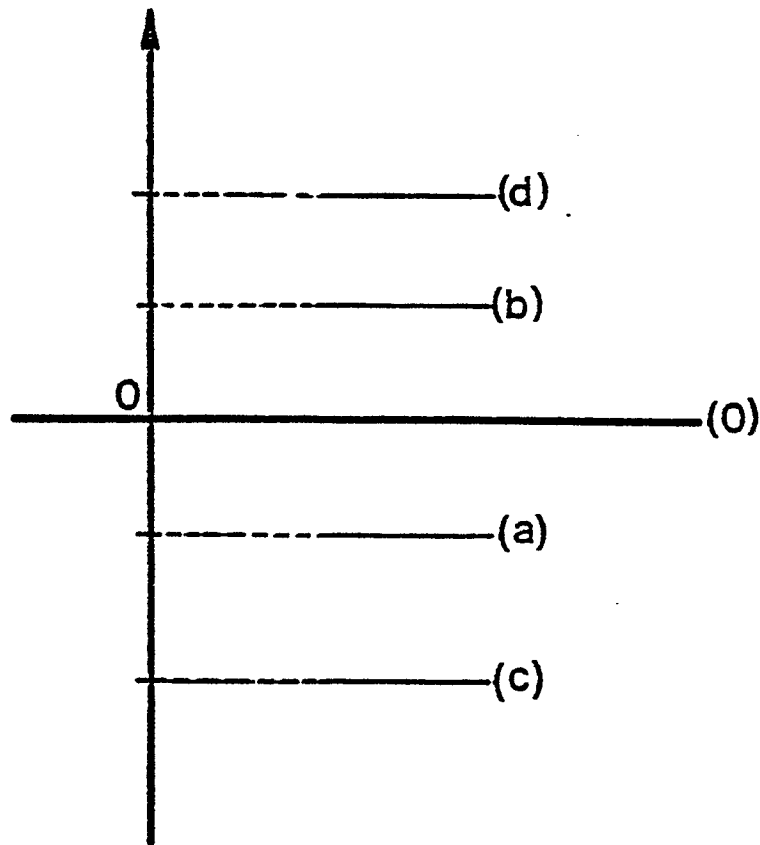
FIG 1



2/2

0085999

FIG 2



| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | | |
|---|---|---|---|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | Revendication concernée | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3) |
| D, A | FR-A-2 396 098 (HÖCHST) | | C 25 B 15/04 |
| A | FR-A-2 248 336 (SIEMENS) | | |
| A | DE-A-2 637 232 (RALSTON) | | |
| A | DE-A-1 567 955 (SCHÄFER) | | |
| Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications | | | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3) |
| | | | C 25 B 15 |
| Lieu de la recherche LA HAYE | | Date d'achèvement de la recherche 18-05-1983 | Examineur GROSEILLER PH.A. |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES | | T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant | |
| X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire | | | |