

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 18.02.91.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la demande : 21.08.92 Bulletin 92/34.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : GERVAIS Patrick — FR.

72 Inventeur(s) : Gervais Patrick et Bazelin Christophe.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire :

54 Capteur permettant la mesure en continu de la concentration en particules d'un milieu liquide.

57 L'invention concerne un capteur de mesure permettant d'apprécier la concentration en particules, et plus particulièrement, en microorganismes, dans un milieu liquide.

Le capteur est composé de deux parties:

- une chambre (1) reliée à un système permettant de créer en elle une dépression mesurée par le couple exercé par le moteur (11) qui entraîne le déplacement d'un soufflet étanche (18);

- une membrane (2) séparant cette chambre de la suspension ou de la solution à étudier; cette membrane est de nature organique ou minérale (stérilisable) et de porosité variable, adaptée à la suspension ou à la solution à étudier.

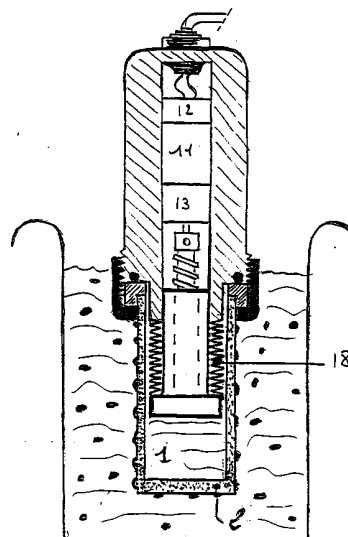
Une relation est établie entre la concentration en particules et le colmatage progressif de la membrane par ces particules. Une dépression étant créée dans la chambre (1), on mesure le temps nécessaire pour atteindre l'équilibre. Ce temps sera d'autant plus long que la concentration en particules est faible.

Deux principes de mesure peuvent être utilisés:

- mesure du temps nécessaire pour atteindre une pression (proche de l'équilibre) fixée;
- mesure de la pression atteinte à un temps donné.

L'invention peut être utilisée aussi bien pour la mesure de la distribution en particules dans une suspension que pour la détermination de la viscosité de solutions de polymères; dans ce dernier cas, c'est la présence des polymères

qui induit le colmatage de la membrane.



DESCRIPTIF TECHNIQUE

La présente invention concerne les procédés permettant de mesurer la concentration en particules en suspension dans un milieu liquide.

Actuellement, cette détermination est faite par d'autres méthodes basées sur des principes différents tels que :

- La mesure du volume ou de la masse ; il s'agit d'une méthode classique nécessitant la séparation de l'échantillon en deux parties : les particules dont on cherche à mesurer la concentration d'une part et le milieu liquide d'autre part. Dans le cas d'une mesure du volume, l'échantillon est soumis à une centrifugation permettant d'accélérer la sédimentation des particules. Selon la méthode employée, on procède ensuite à la mesure du volume ou de la matière sèche des particules après filtration de la suspension sur une membrane. Cette méthode présente l'inconvénient d'être peu sensible et de nécessiter de ce fait l'utilisation de volumes importants.
- La mesure de la variation de la résistance électrique. Dans ce cas, le dispositif de mesure se compose d'un tube cylindrique percé d'un micro-orifice de part et d'autre duquel sont placées deux électrodes. Chaque particule traversant l'orifice déplace un volume d'électrolyte égal à son propre volume, ce qui crée une variation d'impédance. Dans un intervalle de temps donné, le nombre d'impulsions enregistrées correspond au nombre de particules ayant traversé l'orifice. L'inconvénient majeur de ce système est de ne fonctionner bien qu'avec des cellules de grande taille.
- Les méthodes optiques dont le fonctionnement est le suivant : lors du passage d'un rayon lumineux au travers d'une suspension, il y a diffusion de lumière par les particules, absorption d'une partie de l'intensité lumineuse incidente (et transmission de l'autre partie) et enfin diffraction. Différentes méthodes basées sur ces principes sont employées pour la mesure de la concentration en particules d'un milieu :
 - On peut tout d'abord effectuer la mesure de l'intensité de lumière diffusée par une suspension réalisée sous des angles variables. La longueur d'onde utilisée est fonction de la taille des particules analysées. Cependant, l'intensité de la lumière diffusée par une particule est faible et pose un problème technologique pour les suspensions peu concentrées. Pour augmenter la sensibilité de la mesure, un rayon laser peut servir de source lumineuse.
 - On peut également exploiter le phénomène suivant : lorsqu'une particule est envoyée, l'analyse de la lumière transmise permet de déterminer la concentration en particules à volume constant. Un inconvénient de cette technique est qu'il n'y a corrélation entre l'absorption de lumière et la concentration en particules que dans un domaine limité.
 - On peut enfin, étant donné que les particules en suspension dans un liquide diffractent la lumière, enregistrer la diffraction. Ceci permet, après analyse et traitement par des algorithmes appropriés, de déterminer la répartition granulométrique. Il est cependant nécessaire que l'indice de réfraction du liquide soit différent de celui des particules. Les méthodes optiques présentent l'inconvénient de nécessiter un milieu limpide, ne contenant par exemple pas de bulles.

Un autre procédé est également utilisé ; il s'agit de l'analyse d'images. Les images provenant d'un microscope sont traitées de façon à pouvoir être ultérieurement exploitées par ordinateur.

Toutes ces méthodes présentent des inconvénients. Tout d'abord la mesure du volume ou de la masse est longue et fastidieuse. Les méthodes de variation de la résistance électrique et les méthodes optiques sont quant à elles, très coûteuses.

L'invention concerne un dispositif de mesure de la concentration en particules d'un milieu liquide comportant :

- une chambre (1) en contact avec le milieu liquide par l'intermédiaire d'une membrane semi-perméable ou à porosité convenable (2) ;
- des moyens (4), (18), (19), (22) permettant de créer une dépression dans la chambre (1) ;
- des moyens (3), (12) permettant de mesurer le volume de liquide qui pénètre dans la chambre (1) avant colmatage de la membrane (2) ;
- des moyens (7), (24), (25) convenables pour contrôler la dépression dans la chambre (1).

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, référencée aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement le principe de la mesure avec utilisation d'un circuit pneumatique pour aspirer le liquide ;
- la figure 2 représente une réalisation dans laquelle l'aspiration s'effectue au moyen d'un piston étanche ;
- la figure 3 représente une réalisation dans laquelle l'aspiration dans la chambre (1) s'effectue par l'action d'une membrane déformable (19) ;
- la figure 4 représente une réalisation dans laquelle l'aspiration dans la chambre (1) s'effectue au moyen d'un piston rendu étanche au moyen d'un soufflet (18) ;
- la figure 5 représente le circuit d'alimentation du moteur électrique (11) ;
- la figure 6 représente les mesures d'intensité (et par suite de dépression) et de déplacement (et par suite de volume) réalisées aux bornes du moteur électrique (11).

En se reportant à la figure 1, on peut comprendre le principe de la mesure.

Soit une solution contenue dans un récipient (9) qui contient en suspension des particules dont on se propose de mesurer la concentration. Si on filtre ce liquide, en le faisant traverser une membrane perméable (2), capable de laisser passer le liquide tout en retenant à sa surface les particules, on conçoit aisément qu'il puisse se produire un phénomène de colmatage après que la membrane ait laissé passer un certain volume de liquide. En fait, ce sera le volume de liquide rapporté à la surface de membrane qui est véritablement représentatif de la concentration de particules. Nous conviendrons de le désigner par le terme "volume spécifique".

Pour effectuer cette mesure, on procède de la façon suivante : on applique tout d'abord une certaine dépression, par exemple 0,1 bar, dans une cavité ou chambre (1) ménagée entre la pièce (10) supportant la membrane (2) et cette dernière. Cette dépression est réalisée au moyen d'une pompe à vide ou d'un dépresseur quelconque (4) qui, si la vanne (5) est ouverte, aspire dans la chambre (1) dont le volume est aussi réduit que possible.

Le liquide monte alors dans la canalisation d'aspiration et pénètre dans une ampoule de verre (3), convenablement graduée, pour permettre une mesure du volume de liquide aspiré. Au début de la mesure, on observe une montée très rapide du liquide puis celle-ci diminue et enfin le niveau se stabilise quasiment. La dépression est maintenue à une valeur constante grâce à un détendeur réglable (7). Pendant cette phase d'aspiration, on maintient la vanne (6) fermée. Quand la mesure est terminée

on ferme la vanne (5) puis on ouvre la vanne (6) permettant de soumettre la chambre (1) cette fois à une surpression. Ceci provoque une éjection du liquide contenu dans la pipette de mesure (3) et un décollement de la couche de particules agglomérées à la surface de la membrane (2). Celles-ci sont projetées à l'intérieur de la solution et il en résulte un nettoyage de la membrane (2). Le dispositif est alors prêt pour effectuer une nouvelle mesure en réalisant le cycle précédent.

L'inconvénient de ce procédé, vient de ce qu'il requiert un opérateur pour effectuer visuellement la mesure au niveau du liquide dans (3). Il est donc avantageux d'envisager d'autres modes de réalisation de l'invention dans lesquels la mesure puisse être entièrement automatique.

C'est le cas par exemple du système de la figure 2 où la dépression dans la chambre (1) est réalisée au moyen d'un piston (22) coulissant de façon étanche dans un cylindre (21) avec des frottements aussi réduits que possible. Pour obtenir une bonne étanchéité, on pourra utiliser un joint à lèvres ou mieux, un joint à fluide ferromagnétique.

Le piston (22) est actionné au moyen d'une crémaillère (23) ou de tout autre moyen permettant de convertir le mouvement de rotation du motoréducteur (11), (13) en un mouvement de translation. Dans ce principe, la dépression est contrôlée et mesurée en permanence par le courant circulant dans le moteur à courant continu (11) dont le fonctionnement sera détaillé plus loin. Le volume de liquide introduit dans la chambre (1) est mesuré par la position du piston qui peut être obtenue au moyen d'un potentiomètre ou en mesurant l'angle de rotation du moteur, ce qui peut avantageusement être réalisé au moyen d'un codeur angulaire (12) fixé en bout d'arbre moteur.

La figure 3 décrit une réalisation où l'aspiration dans la chambre (1) s'effectue par déformation d'une membrane élastique (19), sous l'effet d'une traction exercée par le système vis-écrou (15), (16) qui convertit le mouvement de rotation du moteur (11), équipé d'un éventuel réducteur (13), en un mouvement de translation. Le système comporte un corps (20) solidaire du moteur (11), supportant la membrane élastique (19) et la membrane semi-perméable (2). Comme précédemment, le courant d'alimentation du moteur à courant continu (11) impose un couple, donc une force de traction et finalement une dépression dans la chambre (1). La mesure du volume s'effectue également à partir de l'angle de rotation du moteur, mesuré par le codeur angulaire (12), au moyen d'une courbe d'étalonnage. Le traitement de ces deux signaux permet de s'affranchir de l'effort nécessaire pour déformer la membrane (19).

On notera que cette disposition très simple permet d'obtenir une excellente étanchéité de la chambre 1 vis-à-vis de fuites autres que celles de la membrane (2) et que le système peut être très facilement nettoyable par démontage de la membrane (21). Le nettoyage de la membrane (2) en fin de cycle s'effectue en inversant le sens du moteur ce qui éjecte le liquide contenu dans la chambre (1).

La figure 4 représente une autre variante de ces réalisations de capteurs automatiques, dans laquelle la dépression est obtenue par la déformation d'un soufflet cylindrique (18).

On a donné ici, à la membrane perméable (2), une forme en doigt de gant pouvant se fixer sur le corps (14) de l'appareil au moyen d'un écrou (17) ; l'étanchéité étant obtenue par un joint torique. On peut ainsi facilement démonter le capteur pour le nettoyer périodiquement.

La dépression est réalisée par la déformation du soufflet (18) qui est entraîné en translation par un écrou (16) dont il est solidaire. Le mouvement s'effectue au moyen d'une vis (15), entraînée en rotation par un moteur électrique (11), équipé éventuellement d'un réducteur de vitesse (13) ainsi que d'un codeur (12) fournissant une information proportionnelle au déplacement de l'écrou (16) et par conséquent, proportionnelle au volume de liquide aspiré.

L'alimentation du moteur s'effectue au moyen d'une alimentation en tension dont la polarité peut s'inverser afin de permettre un fonctionnement du moteur dans les deux sens. Pendant la phase de mesure, la polarité de (25) est telle que le générateur de courant (24) alimente le moteur (11) en courant constant. Pendant la phase de retour à la position initiale où le liquide contenu dans la chambre (1) est rejeté dans la cuve (9) ce qui assure le décolmatage de la membrane semi-perméable (2), la polarité de (25) est intense et le courant passe par la diode D.

L'inversion de polarité de l'alimentation (25) utilise un des nombreux procédés connus à base de relais inverseurs ou d'électronique.

La figure 6 représente de façon idéalisée les variations du courant dans le moteur électrique pendant la phase de mesure. On notera qu'il met un certain temps τ avant d'atteindre sa valeur de consigne, ceci en raison de l'absence de couple résistant quand la membrane n'est pas encore colmatée. La courbe 1 est relative à une solution plus fortement chargée en particules que celle de la courbe 2.

On notera que les volumes débités V_1 et V_2 ne sont atteints que de façon asymptotique du fait de l'étanchéité relative du colmatage. Bien entendu, la plus forte concentration correspond au volume le plus faible.

Les membranes peuvent être de nature organique ou au contraire métalliques ou céramiques de façon à être stérilisables. Leur porosité est variable et, en tous cas, adaptée à la suspension en solution à étudier.

L'invention peut être utilisée :

- pour la mesure de la distribution en particules dans une suspension : si les particules sont de même taille : mesure de la concentration en particules (biomasse, cellules végétales, cellules animales, lactose, dans les domaines de la biotechnologie, de l'immunologie, du biomédical ou de la pharmaceutique) ;
- si les particules sont de tailles différentes : mesure de la charge en particules (poussières notamment) ;
- pour la mesure de la viscosité de solutions de polymères : applications agro-alimentaires (ketchup, mayonnaise, sirop, confiture, biscuit, chocolat, crème, fromage,...) ; applications chimiques (peinture, vernis, gel,...).

REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure de la concentration en particules d'un milieu, caractérisé en ce qu'il comporte :
 - une chambre (1) en contact avec le milieu liquide par l'intermédiaire d'une membrane semi-perméable ou à porosité convenable (2) ;
 - des moyens (4), (18), (19), (22) permettant de créer une dépression dans la chambre (1) ;
 - des moyens (3), (12) permettant de mesurer le volume de liquide qui pénètre dans la chambre (1) avant colmatage de la membrane (2) ;
 - des moyens (7), (24), (25) convenables pour contrôler la dépression dans la chambre (1).
2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un dépresseur ou pompe à vide (4) pouvant être connecté à la chambre (1) au moyen d'une vanne électrique ou manuelle (5).
3. Dispositif suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte une vanne (6), électrique ou manuelle, convenable pour injecter de l'air sous pression dans la chambre (1), la source d'air sous pression pouvant éventuellement être la sortie "refoulement" du dépresseur ou pompe à vide (4).
4. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'aspiration du liquide dans la chambre (1), s'effectue au moyen d'une membrane élastique, métallique ou en élastomère de forme cylindrique (18) ou plane (19).
5. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens permettant d'obtenir la dépression dans la chambre (1) sont constitués par un piston (22) coulissant de façon étanche, dans une chambre (21).
6. Dispositif suivant les revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que les moyens utilisés pour actionner les membranes (18), (19) ou le piston (22), consistent en un moteur électrique (11) équipé éventuellement d'un réducteur (13) avec transformation du mouvement par une vis (15), une crémaillère (23) ou tout moyen connu permettant d'obtenir un mouvement de translation.
7. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens permettant de mesurer le volume de liquide aspiré sont constitués par une pipette graduée (3) à lecture visuelle.
8. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens permettant de mesurer le volume de liquide aspiré dans la chambre (1), sont constitués par un codeur (12) placé en bout d'arbre du moteur (11).
9. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens permettant de contrôler ou de mesurer la dépression dans la chambre (1) sont constitués soit par un détendeur (7), soit par un contrôle du couple du moteur (11) au moyen d'un générateur de courant (24).
10. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications de 1 à 9, caractérisé en ce qu'il est utilisé pour la mesure de viscosité de solutions polymères.

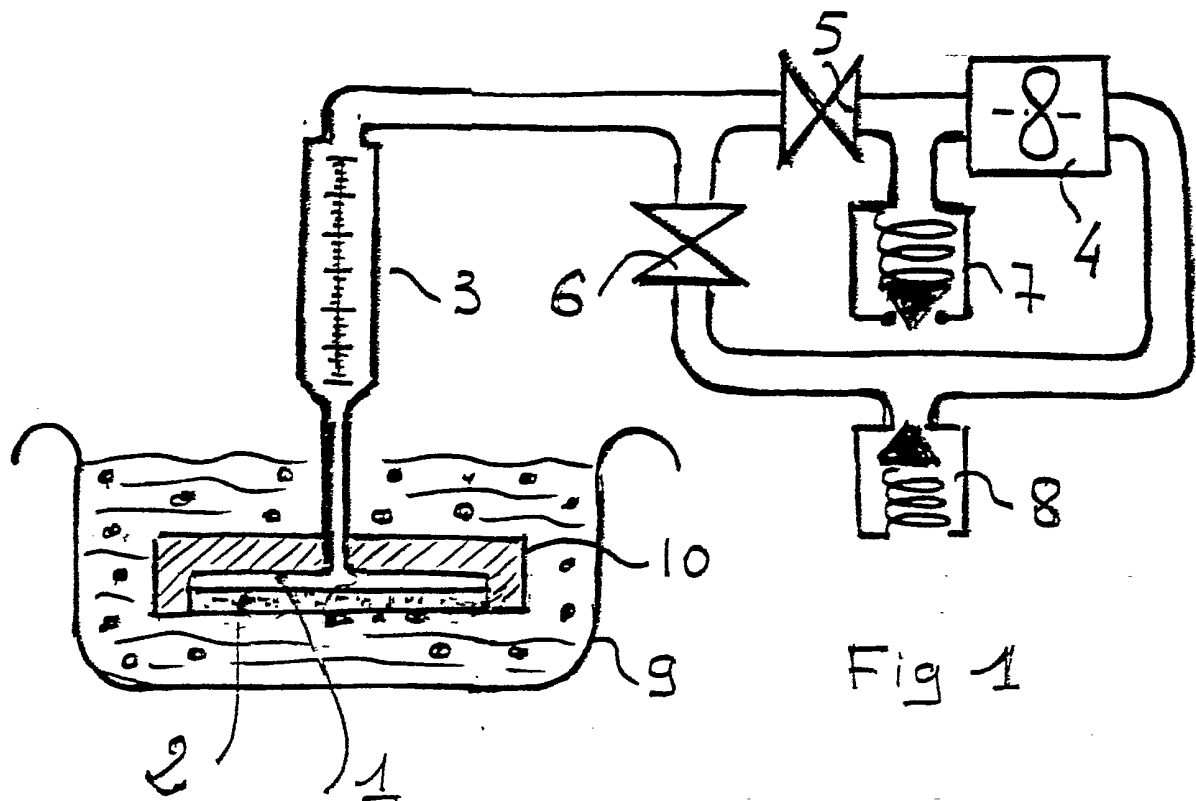


Fig 1

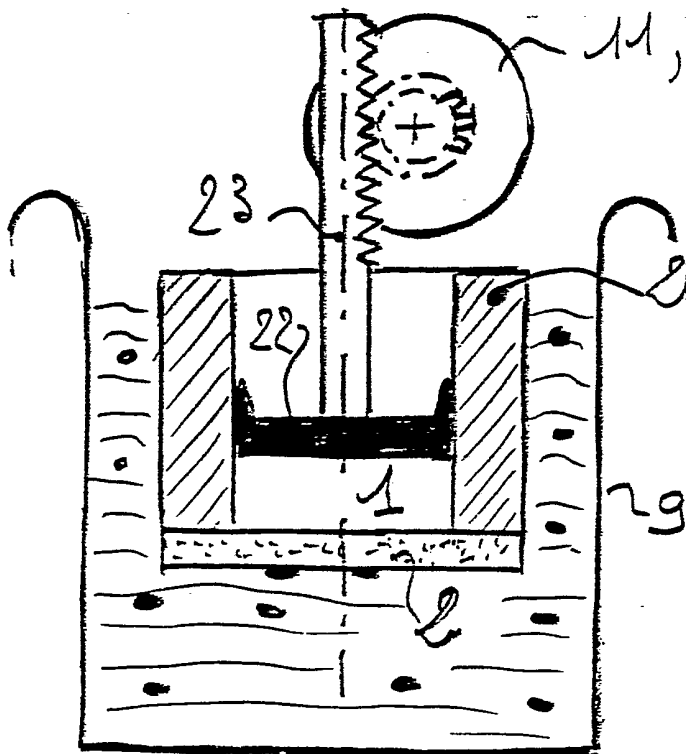


Fig 2

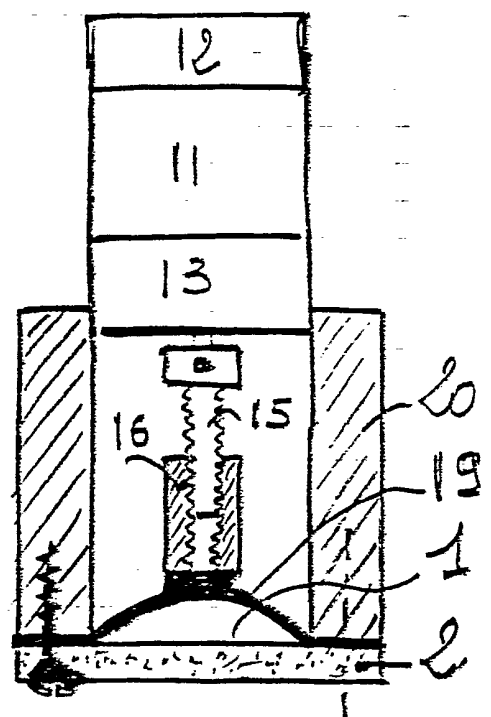


Fig 3

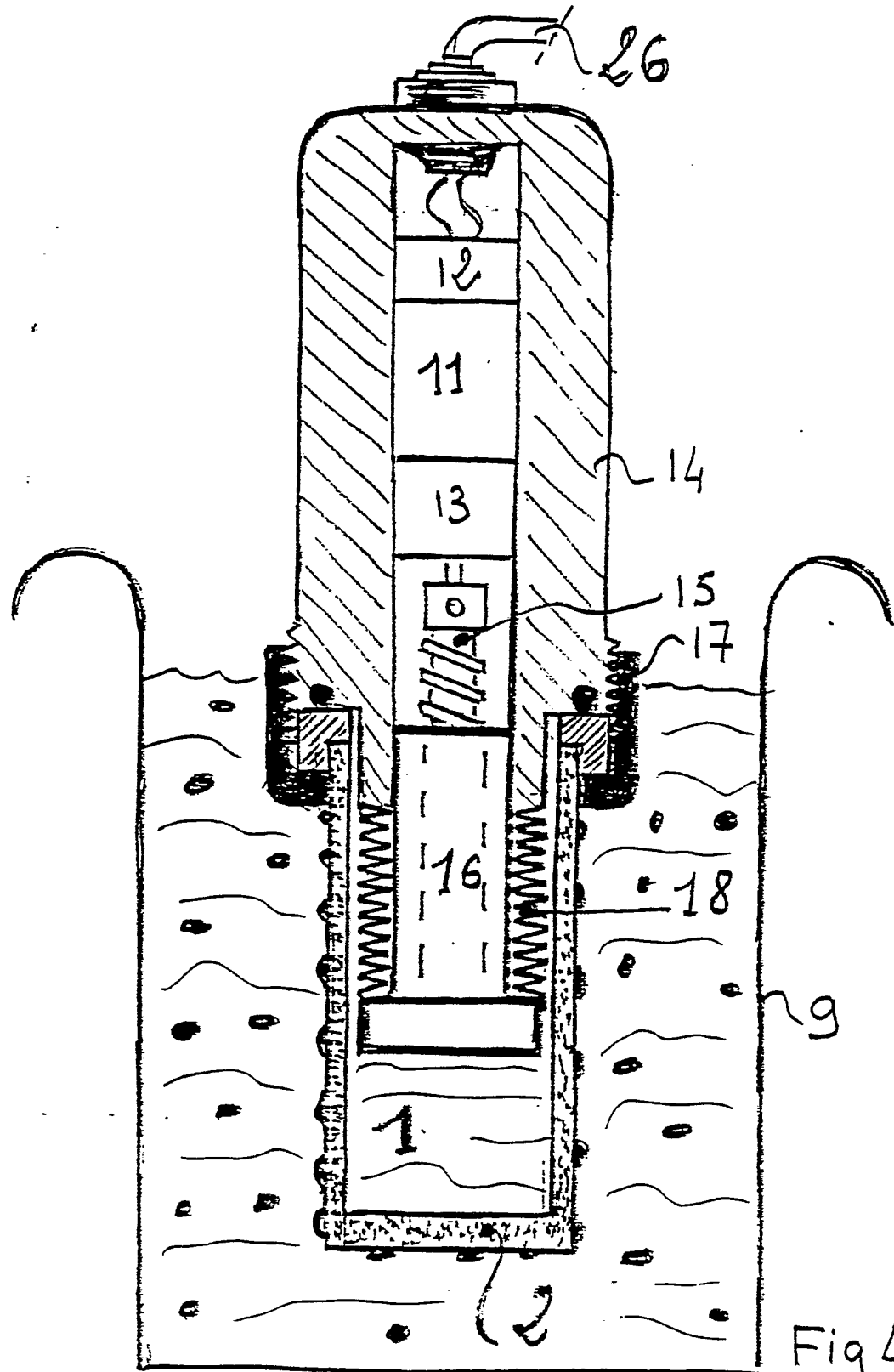


Fig 4

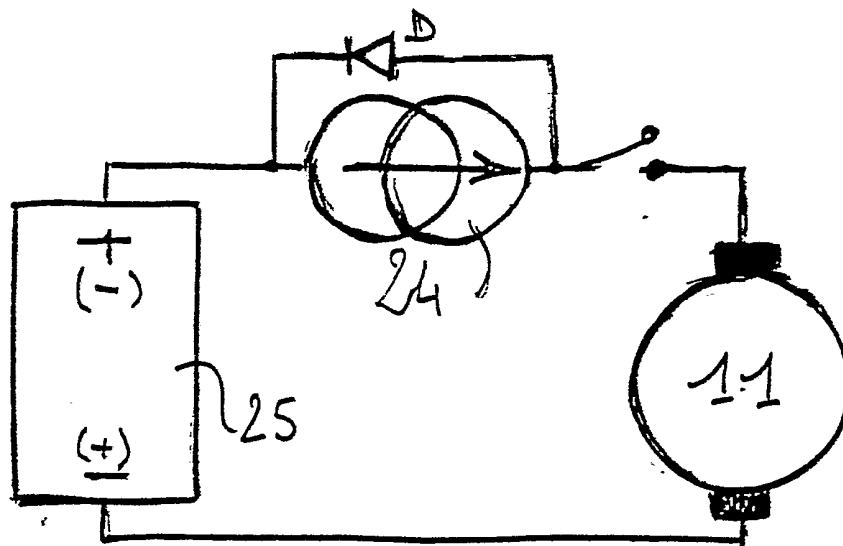


Fig 5

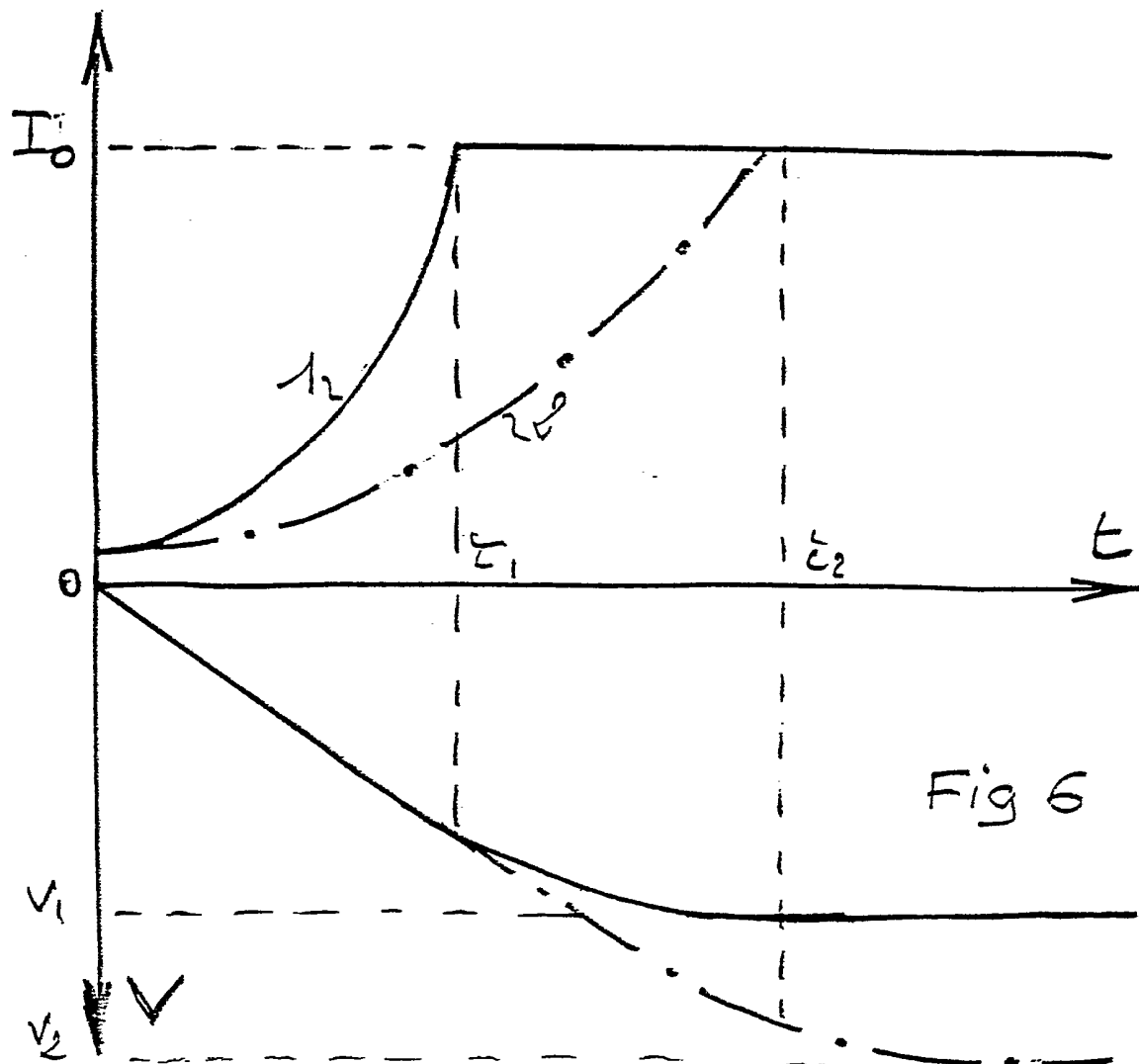


Fig 6