(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 541 019**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **83 02442**

(51) Int Cl³ : G 07 D 5/02; G 01 B 11/06; G 07 F 3/00.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 10 février 1983.

(30) **Priorité**

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 33 du 17 août 1984.

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

(71) **Demandeur(s) :** *Société dite : MECELEC, société anonyme.* — FR.

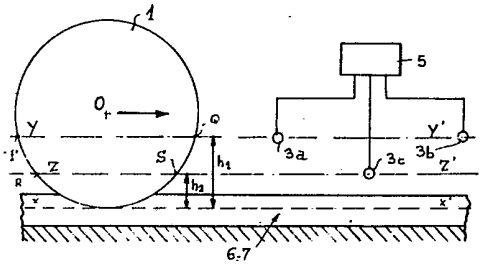
(72) **Inventeur(s) :** Christian Sellier.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** Joseph et Guy Monnier.

(54) Procédé optique pour déterminer les dimensions d'un objet en mouvement relatif, et plus particulièrement d'une pièce de monnaie dans un appareil à pré-paiement, et dispositif pour sa mise en œuvre.

(57) La pièce de monnaie 1 roule sur une piste 6-7 à profil triangulaire avec un flanc droit et un flanc oblique, dans laquelle elle s'enfonce en fonction de son épaisseur. La différence de temps entre les débuts (ou fins) d'occultation des cellules supérieures 3*a*, 3*b* détermine la vitesse moyenne; et de la durée de cette occultation, l'on déduit la longueur de la corde PQ au niveau supérieur Y-Y'. Connaissant la vitesse moyenne, la cellule 3*c* du second niveau Z-Z' permet de déterminer la corde correspondante RS. De PQ et RS, on déduit les hauteurs h_1, h_2 au-dessus du plan de roulement X-X' et l'on peut alors calculer le diamètre et l'épaisseur de la pièce. Plus simplement, on peut comparer électroniquement PQ et RS à des valeurs enregistrées pour rejeter 1 ou l'accepter et éventuellement enregistrer sa valeur.



FR 2 541 019 - A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention a pour objet un procédé optique propre à déterminer les dimensions d'un objet en mouvement par rapport au dispositif lui-même, et elle est plus particulièrement applicable au cas des pièces de monnaie engagées dans un appareil à pré-paiement, tel qu'un distributeur automatique.

On sait qu'on exige de ces appareils qu'ils trient les pièces de monnaie qu'ils reçoivent, d'abord pour éliminer et renvoyer celles qui ne correspondent pas à ce que l'utilisateur de l'appareil aurait dû introduire (pièces d'une autre valeur que celle requise, pièces fausses ou jetons, etc), mais parfois aussi pour distinguer entre plusieurs types de pièces susceptibles d'être acceptées jusqu'à ce que le total de leurs valeurs individuelles représente la somme exigée pour le fonctionnement de l'appareil. On a donc été amené à concevoir ainsi divers dispositifs permettant d'effectuer automatiquement un tel triage (et auxquels on en associe souvent d'autres propres à tester le métal constitutif de la pièce).

On a notamment imaginé de faire circuler la pièce à examiner dans un couloir comportant une paroi très légèrement inclinée contre laquelle elle glisse en roulant sur une piste qui, vue en section transversale, comporte une série de gradins allant en descendant en direction de la paroi, de façon à la faire passer en face d'une rangée substantiellement verticale de cellules photo-électriques convenablement éclairées. Les cellules détectent ainsi le diamètre de la pièce et le niveau du gradin sur lequel elle roule, lequel est caractéristique de son épaisseur. Toutefois, ce système exige un assez grand nombre de cellules et sa précision est limitée par l'écartement de celles-ci dans la rangée ainsi que par la finesse des gradins de la piste.

La présente invention vise à permettre d'établir un procédé optique particulièrement simple n'exigeant qu'un petit nombre de cellules et grâce auquel on puisse déterminer et/ou vérifier de façon extrêmement précise le diamètre et l'épaisseur d'une pièce de monnaie introduite dans un appareil du genre en question. Mais il doit être entendu qu'elle peut également s'appliquer à tous les cas posant des problèmes analogues.

Suivant l'invention, l'on dispose sur le trajet de l'objet considéré une cellule principale située à un niveau déterminé au-dessus de celui de la piste sur laquelle l'objet roule et, connaissant la vitesse de celui-ci, l'on déduit du temps d'occultation écoulé entre l'instant où l'objet recouvre la cellule et celui où il la découvre à nouveau, un signal représentatif du diamètre de cet objet, étant noté qu'il est aisé

ensuite de calculer le diamètre exact de celui-ci, si on le désire.

Comme en général on ne connaît pas la vitesse d'avancement de l'objet, on prévoit de préférence une seconde cellule située au même niveau que la première, à une distance déterminée de celle-ci, et grâce à laquelle on peut déterminer cette vitesse. Si, comme il arrive le plus souvent dans les appareils distributeurs et analogues, le mouvement de l'objet est uniformément accéléré, cette seconde cellule permet de déterminer une vitesse moyenne à partir de laquelle il est possible de déduire un signal représentatif valable, ou respectivement de calculer le diamètre de l'objet considéré.

Dans le cas où, lorsqu'il s'agit par exemple d'une pièce de monnaie, il convient de déterminer en outre l'épaisseur de l'objet, conformément à une autre caractéristique de l'invention, l'on fait rouler celui-ci sur une piste en forme d'entaille comprenant un flanc situé dans un plan parallèle à celui de la pièce et un flanc oblique, et l'on dispose une troisième cellule à un niveau différent de celui des deux premières. Il est facile de voir géométriquement que les trois cellules permettent de définir pour l'objet une circonférence exactement déterminée, qui identifie celui-ci et permet éventuellement de calculer son diamètre.

Le dessin annexé, donné à titre d'exemple, permettra de mieux comprendre l'invention, les caractéristiques qu'elle présente et les avantages qu'elle est susceptible de procurer :

Fig. 1 est une vue schématique en élévation montrant une pièce de monnaie qui roule sur une piste pour passer devant deux cellules électriques successives situées au même niveau.

Fig. 2 est une vue en plan correspondant à fig. 1.

Fig. 3 est une représentation graphique des signaux de sortie des deux cellules dans le cas ou la pièce se déplace à vitesse constante.

Fig. 4 est une vue semblable à celle de fig. 3, mais correspondant au cas d'un mouvement uniformément accéléré de la pièce de monnaie.

Fig. 5 est une coupe montrant schématiquement une pièce de monnaie roulant dans une entaille constituée par un flanc droit et un flanc oblique.

Fig. 6 est une vue schématique montrant la pièce de monnaie de fig. 5 un peu avant qu'elle ne passe en face de trois cellules disposées à deux niveaux différents en vue d'identifier son diamètre et son épaisseur.

Fig. 7 et 8 sont des vues semblables à celle de fig. 5, mais correspondant à des pièces d'épaisseurs différentes.

Fig. 9 est une représentation graphique des signaux de sortie des trois cellules de fig. 6.

Fig. 10 montre comment on peut calculer le diamètre de la pièce en fonction des réponses de ces trois cellules.

Fig. 11 est une coupe montrant une réalisation pratique possible du dispositif schématisé en fig. 5 et 6.

Dans la représentation schématique de fig. 1 et 2, la référence 1 désigne une pièce de monnaie de diamètre d située dans un plan moyen vertical et qui roule à une vitesse constante sur une surface ou piste 2 en suivant un trajet rectiligne X-X', son guidage, sa retenue dans le plan précité et son avance étant assurés par des moyens non représentés, mais faciles à imaginer. Elle est ainsi amené à passer entre une cellule photo-électrique 3a et une source lumineuse 4a qui éclaire celle-ci. De ce fait, la sortie de la cellule affecte le profil ABCDEF représenté en fig. 3. Au temps t_{1a} correspond la détection du bord avant de la pièce 1 et au temps t_{2a} celle de son bord arrière. Si l'on connaît sa vitesse uniforme de déplacement v, l'expression $(t_{2a} - t_{1a})/v$ correspond à la longueur de segment ou corde PQ déterminé sur le profil circulaire de la pièce par son intersection avec le plan horizontal Y-Y' dans lequel se trouve la cellule 3a. Si l'on appelle cette longueur l, et si l'on désigne par h la distance verticale entre les plans X-X' et Y-Y', on trouve aisément que le diamètre de d de la pièce 1 est donné par la formule $(l^2 + 4h^2)/4h$

Dans la pratique, la vitesse de déplacement v de la pièce 1 ne constitue pas un paramètre connu. Pour la déterminer, on utilise une cellule photo-électrique auxiliaire 3b, également située dans le plan Y-Y', mais à une certaine distance de la cellule 3a. La réponse de cette cellule au passage de la pièce est indiquée par le tracé A'B'C'D'E'F' en fig. 3. On comprend que le décalage chronométrique $t_{1b} - t_{1a}$ est représentatif de la vitesse recherchée et que si l'on appelle m la distance qui sépare les deux cellules 3a et 3b, l'on peut écrire $v = m/(t_{1b} - t_{1a})$.

Il en résulte de ce qui précède que si l'on envoie les signaux ou sorties des cellules 3a et 3b à un micro-ordinateur 5 convenablement programmé, celui-ci peut :

- soit calculer le diamètre d de la pièce 1 avec une précision qui ne dépend que de la finesse de détection des cellules ;
- soit à tout le moins comparer la valeur du segment PQ à

une ou plusieurs valeurs de référence enregistrées dans sa mémoire, pour décider si la pièce 1 doit être acceptée ou rejetée et, dans le premier cas, pour envoyer à un totalisateur approprié l'indication de la valeur relevée, comme cela est nécessaire dans les appareils exigeant pour leur fonctionnement l'introduction successive de plusieurs pièces de monnaie.

Toutefois, l'on a supposé ci-dessus que la pièce 1 se déplaçait d'un mouvement uniforme. Or dans la pratique cela est rarement le cas. On assure en fait ce déplacement par gravité en inclinant convenablement le trajet X-X' sur la surface de roulement 2 (et en inclinant bien entendu de façon correspondante le plan Y-Y' dans lequel se trouvent les cellules). Il en résulte que le mouvement de la pièce tend à s'effectuer avec une accélération constante, C'D' étant alors un peu plus court que CD, comme montré en fig. 4. Mais on peut aisément éliminer cette source d'erreur en faisant appel à la notion de vitesse moyenne, valable dans le cas d'un mouvement uniformément accéléré et suivant laquelle le déplacement réalisé entre deux instants déterminés est égal au temps qui sépare ceux-ci multiplié par la moyenne des vitesses instantanées à chacun d'eux. Dans le cas considéré, la vitesse est égale à $m/(t_{1b} - t_{1a})$ au passage devant la première cellule et à $m/(t_{2b} - t_{2a})$ devant la seconde. Il est facile de programmer le micro-ordinateur 5 pour qu'il calcule la moyenne de ces deux valeurs et qu'il s'en serve pour déterminer le diamètre de la pièce. Les deux cellules 3a et 3b jouent alors le même rôle.

Mais les explications qui précèdent laissent de côté un facteur important pour l'opération de triage des pièces, savoir l'épaisseur de celles-ci.

Pour déterminer l'épaisseur, on prévoit de faire rouler la pièce 1 non plus sur une surface ou piste plane, mais bien dans une entaille rectiligne comportant (fig. 5) un flanc vertical 6 et un flan incliné 7. On conçoit que la hauteur p du trajet de roulement X-X' (fig. 6) de la pièce au-dessus du fond de la rainure est directement proportionnelle à l'épaisseur de celle-ci. Pour une pièce plus mince 1' (fig. 7) le trajet en question est situé plus bas, tandis que pour une pièce plus épaisse 1" (fig. 8) il se trouve plus haut.

Par ailleurs, on dispose sur la longueur de la rainure une troisième cellule photo-électrique 3c, située dans un plan horizontal Z-Z' différent de celui Y-Y' des cellules 3a et 3b. On a référencé h_2 la hauteur de ce plan au-dessus du trajet de roulement X-X' de la pièce 1, la hauteur du plan Y-Y' étant ici désignée par h_1.

Cette cellule répond également au passage de la pièce 1 en envoyant des signaux correspondants au micro-ordinateur 5. A titre d'indication, l'on a indiqué en fig. 9 l'allure de l'ensemble des trois signaux ainsi reçus par l'ordinateur, savoir ABCDEF pour première cellule 3a, A'B'C'D'E'F' pour la seconde 3b, et A"B"C"D"E"F" pour la troisième 3c, en supposant les trois cellules disposées en élévation comme indiqué en fig. 6. La vitesse de la pièce étant mesurée par les cellules 3a et 3b, cette troisième cellule 3c permet de son côté de mesurer le segment ou corde RS en fonction de cette vitesse.

Si la pièce 1 roule bien sur le trajet X-X' prévu pour elle, le micro-ordinateur doit déduire des signaux de la cellule 3c un diamètre rigoureusement égal à celui calculé à partir de ceux reçus des cellules 3a et 3b. Si tel n'est pas le cas, c'est que la pièce suit un trajet différent situé au-dessous ou au-dessus de X-X', donc qu'elle ne comporte pas l'épaisseur prévue.

Bien entendu, pour réaliser un fonctionnement correct, on doit là encore tenir compte de l'accélération éventuelle de la pièce lors de son passage devant les cellules. Celà s'obtient aisément en disposant la cellule 3c entre les cellules 3a et 3b dans le sens longitudinal et à égale distance de ces dernières. La cellule 3c se trouve alors dans une zone où la vitesse instantanée de la pièce est égale à sa vitesse moyenne entre les deux premières cellules.

Il convient encore de noter que le dispositif décrit en référence à fig. 6 peut fonctionner correctement même si le plan Y-Y' passe substantiellement par le centre O de la pièce. En effet, si alors les cellules 3a et 3b ne sont pratiquement pas affectées par les petites variations d'enfoncement de la pièce dans l'entaille 6-7, la troisième cellule 3c, située à un niveau nettement différent, l'est de façon suffisante pour permettre d'identifier la pièce considérée.

Toujours en référence à fig. 6, on peut encore remarquer que dans les cas où l'on peut considérer que la vitesse de la pièce est constante et est connue, il est possible de se dispenser de la cellule 3b, la cellule 3a suffisant à déterminer la longueur de la corde PQ.

Si l'on doit simplement éliminer les pièces non conformes à un modèle déterminé, la constatation de l'identité ou de la non-identité des diamètres déterminés à partir des niveaux respectifs Y-Y' et Z-Z' est alors suffisante. Si, comme cela est le cas avec certains distributeurs de tickets, l'appareil considéré doit recevoir successivement plusieurs pièces différentes afin de fonctionner, le dispositif peut alors envoyer

au micro-ordinateur 5 des signaux indicateurs de la longueur des segments PQ et RS, qu'il a mesurés. Le micro-ordinateur compare ces données avec celles enregistrées dans sa mémoire et décide si la pièce peut être acceptée ou non. Dans la négative, il la rejette et dans l'affirmative il envoie la représentation de sa valeur à un totalisateur approprié propre à déclencher l'appareil à pré-paiement quand le total prévu est atteint.

Mais on peut en outre désirer connaître le diamètre réel des pièces en dépit de la plus ou moins grande hauteur du niveau de leur trajet de roulement dans l'entaille 6-7.

Fig. 10 montre que le calcul du diamètre du cercle représentatif de la pièce 1 (ou 1' ou 1", fig. 7 et 8) est parfaitement possible à partir des signaux reçus des cellules, sans qu'on ait à se préoccuper de la hauteur du trajet de roulement de la pièce considérée. En effet, si l'on appelle ici l_1 la longueur de la corde PQ mesurée par les cellules 3a et 3b, et l_2 celle de la corde RS déterminée par la troisième cellule 3c, on voit aisément que si on les dispose symétriquement par rapport à un axe vertical en ayant soin de les maintenir à l'écartement $h_1 - h_2$ des plans horizontaux Y-Y' et Z - Z', les quatre points PQRS définissent bien une circonférence unique dont on peut calculer le diamètre quand on connaît l_1, l_2, h_1 et h_2. Pour ne pas compliquer inutilement les présentes, on ne détaillera pas ce calcul qui ne comporte aucune difficulté majeure. On indiquera simplement qu'on peut notamment le baser sur la similitude des triangles définis par la corde oblique QS et son prolongement jusqu'à intersecter en T l'axe vertical U-U' et d'un troisième triangle défini quant à lui par cet axe U-U', par la perpendiculaire OV qui, partant du centre O, aboutit au milieu de la corde oblique QS, et par le segment oblique VT. Ce calcul ne dépasse pas les possibilités d'un micro-ordinateur convenablement programmé. Une fois connu le diamètre de la pièce, il est facile de calculer son épaisseur, si on le désire, en déterminant la hauteur du centre O au-dessus de l'un des segments PQ et RS, en ajoutant à la valeur ainsi trouvée la hauteur du plan de ce segment au-dessus de celui de l'entrée de l'entaille 6-7, puis en soustrayant du total le rayon de la pièce. De la valeur de cet enfoncement, l'on déduit l'épaisseur recherchée.

Fig. 11 indique très schématiquement comment on peut réaliser en pratique un dispositif suivant l'invention. On aperçoit en 8 une paroi légèrement inclinée et sur laquelle la pièce 1 glisse à la façon connue. Les cellules telles que 3a et 3c sont montées dans des perforations de la paroi 8. Celle-ci constitue le flanc droit 6 de l'entaille inférieure

dont le flanc oblique 7 se raccorde à une autre paroi 9 qui définit avec la précédente 8 le couloir dans lequel circulent les pièces introduites dans l'appareil. Ce couloir est fermé en haut par une baguette supérieure 10. En face des cellules se trouvent les émetteurs de lumière, ici 4a pour la cellule 3a et 4c pour celle 3c. Ces émetteurs peuvent être des photo-diodes, les cellules étant de leur côté des photo-transistors. Mais bien entendu, l'on pourrait utiliser tout autre type d'éléments équivalents, notamment des ampoules incandescentes ponctuelles avec des lentilles et des diaphragmes convenablement calibrés dans les cas où l'on désirerait obtenir une précision particulièrement poussée. Il serait encore possible d'employer des dispositifs intégrant émetteurs et récepteurs d'un même côté du couloir (type lecteur de code à barres).

Il doit d'ailleurs être entendu que la description qui précède n'a été donnée qu'à titre d'exemple et qu'elle ne limite nullement le domaine de l'invention dont on ne sortirait pas en remplaçant les détails d'exécution décrits par tous autres équivalents. C'est ainsi, par exemple, que l'un au moins des plans Y-Y' et Z-Z' pourrait se trouver au-dessus du centre de la pièce. L'écartement entre les cellules 3a et 3b peut varier.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour déterminer ou vérifier le diamètre d'un objet cylindrique, et plus particulièrement d'une pièce de monnaie, du genre dans lequel on fait rouler l'objet de façon à le faire passer devant des cellules photo-électriques dont on utilise les signaux de sortie, caractérisé en ce qu'on dispose sur le trajet de l'objet (1) une cellule principale (3a) située à un niveau déterminé (Y-Y') au-dessus de celui de la piste (2 ; X-X') sur laquelle l'objet roule et en ce que, connaissant la vitesse de celui-ci, l'on déduit du temps d'occultation (CD) écoulé entre l'instant où l'objet recouvre la cellule (3a) et celui où il la découvre à nouveau, un signal (PQ) représentatif du diamètre de cet objet (1).

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on dispose sur le trajet de l'objet (1) une seconde cellule photo-électrique (3b) située au même niveau que la première (3a), mais à une distance connue (m) de celle-ci, en ce que du temps écoulé entre le début ou la fin de l'occultation pour l'une et l'autre de ces deux cellules par l'objet (1) l'on déduit la vitesse de celui-ci, et en ce qu'on utilise la vitesse ainsi déterminée pour le calcul de la valeur du signal (PQ).

3. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce que, dans le cas d'un objet se déplaçant d'un mouvement uniformément accéléré, l'on relève le temps d'occultation (C'D') de la seconde cellule (3b) de la même manière que pour la première (3A) et en ce que pour calculer le signal (PQ) représentatif du diamètre de l'objet l'on utilise la moyenne entre les temps d'occultation ainsi relevés.

4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que pour déterminer ou vérifier en même temps l'épaisseur de l'objet, en faisant rouler celui-ci sur une piste en forme d'entaille comportant un flanc parallèle au plan de la pièce et un second flanc dont le profil général fait avec le premier un angle déterminé, on dispose sur le trajet de l'objet (1) une troisième cellule photo-électrique (3c) située à un niveau (Z-Z') différent de celui (Y-Y') des deux premières (3a, 3b) et en ce qu'on déduit des signaux de sortie (C"D") de cette cellule (3c), compte tenu de la vitesse de l'objet, un second signal (RS) représentatif du diamètre de celui-ci pour une profondeur d'enfoncement déterminée de cet objet dans l'entaille (6-7), les deux signaux (PQ ; RS) ainsi relevés permettant soit de calculer le diamètre et l'épaisseur de l'objet, soit, par comparaison avec des données

enregistrées, de vérifier s'il rentre dans une catégorie prévue et dans l'affirmative, dans laquelle.

5. Procédé suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le flanc oblique (7) de l'entaille (6-7) formant piste de roulement de l'objet (1) est prévu uniformément rectiligne en section transversale.

6. Procédé suivant la revendication 4, caractérisé en ce qu'on dispose dans le sens longitudinal la troisième cellule (3c) entre les deux premières (3a, 3b) et à égale distance de celles-ci.

7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications qui précèdent, caractérisé en ce qu'on envoie les réponses des cellules à un micro-ordinateur (5) qui calcule le diamètre et éventuellement l'épaisseur de l'objet.

8. Dispositif pour la mesure ou la vérification des dimensions d'un objet cylindrique, caractérisé en ce qu'il est établi pour la mise en oeuvre du procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes.

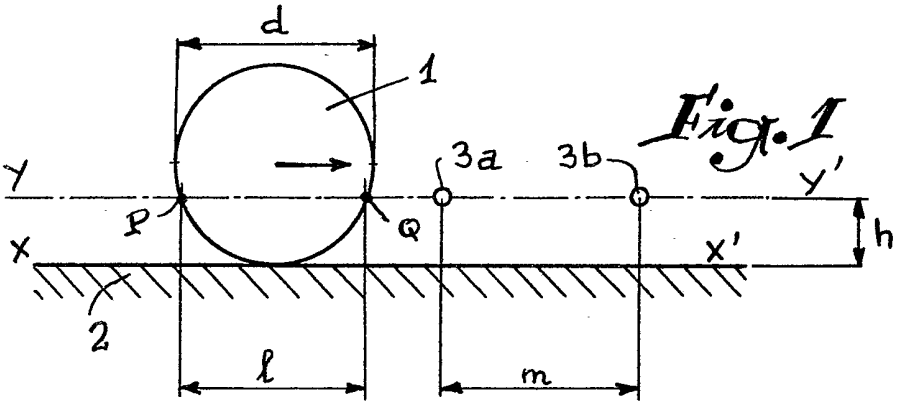


Fig. 1

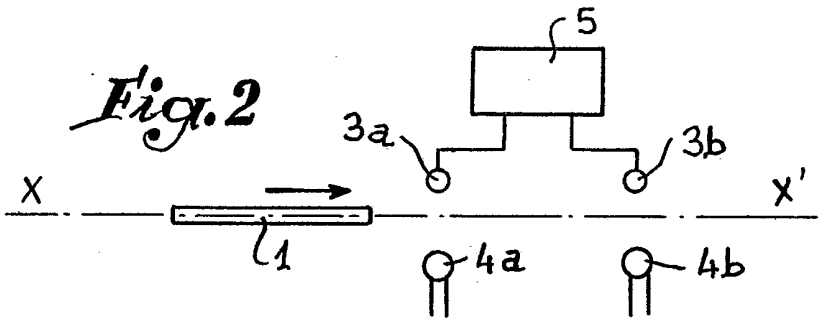


Fig. 2

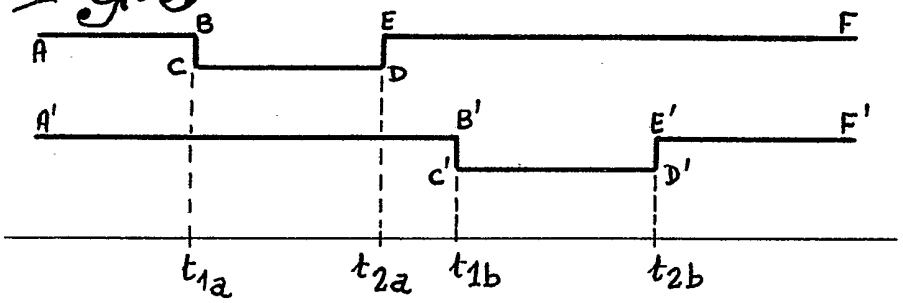


Fig. 3

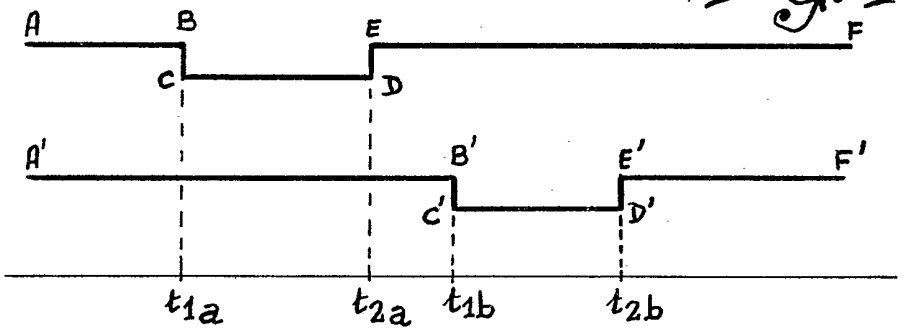


Fig. 4

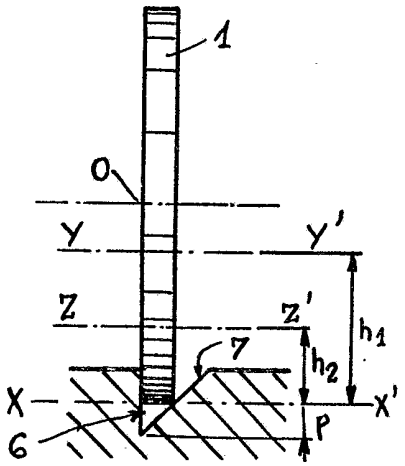


Fig. 5

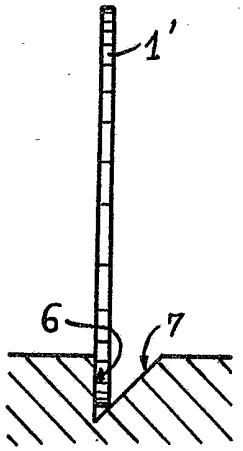


Fig. 7

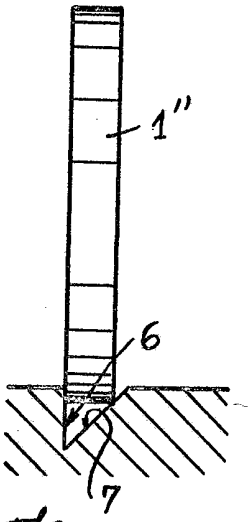


Fig. 8

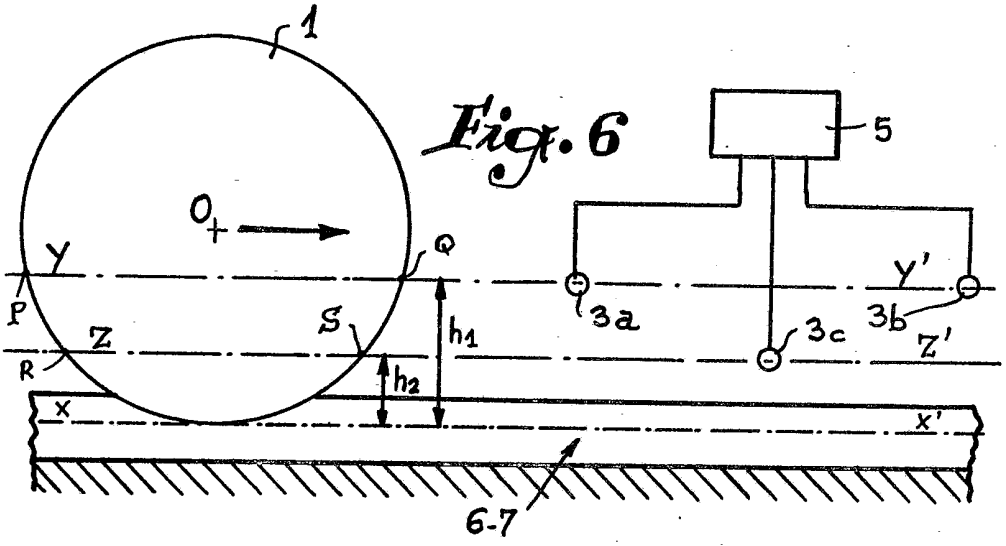


Fig. 6

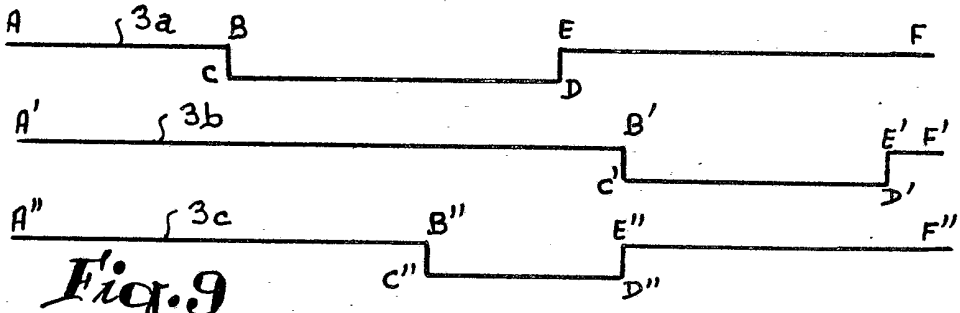


Fig. 9

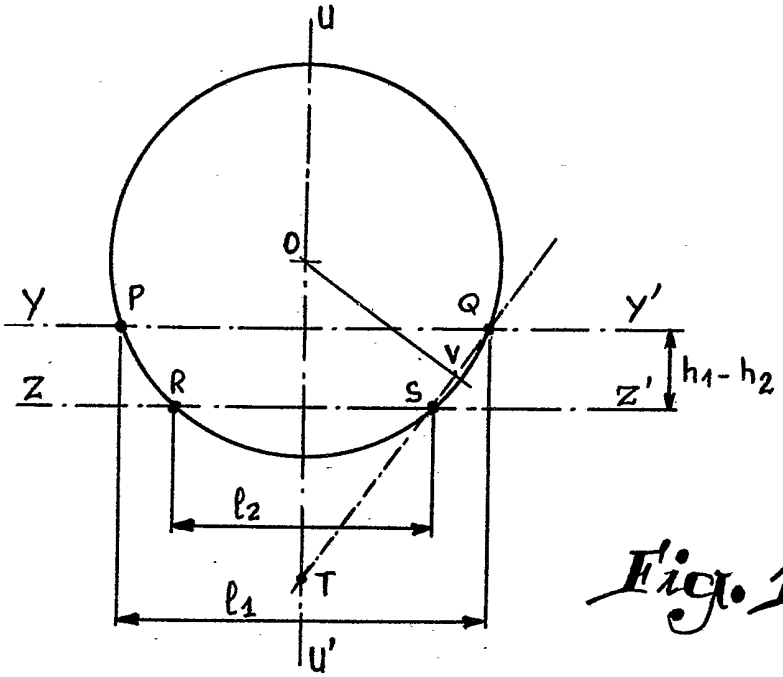


Fig. 10

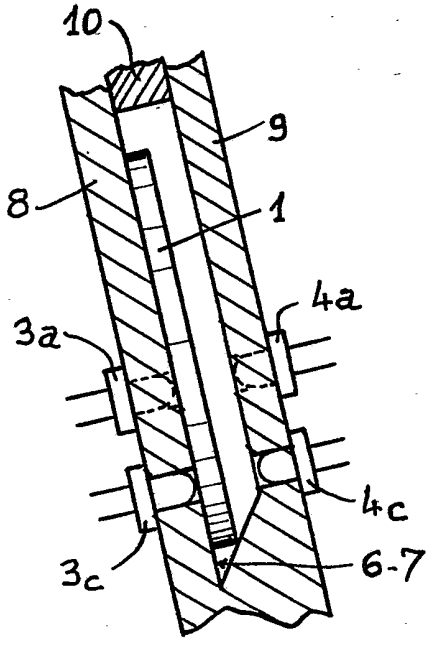


Fig. 11