RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 458 693**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) **N° 79 14268**

(54) **Pompe péristaltique à débit variable.**

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). F 04 B 45/08.

(22) Date de dépôt..... 5 juin 1979, à 13 h 35 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 1 du 2-1-1981.

(71) Déposant : HANUSSE Gérard, résidant en France.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire :

La présente invention concerne une pompe péristaltique qui présente par rapport aux dispositifs antérieurement connus un procédé supplémentaire de variation du débit et la possibilité de de réaliser simultanément des débits différents dans des tubulures identiques.

Bien que la pompe selon l'invention ne concerne pas exclusivement l'usage médical, car elle peut servir dans tous les domaines où l'on a recours au pompage, elle a été conçue pour les tubulures de faible diamètre, notamment celles qui sont utilisées en pratique médicale et plus particulièrement pour les pompes de perfusion, de dialyse péritonéale ou d'hémodialyse.

Dans les dispositifs de ce genre, il est connu d'utiliser un tuyau souple, encore appelé tubulure, écrasé par un galet qui assure, par son déplacement relatif, la progression du fluide dans la tubulure souple. De nombreux procédés ont été décrits pour assurer, selon les cas, une occlusion plus ou moins complète, ou divers modes de renouvellement du galet: disposition en boucle de la tubulure, ou écrasement de la tubulure contre un plan dur à l'aide de nombreux galets alternativement actionnés, ou tension d'une boucle de tubulure sur des galets étroits. Dans tous ces procédés, on ne disposait que de deux moyens très fiables de variation du débit: la variation de la vitesse d'actionnement des galets, d'une part, l'utilisation de tubulures de diamètres différents, d'autre part. On avait aussi décrit la possibilité de faire varier le débit en modifiant la pression d'amont dans la tubulure, ou en créant une occlusion incomplète au niveau du galet. Cependant, une même pompe étant souvent étudiée pour un type bien précis de tubulure, la seule méthode commode, efficace, aux résultats prévisibles, restait la variation de vitesse d'actionnement des galets. Enfin, dans les dispositifs antérieurement connus, il est fréquent d'associer la pompe proprement dite à divers moyens de contrôle: commande électronique du moteur de galet, détecteurs de passage de fluide, dispositifs de sécurité, par exemple pour éviter l'injection d'air sur les pompes à usage médical.

La pompe selon l'invention apporte un nouveau procédé de variation du débit, et d'autres avantages qui apparaîtront mieux dans la description qui va suivre. Elle est destinée à remplacer dans leurs applications les pompes précédentes, ou à remplacer, dans les combinaisons de moyens envisagés plus haut, la pompe

péristaltique proprement dite.

La pompe péristaltique selon l'invention (figure 1) est dans son principe constituée d'un galet 1 écrasant la tubulure souple 3 et/ou 4 et cheminant selon la direction représentée par la flèche 2. La tubulure 3, disposée comme il est connu, voit progresser le fluide qu'elle contient à une vitesse qui est celle du galet 1, et le débit y est égal au produit de la dite vitesse par la section utile de la tubulure. Soit D ce débit. Si l'on incline cette tubulure pour lui donner par rapport à la direction du déplacement du galet l'angle A, comme l'est la tubulure 4, la vitesse du fluide y est divisée par le cosinus de l'angle A. Soit D_a le débit dans cette tubulure. On a donc:

$$D_a = D \times \frac{1}{\text{Cos } A}$$

Il est connu que si A est nul, Cos A vaut 1 et l'on retrouve les conditions précédentes. Par contre, si, par exemple, A vaut 75°52, Cos A vaut 0,25 et le débit dans la tubulure inclinée selon cet angle est 4 fois plus grand que celui de la tubulure 3. Ainsi que le montre la figure 1, le galet 1 doit être prévu suffisamment large pour presser la tubulure inclinée 4 pendant toute la course de son cheminement.

Ainsi exposé, le principe de cette pompe peristaltique se prête à diverses formes de réalisation.

Les figures 2 et 3 représentent des modes de réalisation possibles. On retrouve (figure 2),les mêmes éléments dans une pompe où la tubulure 4 est pressée par un (ou plusieurs) galets 1 contre un cylindre creux extérieur qui n'a pas été représenté pour la clarté du dessin. La direction de cheminement du ou des galets est alors représentée par une circonférence 2 située dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation de l'arbre porte-galets, et le trajet de la tubulure 4 à l'intérieur du cylindre est celui d'une hélicoïde faisant avec le dit plan l'angle A précédemment décrit. Des moyens 5, fourchettes de guidage ou autres,permettent de faire varier le dit angle et ainsi le débit.

On retrouve (figure 3),les mêmes éléments dans une pompe où la tubulure 4 est tendue sur des galets 1 de faible diamètre, la tension de la tubulure réalisant comme il est connu, une occlusion plus ou moins complète. Dans ces cas, le trajet de la tubulure est celui d'une fraction d'hélicoïde, et le nombre de galets est toujours supérieur à 1. De la même façon, des moyens

5 sont prévus pour faire varier l'angle A de la fraction d'hélicoïde avec le plan 2 de la direction de cheminement des galets, et ainsi faire varier le débit.

Dans les deux cas de figure, on prévoit que la longueur des galets 1 soit suffisante, (et plus importante qu'il n'est d'usage) pour permettre à la fois une variation de débit intéressante (par exemple de D à 4xD comme vu plus haut, qui nécessite des galets 4 fois environ plus larges qu'auparavant),et une pression d'occlusion efficace de la tubulure sur toute la longueur du déplacement permis. De même pour le cylindre creux (non représenté) de la pompe figure 2, qui doit aussi être plus haut qu'il n'est d'usage, pour assurer face au galet, l'occlusion de la tubulure depuis l'entrée jusqu'à la sortie de l'hélicoïde.

Selon une forme de réalisation préférée, spécialement étudiée pour les applications à la perfusion médicale, on dispose les mêmes éléments selon la figure 4, ce qui permet d'obtenir les mêmes avantages que l'on vient d'exposer, ainsi que d'autres qui apparaîtront mieux dans la description suivante.

La figure 4 représente une vue de face de la pompe selon l'invention; la figure 5 représente la même, de profil. Les deux mentionnent seulement les éléments originaux, les autres pouvant varier selon les choix technologiques, sans sortir pour autant du cadre de l'invention.

La zone d'activité des galets est ici un rectangle plan dont la largeur "l" a la même direction que l'axe de cheminement 2 des galets. Les galets 1 (figure 5) assurent chacun à leur tour l'occlusion de la tubulure souple 3 et/ou 4 contre un plan dur 6, assurant ainsi la progression du fluide. On a, sur la figure 4, représenté deux tubulures, l'une 3 se trouvant parallèle à la direction 2, l'autre 4 formant avec cette direction un angle A. Comme vu plus haut, le débit dans les deux tubulures est proportionnel à la vitesse d'actionnement des galets et à l'inclinaison dans le cas de la tubulure 4, selon l'angle A.

La longueur "L" du rectangle d'activité des galets est liée à la largeur "l" par le même coefficient qui lie les débits (page 2, ligne 14), augmenté d'une certaine marge de sécurité pour que même sur les bords, la tubulure soit correctement pressée. C'est à dire que, dans le cas d'une variation de 1 à 4 comme vu plus haut, "L" sera légèrement supérieure à 4x"l". Les galets 1 auront une longueur du même ordre.

Divers moyens peuvent permettre d'assurer l'inclinaison de la tubulure selon l'angle A. Par exemple, on peut prévoir que le plan d'appui 6 de la figure 5 soit d'un diamètre au moins égal à la diagonale du rectangle d'activité, soit porteur de deux encoches pour retenir la tubulure, et soit articulé en regard du centre du rectangle d'activité. La rotation de l'ensemble du plan 6 et de la tubulure autour de cette articulation permettrait donc de faire varier le débit de façon continue. Ce mode de réalisation pourrait être intéressant dans le cas d'une pompe actionnée par un moteur à vitesse non variable.

Il a été jugé plus commode de réaliser (figure 4) une variation discontinue en pratiquant des encoches 7 portées par le bâti de la pompe et chargées de maintenir la tubulure. Le plan 6 est alors articulé à l'un de ses bords par une charnière dont l'axe a été figuré en 8, et retenu à l'autre bord par un moyen de fermeture approprié.

Ainsi qu'il est représenté figure 4, le bâti est porteur de trois encoches 7 supérieures, et, au choix, de une ou de trois encoches 7 inférieures. Ces dispositions sont intéressantes dans le cadre de la perfusion médicale.

L'encoche supérieure figurée à gauche occupe une position telle qu'elle donne en combinaison avec l'encoche inférieure correspondante un angle A nul à la tubulure. Elle correspond à un débit D minimal. L'encoche supérieure figurée à droite occupe une position telle qu'elle donne, en combinaison avec l'encoche inférieure correspondante, l'angle A maximal, par exemple 75°52; elle correspond au débit maximal, 4 fois supérieur dans l'exemple. De même, l'encoche supérieure médiane est disposée pour former un angle A intermédiaire, par exemple 60°, qui correspond à un débit moyen égal ici à deux fois le débit minimal.

Au choix, une ou trois encoches inférieures 7 peuvent être prévues. Le choix d'une seule encoche prémunit bien des erreurs de manipulation, et permet de minimiser la longueur "L" à la fois des galets 1 et du plan dur 6; mais la pompe ainsi réalisée ne peut accepter qu'une seule tubulure à la fois. Elle permet par contre de réaliser des pompes comportant un cadran de commande gradué par exemple en temps, et agissant sur la vitesse d'actionnement des galets par divers moyens, par exemple électroniques, alors que le réglage du volume à débiter est seulement fonction de la position de la tubulure dans les encoches 7.Quand on connaît

les difficultés pratiques que l'on rencontre lors de la conversion de la prescription médicale, généralement donnée en litres par heures, en gouttes ou millilitres par minute, on voit que c'est déjà là un avantage non négligeable.

Le choix d'un nombre d'encoches inférieures 7 égal à celui des encoches supérieures prémunit moins bien contre les erreurs de manipulation (utilisation d'encoches supérieures et inférieures non correspondantes), bien que des moyens puissent être prévus pour éviter ce genre d'erreur, par exemple sous la forme de rainures de guidage. Il a l'inconvénient, pour une même étendue de variation des débits, de nécessiter un allongement des galets 1 et de la longueur L du plan d'appui 6. Mais ce choix permet comme décrit plus haut la réalisation de pompes présentant deux moyens de réglage selon des paramètres différents, par exemple un réglage de temps et un réglage de volume.

Ce choix apporte en plus un avantage sensible en ce qu'il permet à la pompe d'accepter plusieurs tubulures simultanément. C'est dans le domaine des perfusions répondre à un besoin courant puisqu'il est fréquent de réaliser des perfusions dites en "Y" où deux flacons de volume souvent différents sont reliés par la connexion de leurs deux tubulures pour être injectés dans la même veine du patient par une aiguille unique. Ainsi, on peut administrer simultanément des médicaments dont le mélange risque s'il est fait trop précocément, d'altérer les propriétés, ou bien on peut administrer des flacons de grand volume destinés à une réanimation en même temps qu'un petit flacon est le vecteur des médications spéciales, ou variables. Or, ce mode de perfusion pose souvent de difficiles problèmes de réglage des deux débits, toute variation de l'un influençant le réglage de l'autre. La pompe selon l'invention permettra de résoudre ce problème d'une manière élégante et peu coûteuse puisqu'il suffira d'un seul appareil là où il en fallait auparavant deux, et que les réglages seront réduits à leur plus simple expression: réglage du temps commun sur le cadran adéquat, et mise en place de la tubulure dans le couple d'encoches correspondant au volume du flacon.

Des modalités pratiques de réalisation du corps de pompe sont représentées par les figures 6, 7, et 8.

La figure 6 représente un mode de réalisation possible des galets 1 dans lequel ceux-ci sont construits un peu à la façon des chenilles des véhicules tous terrains. Un moteur 11 porte

sur son axe 14 (homologue de celui représenté aux figures 2 et 3), deux roues dentées 12; celles-ci entraînent les galets 1 reliés entre eux par les maillons 13. Un moyen quelconque, non figuré, opposé aux roues 12, assure une certaine tension à l'ensemble. Sur les axes de chaque galet sont montés, libres, de petites roues 10 prenant appui sur le plan 9, parallèle au plan 6 de la figure 5 et symétrique à celui-ci par rapport aux galets 1. Le reste de la pompe est tel que décrit plus haut.

La figure 7 représente un autre mode de réalisation possible de la même pompe, où l'on voit en 7a l'ensemble des galets 1 vus de profil, en 7b un premier mode de réalisation d'un galet vu en plan, et en 7c un second mode. Les galets 1 prennent ici la forme de lames métalliques ou plastiques, empilées, et alternativement pressées contre la tubulure 3/4 par une sorte de vis sans fin 15 tournant, sur son axe 14 commandé par le moteur 11, à l'intérieur d'une échancrure pratiquée dans la pile de galets, (de préférence à une action extérieure associée à un ressort de rappel) .Des moyens de guidage 16 sont prévus sur la figure 7b, en avant et/ou en arrière des galets pour assurer à la face avant 17 de chacun d'eux le nécessaire parallèlisme avec le plan 6. Le même résultat est obtenu sur la figure 7c en disposant une paire des vis 15 tournant en synchronisme sur leurs axes 14, reliés entre eux par des moyens appropriés (engrenages, par exemple), et reliés d'une façon similaire à l'axe du moteur 11. Les moyens de guidage 16 n'ont plus alors qu'un rôle de guidage latéral. La face avant des galets 1 a ici,figure 7, été représentée munie d'une membrane d'étanchéité, facultative.

La figure 8 représente une réalisation pratique possible de l'une des deux pompes des figures 6 ou 7, que l'on a ici figurée en action, débitant en "Y" deux flacons respectivement de 250 et de 1000 centimètres cubes, l'encoche 500 cc étant ici inemployée. Les deux tubulures avec leur chambre à gouttes 20 sont reliées au niveau du "Y" 23 et débitent dans un cathéter 24.

La pompe péristaltique selon l'invention est ici figurée,alors que son plan d'appui 6 est fermé par le moyen 19, en combinaison avec des moyens électroniques qui assurent, par le cadran 18 un réglage du temps de perfusion, et, par les moyens de détection 21 du passage des gouttes, la régularité du débit et la prévention des incidents, notamment l'arrêt du pompage en cas d'absence de liquide dans un des flacons pour éviter l'injection

d'air. Les moyens électroniques de contrôle peuvent être choisis, en fonction de critères technologiques, soit du type pas à pas, le moteur 11 vu plus haut étant actionné pour le passage de chaque goutte et arrêté immédiatement après, soit du type continu, le moteur, selon son type subissant par exemple une variation de sa tension continue d'alimentation, ou une modulation par contrôle de phase en courant alternatif, ou encore une alimentation sous tension constante en créneaux à rapport cyclique variable.

Le mode d'emploi de la pompe selon l'invention est simple: après mise en place selon les techniques médicales connues des flacons, tubulures et cathéter, on dispose la ou les tubulures dans les encoches correspondantes, on referme le plan d'appui, et on règle sur le cadran le temps de perfusion souhaité. Le débit est ainsi automatiquement "calculé" et réglé.

Les avantages de toutes les pompes réalisées selon l'invention découlent de ce nouveau moyen de variation du débit qui consiste en l'inclinaison de la tubulure sur l'axe de cheminement des galets selon un angle mesurable. Notamment, elle permet, dans le cas d'une pompe économique dont le moteur n'a qu'un nombre réduit de vitesses différentes, de fournir un moyen simple supplémentaire pour varier le débit. Surtout, elle permet, dans le cas d'une pompe plus sophistiquée comme celle décrite à la figure 8, de séparer par un moyen simple, les réglages de volume et de temps, d'éviter à l'utilisateur des calculs fastidieux, de réaliser comme auparavant des perfusions avec une tubulure unique, mais encore de débiter en des temps égaux, des volumes différents, et ainsi améliorer sensiblement la pratique de la perfusion dans tous les services médicaux et surtout les services de réanimation où la technique du "Y" est souvent employée.

Les pompes péristaltiques selon l'invention peuvent aussi trouver des applications intéressantes dans tous les domaines, médicaux ou autres, où l'on a à faire varier un débit.

REVENDICATIONS.

1°/ dispositif de pompe péristaltique pour pomper des fluides, comportant, comme les dispositifs du même genre antérieurement connus, une tubulure souple contenant le fluide, pressée en au moins un point, par au moins un moyen encore appelé galet, le dit moyen cheminant pour faire progresser le fluide, selon un premier axe contre la tubulure souple, laquelle présente un second axe, les dits axes étant, dans les techniques antérieures, contenus dans un même plan ou dans des plans parallèles, caractérisé par le fait qu'on réalise, par rapport aux dispositifs du même genre antérieurement connus, un principe supplémentaire de variation du débit en provoquant, par des moyens adaptés, une angulation relative variable des deux axes décrits plus haut, qui peuvent, de ce fait, se trouver dans des plans différents non parallèles.

2°/ dispositif de pompe péristaltique telle que défini dans la revendication 1, caractérisé par le fait que les débits maximum et minimum obtenus pour une même vitesse d'actionnement des galets avec une même tubulure inclinée sur l'axe de progression des galets d'un angle A variable, sont liés entre eux par une expression mathématique faisant intervenir le dit angle.

3°/ dispositif de pompe péristaltique telle que défini dans la revendication 2, caractérisé par le fait que l'expression mathématique exprimant le débit est de la forme:

$$D_a = D_o \times \frac{1}{\text{Cos } A}$$

où D_o représente le débit pour un angle A d'inclinaison nul, où D_a représente le débit pour un angle A d'inclinaison donné, et où Cos A est le cosinus du dit angle A.

4°/ dispositif de pompe péristaltique telle que défini dans la revendication 1, caractérisé par le fait que les moyens pour presser la tubulure sont d'une longueur notablement plus grande qu'il n'est d'usage dans les techniques antérieurement connues, et en tout cas plus grande que nécessaire pour presser une tubulure disposée selon un angle A d'inclinaison nul.

5°/ dispositif de pompe péristaltique telle que défini dans la revendication 4, caractérisé par le fait que la longueur des dits moyens est au moins égale à la longueur utile de leur cheminement multiplié par la valeur du coefficient liant les débits, exprimée pour l'angle A d'inclinaison maximal.

6°/ pompe péristaltique telle que définie dans l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée par le fait qu'on réalise un dispositif à débit variable en combinant une tubulure souple enroulée selon une hélicoïde (ou une fraction d'hélicoïde), à pas variable, à l'intérieur d'un cylindre creux contre lequel elle est pressée par un ou des moyens de pression tournants, et des moyens pour faire varier le pas de l'hélicoïde.

7°/ pompe péristaltique telle que définie dans l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée par le fait qu'on réalise un dispositif à débit variable en combinant une tubulure souple enroulée selon une hélicoïde (ou une fraction d'hélicoïde), à pas variable, à l'extérieur d'un ensemble de galets de faible diamètre contre lesquels elle est pressée par la tension que des moyens adaptés lui donnent, et des moyens pour faire varier le pas de l'hélicoïde.

8°/ pompe péristaltique telle que définie dans l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée par le fait qu'on réalise un dispositif à débit variable en combinant une tubulure souple, qui est disposée face à un appui plan, qui est pressée contre lui par des moyens de pression agissant chacun à leur tour, et qui peut être inclinée sur l'axe de cheminement des dits moyens selon un angle connu, avec des moyens pour assurer le cheminement et le renouvellement des dits moyens de pression, des moyens pour faire que ceux-ci pressent la tubulure sur le plan d'appui, et des moyens pour assurer l'inclinaison variable de l'axe de la tubulure.

9°/ pompe péristaltique telle que définie dans la revendication 8, caractérisée par le fait que les moyens de pression sont des cylindres encore appelés galets, disposés selon une boucle sans fin, actionnés par un moyen qui entraîne l'ensemble de la boucle, et pressés vers le plan d'appui par des moyens de contre-appui.

10°/ pompe péristaltique telle que définie dans la revendication 8, caractérisée par le fait que les moyens de pression sont un empilement de lamelles pressées et actionnées chacune à leur tour par un moyen hélicoïdal tournant sur son axe perpendiculaire aux lamelles, et par le fait que des moyens sont prévus pour assurer le parallèlisme de la face pressante des lamelles avec le plan d'appui.

11°/ pompe péristaltique telle que définie dans la revendication 10, caractérisée par le fait qu'on dispose au moins deux moyens tournant sur leur axe perpendiculaire aux lamelles, identiques et tournant dans le même sens, ou symétriques et tournant en sens contraires, pour presser les lamelles vers le plan d'appui et assurer simultanément le parallélisme de la face pressante des lamelles avec le plan d'appui.

12°/ pompe péristaltique telle que définie dans l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisée par le fait que le plan d'appui est muni de moyens, encoches ou rainures, pour assurer la mise en place de la tubulure et définir son axe, et monté en rotation face au plan des moyens de pression, selon un axe perpendiculaire à ceux-ci, pour assurer l'inclinaison de l'axe de la tubulure par rapport à l'axe de cheminement des moyens de pression selon l'angle variable décrit.

13°/ pompe péristaltique telle que définie dans l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisée par le fait qu'on réalise des variations discontinues d'inclinaison de l'axe de la tubulure à des valeurs calculées à l'avance en disposant des moyens de guidage fixés sur le bâti de la pompe.

14°/ pompe péristaltique telle que définie dans la revendication 13, caractérisée par le fait qu'on dispose un nombre égal de moyens de guidage en amont et en aval du dispositif péristaltique pour réaliser une pompe pouvant accepter plus d'une tubulure à la fois selon des angles d'inclinaison différents pour y induire des débits différents.

15°/ pompe péristaltique telle que définie dans l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée par le fait que les moyens de pression ou d'appui sont porteurs de moyens, guides ou rainures, pour assurer la stabilité de la tubulure selon son angle d'inclinaison.

16°/ pompe péristaltique telle que définie dans l'une quelconque des revendications 8 à 15, caractérisée par le fait que le plan d'appui est muni d'un moyen d'articulation et d'un moyen de fermeture.

17°/ pompe péristaltique telle que définie dans l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée par le fait qu'on réalise une pompe dotée de deux moyens de variation du débit, en combinant les dispositifs de la pompe selon la revendication 1 et l'une quelconque des revendications 2 à 15, avec

des moyens de variation de la vitesse d'actionnement des moyens de pression des tubulures, et, facultativement, avec des moyens (tels que la détection d'un goutte à goutte),pour contrôler les débits effectifs et empêcher les incidents tels que les injections d'air, et par le fait qu'on affecte à chacun des deux moyens de variation du débit ainsi combinés, chacune des deux variables qui caractérisent le débit, telles que volumes et temps, ou durées.

PL I-4

2458693

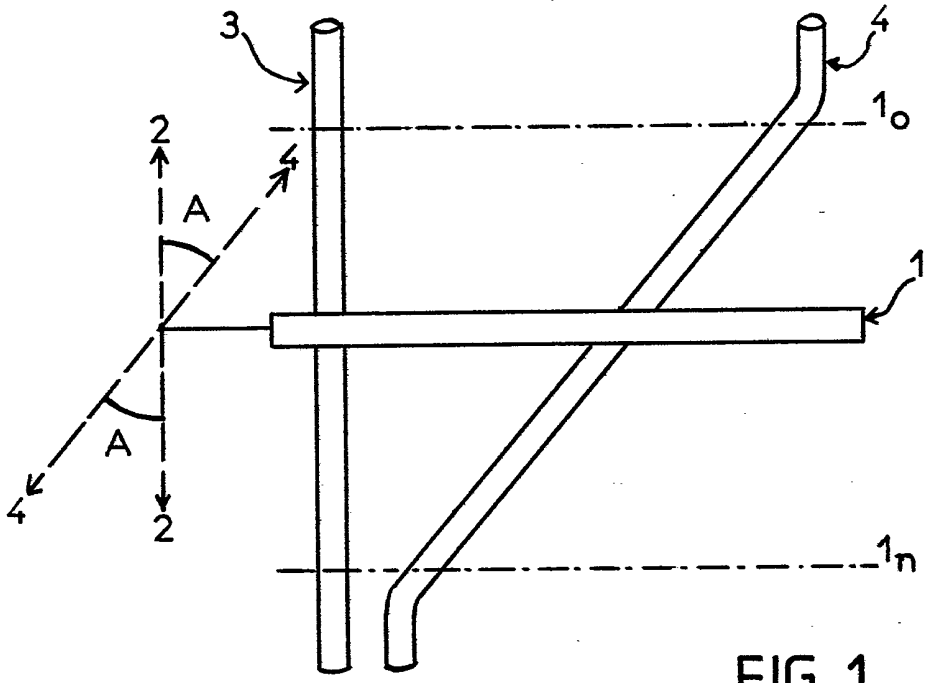


FIG. 1

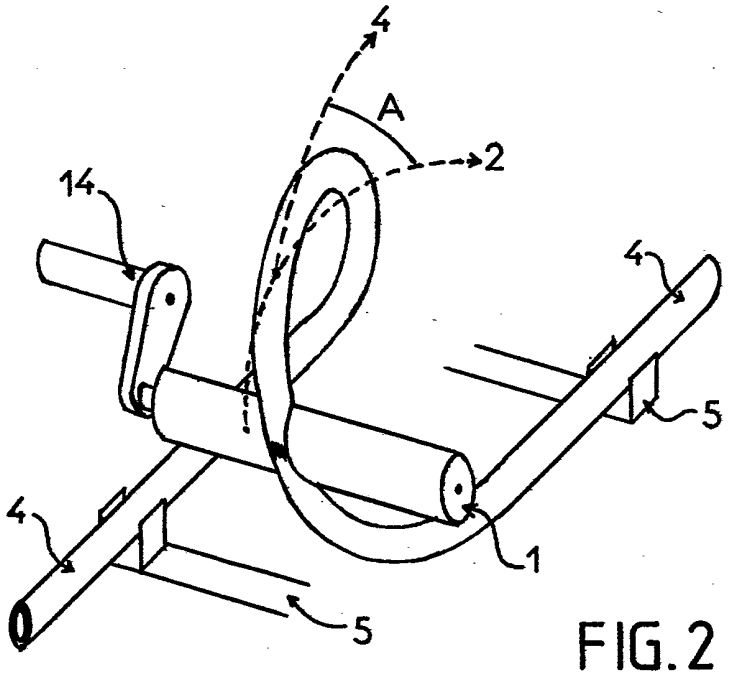


FIG. 2

2458693

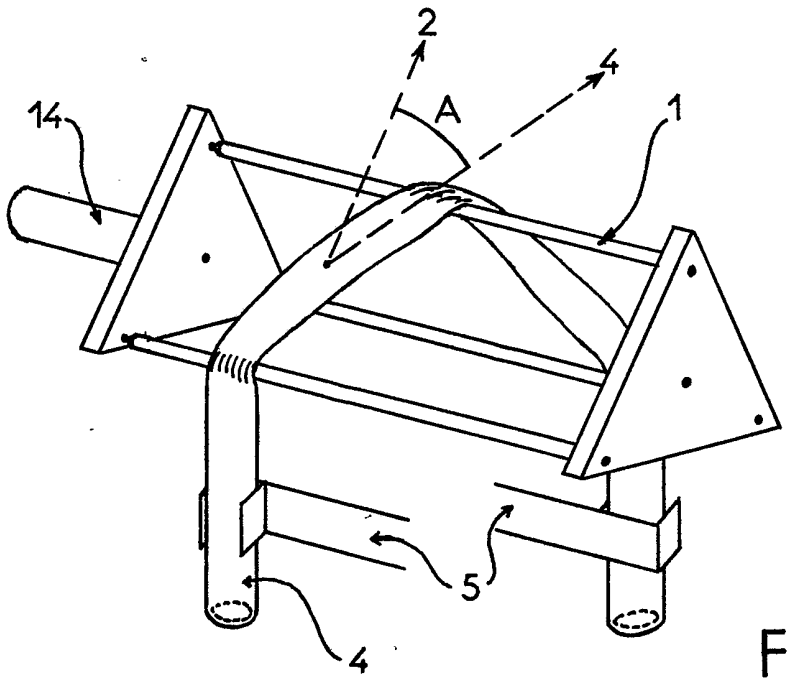


FIG.3

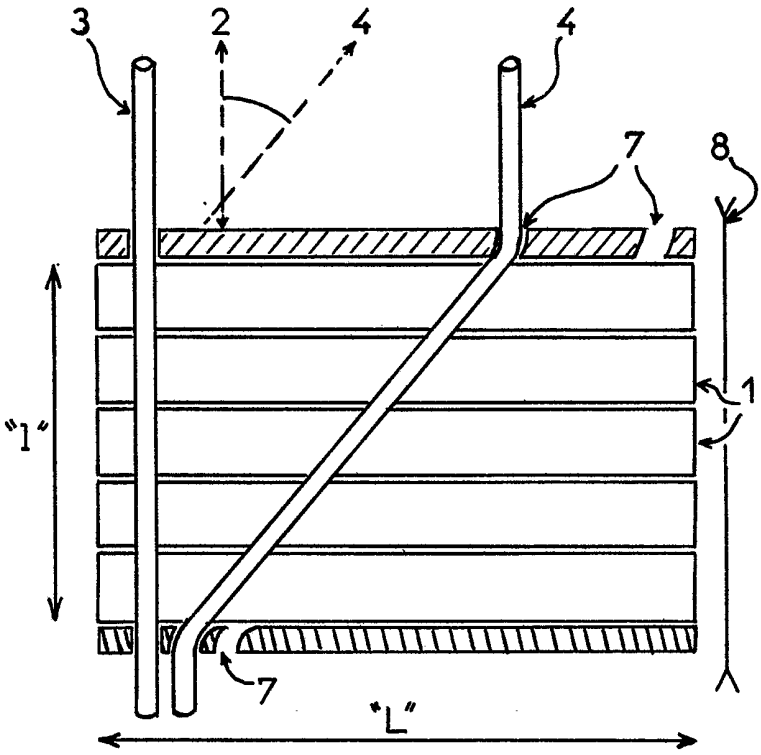


FIG.4

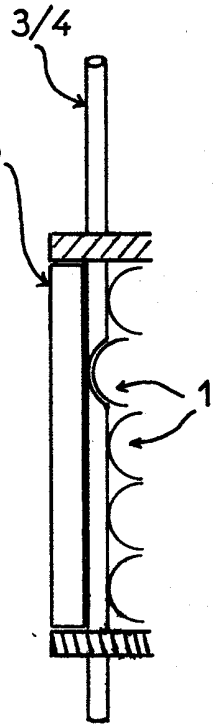


FIG.5

2458693

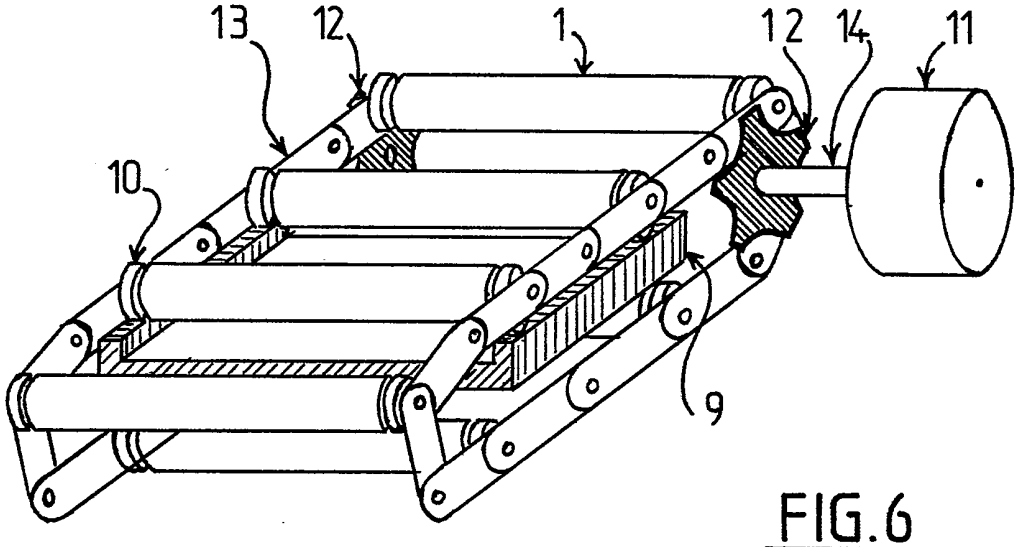


FIG.6

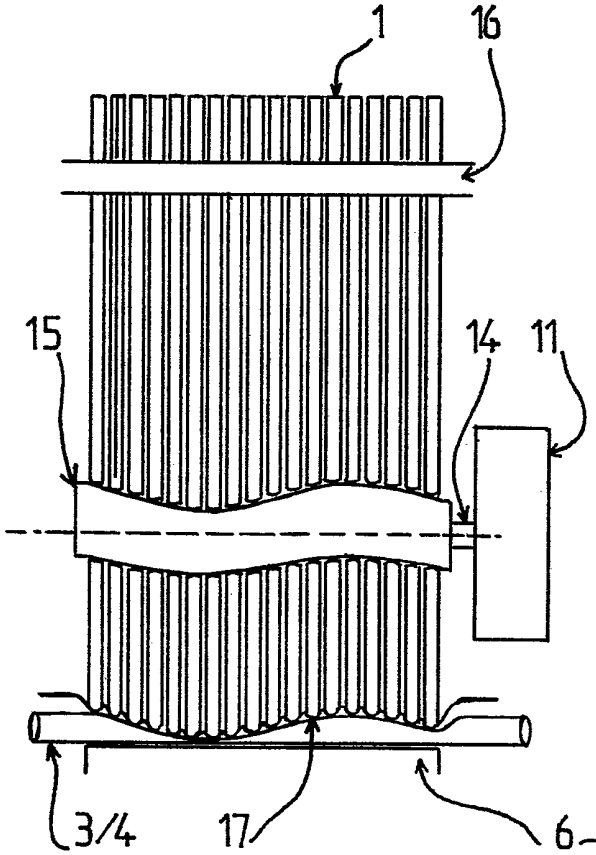


FIG. 7a

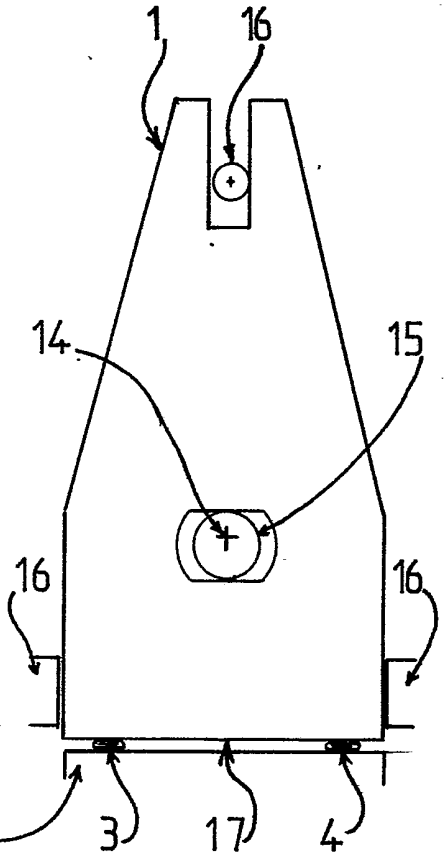


FIG. 7b

PL IV-4

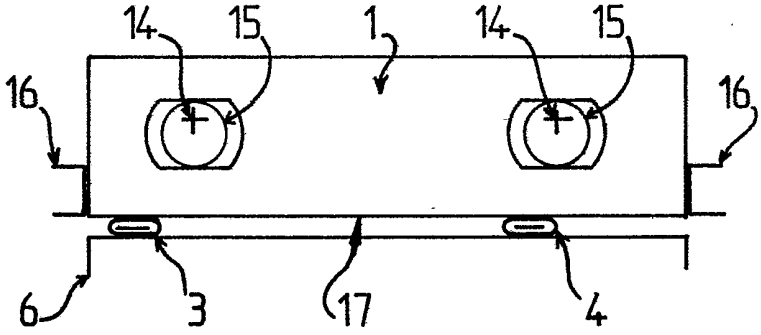


FIG. 7c

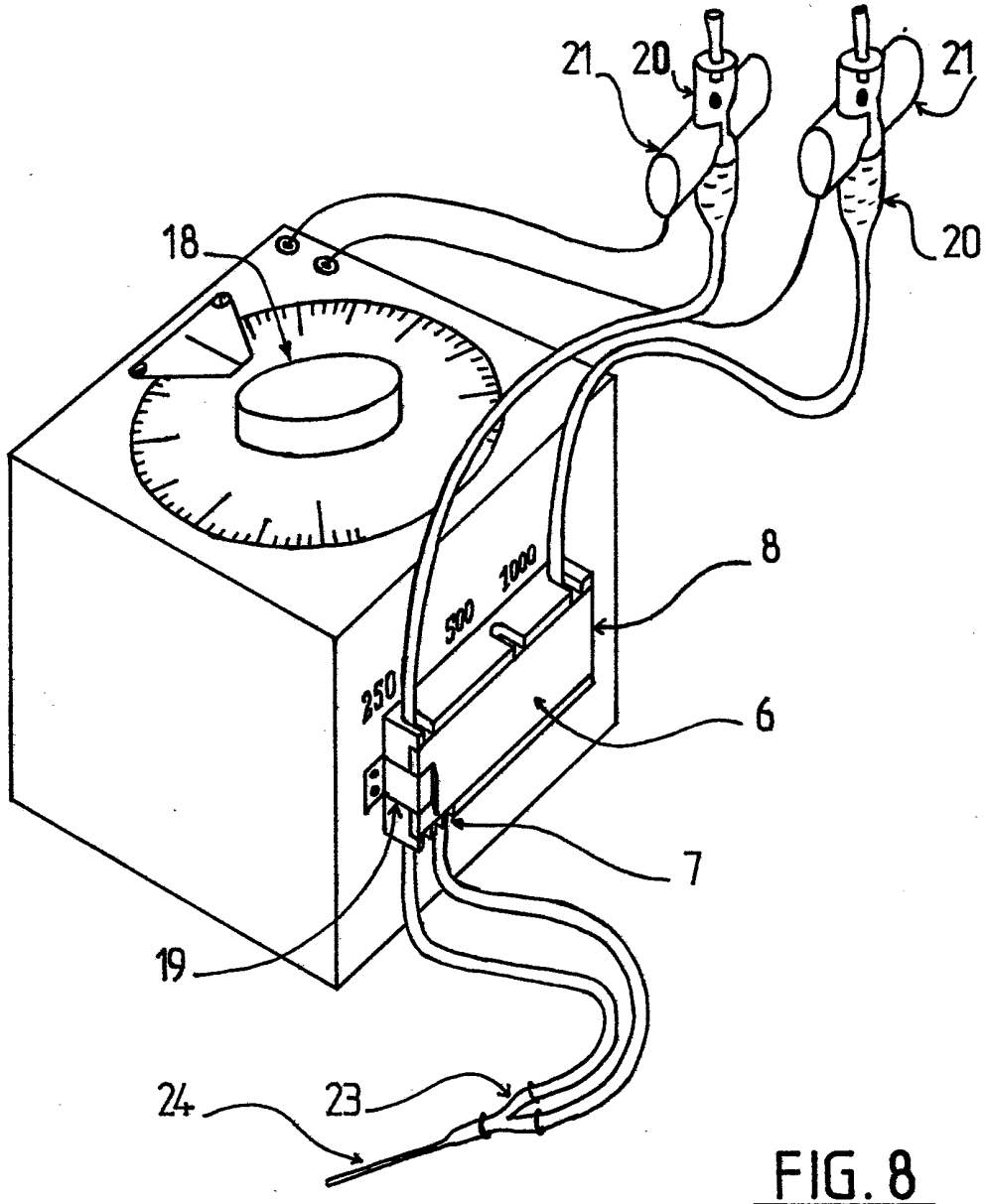


FIG. 8