(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 566 896**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **84 10468**

(51) Int Cl⁴ : G 01 B 11/00.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) Date de dépôt : 2 juillet 1984.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 1 du 3 janvier 1986.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : *Société anonyme dite : SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE AEROSPATIALE.* — FR.

(72) Inventeur(s) : Jean-Paul Domergue.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Propi conseils.

(54) Procédé et dispositif pour la détermination de la position d'un organe mobile au moyen d'éléments à propriétés optiques variables.

(57) Procédé et dispositif pour la détermination de la position d'un organe mobile M au moyen d'éléments optiques solidaires en déplacement dudit organe mobile et présentant des propriétés optiques variables selon le déplacement dudit organe mobile.

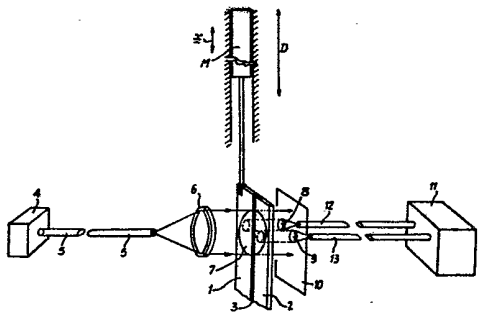
Selon l'invention :

— on associe audit organe mobile M au moins deux éléments optiques 1 et 2 présentant chacun, pour un faisceau lumineux incident les traversant, une densité optique variant selon une loi connue parallèlement audit déplacement;

— on dirige sur lesdits éléments optiques 1 et 2 un faisceau lumineux incident commun;

— on mesure la puissance de faisceaux lumineux respectivement transmis par lesdits éléments optiques;

— à partir des puissances lumineuses transmises ainsi mesurées, on calcule une grandeur R, de la forme $R = K.x$, dans laquelle K est une constante et x la valeur dudit déplacement à partir d'une origine; et — de la valeur de la grandeur R, on déduit la valeur x dudit déplacement.



La présente invention concerne un procédé pour la détermination de la position d'organes mobiles au moyen d'éléments à propriétés optiques variables et un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé.

On sait que, pour déterminer la position d'un organe mobile, on peut lier à celui-ci au moins un élément optique dont les propriétés varient parallèlement au déplacement dudit organe mobile et déduire la position de ce dernier, le long de son déplacement, de la mesure desdites propriétés optiques variables. Cependant, les dispositifs connus de ce genre nécessitent une réalisation mécanique minutieuse et fragile pour permettre des alignements optiques précis. De plus, dans ces dispositifs connus, il est difficile de s'affranchir des variations de la source lumineuse utilisée avec lesdits éléments optiques, de sorte que les résultats sont relativement peu précis.

La présente invention a pour objet de remédier aux inconvénients précités et d'indiquer un procédé et un dispositif permettant d'éviter les complications mécaniques, et d'éliminer les problèmes dus aux variations de source lumineuse, tout en conservant les avantages propres aux systèmes optiques. De plus, sa réalisation peut être effectuée à l'aide de trois fibres optiques seulement.

A cette fin, selon l'invention, le procédé pour la détermination de la position d'un organe mobile au moyen d'éléments optiques solidaires au déplacement dudit organe mobile et présentant des propriétés optiques variables le long du déplacement dudit organe mobile, est remarquable en ce que :

- on associe audit organe mobile au moins deux éléments optiques présentant chacun, pour un faisceau lumineux incident les traversant, une densité optique variant selon

une loi connue parallèlement audit déplacement ;

- on dirige sur lesdits éléments optiques un faisceau lumineux incident commun ;

- on mesure les puissances de faisceaux lumineux respectivement transmis par lesdits éléments optiques ;

- à partir des puissances lumineuses transmises ainsi mesurées, on calcule une grandeur R, de la forme $R(x)=K.x$, dans laquelle K est une constante et $\underline{x}$ la valeur dudit déplacement à partir d'une origine ; et

- de la valeur de la grandeur R, on déduit la valeur $\underline{x}$ dudit déplacement.

On n'utilise que trois systèmes à fibre optique (une à l'émission, deux à la réception) pour la liaison à l'organe de mesure du déplacement, dans le cas d'utilisation de deux éléments optiques caractéristiques de l'invention.

Dans le cas par exemple de deux éléments optiques, on sait que si la puissance du faisceau incident est égale à P_i, les puissances lumineuses P_1 et P_2 transmises par lesdits éléments optiques seront respectivement égales à

$$P_1 = t_1.P_i \qquad \text{et} \qquad P_2 = t_2.P_i,$$

expression dans lesquelles t_1 et t_2 sont les facteurs de transmission. Si on appelle d_1 et d_2 les densités optiques desdits éléments optiques, on sait que

$$t_1 = 10^{-d_1} \qquad \text{et} \qquad t_2 = 10^{-d_2}$$

Conformément à l'invention, on choisit les densités optiques d_1 et d_2 de façon qu'elles varient selon une loi connue en fonction du déplacement $\underline{x}$. Si l'on prend, à titre d'exemple, une fonction logarithmique de $\underline{x}$, on peut écrire

$$d_1(x) = \log \; f \; (x)$$

$$d_2(x) = \log \; g \; (x),$$

f(x) et g(x) étant respectivement des fonctions de $\underline{x}$.
Il en résulte alors que :

$$P_1(x) = \frac{1}{f(x)} \cdot Pi \quad \text{et}$$

$$P_2(x) = \frac{1}{g(x)} \cdot Pi$$

Par suite, en choisissant convenablement f(x) et g(x) on peut obtenir une grandeur R de la forme R = K.x , par combinaison de P_1 et P_2.

De préférence, les fonctions f(x) et g(x) définissant les densités optiques d_1 et d_2 desdits éléments optiques sont des fonctions connues de $\underline{x}$ dans le domaine utilisé et font intervenir la course maximale totale $\underline{D}$ dudit organe mobile

Par exemple, on peut prendre :

$$f(x) = \frac{aD}{bx + cD} \quad \text{et} \quad g(x) = \frac{aD}{bx + dD}$$

expressions dans lesquelles a,b,c et d sont des constantes.

Dans un mode de réalisation avantageux, on a choisi

$$f(x) = \frac{2D}{\frac{4}{5}x + D} \quad \text{et} \quad g(x) = \frac{2D}{\frac{4}{5}x + \frac{D}{5}}$$

On voit que si l'on calcule la quantité $\frac{P_1 + P_2}{P_1 - P_2} - \frac{3}{2}$, on obtient alors la quantité $R = \frac{2x}{D}$

Dans ce cas, R varie entre 0 et 2, lorsque x varie entre 0 et D, tandis que les rapports de puissance $\frac{P_1}{Pi}$ et $\frac{P_2}{Pi}$ varient respectivement entre 0,5 et 0,9 pour le premier et 0,1 et 0,5 pour le second, pour les

mêmes variations de x.

On remarquera que la seule connaissance de R permet de déterminer la position de l'organe mobile. De plus, R est indépendant de la puissance lumineuse incidente P_i, ce qui permet de s'affranchir de toute fluctuation de la source émettant ladite puissance lumineuse incidente.

La précision et la sensibilité au point de mesure x dépendent uniquement de la valeur de la densité optique à ce point de mesure.

En effet, dans le cas particulier mentionné ci-dessus, on a :

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta x}{x} = K. \frac{\Delta \left[d_i(x) \right]}{1 - k\ 10^{\ d_i(x)}}$$

et $$\frac{\Delta P_i}{\Delta x} = K'.10^{-d_i(x)}. \Delta \left[d_i(x) \right]$$

$i = 1,2$

où K,K',k sont des constantes

$d_i(x)$ la valeur de la densité au point de mesure x et

P_i la puissance transmise correspondante.

Dans le procédé de l'invention la sensibilité n'est limitée que par la résolution de la densité optique réalisée ; la précision obtenue dans la détermination de la position mesurée ne dépend ainsi que de la qualité de la réalisation choisie et des moyens de calcul utilisés.

A partir d'étalonnages facilement reproductibles, indépendamment des propriétés optiques choisies, on peut réaliser des mesures relatives ou absolues dans des gammes diverses d'utilisation.

Le même procédé peut facilement être mis en oeuvre pour une mesure précise ou une détection tout ou rien.

Le procédé n'entraîne pas par lui-même de limite à la vitesse de l'élément mobile à mesurer.

La présente invention concerne également les divers dispositifs réalisant le procédé pour la détermination de la position d'un organe mobile au moyen d'éléments optiques solidaires en déplacement dudit organe mobile et présentant des propriétés optiques variables selon le déplacement dudit organe mobile.

En particulier, pour le cas utilisant deux éléments optiques, un tel dispositif est remarquable en ce qu'il comporte :

- deux éléments optiques présentant chacun, pour un faisceau lumineux incident les traversant, une densité optique variant selon une loi connue parallèlement audit déplacement ;

- une source lumineuse dirigeant sur lesdits éléments optiques un faisceau lumineux incident commun ;

- des moyens pour mesurer les puissances des faisceaux lumineux repectivement transmis par lesdits éléments optiques ;

- des moyens pour calculer, à partir des puissances lumineuses transmises ainsi mesurées, une grandeur R,

de la forme $R = K.x$, dans laquelle K est une constante et x la valeur dudit déplacement à partir d'une origine, puis pour donner la valeur $x = \frac{R}{K}$.

La loi de variation de la densité optique desdits éléments optiques peut être obtenue par des moyens classiques, par exemple, par dépôt de matière sur un substrat transparent.

La source lumineuse peut comporter au moins une diode électroluminescente.

De préférence, les moyens de mesure des puissances lumineuses transmises par lesdits éléments optiques sont des diodes optoélectroniques associées à des amplificateurs par exemple de type transimpédance. Ainsi, à la sortie desdits amplificateurs on obtient des tensions électriques qui sont respectivement représentatives des puissances des faisceaux transmis par lesdits éléments optiques, et qui peuvent facilement être soumises à des moyens de calcul électriques.

Dans un mode de réalisation avantageux, les deux éléments optiques sont accolés l'un à l'autre et séparés par une zone opaque aux longueurs d'ondes utilisées partageant en deux parties la section du faisceau lumineux incident sur lesdits éléments optiques.

D'ailleurs, les faisceaux lumineux dont on mesure la puissance peuvent n'être que des fractions identiques des faisceaux lumineux transmis par lesdits éléments optiques.

Afin de permettre l'éloignement de la source et des moyens de mesure et de calcul dudit organe mobile, il peut être avantageux de prévoir des systèmes à fibres optiques entre lesdits éléments optiques liés à l'organe mobile

d'une part, et la source lumineuse et lesdits moyens de mesure et de calcul, d'autre part.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

La figure 1 est une vue schématique d'un mode de réalisation d'un des dispositifs selon l'invention.
Les figures 2 et 3 sont données à titre d'exemple et correspondent à une solution particulière, elles donnent respectivement, en fonction de la longueur du déplacement, les variations de la transmission de puissance lumineuse et de la grandeur R.

Les figures 4 et 5 montrent respectivement un mode de réalisation pour l'émetteur et le récepteur du dispositif de la figure 1.

Le mode de réalisation de l'invention, montré par la figure 1, est destiné à détecter la position d'un organe mobile M, susceptible de se déplacer dans les deux sens pour effectuer un mouvement de course totale D. Sur la figure 1, on a représenté l'organe M mobile en translation rectiligne, mais il va de soi que cette sorte de déplacement n'est pas limitative de l'invention. L'organe mobile M peut se déplacer de toute manière, et notamment en rotation.

L'organe mobile M est lié en déplacement à deux éléments optiques 1 et 2 accolés, mais séparés l'un de l'autre par une zone 3 opaque aux longueurs d'onde utilisées. Chaque élément optique est par exemple constitué par une lame parallèle sur laquelle on a effectué des dépôts métalliques lui communiquant une

une densité optique variant selon une loi connue parallèlement à la direction de déplacement de l'organe mobile M. Par exemple les densités d_1 et d_2 des éléments optiques 1 et 2 sont des fonctions du déplacement $\underline{x}$ et répondent respectivement aux formules :

$$d_1(x) = \log \frac{2D}{\frac{4}{5}x + D} \quad \text{et}$$

$$d_2(x) = \log \frac{2D}{\frac{4}{5}x + \frac{D}{5}}$$

Le dispositif de la figure 1 comporte une source lumineuse 4 émettant un faisceau lumineux dirigé vers les éléments 1 et 2, par un système de fibres optiques 5. Entre le système à fibres optiques 5 et les éléments optiques 1 et 2 est disposée une lentille de collimation 6, par exemple du type microlentille à fibres optiques à gradient d'indice telle que celles connues commercialement sous le nom SELFOC.

A la sortie de la lentille de collimation 6, le faisceau incident émis par la source 4 est parallèle, a la puissance lumineuse P_i et forme sur les éléments 1 et 2 une tache lumineuse 7, à cheval sur la zone 3 opaque aux longueurs d'ondes utilisées.

Du côté des éléments 1 et 2 opposé à la lentille de collimation 6 sont disposées deux lentilles convergentes 8 et 9, par exemple du même type que cette lentille 6. Les lentilles 8 et 9 sont agencées dans un même plan 10 parallèle aux éléments 1 et 2, la lentille 8 étant en regard de la partie de la tache lumineuse 7 se trouvant sur l'élément 1, tandis que la lentille 9 est en regard de la partie de la tache lumineuse 7 se trouvant sur l'élément 2. Ainsi, les lentilles 8 et 9 peuvent transmettre à un récepteur 11 des faisceaux lumineux

de puissance P_1 et P_2 respectivement, par l'intermédiaire de système à fibres optiques 12 et 13. Chacun des faisceaux transmis au récepteur 11 est donc une partie du faisceau incident, traversant les éléments optiques 1 et 2, respectivement. Le faisceau incident se partage donc en deux faisceaux traversants différents selon la valeur de densité traversée. Par mesure des deux faisceaux traversants, on peut définir la position de l'élément mobile M, lié aux éléments optiques 1 et 2.

En effet, si les éléments 1 et 2 ont été fabriqués pour présenter, en fonction de $\underline{x}$, respectivement les densités données ci-dessus, les puissances P_1 et P_2 des faisceaux traversant respectivement les lentilles 8 et 9 sont données par

$$P_1(x) = \frac{P_i}{2D} \left(\frac{4}{5} x + D \right) \text{ et}$$

$$P_2(x) = \frac{P_i}{2D} \left(\frac{4}{5} x + \frac{D}{5} \right)$$

de sorte que $R(x) = \frac{P_1 + P_2}{P_1 - P_2} - \frac{3}{2} = \frac{2x}{D}$

Le récepteur 11 calcule donc R et, connaissant D, fournit $x = \frac{R.D}{2}$.

Sur la figure 2, on a représenté par les segments de droite 14 et 15 respectivement, les variations des rapports $\frac{P_1}{P_i}$ et $\frac{P_2}{P_i}$ lorsque $\underline{x}$ varie de 0 à D. La figure 3 illustre, par le segment de droite 16, la variation de la quantité R, pour la même variation de $\underline{x}$.

Comme le montre la figure 4, la source lumineuse 4 peut, de façon connue, comporter une diode électroluminescente 17 montée dans le circuit émetteur-collecteur

d'un transistor 18, commandé par sa base par l'intermédiaire d'un dispositif de régulation 19. Ainsi, la diode électroluminescente 17 peut émettre un faisceau lumineux qui, transmis par le système à fibres optiques 5 et collimaté par la lentille 6 donne naissance au faisceau incident de puissance Pi.

Le mode de réalisation du récepteur 11, montré par la figure 5 comporte deux diodes appairées 20 et 21 de type PIN, l'une recevant du système à fibres optiques 12 le faisceau de puissance P_1 et l'autre du système à fibres optiques 13 le faisceau de puissance P_2. Chacune desdites diodes 20 et 21 délivre un courant I_1 ou I_2 respectivement, proportionnel à la puissance lumineuse P_1 ou P_2 qu'elle reçoit. Ainsi, l'intensité des courants I_1 et I_2 est proportionnelle à la valeur $\underline{x}$ du déplacement de l'organe mobile M.

Les courants I_1 et I_2 sont appliqués à des amplificateurs par exemple de type à transimpédance, 22 et 23 respectivement, qui délivrent à leurs sorties des tensions V_{s1} et V_{s2} proportionnelles auxdits courants I_1 et I_2, c'est-à-dire proportionnelles à P_1 et P_2 respectivement et à $\underline{x}$.

Les tensions V_{s1} et V_{s2} sont transmises à un dispositif de calcul 24, qui fournit entre ses bornes de sortie 25, la valeur $\underline{x}$, après avoir calculé R.

L'exemple décrit pour le dispositif correspond à un cas particulier de l'invention. Il n'est pas limitatif de sa portée . En effet, le procédé peut aussi s'appliquer à un plus grand nombre d'éléments optiques et/ou ayant des lois optiques différentes, que ces lois soient continues ou

comportent des éléments discrets pouvant donner directement des transcriptions digitales.

La réalisation de ce dispositif ne nécessite pas une précision particulière comme dans le cas d'autres systèmes faisant appel, par exemple, soit à des propriétés magnétiques soit à des découpages mécaniques précis.

Les étanchéités et protections nécessaires à des environnements difficiles peuvent être réalisés par des moyens classiques existants.

On peut ainsi aboutir à des réalisations simples, peu coûteuses et facilement reproductibles.

REVENDICATIONS

1 - Procédé pour la détermination de la position d'un organe mobile (M) au moyen d'éléments optiques solidaires en déplacement dudit organe mobile et présentant des propriétés optiques variables le long du déplacement dudit organe mobile, caractérisé en ce que :
- on associe audit organe mobile (M) au moins deux éléments optiques (1 et 2) présentant chacun, pour un faisceau lumineux incident les traversant, une densité optique variant selon la loi connue parallèlement audit déplacement ;
- on dirige sur lesdits éléments optiques (1 et 2) un faisceau lumineux incident commun;
- on mesure la puissance de faisceaux lumineux respectivement transmis par lesdits éléments optiques;
- à partir des puissances lumineuses transmises ainsi mesurées, on calcule une grandeur R, de la forme $R = K.x$, dans laquelle K est une constante et $\underline{x}$ la valeur dudit déplacement à partir d'une origine; et
- de la valeur de la grandeur R, on déduit la valeur $\underline{x}$ dudit déplacement.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les densités optiques respectives d_1 et d_2 des deux éléments optiques (1 et 2) sont des fonctions connues du déplacement $\underline{x}$ et font intervenir la course maximale $\underline{D}$ dudit organe mobile (M).

3 - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on choisit

$$d_1(x) = \log \frac{2D}{\frac{4}{5}x + D}$$

et

$$d_2(x) = \log \frac{2D}{\frac{4}{5}x + \frac{D}{5}}$$

et en ce que l'on calcule la quantité $R = \frac{P_1 + P_2}{P_1 - P_2} - \frac{3}{2}$,

pour obtenir $x = \frac{R.D.}{2}$

4 - Dispositif pour la détermination de la position d'un organe mobile (M) au moyen d'éléments optiques solidaires en déplacement dudit organe mobile et présentant des propriétés optiques variables le long du déplacement dudit organe mobile,
caractérisé en ce qu'il comporte :
- deux éléments optiques (1 et 2) présentant chacun, pour un faisceau lumineux incident les traversant, une densité optique variant selon une loi connue parallèlement audit déplacement ;
- une source lumineuse (4) dirigeant sur lesdits éléments optiques (1 et 2) un faisceau lumineux incident commun;
- des moyens (20,21) pour mesurer les puissances de faisceaux lumineux respectivement transmis par lesdits éléments optiques (1 et 2);
- des moyens (24) pour calculer, à partir des puissances lumineuses transmises ainsi mesurées, une grandeur R, de la forme R = K.x, dans laquelle K est une constante et x la valeur dudit déplacement à partir d'une origine, puis pour donner la valeur $x = \frac{R}{K}$.

5 - Dispositif selon la revendication 4,
caractérisé en ce que lesdits éléments optiques (1 et 2) sont du type dans lequel la densité optique est obtenue par dépôt de matière sur un substrat transparent.

6 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5,
caractérisé en ce que ladite source lumineuse (4) comporte au moins une diode électroluminescente (17).

7 - Dispositif selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que lesdits moyens de mesure des puissances lumineuses transmises par lesdits éléments optiques (1 et 2) sont des diodes optoélectroniques (20,21) associées à des amplificateurs par exemple de type à transimpédance (22,23).

8 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que les deux éléments optiques (1 et 2) sont accolés l'un à l'autre, mais séparés par une zone (3) opaque aux longueurs d'onde utilisées et en ce que la section du faisceau lumineux incident sur lesdits éléments optiques est partagée en deux par ladite zone opaque.

9 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que les faisceaux lumineux dont on mesure la puissance ne sont que deux fractions identiques des faisceaux lumineux transmis par lesdits éléments optiques (1,2).

10 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 9, caractérisé en ce que des systèmes à fibres optiques (5,12,13) sont prévus entre lesdits éléments optiques (1 et 2) d'une part, et la source lumineuse (4) et les moyens de mesure et de calcul (20,21,24) d'autre part.

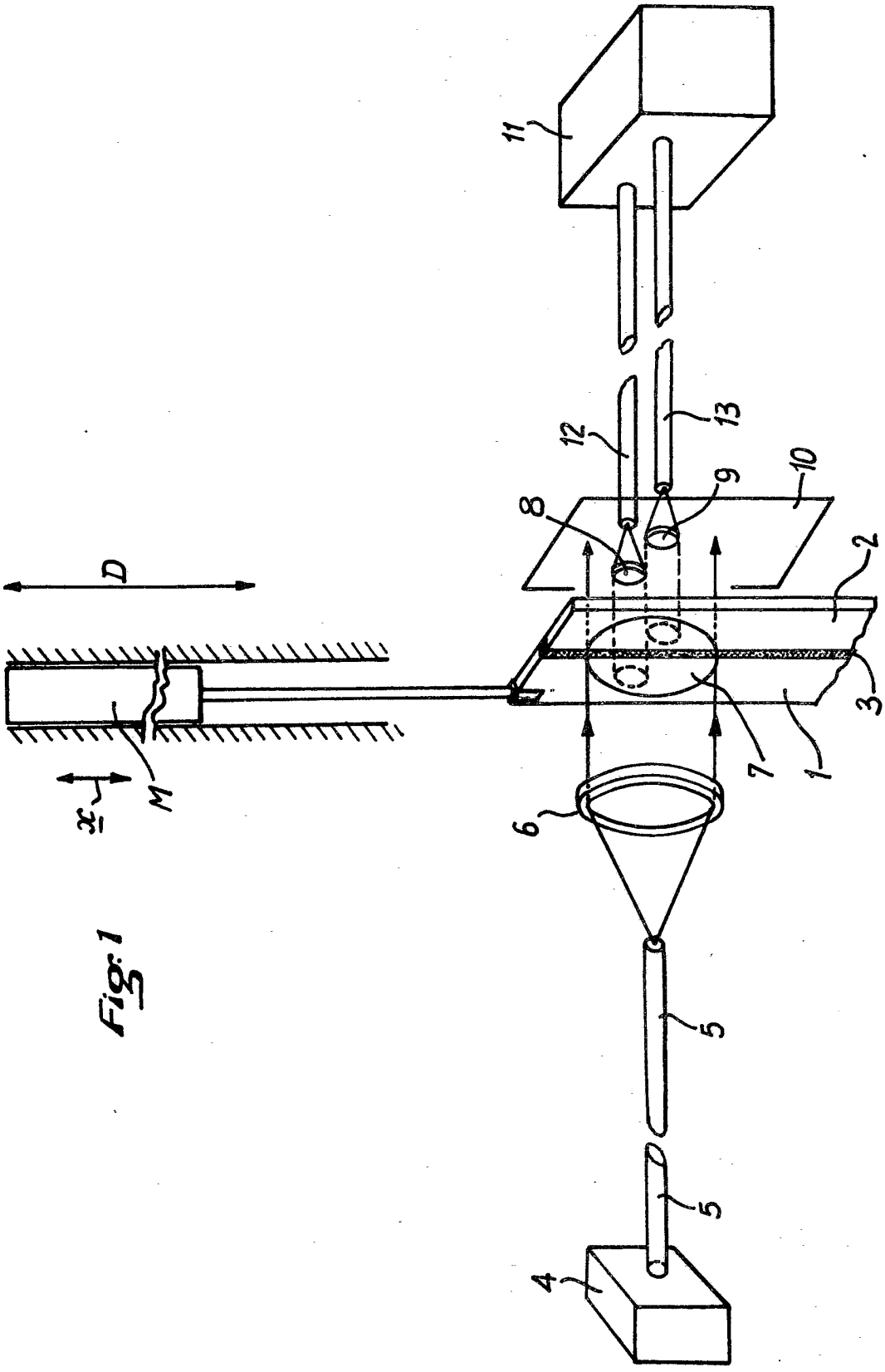


Fig. 1

Fig: 2

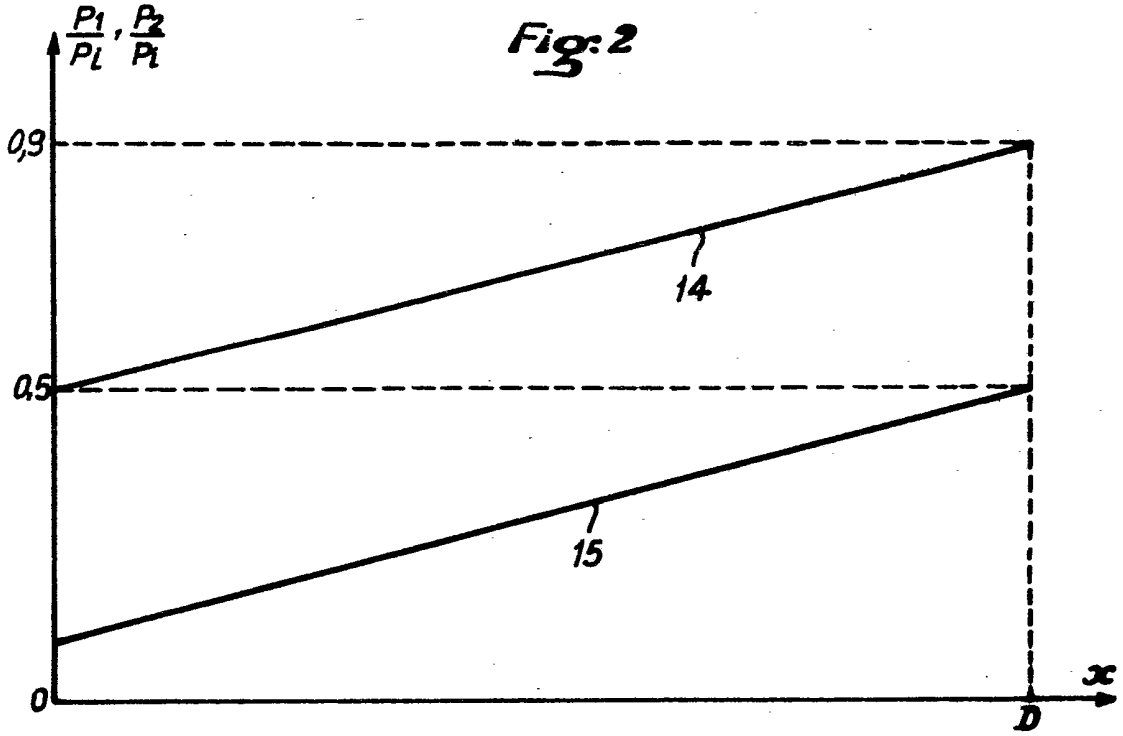


Fig: 3

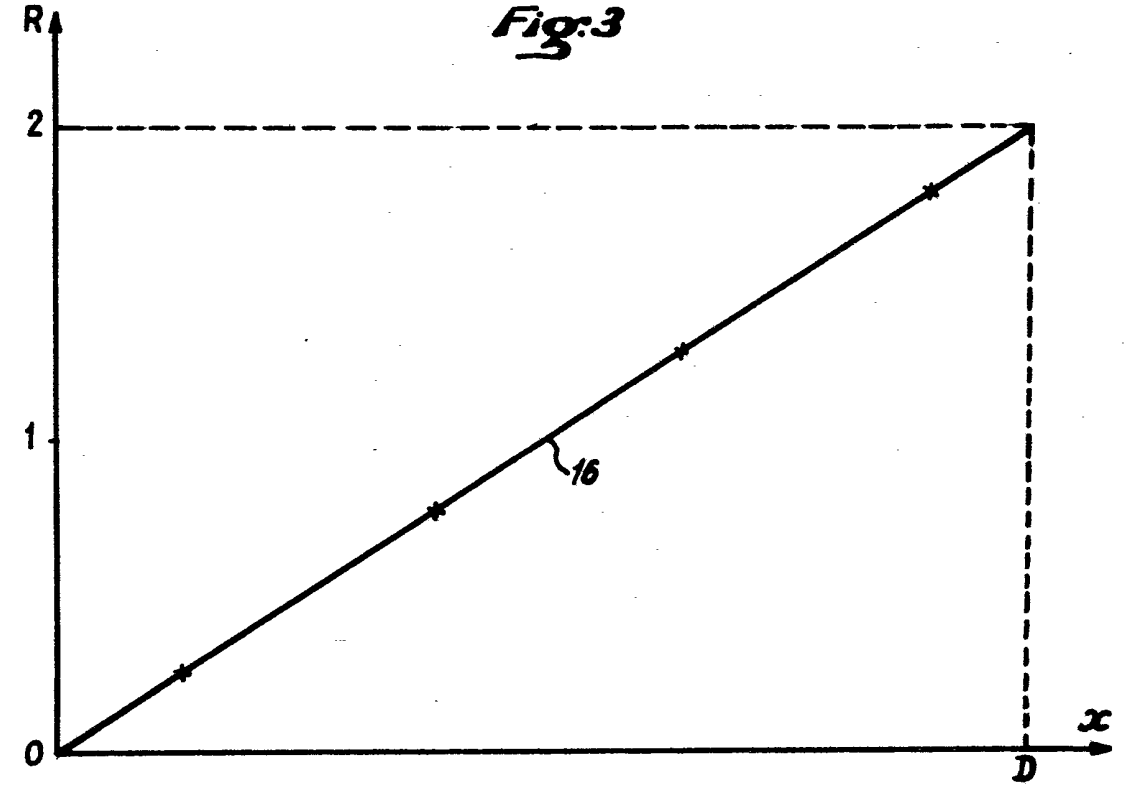


Fig: 4

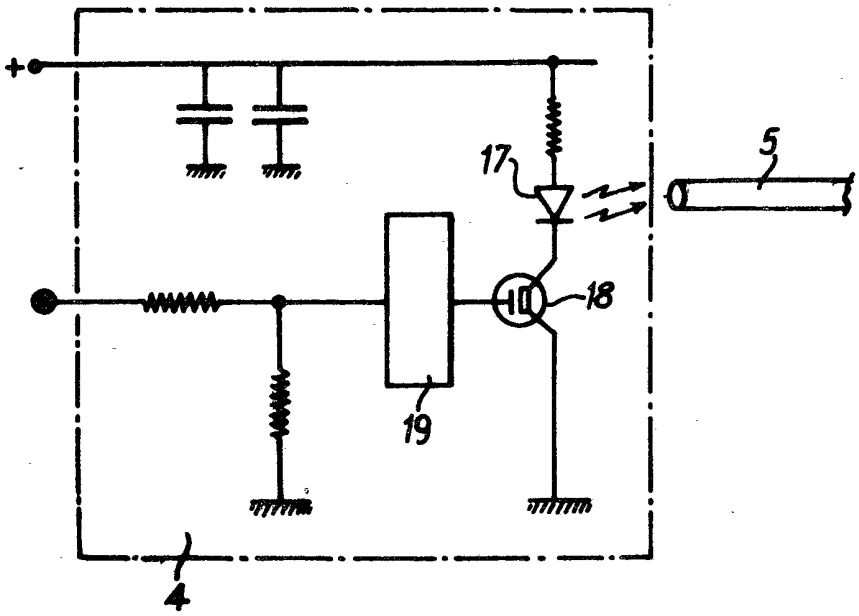


Fig: 5

