

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑪

N° 82 03186

⑤④ Appareil destiné à maintenir un produit chimique dissous dans une solution à une concentration présélectionnée.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. ³). G 05 D 21/02; B 01 J 4/02; G 05 D 11/13.

②② Date de dépôt..... 25 février 1982.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : *EUA, 25 février 1981, n° 236 072.*

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 34 du 27-8-1982.

⑦① Déposant : CONSOLIDATED DESIGN, INC. (société de droit américain), résidant aux EUA.

⑦② Invention de : Everett Cole et Lawrence Heiser.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Malémont,
42, av. du Président-Wilson, 75116 Paris.

La présente invention concerne de manière générale le domaine d'appareils destinés à la mesure et au contrôle rapides de solutions et a pour objet un appareil mettant en oeuvre de l'énergie à micro-ondes permettant de surveiller des solutions et de contrôler les caractéristiques recherchées de celles-ci, et ce de manière rapide et précise.

De nombreux procédés industriels et en laboratoire entraînent les mesures de diverses caractéristiques, telles que l'industrie de semi-conducteurs d'une part et l'industrie alimentaire de l'autre. De manière typique, chaque industrie a mis au point un procédé ou un appareil particulier déterminé convenant assez bien à cette industrie mais mal adapté à des applications en dehors de cette industrie déterminée. Beaucoup des procédés font intervenir une ou plusieurs mesures manuelles qui prennent du temps et qui ne conviennent donc pas pour des opérations automatisées. La précision et la reproductibilité des mesures varient en outre souvent entre de larges limites ; de manière générale, les mesures effectuées à la main tendent à être plus précises mais varient souvent, elles aussi, dans de larges limites ; en général, les mesures effectuées manuellement tendent à être plus précises mais prennent également beaucoup de temps.

Comme exemple précis des types de mesure devant être effectués fréquemment dans un environnement industriel, on peut citer les opérations requises pour effectuer des métallisations.

Pour effectuer la métallisation d'un substrat, opération fréquente dans la fabrication de circuits imprimés, il est souhaitable de plonger la plaque, sur laquelle la forme du circuit a été dessinée, dans un bain de métallisation dans lequel a été dissout un sel métallique. Le métal se dépose sur la plaque pour réaliser le réseau de conducteurs.

Le réseau de conducteurs sur une plaque à circuit imprimé a, de manière générale, une épaisseur atteignant au maximum plusieurs dizaines de microns. On donne au réseau de conducteurs une telle épaisseur pour en minimiser le coût, parce qu'on utilise souvent des métaux précieux pour réaliser au moins une partie du réseau conducteur. On donne à ce réseau cette épaisseur également pour diminuer la possibilité de court-circuits entre deux conducteurs, ce qui pourrait se produire si les conducteurs commencent à s'accroître l'un vers l'autre. A une température déterminée, l'épaisseur d'un réseau de conducteurs déposé par métallisation sur une plaque à circuit imprimé est liée à la fois à la

concentration du sel métallique contenu dans le bain et au temps que la plaque reste dans le bain. Toutefois, la concentration du sel métallique du bain de métallisation varie, elle aussi, avec le temps si on n'y ajoute pas du sel métallique au fur et à mesure que le métal est déposé sur la plaque.

5 A mesure du dépôt du métal, la concentration des ions métalliques diminue dans le bain de métallisation. Par conséquent, bien que la concentration initiale d'ions métalliques puisse être aisément mesurée ou calculée, la concentration varie avec le temps et peut varier d'une opération à l'autre, si les différents réseaux de conducteurs nécessitent des quantités de métalli-
10 sations différentes. De ce fait, il est souhaitable de pouvoir maintenir la concentration du sel métallique du bain de métallisation aussi constante que possible lors de l'opération de métallisation. Si l'on procède ainsi, on peut déterminer la profondeur de la métallisation par simple mesure du temps de sé-
15 jour de la plaque à circuit imprimé dans le bain de métallisation. Toutefois, si la concentration d'ions métalliques du bain varie dans de larges limites, on ne peut plus se servir du temps de séjour dans le bain pour déterminer la profondeur de la plaque. Du fait qu'il est souhaitable de maintenir la profon-
20 deur de la plaque à un niveau fixe, par exemple entre 0,5 et 2,5 microns, en fonction du procédé (une épaisseur plus importante entraînerait des pertes de matières et une moindre épaisseur aurait pour effet d'augmenter la résistance électrique du conducteur), on constate que si la concentration du bain de mé-
tallisation pourrait être maintenue d'une façon quelconque dans des limites étroites, on n'aurait qu'une seule variable, le temps, à contrôler pour obtenir une épaisseur désirée de métallisation.

25 La pratique courante de contrôle d'un bain de métallisation nécessite en général des mesures périodiques du bain effectuées par un opérateur. A des intervalles déterminés au cours de l'opération de métallisation, la personne chargée de contrôler le matériel de métallisation prélève un échantillon de la solution de métallisation, mesure la concentration du sel métallique compris
30 dans la solution et ajuste la concentration en fonction du résultat. Du fait que ce procédé ne peut être continu, il est évident que la concentration peut varier en dehors des limites déterminées entre les mesures. De manière générale, les sels métalliques s'épuisent au fur et à mesure du déroulement de l'opéra-
35 tion et l'opérateur doit ajouter une quantité importante de sel pour porter la concentration au niveau de la limite supérieure afin de s'assurer qu'elle ne

descende pas au-dessous de la limite inférieure avant la mesure suivante. Ces oscillations de concentration sont inefficaces et indésirables, peuvent entraîner des variations des propriétés chimiques et mécaniques de la métallisation et rendent impossible le contrôle précis de l'épaisseur en se basant
5 seulement sur les mesures du temps. En outre, le procédé qui consiste à prélever un échantillon du bain de métallisation peut même conduire à la contamination du bain par des saletés portées par l'instrument utilisé ; en outre, l'opérateur risque de faire des erreurs lors des essais manuels.

On connaît des dispositifs automatiques permettant de contrôler et
10 d'ajuster de manière continue la concentration d'un diluant dans un solvant. Le brevet américain 3 265 873 délivré au nom de Sawyer le 9 août 1966, divulgue un tel système. Toutefois, le dispositif décrit dans ce brevet ne convient pas au contrôle étroit de modifications minimales des concentrations de bain de
15 métallisation, entre autres solutions. Dans ce brevet, l'appareil décrit mesure la concentration d'un produit chimique ajouté dans un solvant immédiatement avant le passage de celui-ci dans l'appareil de contrôle. Aucun essai ne vise l'ajustement des concentrations des produits chimiques dans le bain lui-même. En outre, le dispositif n'est pas suffisamment précis pour permettre de mesurer de très faibles modifications de concentration. L'appareil de contrôle mesure
20 l'affaiblissement d'un faisceau micro-ondes traversant la solution en mouvement. Si la concentration varie de façon que l'affaiblissement se situe en dehors des limites sélectionnées, un contrôleur d'écoulement fait varier le débit des ions entrant dans le solvant. Le dispositif décrit dans ce brevet fait appel à un dédoubleur de faisceaux permettant de diviser un faisceau d'énergie à micro-
25 ondes en deux, une partie étant transmise à travers la solution tandis que l'autre partie est transmise à travers l'air. En outre, dans ce dispositif de Sawyer, le générateur d'énergie à micro-ondes est actionné par touches et ne fonctionne pas de manière continue. C'est-à-dire que le faisceau à micro-ondes est sous forme de créneaux séquentiels, d'où des quantités importantes d'énergie transmises en dehors de l'hyperfréquence désirée.
30

Un but de la présente invention est donc de réaliser un appareil, nouveau et perfectionné, dans lequel la concentration d'un produit chimique contenu dans une solution est contrôlée de manière continue et maintenue dans des limites de concentration présélectionnées.

35 Un autre but de l'invention est de fournir un procédé et un appareil nouveaux et perfectionnés, permettant de contrôler la concentration d'un produit

chimique dans un solvant en mettant en oeuvre un rayonnement à micro-ondes.

Un autre but de l'invention est de réaliser un nouvel appareil perfectionné permettant de contrôler de très faibles modifications de la concentration d'une solution électrolytique et d'ajuster la concentration si elle
5 dépasse des limites sélectionnées.

Un autre but de l'invention est de réaliser un appareil permettant de mesurer de manière rapide et précise les caractéristiques sélectionnées d'un fluide.

Un autre but de l'invention est de réaliser un appareil perfectionné
10 permettant de mesurer et d'ajuster de manière rapide et précise les caractéristiques sélectionnées d'un fluide.

En bref, l'invention a pour objet un nouvel appareil perfectionné permettant de mesurer et d'ajuster une caractéristique sélectionnée d'un fluide, telle que la concentration d'un électrolyte contenu dans une solution
15 telle qu'un bain de métallisation. A des fins d'illustration, l'invention sera décrite ci-après en référence à cette application, mais sans que l'invention y soit limitée.

Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, la solution devant être contrôlée est échantillonnée de préférence de manière continue et
20 appliquée à une tête de détection comprenant un détecteur à micro-ondes.

Le détecteur à micro-ondes comprend un générateur de micro-ondes, de préférence une diode de Gunn, qui émet un rayonnement à micro-ondes à une fréquence sélectionnée, par exemple de 10,525 GHz. Le rayonnement à micro-ondes est emmagasiné dans un découpleur constitué par une cavité résonnante accordée. Le
25 découpleur alimente une cavité d'un guide d'ondes en rayonnement à micro-ondes. La solution passe dans un tube traversant le guide d'ondes en une direction orthogonale à l'axe du guide. Deux détecteurs à diode de Schottky sont disposés dans le guide d'ondes ; un détecteur est disposé à une distance de 1,5 longueur d'onde du tube en direction de la source de rayonnement à micro-ondes,

30 tandis que l'autre détecteur est disposé à une distance de 1,5 longueur d'onde

du tube en s'éloignant de la source du rayonnement à micro-ondes. Les détecteurs mesurent ainsi le niveau de l'énergie à micro-ondes à leurs emplacements respectifs. La diode de détection située près de la source mesure le niveau de l'énergie à micro-ondes réfléchie par la solution électrolytique qui
35 traverse le tube à l'intérieur du guide d'ondes, tandis que la diode de détec-

tion la plus éloignée de la source mesure, en partie, le niveau de l'énergie à micro-ondes après qu'elle ait traversé la solution électrolytique. La différence correspond en partie à la quantité d'énergie à micro-ondes absorbée par la solution électrolytique.

5 L'invention comprend en outre des moyens de traitement des signaux provenant des détecteurs et de commande d'une pompe pour ajouter de l'électrolyte et, éventuellement d'autres substances, dans la solution. Les moyens de traitement déterminent lorsque les différences entre les signaux détectés par les détecteurs s'écartent d'une différence initiale ou d'un seuil de plus d'une
10 valeur déterminée. Au départ, les moyens de traitement mettent à zéro la différence initiale, lorsque la solution commence à traverser le guide d'ondes ; après quoi, les variations des différences des réponses des détecteurs indiquent des variations de la concentration de la solution par rapport à la concentration initiale.

15 L'absorption et la réflexion de l'énergie à micro-ondes par la solution électrolytique ainsi que la réponse des détecteurs vis-à-vis de cette énergie peuvent varier en fonction de leurs températures respectives. Par conséquent, selon un mode de réalisation préféré de l'invention, des détecteurs de température et des dispositifs chauffants sont prévus pour permettre de mesurer avec
20 précision et de stabiliser les températures respectives.

Il est également possible que la concentration de l'électrolyte du bain de métallisation augmente au-dessus du niveau déterminé. Cela peut se produire, par exemple, si le solvant, en général de l'eau s'évapore ou si un excédent de l'électrolyte est ajouté dans la solution. Par conséquent, on peut
25 prévoir un détecteur électronique pour contrôler en outre l'addition de solvants dans le bain de métallisation.

Une forme d'exécution de la présente invention est décrite ci-après à titre d'exemple, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- 30 - la figure 1 est une vue schématique d'un dispositif conforme à l'invention permettant de surveiller la concentration d'un électrolyte dans un bain de métallisation ;
- la figure 2 est un schéma d'un dispositif de contrôle à micro-ondes utilisé dans le dispositif de la figure 1 ;
- 35 - la figure 3 est une vue en coupe suivant la ligne III-III de la figure 2 ;

- la figure 4 est un schéma synoptique d'un circuit électronique pouvant être utilisé avec le dispositif de contrôle de la figure 1 pour détecter les modifications de concentration d'un électrolyte dans le bain de la figure 1 et d'ajuster la concentration pour la maintenir dans des limites déterminées ;
- les figures 5A-5C sont des schémas d'une partie du circuit représenté sur la figure 4 ;
- les figures 6A-6C sont des schémas d'une autre partie du circuit représenté sur la figure 4 ; et
- les figures 7-9 sont des schémas détaillés d'autres parties du circuit représenté sur la figure 4.

La figure 1 représente schématiquement un dispositif conforme à l'invention permettant de contrôler la concentration d'un électrolyte en solution dans un bain et d'ajouter des quantités supplémentaires de l'électrolyte à mesure que la concentration dans la solution décroît.

Un bain de métallisation 10 comprend initialement une certaine concentration d'un électrolyte, de préférence un sel métallique, dissout dans un solvant, en général de l'eau. Pour mesurer la concentration de l'électrolyte dans le bain de métallisation ou, plus précisément, pour déterminer la variation de concentration de l'électrolyte dans le bain, un échantillon de la solution est prélevé dans le bain 10 et envoyé par un conduit 12 et une pompe 14 dans un réservoir 16 d'où il passe sous l'effet de la pesanteur dans un conduit non métallique 18 (par exemple en verre, matière plastique, etc.) pour atteindre un détecteur 20. Un conduit 22 reçoit le trop plein du réservoir lorsque le niveau de liquide dans celui-ci atteint un niveau déterminé et dirige ce trop plein vers le bain 10. Une hauteur d'eau constante est ainsi maintenue dans le réservoir et assure un débit constant en direction du détecteur 20. Après avoir traversé le détecteur, la solution revient vers le bain 10 par le conduit 24.

Le détecteur 20 détecte l'affaiblissement d'une onde électromagnétique, d'une fréquence choisie dans la zone micro-ondes, provoquée par la solution qui le traverse. Un contrôleur 26, sensible à la sortie du détecteur 20, commande le fonctionnement des pompes 28 et 30 par l'intermédiaire des lignes de signaux électriques 32 et 33 respectivement. Ces pompes permettent de contrôler le débit des liquides sortant des cuves 34 et 36 et traversant des conduits 38 et 40, respectivement, vers le bain 10 pour maintenir dans celui-ci la composition

désirée.

Par exemple, les bains 34, 36 peuvent contenir des électrolytes, de l'eau ou toute autre solution ou liquide nécessaire à l'établissement et à la stabilisation de la composition ou d'autres caractéristiques du bain 10.

5 La figure 2 est une vue latérale en élévation d'un détecteur à micro-ondes 20 pouvant être utilisé pour la mise en oeuvre de l'invention. Le détecteur à micro-ondes 20 comprend un générateur de micro-ondes 50, un coupleur 52 et un guide d'ondes 54. L'énergie à micro-ondes est générée par une diode de Gunn 56 dans la partie de génération de micro-ondes 50 du détecteur 20. Selon 10 un mode de réalisation préféré, la diode de Gunn est une diode DGB 6844A commercialisée par la société dite Alpha Microwave. Deux vis d'accord 58 et 60 de part et d'autre de la diode de Gunn permettent d'accorder l'énergie à micro-ondes produite par la diode 56 sur une fréquence sélectionnée.

Le couple 52 comprend un iris 62 et une pièce d'accord 64, de préférence 15 une vis, que l'on peut déplacer vers l'intérieur ou vers l'extérieur pour obturer une partie plus ou moins grande de l'iris pour ajuster la section de couplage en vue d'obtenir une transmission optimale.

La cavité 54 comprend des première et seconde diodes de détection 62, 64 respectivement, et des pièces d'accord associées, de préférence sous forme 20 de vis 66, 68, respectivement. Des raccords 70, 72 sous forme d'écrous de blocage reçoivent le conduit de fluide 18 ; ce conduit traverse sans interruption la cavité 54 d'un côté à l'autre et expose le fluide qu'il contient au rayonnement à micro-ondes fourni par le générateur 56. Le générateur 56 est alimenté en courant par l'intermédiaire des conducteurs électriques 80 et 82, ce 25 dernier étant un conducteur commun relié au boîtier du détecteur pour le mettre à un potentiel de référence. La sortie des diodes 62 et 64 est obtenue par les conducteurs 84, 86, respectivement avec le conducteur 82. Les extrémités du détecteur sont fermées par des plaques 88, 90, respectivement.

La cavité 54 constitue une cavité résonnante dans laquelle de l'énergie 30 provenant du générateur 56 par le coupleur 52 est envoyée sous forme de faisceau. Les diodes 62 et 64 sont disposées dans cette cavité symétriquement par rapport à la ligne médiane 92 du conduit 18 traversant la cavité. Toutefois, la diode de détection 62 est interposée entre la section de couplage 52 et le conduit 16, tandis que la diode de détection 64 est positionnée de l'autre côté 35 de la section de couplage 52 et du conduit 16. De ce fait, ces diodes "voient" des signaux quelque peu différents à l'intérieur de la cavité et émettent de ce

fait des sorties quelque peu différentes. Ces sorties, et leurs transformations, telles que leurs sommes ou leurs différences, sont indicatives de diverses caractéristiques des fluides traversant le conduit 18 et peuvent servir pour commander les opérations lors desquelles ces caractéristiques doivent être contrôlées.

Les caractéristiques d'absorption de micro-ondes des solutions tendent fréquemment à varier avec la température. C'est la raison pour laquelle on prévoit un détecteur de température 100 et un dispositif chauffant 102 (figure 1) pour permettre d'ajuster la température de la solution électrolytique à une température présélectionnée. De même, les caractéristiques de rayonnement à micro-ondes de la diode de Gunn 56 et les caractéristiques de détection des détecteurs 62 et 64 varient, elles aussi, avec la température, et on prévoit pour cette raison un détecteur de température 104 (par exemple, une thermistance) et un réchauffeur 106 (par exemple une ou plusieurs résistances de puissance montées sur le détecteur et fournissant de la chaleur en fonction du courant qui leur est appliqué) pour détecter la température du détecteur 20 et pour la maintenir à une température présélectionnée.

La figure 4 représente un mode de réalisation préféré du contrôleur 26 pouvant détecter les modifications de la solution traversant le détecteur 20 et pour actionner les pompes 28 et 30 selon le besoin pour prélever des liquides dans les réservoirs 34, 36, respectivement. Sur la figure 4, les signaux provenant des diodes de détection 62 et 64 et des détecteurs de température 100 et 104 sont amenés à un pré-amplificateur et détecteur d'erreurs 120. Le détecteur 120 établit la différence entre les signaux détectés par les diodes de détection et traite en outre les signaux provenant des détecteurs de température 102 et fournit des signaux de sortie représentatifs des températures respectives. Le signal traité associé au détecteur de température 104 du détecteur de micro-ondes 20 est amené en outre au circuit en tant que signal de compensation pour compenser les différences des réponses des détecteurs de micro-ondes respectifs en fonction de la température.

Les signaux émis par le pré-amplificateur et le détecteur d'erreurs 120 sont appliqués à un contrôleur 122 qui transfère des signaux d'autorisation à une source de courant et à un régulateur 124 qui actionnent les pompes 28, 30 pour transvaser de l'électrolyte ou d'autres liquides des réservoirs 34, 36 vers le bain 10. Le contrôleur 120 comprend en outre un circuit qui compense partiellement les retards associés à la dissolution de l'électrolyte

dans la solution du bain 10 pour éviter l'addition d'une quantité trop importante de l'électrolyte et le dépassement consécutif de la concentration déterminée. Le contrôleur 122 reçoit en outre les signaux de température émis par le pré-amplificateur et le détecteur d'erreurs 120 et actionne une alarme si les températures du bain 10 ou du détecteur 20 ou si la concentration de l'électrolyte dans le bain 10 se situe en dehors des limites présélectionnées.

Un contrôleur de visualisation 124 reçoit des signaux provenant du contrôleur 122 et du pré-amplificateur et du détecteur d'erreurs 120 et les traite pour activer un affichage 126 qui visualise la concentration (ou autres caractéristiques désirées) ainsi que les températures du bain et la température du détecteur de micro-ondes 20. Le contrôleur de visualisation 126 comprend en outre un circuit pour faire clignoter l'affichage si les signaux provenant des diodes de détection 62 et 64 ou des détecteurs de température 100 et 104 se trouvent en dehors des limites présélectionnées.

Les signaux provenant des détecteurs de température 100 et 104 sont amenés en outre à un contrôleur de température de bain 128 et à un contrôleur de température du guide d'ondes 130, ces deux contrôleurs comparant les signaux provenant des détecteurs de température respectifs aux signaux préréglés par l'opérateur et qui représentent les températures déterminées. Les contrôleurs 128 et 130 émettent en outre des signaux de sortie représentatifs de la différence entre les températures détectées par les détecteurs de température respectifs et la température sélectionnée. Les contrôleurs de température 120 et 130 envoient chacun des signaux à la source de courant et au régulateur 124 pour mettre sous tension les dispositifs chauffant 102 et 106 en vue d'augmenter les températures du bain 10 et du détecteur 20, respectivement, si les températures détectées tombent au-dessous des températures sélectionnées.

Les figures 5A, 5B et 5C représentent un schéma détaillé du circuit du pré-amplificateur et du détecteur d'erreurs 120. La figure 5A est un schéma du circuit qui reçoit et traite les signaux de température provenant des détecteurs de température 100 et 104 (représentés comme étant des thermistances) et qui fournit un signal de sortie représentatif de chacun de ces signaux.

Les modifications de résistance de la thermistance 104, modifications qui indiquent les variations de la température de celle-ci, sont détectées et amplifiées par un amplificateur 140 qui est polarisé par une première résistance variable 142 pour assurer un niveau de sortie sélectionné lorsque la température réelle du détecteur de micro-ondes est à une température basse sélectionnée.

tionnée (par exemple de 25°C), et par une seconde résistance variable 144, pour assurer un niveau de sortie sélectionné lorsque la température du détecteur de micro-ondes est à une température élevée sélectionnée (par exemple de 45°C). La sortie de l'amplificateur 140 est encore amplifiée par un second
5 amplificateur 146 pour obtenir un signal de température du détecteur DET TEMP. L'amplificateur 146 assure en outre un filtrage passe-bas pour éliminer le ronflement et le bruit, notamment le ronflement en alternatif.

La thermistance 100 n'a pas besoin de détecter un intervalle important de température, et on peut utiliser un réseau de thermistances tel que
10 celui commercialisé sous le numéro 44201 par la société dite Yellow Springs Instrument Company. La combinaison des amplificateurs 148 et 150 assure une tension d'alimentation de 363 millivolts pour alimenter la thermistance 100. Les variations de la résistance de la thermistance 100 sont détectées et amplifiées par un amplificateur 152. Une résistance variable 154 assure une ca-
15 libration à basse température de façon que la sortie de l'amplificateur 152 soit à un niveau sélectionné lorsque le bain 10 est à une basse température sélectionnée (par exemple de 20°C). Une seconde résistance variable 156 assure la calibration à haute température de façon que la sortie de l'amplificateur
20 152 soit à un niveau sélectionné lorsque la température du bain 10 est à une température élevée sélectionnée (par exemple de 80°C). Le signal de sortie de l'amplificateur 152 est amplifié par un amplificateur 158, dont le signal de sortie constitue un signal de température de bain BATH TEMP. L'amplificateur 158 assure en outre un filtrage passe-bas pour éliminer le ronflement et le
bruit.

25 La figure 5B est un schéma d'un circuit selon un mode de réalisation préféré pour recevoir et traiter un signal émis par le détecteur à diode 62, pour factoriser en vue de compenser les variations de la réponse du détecteur 62 en fonction de la température du détecteur à micro-ondes 20, et pour fournir un signal de sortie représentatif du niveau du rayonnement à micro-ondes détec-
30 té par le détecteur 62. Le circuit du détecteur 64 étant identique au circuit du détecteur 62, on ne décrit ci-après que le circuit de ce dernier.

Comme entrée en matière, le pré-amplificateur et le détecteur d'erreurs 120 fonctionnent selon deux modes. Pour le premier mode, le signal traité provenant du détecteur à diode 64 est comparé au signal traité prove-
35 nant du détecteur à diode 62. Selon un second mode, le signal traité provenant du détecteur 62 est comparé à un signal de référence généré par le pré-ampli-

ficateur et le détecteur d'erreurs 120. La figure 5B est un schéma représentant le circuit de génération du signal de référence et de sélection entre les deux modes de fonctionnement.

5 En se référant à la figure 5B, le signal provenant du détecteur 62 est reçu par un amplificateur différentiel 160 se composant d'un suiveur 162 et d'un amplificateur de rejet de mode commun 163. Le signal de sortie de l'amplificateur 163 traverse un filtre passe-bas 164 pour gagner un amplificateur 166. L'amplificateur 166 y fait intervenir un signal provenant d'un réseau de compensation de température 168 pour compenser ainsi certaines
10 variations de réponse du détecteur 62 en fonction de sa température.

Le réseau de compensation de température 168 comprend un amplificateur 170 qui reçoit le signal de température de détecteur DET TEMP et le renvoie sur l'entrée d'un second amplificateur 172 par l'intermédiaire d'une résistance 176. L'importance de la compensation peut être ajustée en agissant
15 sur la valeur de la résistance 176. Un troisième amplificateur 174 envoie un signal de décalage en continu à l'amplificateur 172. Le signal de compensation de température émis par le réseau 168 est retranché dans l'amplificateur 166. Le signal de sortie de l'amplificateur 166 traverse une résistance variable de GAIN 178, un amplificateur suiveur 180 et un amplificateur tampon 182
20 pour obtenir un signal de sortie MIX OUT.

Le signal de référence est un signal en continu produit par les amplificateurs 192 et 194. Le niveau de tension du signal de référence peut être choisi à l'aide d'une rangée d'interrupteurs 196, qui appliquent un signal de polarisation sélectionnée sur l'amplificateur 192 pour produire un signal de
25 sortie d'un niveau de tension sélectionné. Un interrupteur 198 permet de choisir soit le signal de sortie de l'amplificateur 194, soit le signal de sortie du circuit du détecteur 64 (le signal provenant du circuit du détecteur 64 qui correspond au signal de sortie MIX OUT provenant du circuit du détecteur 62). Le signal choisi est appliqué à l'aide de l'interrupteur 198 comme signal de
30 sortie de référence STD OUT, lequel est envoyé à un amplificateur 200 représenté sur la figure 5C.

L'amplificateur 186 envoie un signal continu au réseau de compensation de température 95. L'amplificateur 184 envoie un signal continu au circuit de génération du signal de référence, précisément à la série de résistances sélectionnées par les interrupteurs 196. Le signal provenant de l'amplificateur 184 est appliqué en outre au réseau de compensation de température
35

du circuit du détecteur 164. Les signaux provenant des amplificateurs 186 et 184 servent à la mise à zéro du circuit respectif et peuvent être ajustés à l'aide de résistances variables 188 et 190.

Le circuit représenté sur le schéma de la figure 5C compare le signal MIX OUT provenant de l'amplificateur 182 (figure 5B) au signal STD OUT provenant de l'interrupteur 198 (figure 5B). Le signal MIX OUT provenant du détecteur 62 est ainsi comparé soit au signal de sortie analogue provenant du circuit du détecteur 64, soit au signal de référence généré par l'amplificateur 194. Le signal de sortie de l'amplificateur 200 est envoyé à travers un amplificateur 202. Cet amplificateur 202 reçoit en outre un signal de réglage de différence DIFF SET provenant d'un amplificateur 204, dont la grandeur est représentative du réglage d'une résistance variable 206 et dont la polarité est fonction de la position de l'interrupteur 208. L'opérateur peut agir sur la valeur de la résistance variable 206 pour changer la concentration précédemment sélectionnée d'électrolyte dans le bain de métallisation 10 en une nouvelle concentration. La sortie de l'amplificateur 204 constitue un décalage positif en continu si on recherche une augmentation de la concentration sélectionnée ou un décalage négatif en continu si on recherche une diminution de la concentration sélectionnée. La sortie de l'amplificateur 202 constitue un signal d'erreurs ERROR qui peut être inversé par un amplificateur 210 pour obtenir un signal d'erreur inversé INV ERROR.

En fonctionnement, l'ajustement des résistances variables 188 et 190 (figure 5B) est effectué avant de faire traverser le détecteur à micro-ondes 20 par la solution provenant du bain de métallisation 10. Lorsque la solution commence alors à traverser le détecteur 20, et si l'interrupteur 198 est sur la position REL, la résistance variable GAIN 178 (figure 5B) et la résistance variable correspondante de la diode 64, sont ajustées par l'opérateur pour que le signal ERROR (figure 5C) provenant de l'amplificateur 202 soit nul. Si l'opérateur désire ensuite modifier la concentration initiale, il peut agir sur l'interrupteur 208 et sur la résistance variable 206 (figure 5C) pour augmenter ou diminuer la concentration sélectionnée.

Les figures 6A, 6B et 6C sont des schémas de circuit du contrôleur 122 (figure 4). Le circuit représenté sur la figure 6A reçoit et traite le signal ERROR de la figure 5C et compense certains retards occasionnés par la dissolution de l'électrolyte dans le bain de métallisation 10 après qu'il y ait été ajouté. Le signal ERROR provenant de l'amplificateur 202 de la figure 5C

est amplifié par un amplificateur 220, dont le signal de sortie est appliqué sur l'entrée d'un amplificateur 222. Un second signal d'entrée appliqué à l'amplificateur 222 est fourni par un amplificateur 224, qui fournit un signal d'avance ou de retardement pour compenser les retards occasionnés par la dissolution de l'électrolyte prélevée par les pompes dans les réservoirs 34, 36 et ajoutée sous forme de solution dans le bain de métallisation 10. L'importance de l'avance ou du retardement est déterminée en partie par la position de réglage d'une résistance variable 226. L'importance de la compensation est également déterminée par l'état du signal DIFF SET, qui est appliqué sur un amplificateur 228. Ainsi, si l'opérateur décide que la concentration devrait être plus importante ou moins importante que précédemment, il ajuste en conséquence l'importance de l'avance ou du retardement.

Le signal de sortie de l'amplificateur 222, conditionné par le signal ERROR amplifié provenant de l'amplificateur 220 et par le signal d'avance ou de retardement provenant de l'amplificateur 224, est mémorisé dans un amplificateur 230. Une résistance variable LOOP GAIN 232 permet d'ajuster le signal de sortie de l'amplificateur 230 pour l'empêcher de devenir trop grand pour le circuit suivant. L'opérateur peut agir sur la résistance variable 232 pour augmenter ou réduire le signal de sortie de l'amplificateur 230.

La sortie de l'amplificateur 230 est appliquée sur un amplificateur 242 par un interrupteur 240 si celui-ci est conditionné en mode automatique. Si l'interrupteur 240 est conditionné en mode manuel, l'entrée de l'amplificateur 242 est mise à la masse. En mode manuel, le signal traité provenant des détecteurs 62 et 64 ne sert pas à maintenir la concentration de l'électrolyte dans le bain de métallisation 10.

Le signal de sortie de l'amplificateur 242 est amplifié à nouveau par un second amplificateur 248 et un autre amplificateur 250. Un amplificateur 244, dont l'entrée est conditionnée par le réglage d'une résistance variable 246, fournit un signal de décalage en continu qui est appliqué sur l'entrée d'un amplificateur 248. Le signal de sortie de l'amplificateur 250 est appliqué sur une résistance variable ADD RATE 252. Le signal provenant du curseur réglable de la résistance variable 252 est appliqué sur l'entrée d'un amplificateur 260 (figure 6B). La position de réglage de la résistance variable ADD RATE 252 détermine le débit de l'électrolyte pris dans le réservoir 34, 36 pour être ajoutée au bain de métallisation 10.

La figure 6B représente un circuit de génération de signaux pour contrôler le courant fourni par la source d'alimentation et le régulateur 124 (figure 4) pour actionner les pompes 28, 30. Le circuit de la figure 6B convertit le signal provenant du curseur de la résistance variable ADD RATE 252 pour mettre à l'état 1 et à l'état 0 deux bascules bistables pour obtenir des signaux d'arrêt et de mise en marche qui bloquent et débloquent en alternance un triac faisant partie de la source d'alimentation et du régulateur 124.

Le signal de sortie de l'amplificateur 260 est appliqué à un intégrateur 262 et ensuite à un suiveur 264. Lorsque la sortie du suiveur 264 atteint un niveau sélectionné, une bascule 266 est mise à l'état 1. La mise à l'état 1 de la bascule 266 a pour effet d'activer un amplificateur 268 qui bloque un transistor à effet de champ 270. Lorsque ce transistor 270 est conducteur, il court-circuite le condensateur 276 d'un indicateur 272. De ce fait, le blocage du transistor 270 fait que le condensateur 276 est chargé, entraînant de ce fait une montée du signal de sortie de l'intégrateur 272. Lorsque le signal de sortie de l'intégrateur 272 atteint un niveau sélectionné, il active un amplificateur 274 pour remettre à zéro la bascule 266. En même temps, la sortie de l'intégrateur 262 revient à la valeur nulle.

Pendant que la bascule 266 est à l'état 1, l'amplificateur 270 met à l'état 1 une seconde bascule 272 qui active à son tour deux amplificateurs 274 et 276 pour autoriser un signal de commande de pompe PUMP CNTRL qui, à son tour, actionne un triac de la source d'alimentation et le régulateur 124 pour actionner la pompe. La remise à l'état 0 de la bascule 266 a pour effet, à son tour, d'autoriser un signal PUMP STOP, lequel est un signal de blocage du triac de la source d'alimentation et du régulateur 124.

La figure 6C représente, sous forme de schéma synoptique, un circuit de génération d'un signal ALARM et d'un signal ERROR ALERT. Ces signaux sont autorisés si la concentration d'électrolyte dans le bain dépasse des limites sélectionnées, ou si les températures du bain de métallisation 10 ou du détecteur à micro-ondes 20 dépassent des limites sélectionnées. Le niveau du signal d'erreurs est comparé par deux comparateurs 280 et 282 à des signaux provenant des résistances variables 284 et 286, respectivement. Les signaux provenant des résistances variables 284 et 286 représentent les limites supérieure et inférieure des concentrations acceptables. De même, le signal BATH TEMP est comparé par un comparateur 288 au réglage d'une résistance variable 290 et le signal de température de détecteur DET TEMP est comparé par un comparateur 292

au réglage d'une résistance variable 294. Les signaux provenant des résistances variables 290 et 292 représentent les basses températures sélectionnées du bain de métallisation 10 et du détecteur à micro-ondes 20 respectivement. Les signaux de sortie des comparateurs 280, 282, 288 et 292 sont tous combinés dans un circuit OU 296 dont la sortie indique si un ou plusieurs des signaux respectifs se trouvent en dehors des limites sélectionnées. La sortie du circuit OU 296 est appliquée à un réseau d'alarme 298 qui émet un signal ALARM et un signal ERROR ALERT si un ou plusieurs des signaux ERROR, BATH TEMP, ou DET TEMP se trouvent en dehors des limites sélectionnées. Le signal ALARM actionne une alarme sonore (représentée sur la figure 4) de manière connue.

La figure 7 est un schéma d'un circuit du contrôleur de visualisation 125 (figure 4). Le contrôleur de visualisation reçoit des signaux d'un pré-amplificateur et détecteur d'erreurs 120, d'un contrôleur 122 et des contrôleurs de température 122 et 128 (figure 4), les traite et envoie les signaux traités à un affichage 126 (figure 4).

Le contrôleur de visualisation 125 comprend un comparateur 300 qui reçoit le signal de température de bain de (figure 5A), et un signal SEL BA TP provenant d'une résistance variable (figure 8) qui est représentatif de la température de bain sélectionnée par l'opérateur. Si le signal de température de bain dépasse des limites présélectionnées autour du signal SEL BA TP (limites représentant de préférence 1°C ou 2°C de part et d'autre de la température de bain sélectionnée), le comparateur 300 autorise un signal qui active une entrée d'une porte NON ET 302. Un second comparateur 304 reçoit les signaux correspondants DET TEMP et SEL DET TP relatifs au détecteur à micro-ondes 20. Le signal SEL DET TP est généré par une résistance variable faisant partie du contrôleur de température du guide d'ondes 130 (figure 9). Le comparateur 304 autorise un signal qui active une entrée d'une porte NON ET 306 si la température du guide d'ondes varie d'une valeur présélectionnée par rapport à la température sélectionnée.

Les portes NON ET 302 et 306 laissent passer les signaux provenant des comparateurs 300 et 304 si un interrupteur GAIN 308 n'est pas fermé. L'interrupteur 385 est fermé par l'opérateur s'il ne désire pas des alarmes de température. La sortie des portes NON ET 302 et 306 traverse une porte NON ET 310 et ensuite une porte ET 312 si un interrupteur AUTO 314 est fermé, indiquant que le système est en mode automatique. Si la porte ET 312 est activée, une diode électroluminescente 316 s'allume.

Le contrôleur de visualisation 125 comprend en outre un circuit de commande de l'affichage numérique 126 (figure 4) en réponse à la température du bain ou à la température du détecteur à micro-ondes. Un des signaux BATH TEMPS ou DET TEMP est envoyé à travers un interrupteur 320 comme signal TEMP SEL à un décodeur et à un étage pilote. Le niveau du signal TEMP SEL est représentatif de la température des détecteurs de la température sélectionnée de bain ou du détecteur 104 de la température du détecteur à micro-ondes. Le décodeur et l'étage pilote 322 détecte le niveau de tension du signal TEMP SEL et fournit une sortie numérique de manière connue en vue de commander une visualisation numérique de l'affichage 126.

Le contrôleur de visualisation 125 comprend en outre un second décodeur et étage pilote 324 qui détecte le niveau du signal ERROR et produit des signaux pour activer en conséquence un affichage numérique. Si le signal ERROR est en dehors des limites désirées, une bascule bistable J-K 326 entre en action pour débloquent et bloque en alternance une entrée d'une porte ET 328. La porte ET 328 laisse passer et bloque en alternance, de ce fait, un signal BLANK si le signal ERROR ALERT provenant de la figure 6C est débloquent. Le déblocage et le blocage en alternance du signal BLANK a pour effet de faire clignoter l'affichage 126 lorsque la concentration de l'électrolyte du bain se trouve en dehors des limites sélectionnées.

La figure 8 est un schéma d'un circuit, faisant partie du contrôleur de température de bain 128 (figure 4), destiné à recevoir le signal BATH TEMP provenant du pré-amplificateur et du détecteur d'erreurs 120 pour le comparer au signal de la température sélectionnée de bain SEL BA TP, signal sélectionné par l'opérateur, et pour débloquent un signal pour activer un triac (non représenté) faisant partie de la source d'alimentation et du régulateur 124, lequel active à son tour l'élément chauffant 102 (figure 1).

En se référant à la figure 8, le signal BATH TEMP est reçu par un amplificateur 340. Le circuit de polarisation de l'amplificateur 340 comprend un réseau constitué d'une résistance 342 et d'un condensateur 344 qui permet à la sortie de l'amplificateur 340 d'avoir de l'avance sur le signal d'entrée BATH TEMP afin d'empêcher le contrôleur de température de bain de dépasser la température sélectionnée. Le signal amplifié provenant de l'amplificateur 340 est appliqué sur une entrée d'un comparateur 346. La seconde entrée du comparateur 346 est fournie par un amplificateur 348, dont le niveau de sortie est déterminé par le réglage d'une résistance variable 350. L'opérateur peut agir sur la résistance variable 350 pour établir une température de bain sélectionnée ;

elle fournit un signal de sortie SEL BA TP qui est envoyé également au comparateur 300 (figure 7).

5 Le signal de sortie du comparateur 346, signal qui correspond à la différence entre la température du bain et la température de bain sélectionnée est amplifié par l'amplificateur 348 et envoyé à un intégrateur 350. L'intégrateur 350 présente un gain élevé à basse fréquence et un gain de un à fréquence élevée ; il permet ainsi de supprimer les fluctuations rapides du signal de différence de température provenant du comparateur 346. Le signal de sortie lissé émis par l'intégrateur 350 est appliqué sur un second intégrateur 352.

10 Un second signal, qui correspond à des variations de la tension d'alimentation de l'élément chauffant 102 est généré par un réseau 354 et est appliqué sur un intégrateur 352 par l'intermédiaire d'un transistor FET à effet de champ 356. Le signal de sortie du FET 356 permet ainsi une certaine possibilité de réglage de l'élément chauffant en réponse à des variations de la tension d'alimentation de l'élément chauffant 102.

15 Lorsque le signal de sortie de l'intégrateur 352 atteint un niveau de tension sélectionné, un comparateur 354 autorise un signal qui conditionne une bascule 356 qui est mise à l'état 1. lorsqu'elle reçoit un signal de sortie d'un comparateur 358. Le comparateur 358 autorise un signal de sortie lorsque 20 le signal de ligne 60 Hz alternatif passe par zéro. Lorsque la bascule 356 est à l'état 1, un amplificateur 360 est mis sous tension, qui débloque le FET 356 pour permettre d'appliquer le signal de sortie du réseau de régulation 354 à l'intégrateur 352. Lorsque le FET 356 est conducteur, l'intégrateur de signal de sortie 352 commence également à revenir à zéro, bloquant ainsi le comparateur 354 et conditionnant la bascule 356 qui est remise à zéro par le prochain 25 signal d'horloge reçu du comparateur 358.

Pendant que la bascule 356 est à l'état 1, deux comparateurs 362 et 364 sont activés par l'amplificateur 360 pour autoriser un signal de commande d'élément chauffant HTR CNTRL par l'intermédiaire d'une diode 366. Le signal 30 HTR CNTRL provenant de la diode 366 est appliqué sur la source d'alimentation et régulateur 124 (figure 4) pour activer un triac afin d'alimenter en courant l'élément chauffant 102. La mise à zéro de la bascule 356 permet de bloquer le triac.

35 La figure 9 est un schéma d'un circuit faisant partie du contrôleur de température du guide d'ondes 130 (figure 4) destiné à détecter la température du détecteur à micro-ondes 20, à la comparer à la température déterminée

par l'opérateur et à mettre sous tension l'élément chauffant 120 pour augmenter la température du détecteur à micro-ondes 20 si cette température tombe au-dessous d'un niveau sélectionné. Le signal de température DET TEMP du détecteur à micro-ondes 20 (provenant de l'amplificateur 146 de la figure 5A) est
5 amplifié par un amplificateur 380 et appliqué sur une entrée d'un comparateur 382. Le circuit de polarisation de l'amplificateur 380 comprend un condensateur 384 et une résistance 386 qui permet au signal de sortie de l'amplificateur 384 de prendre de l'avance sur le signal DET TEMP pour éviter le dépassement de la température sélectionnée. La seconde entrée du comparateur 382 est
10 fournie par un amplificateur 384. Un signal d'entrée appliqué sur l'amplificateur 384 est fourni par une résistance variable 386, qui peut être réglée par l'opérateur pour représenter la température désirée du détecteur à micro-ondes 20. La sortie de la résistance variable 386 constitue un signal SEL DET TP qui est également envoyé au comparateur 304 de la figure 7.

15 Le signal provenant du comparateur 382 est envoyé par l'intermédiaire d'un amplificateur 388 à un indicateur 390. L'intégrateur 390, tout comme l'intégrateur 350 (figure 8), présente un gain de un à des fréquences élevées et un gain important à des fréquences basses, permettant ainsi d'éliminer les composantes à haute fréquence du signal provenant de l'amplificateur 388. Le
20 signal de sortie de l'intégrateur 390 est mémorisé par un amplificateur 392 et appliqué sur un second intégrateur 394.

Une entrée de l'intégrateur 394 est conditionnée à la fois par le signal émis par l'intégrateur 392 et par un signal correspondant au signal qui est envoyé à la source d'alimentation et au régulateur 124 (figure 4). Ce
25 dernier signal est prélevé d'un circuit Darlington 396 et est envoyé par une résistance 398 et une diode 400 et s'ajoute au signal provenant de l'intégrateur 392.

Lorsque le signal de sortie de l'intégrateur 394 atteint un niveau sélectionné, un comparateur 412 devient conducteur pour autoriser un signal qui
30 assure la mise à l'état 1 d'une bascule 404. La mise à l'état 1 de la bascule 404 a pour effet de mettre sous tension une diode électroluminescente 406 et un transistor 408. Le transistor 408 débloque ensuite le circuit Darlington 396, qui autorise un signal qui est appliqué sur un triac faisant partie de la source d'alimentation et du régulateur 124 (figure 4) pour alimenter l'élément
35 chauffant 106 en courant alternatif.

Le signal de l'élément chauffant étant autorisé, le signal de sortie de l'intégrateur 394 revient à zéro, ce qui a pour effet de bloquer le comparateur 402. La bascule 404 reste toutefois à l'état 1 jusqu'à sa remise à zéro par un comparateur 410. Le comparateur 410 est activé et désactivé par un signal provenant d'un intégrateur 412. L'intégrateur 412 comprend un condensateur 414 qui est chargé en réponse à la tension positive appliquée sur le circuit Darlington 416 et par conséquent à la tension qui est fournie à la source d'alimentation du régulateur 124. Ainsi, l'instant avant lequel la bascule 404 est remise à zéro, après avoir été mise à l'état 1 dépend de la tension appliquée à la source d'alimentation et au régulateur 124. Le condensateur 414 se décharge lorsqu'un transistor à effet de champ 416 devient conducteur, c'est-à-dire lors de la remise à zéro de la bascule 404. Ainsi, la remise à zéro de la bascule 404 déclenche la charge du condensateur 414, ce qui conduit à son tour à la remise à zéro de la bascule 404 par l'intermédiaire du comparateur 410.

L'appareil de détection et de contrôle conforme à la présente invention s'est révélé un progrès important par rapport aux appareils et procédés utilisés actuellement. Ainsi, grâce à l'appareil et aux procédés conformes à la présente invention, on peut effectuer en quelques minutes des mesures de diverses sortes nécessitant plusieurs dizaines de minutes par les procédés et appareils classiques, et souvent avec une précision de 1 % ou mieux par comparaison avec les précisions d'environ 10 % obtenues avec les procédés et appareils classiques. La rapidité et la précision des mesures effectuées conformément à la présente invention permettent des économies importantes en matériaux. Par exemple, selon des essais réalisés au sujet d'un procédé de galvanoplastie pour lequel les concentrations des divers constituants ont été contrôlées, on a calculé qu'il est possible grâce à la présente invention de réaliser des économies dépassant 25 % pour de nombreux constituants chimiques utilisés dans le procédé galvanoplastique. Cela est notamment intéressant lorsqu'il s'agit d'économiser des matériaux tels que l'or, le palladium et d'autres matériaux couramment utilisés lors de ces procédés.

Les figures 10A et 10B donnent à titre illustratif des résultats obtenus après avoir fait traverser le détecteur par de l'acide sulfurique et du sulfate de cuivre selon diverses concentrations. Des modifications inférieures à 1 % de la concentration de ces matériaux sont rapidement et aisément détectées grâce à la présente invention. Une grande variété d'autres matériaux peut

être contrôlée grâce à la présente invention, non seulement les diverses solutions chimiques, activateurs, solvants, etc. utilisés dans l'industrie galvanoplastique, mais aussi des produits alimentaires tels que le lait et la bière et les alcools portatifs, entre autres liquides. En outre, il convient non
5 seulement à la détermination de concentrations de divers matériaux mais également à l'identification de matériaux inconnus, ou de constituants inconnus compris dans des matériaux connus. Ainsi, on croit que l'invention pourra être d'utilité dans une large gamme, virtuellement illimitée, d'applications.

La présente invention a été décrite jusqu'à présent par rapport à
10 son mode de réalisation préféré selon lequel on utilise les deux diodes de détection pour obtenir l'information nécessaire à l'obtention de la sortie finale indicative des caractéristiques sélectionnées du fluide. On comprend que l'invention ne se limite pas à cette réalisation, et que des sorties utiles peuvent être obtenues même en utilisant une seule diode. En particulier, on a
15 constaté que l'une des diodes (par exemple, celle se trouvant la plus rapprochée de la source du générateur de micro-ondes) est particulièrement sensible à la présence de substances métalliques dans le fluide, tandis que la diode la plus éloignée est particulièrement sensible aux substances acidiqes et basiques du fluide. Ainsi, lorsqu'on s'intéresse à un seul constituant lors d'une opération particulière de mesure ou de contrôle, il est possible que des informations adéquates puissent être obtenues de l'une ou de l'autre de ces diodes.
20 Toutefois, l'utilisation des deux diodes de détection est particulièrement souhaitable lorsqu'il s'agit du contrôle ou de la mesure de liquides contenant plusieurs constituants auxquels le détecteur est sensible. Dans ces circonstances, l'utilisation des sorties des deux diodes de la manière décrite précédemment fournit des informations qui permettent l'identification des caractéristiques désirées des divers constituants.

La description que l'on vient de faire se limite à un mode de réalisation préféré de l'invention. Il est, toutefois, évident que l'invention peut
30 être mise en oeuvre dans des systèmes de construction de base différente ou que l'on peut utiliser des circuits internes différents de ceux décrits ci-dessus pour réaliser certains ou tous les buts et avantages précités de l'invention. Par conséquent, le but des revendications ci-après est de couvrir toutes les variations et les modifications qui entrent dans le cadre de l'invention.
35

REVENDEICATIONS

1. Appareil destiné à maintenir une concentration présélectionnée d'un produit chimique dissout dans une solution, caractérisé en ce qu'il comprend :

5 a) des moyens de génération de rayonnement à micro-ondes et un guide d'ondes destiné à coupler le rayonnement à micro-ondes ;

b) des moyens destinés à diriger la solution pour qu'elle traverse le guide d'ondes dans le sens transversal de celui-ci ;

10 c) des premiers moyens de détection du rayonnement à micro-ondes, disposés dans le guide d'ondes en un emplacement entre les moyens de génération et les moyen de direction de la solution pour obtenir un premier signal en réponse à ladite détection ;

15 d) des seconds moyens de détection du rayonnement à micro-ondes, disposés dans le guide d'ondes en un emplacement situé au-delà des moyens de direction de solution, les moyens de génération fournissant un second signal en réponse à ladite détection ;

e) des moyens permettant d'ajuster la concentration du produit chimique dans la solution en réponse à ces signaux.

20 2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de génération et de couplage comprennent des moyens délimitant une cavité dans laquelle est logé un émetteur à micro-ondes, ces moyens de délimitation de cavité comprenant en outre des moyens délimitant une ouverture destinée à la transmission du rayonnement à micro-ondes.

25 3. Appareil selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de génération et de couplage comprennent en outre des moyens délimitant une seconde cavité et une ouverture destinée à recevoir le rayonnement à micro-ondes et une autre ouverture destinée à la transmission du rayonnement à micro-ondes vers le guide d'ondes, la seconde cavité comprenant des moyens jouant le rôle de découpleur entre, d'une part, les moyens de couplage et de génération des micro-ondes, et, d'autre part, le guide d'ondes.

30 4. Appareil selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de couplage et de génération comprennent en outre des moyens d'accord, ces moyens d'accord comprenant des vis de réglage.

35 5. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de direction de solution comprennent un tube traversant les moyens constituant le guide d'ondes et à travers lequel la solution peut être dirigée.

6. Appareil selon la revendication 5, caractérisé en ce que le guide d'ondes est de forme allongée dans le sens longitudinal et de faible largeur dans le sens transversal au sens longitudinal, ce tube acheminant la solution dans le guide d'ondes dans le sens transversal.

5 7. Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que les premiers moyens de détection et les seconds moyens de détection détectent le rayonnement à micro-ondes dans le guide d'ondes en des emplacements équidistants dudit tube.

10 8. Appareil selon la revendication 7, caractérisé en ce que les premiers moyens de détection et les seconds moyens de détection détectent le rayonnement à micro-ondes dans le guide d'ondes en des emplacements, équidistants dudit tube, décalé par rapport à l'axe longitudinal d'une même distance mais en sens opposé.

15 9. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens destinés à détecter la température du guide d'ondes et à générer un quatrième signal en réponse à ladite détection.

20 10. Appareil selon la revendication 9, caractérisé en ce que les premiers moyens de génération comprennent des moyens destinés à recevoir le quatrième signal et à faire varier le premier signal en réponse à cette réception.

11. Appareil selon la revendication 9, caractérisé en ce que les seconds moyens de génération comprennent des moyens destinés à recevoir le quatrième signal et à faire varier le second signal en réponse à cette réception.

25 12. Appareil selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens destinés à générer un cinquième signal correspondant à une température sélectionnée et des moyens destinés à comparer le quatrième signal au cinquième signal et à autoriser un sixième signal si la température du guide d'ondes se situe au-dessous de la température sélectionnée, le guide d'ondes comprenant en outre des moyens chauffants mis sous tension en réponse à l'autorisation du sixième signal.

30 13. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens destinés à détecter la température de la solution et à générer un septième signal en réponse à cette détection, des moyens destinés à générer un huitième signal correspondant à une température sélectionnée, des moyens destinés à comparer les septième et huitième signaux et à autoriser un

neuvième signal si la température de la solution se situe au-dessous de la température sélectionnée et des moyens destinés à chauffer la solution en réponse à l'autorisation du neuvième signal.

5 14. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens d'ajustement comprennent des moyens destinés à ajouter des quantités supplémentaires du produit chimique dans la solution en réponse au troisième signal.

10 15. Appareil selon la revendication 14, caractérisé en ce que les moyens d'ajustement comprennent en outre des moyens permettant de modifier la concentration du produit chimique dans la solution par rapport aux concentrations présélectionnées, ces moyens constituant des moyens de génération d'un dixième signal, les moyens d'ajustement étant sensibles à la somme des troisième et dixième signaux.

15 16. Appareil selon la revendication 14, caractérisé en ce que les moyens d'ajustement comprennent en outre des moyens de compensation de retard entre l'addition du produit chimique et la dissolution de ce produit, ces moyens de compensation de retard comprenant des moyens sensibles au troisième signal pour générer un onzième signal en avance du troisième signal, les moyens d'ajustement étant sensibles à la somme des troisième et onzième signaux, pour empêcher l'addition de produits chimiques supplémentaires au-delà de la quantité nécessaire au maintien de sa concentration dans la solution à un niveau sélectionné.

25 17. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que les premiers moyens de génération comprennent en outre des moyens destinés à produire un signal de référence et à appliquer un des premiers signaux ou le signal de référence aux moyens de génération du troisième signal.

18. Appareil destiné à maintenir un produit chimique dissout dans une solution dans un récipient à une concentration présélectionnée, caractérisé en ce qu'il comprend :

30 A. un détecteur à micro-ondes comprenant :

35 (1) des moyens délimitant une cavité de forme allongée à axe longitudinal, la cavité présentant une première largeur dans des zones voisinant les extrémités de la cavité et une seconde largeur plus grande que la première largeur entre les extrémités de la cavité, les parties de première largeur constituant le générateur de micro-ondes et le guide d'ondes tandis que la partie de seconde largeur constitue une portion de découplage ;

(2) une diode de Gunn destinée à transmettre le rayonnement à micro-ondes dans la portion de génération de micro-ondes ;

(3) un tube traversant le guide d'ondes dans un sens orthogonal au dit axe, ce tube ayant une extrémité raccordée de façon à recevoir de la solution provenant du récipient par l'intermédiaire d'une pompe et une seconde extrémité raccordée de façon à assurer le retour de la solution dans le récipient ;

(4) une première diode sensible au rayonnement à micro-ondes montée dans ladite cavité entre le tube et la diode de Gunn, cette première diode produisant un premier signal en réponse au rayonnement à micro-ondes qui la frappe;

(5) une seconde diode sensible au rayonnement à micro-ondes montée dans ladite cavité du côté du tube opposé à celui où se trouve la première diode, cette seconde diode produisant un second signal en réponse au rayonnement à micro-ondes qui la frappe, la première diode et la seconde diode étant équidistantes du tube dans la cavité et décalées par rapport à l'axe longitudinal d'une distance égale dans des sens opposés ;

B. des moyens destinés à recevoir et à traiter les premier et second signaux et à produire un troisième signal en sortie ;

C. des moyens de pompage destinés à prélever dans un réservoir le produit chimique pour l'envoyer dans le récipient en réponse au troisième signal.

19. Appareil selon la revendication 18, caractérisé en ce que le détecteur à micro-ondes comprend en outre une thermistance destinée à produire un signal en réponse à la température du détecteur à micro-ondes, les moyens de traitement comprenant des moyens destinés à recevoir le signal de la thermistance et à utiliser ce signal en liaison avec son traitement des premier et second signaux.

20. Appareil selon la revendication 19, caractérisé en ce que le détecteur à micro-ondes comprend en outre des moyens pouvant être mis sous tension pour chauffer le détecteur à micro-ondes et des moyens permettant la présélection d'une température et la mise sous tension des moyens chauffants si le signal provenant de la thermistance indique que la température du détecteur à micro-ondes est différente de la température présélectionnée.

21. Appareil selon la revendication 18, caractérisé en ce que le détecteur à micro-ondes comprend deux boutons d'accord disposés dans le guide d'ondes, un de chaque côté du tube le long de l'axe longitudinal, ces boutons d'accord étant équidistants dudit tube.

22. Appareil selon la revendication 18, caractérisé en ce que le détecteur à micro-ondes comprend deux boutons d'accord dans le générateur de rayonnement à micro-ondes, disposés de part et d'autre de la diode de Gunn.

5 23. Appareil de contrôle d'une caractéristique sélectionnée d'un fluide, caractérisé en ce qu'il comprend :

A. des moyens délimitant une cavité résonnante irradiée par de l'énergie à micro-ondes ;

B. des moyens de détection disposés dans la cavité pour fournir une sortie électrique indicative de l'énergie à micro-ondes qui la frappe ;

10 C. des moyens constituant un réservoir dans lequel est brassé un fluide dont les caractéristiques doivent être contrôlées ;

D. des moyens constituant un conduit fermé traversant la cavité et véhiculant le fluide du réservoir à travers la cavité en vue de son interaction avec le champ qui y règne ;

15 E. des moyens sensibles à la sortie du détecteur pour fournir une indication perceptible des modifications de l'énergie détectée en réponse à l'écoulement de fluide qui le traverse.

20 24. Appareil selon la revendication 23, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens destinés à maintenir le fluide dans ledit réservoir sensiblement à pression constante et en ce que ledit conduit est disposé de façon que le fluide passe du réservoir à la cavité sous l'effet de la pesanteur.

25 25. Appareil selon la revendication 23, caractérisé en ce que les moyens de détection à micro-ondes comprennent au moins une première diode sensible aux micro-ondes positionnée de façon à détecter la présence de substances métalliques dans ledit fluide et une seconde diode sensible aux micro-ondes positionnée de façon à détecter des substances acidiqes et basiques dans le dit fluide.

30 26. Appareil selon la revendication 25, caractérisé en ce que la cavité est positionnée de façon à être irradiée par une source disposée à une extrémité de la cavité ; une première des diodes est positionnée entre la source de micro-ondes et ledit conduit tandis qu'une seconde des diodes est positionnée en un emplacement situé au-delà de la source et dudit conduit.

35 27. Appareil selon la revendication 26, caractérisé en ce que les diodes sont disposées symétriquement par rapport audit conduit.

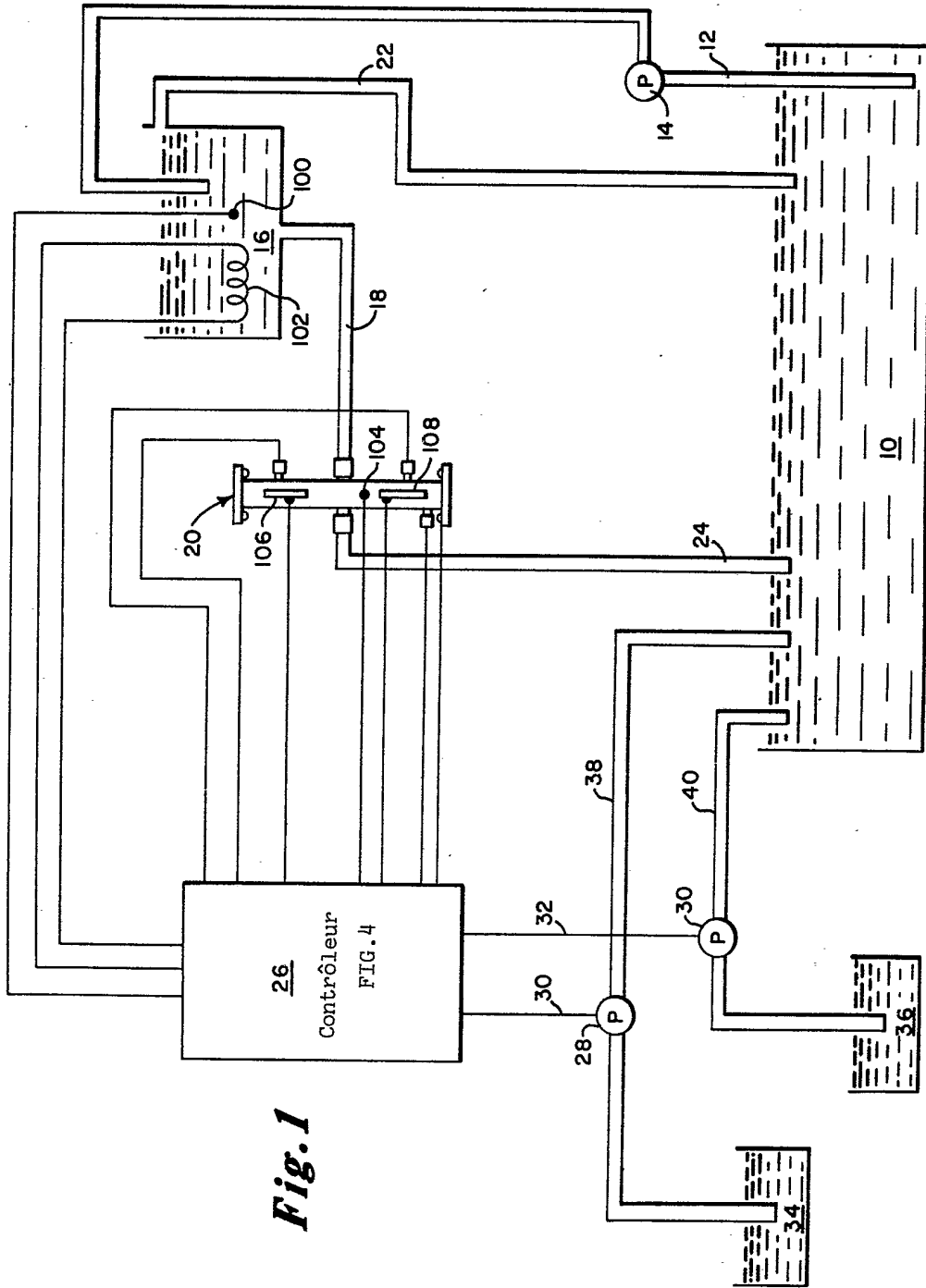


Fig. 1

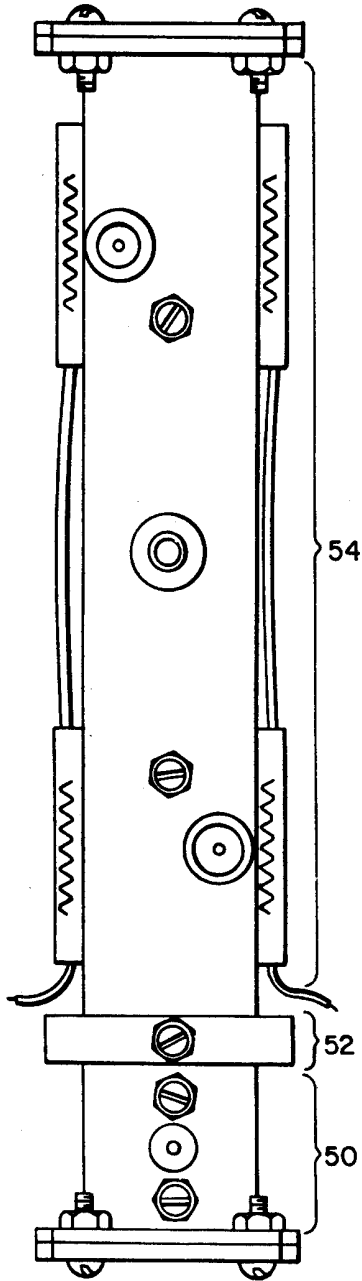


Fig. 3

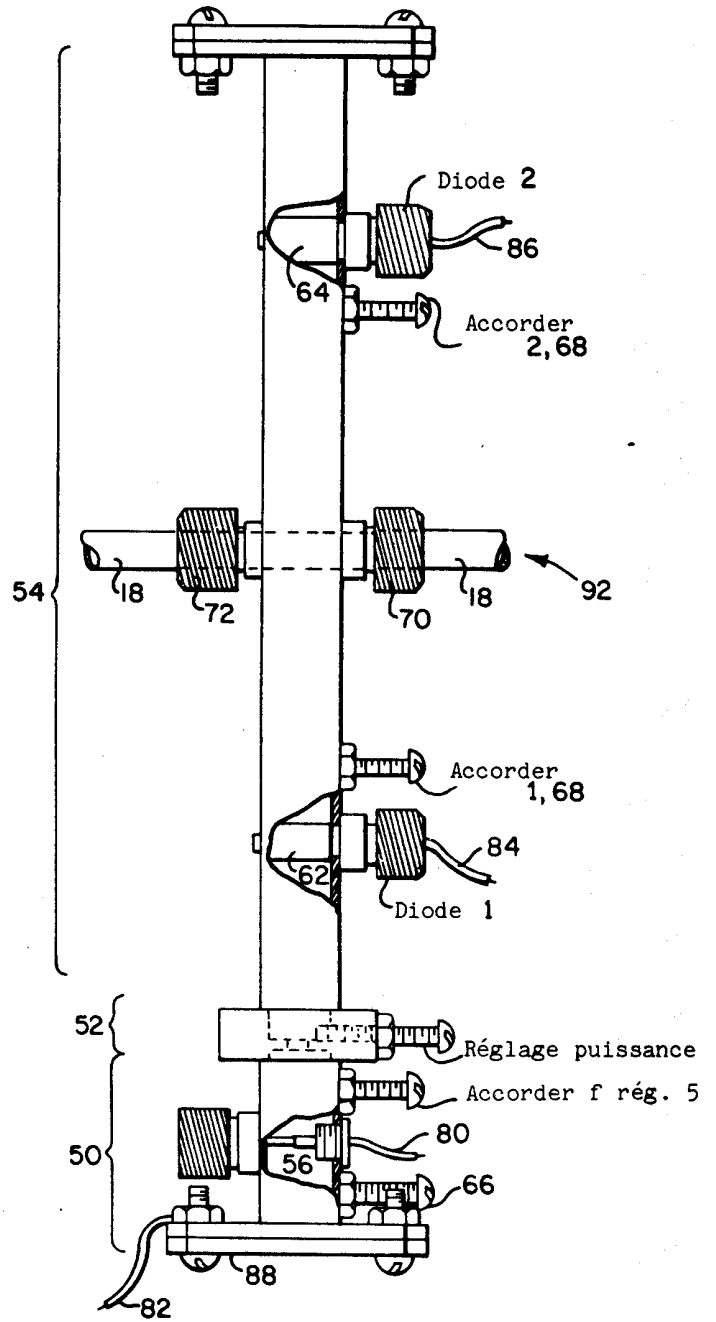
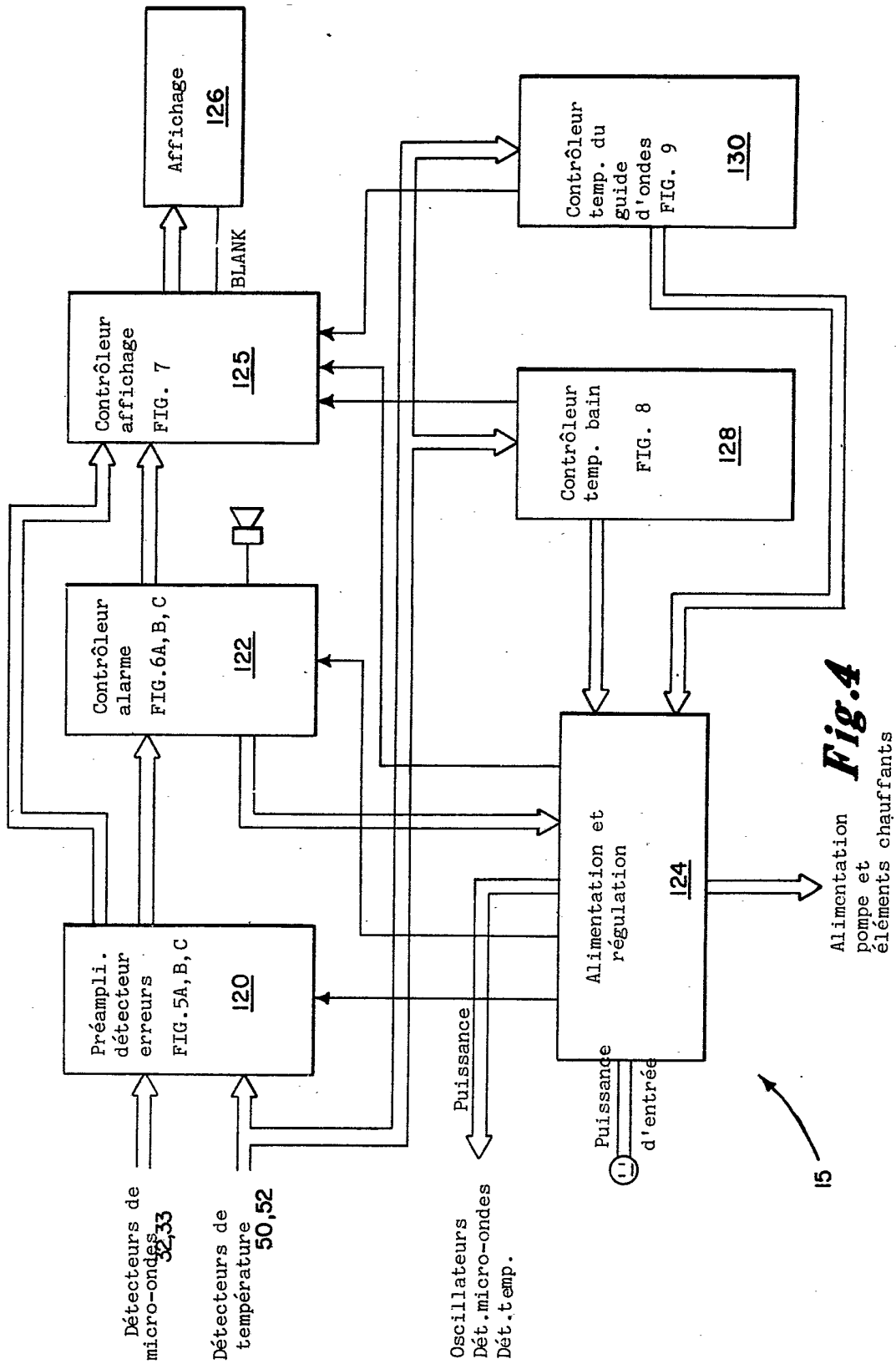


Fig. 2



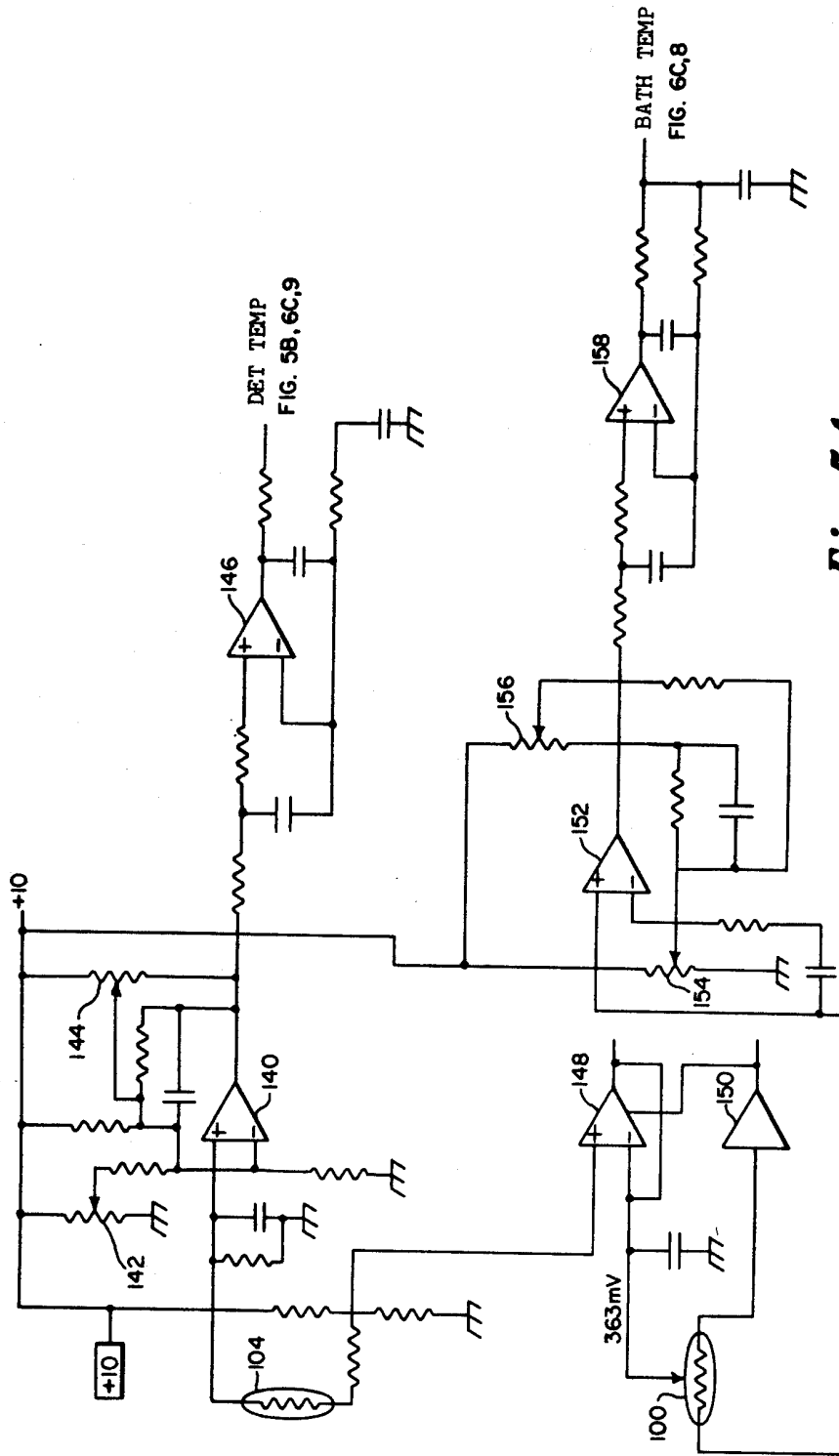


Fig. 5A

Préampli dét. d'erreurs

Ⓢ Comp. températures

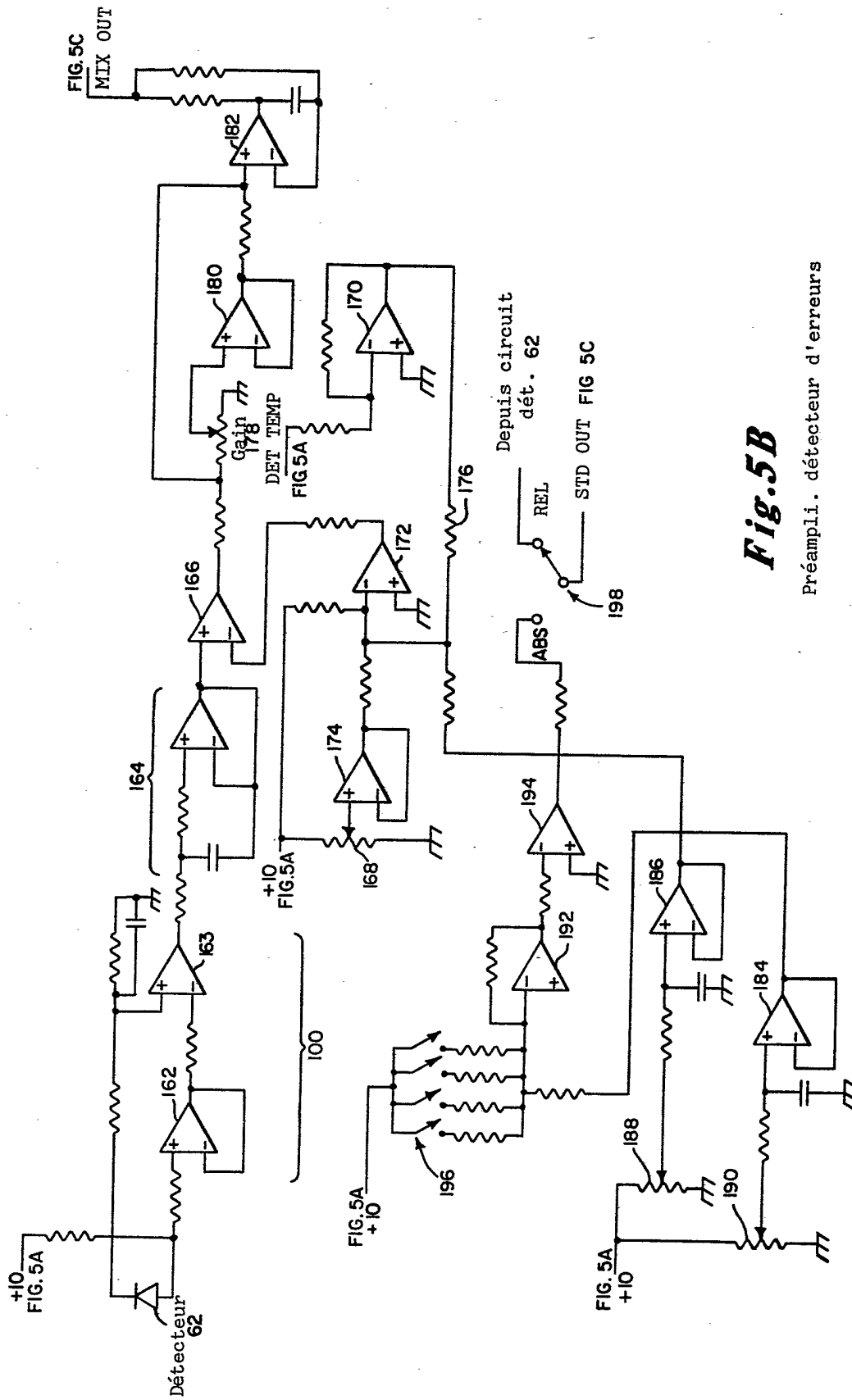


Fig.5B

Préampli. détecteur d'erreurs

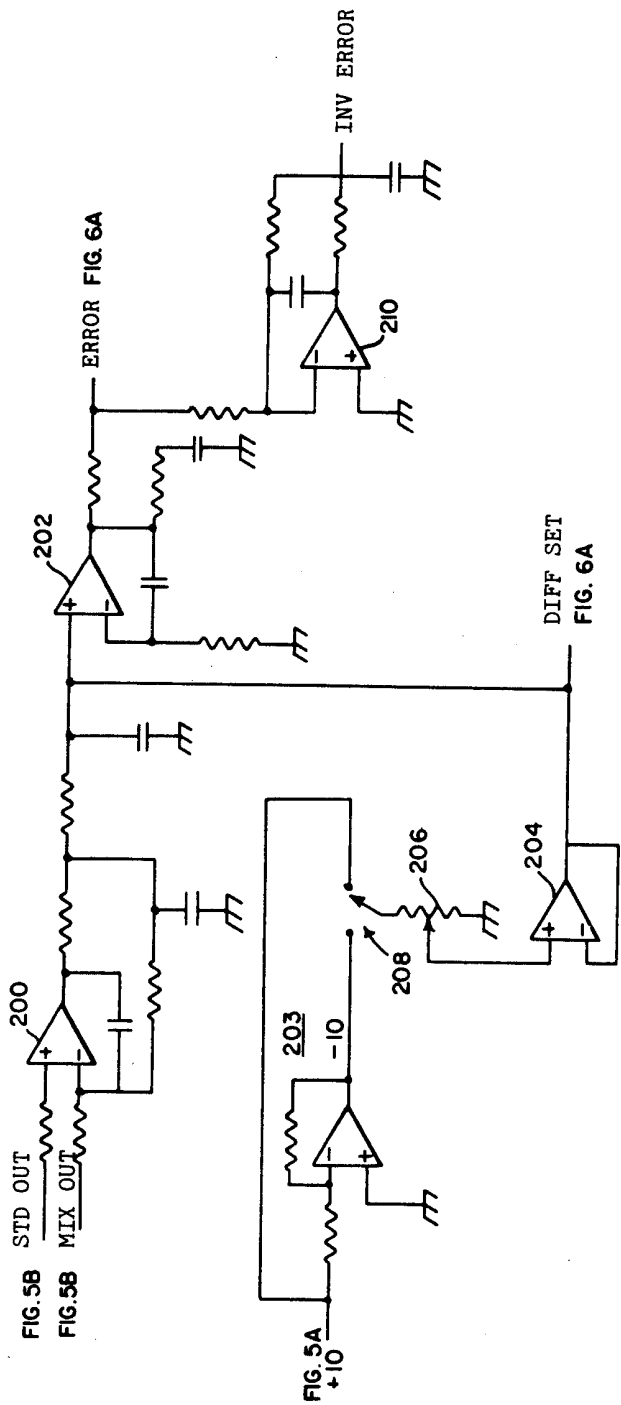


Fig. 5C

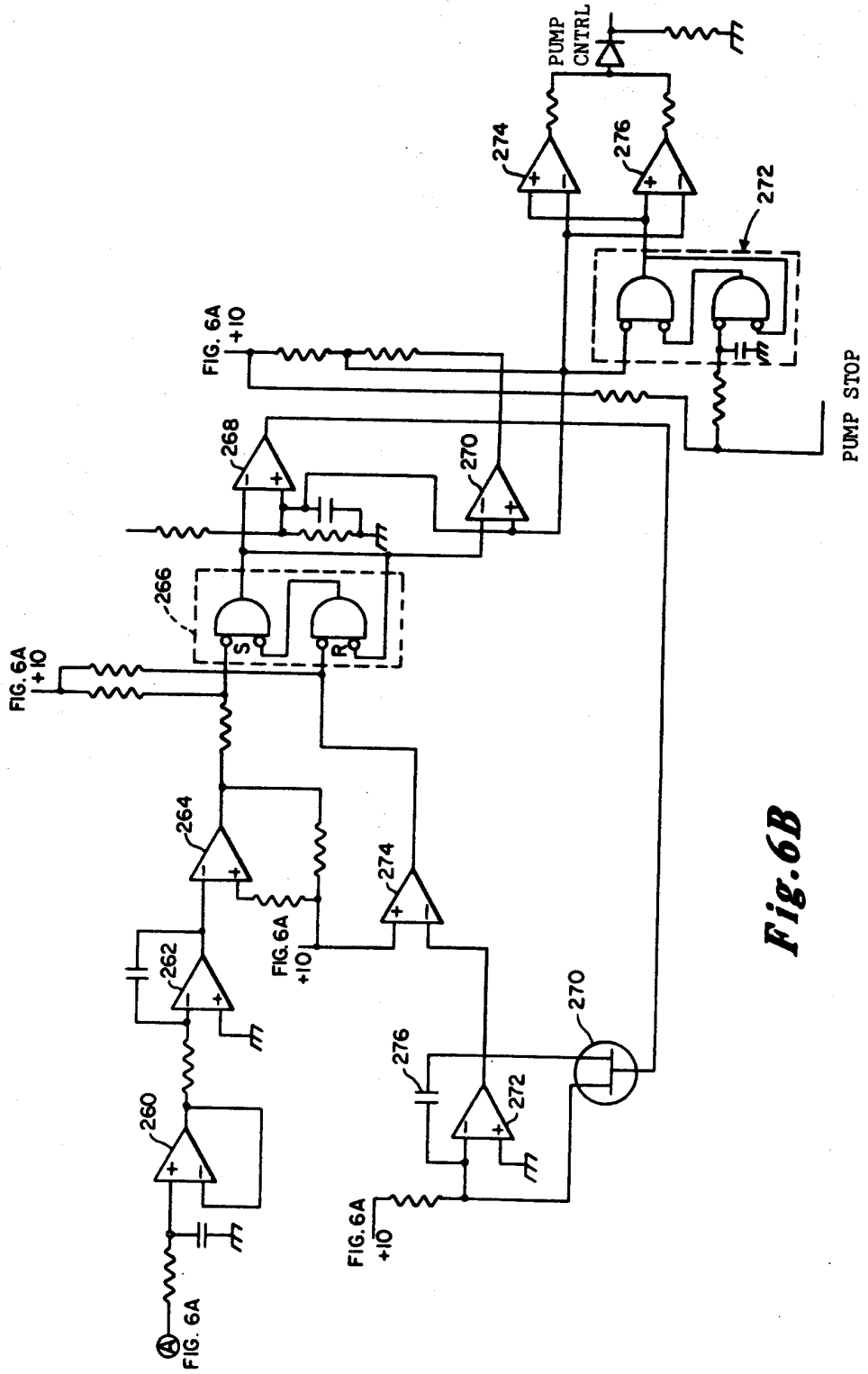


Fig. 6B

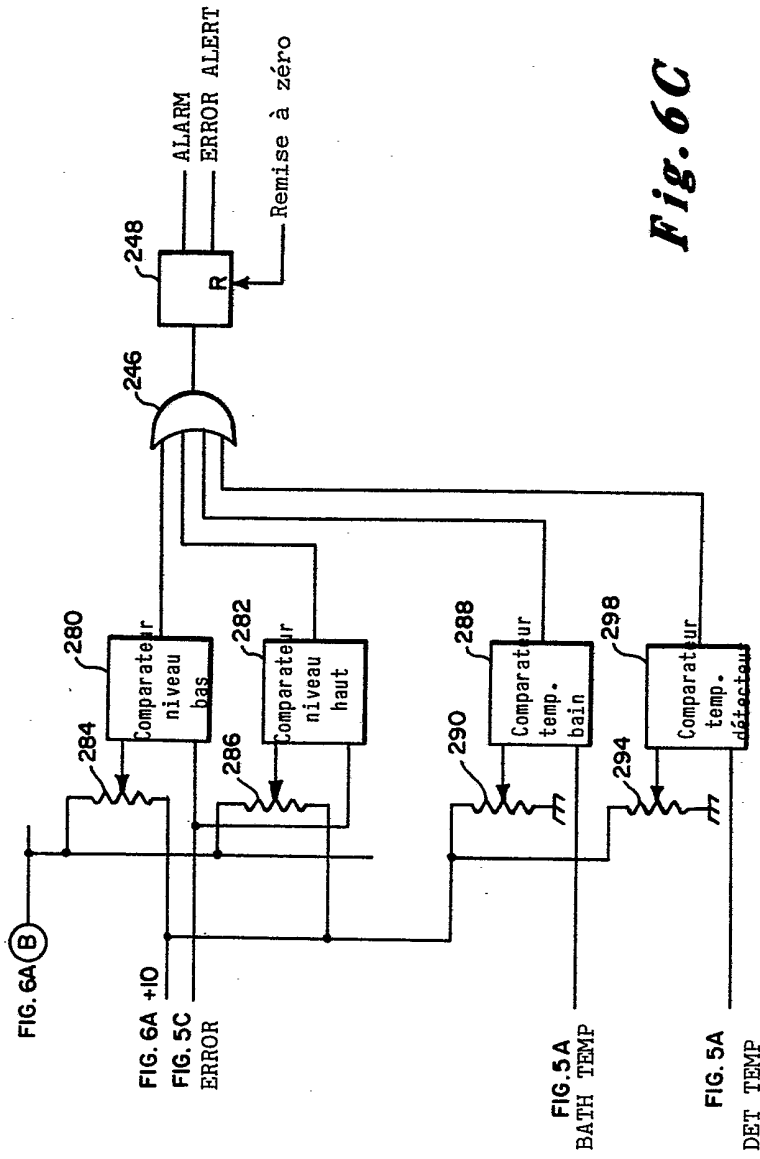


Fig. 6C

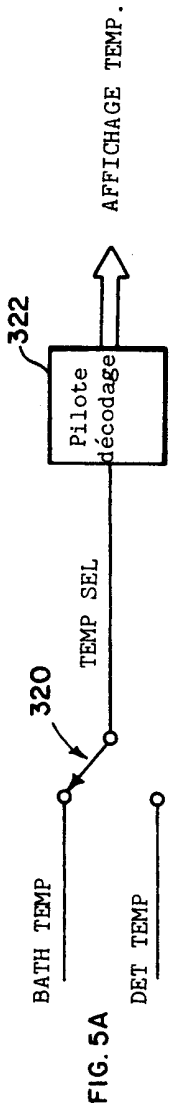
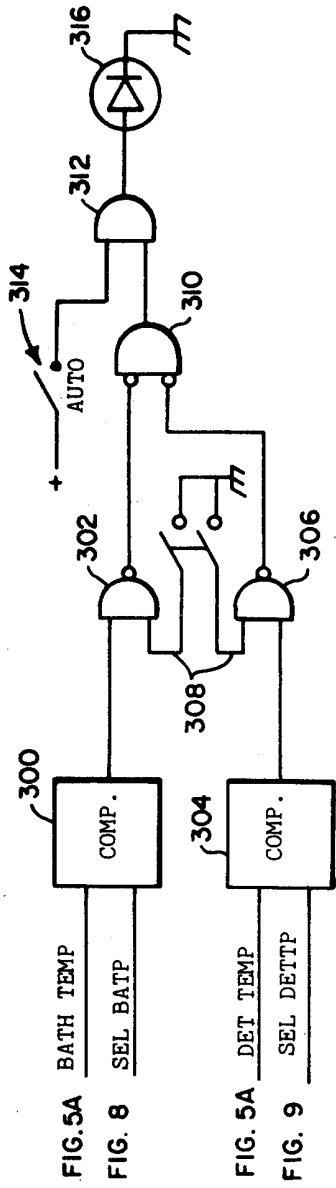
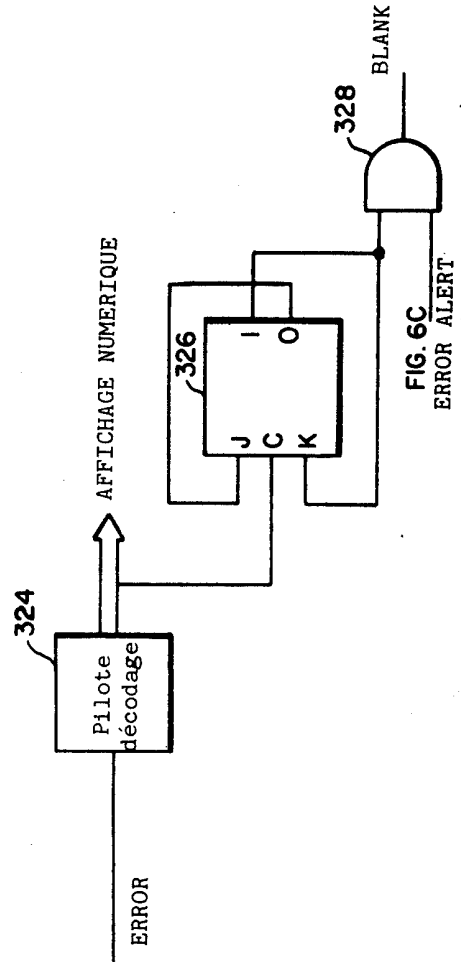


Fig. 7



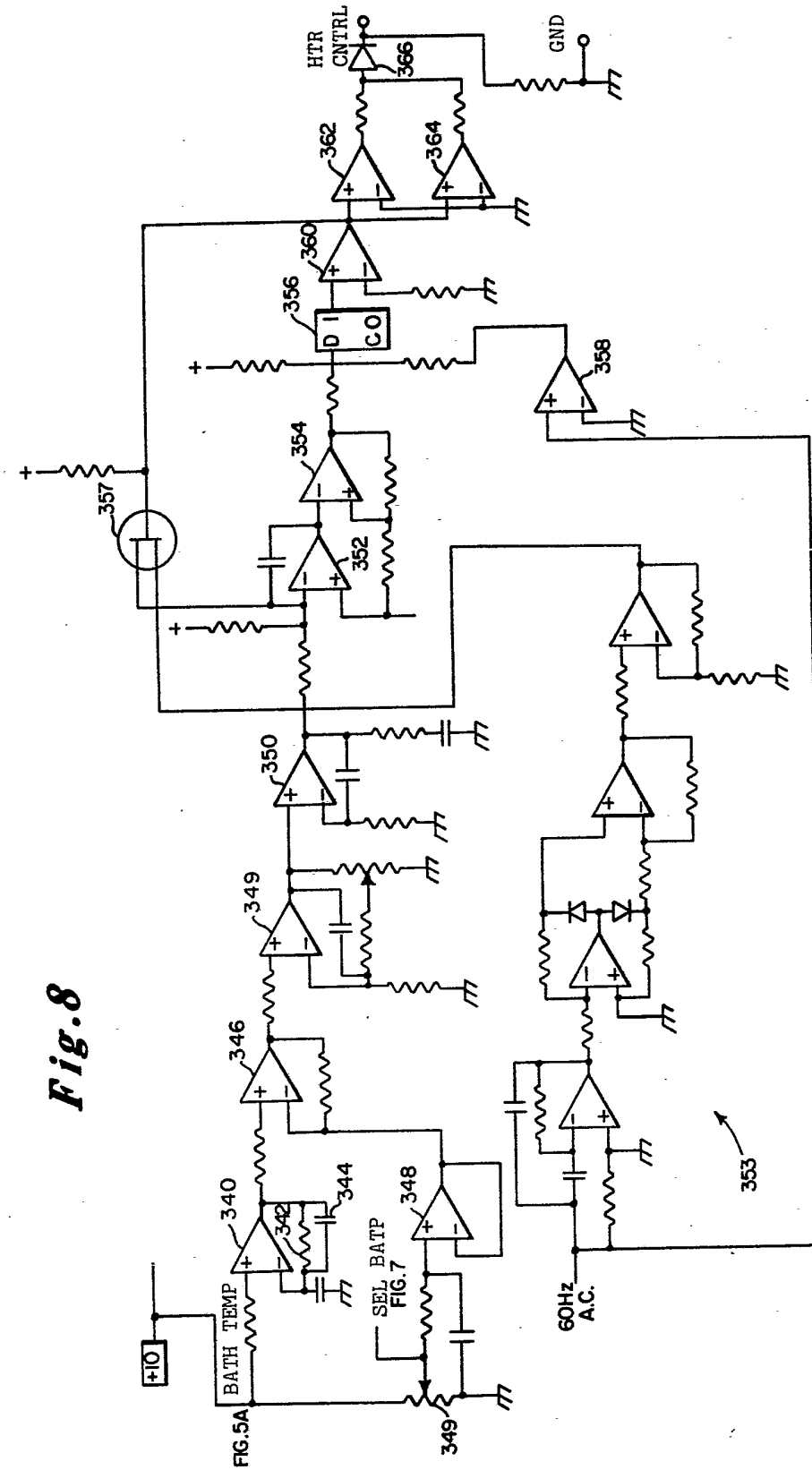


Fig. 8

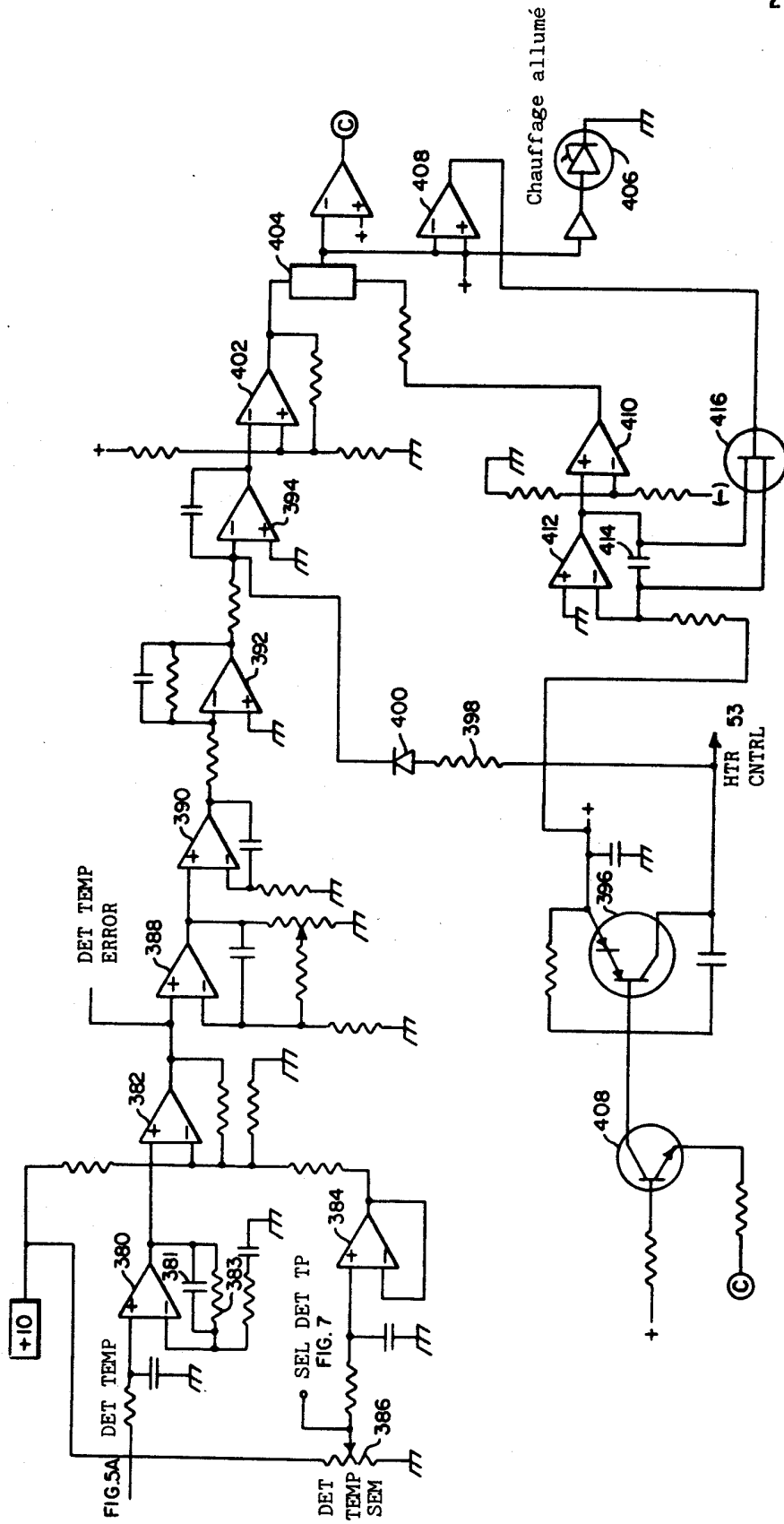


Fig. 9

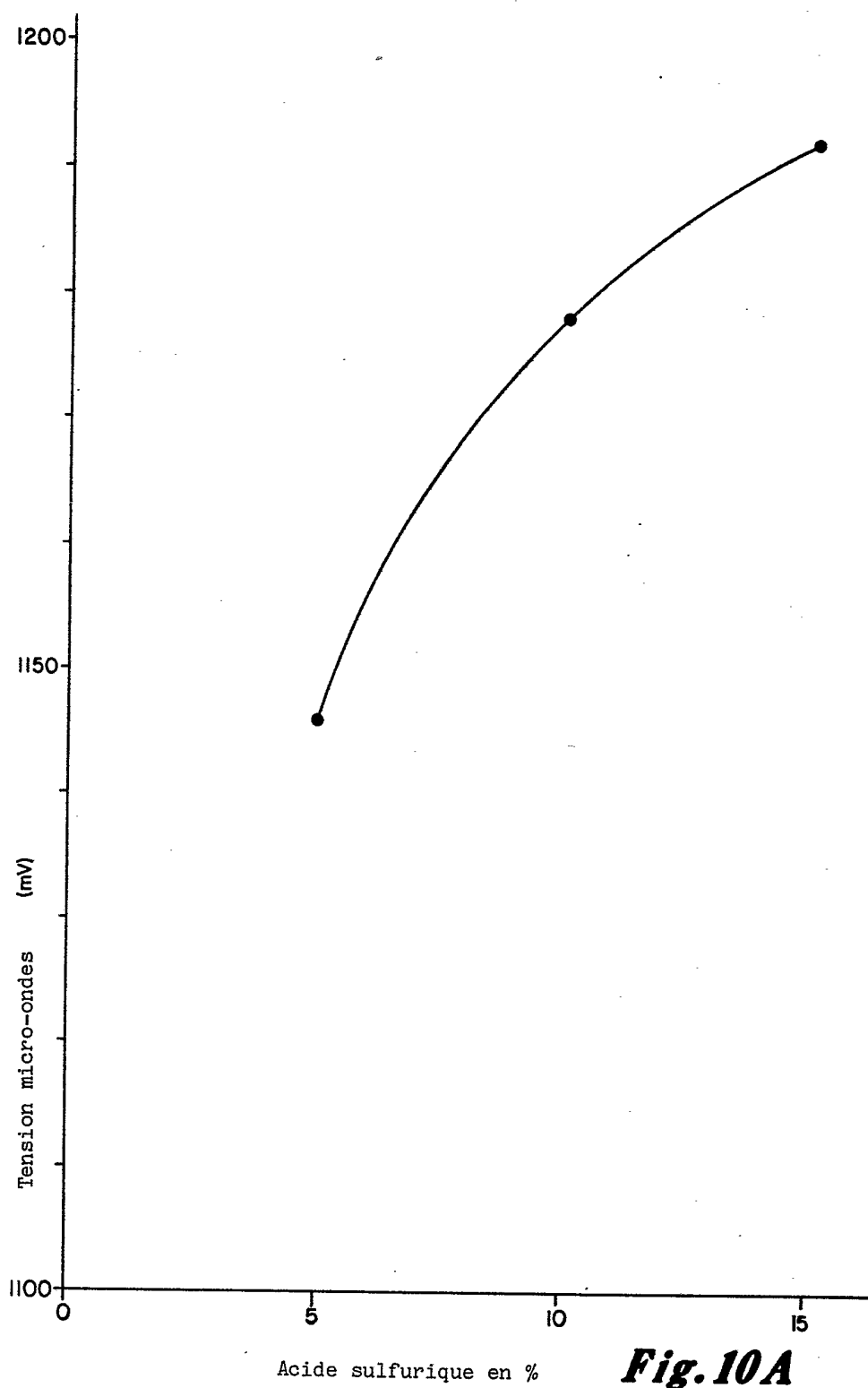


Fig. 10A

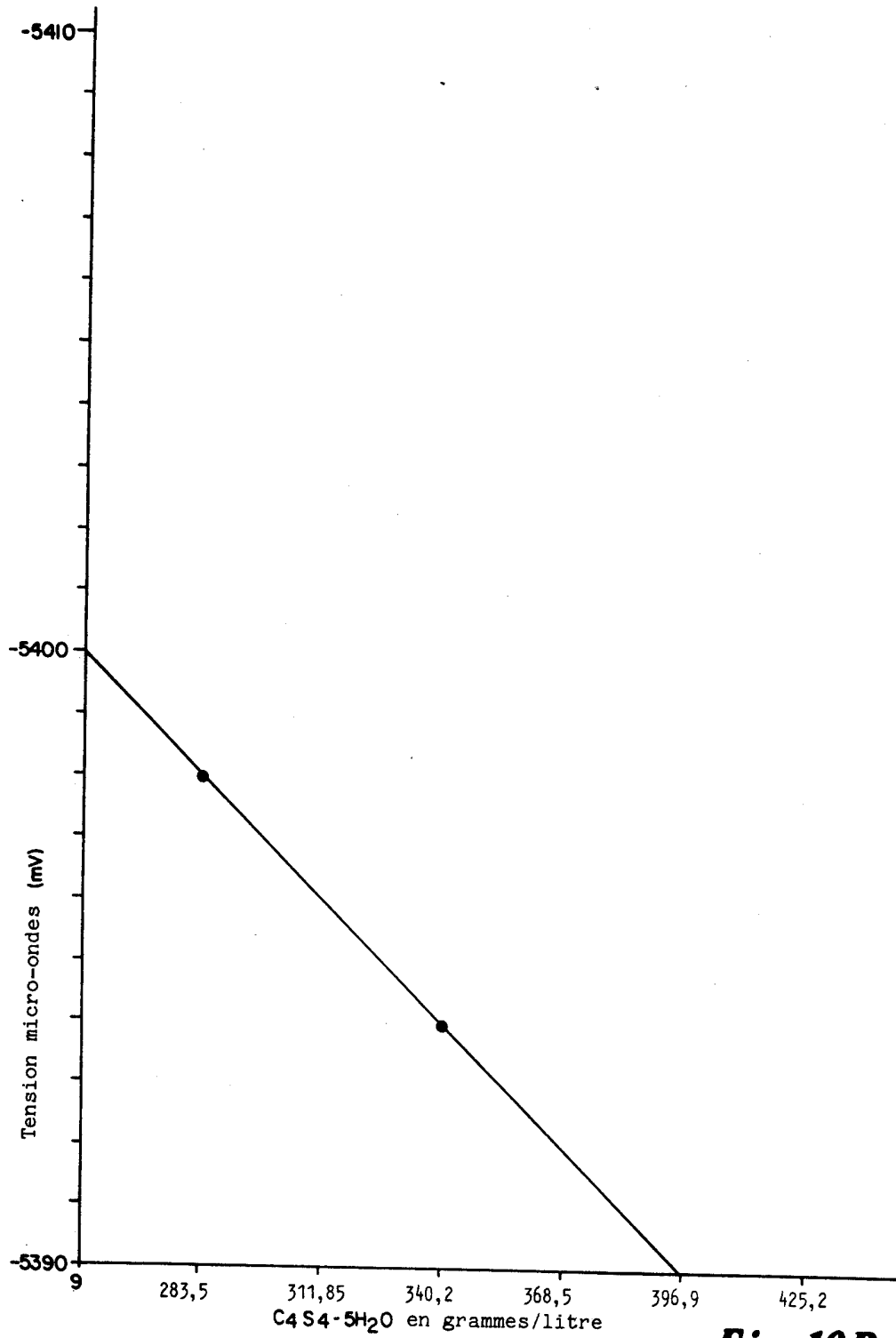


Fig.10B