

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

**2 465 993**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 21363**

(54) Procédé pour contrôler la qualité des surfaces revêtues ou non.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). G 01 B 11/30; B 21 C 51/00.

(22) Date de dépôt..... 25 septembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Grand-Duché de Luxembourg, 26 septembre 1979, n° 81.728.*

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 13 du 27-3-1981.

(71) Déposant : CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES, Association sans but lucratif —  
CENTRUM VOOR RESEARCH IN DE METALLURGIE, Vereniging zonder winstoogmerk,  
résidant en Belgique.

(72) Invention de : Jean Crahay et Henri Bonnarens.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Jean Lemoine,  
145, rue du Molinel, 59800 Lille.

La présente invention est relative à un procédé pour contrôler, de façon rapide et continue, la qualité des surfaces, que celles-ci soient ou non revêtues d'une ou plusieurs couches d'un enduit ou peinture quelconque, 5 et quelle que soit leur forme. Le procédé peut s'appliquer également, de façon avantageuse, lorsque les objets dont les surfaces sont à mesurer, sont en mouvement.

Dans la présente description, le sens du mot "qualité" peut, suivant la nature et les caractéristiques 10 de la surface dont on désire précisément mesurer ladite qualité, correspondre à différentes propriétés de ladite surface, par exemple sa brillance, son aspect plus ou moins lisse etc..., cette "qualité" étant toutefois chaque fois mesurable sur base des caractéristiques d'un faisceau éner- 15 gétique réfléchi par ladite surface sous l'impact d'un faisceau énergétique incident, de préférence un faisceau laser.

La présente description est axée sur la qualité des surfaces des tôles métalliques, mais c'est là uniquement à titre d'exemple non limitatif, le procédé de l'invention 20 s'appliquant à toute espèce de surface de quelqu'étendue.

La qualité des tôles métalliques peut se concevoir

dans deux directions, d'une part, celle qui concerne la matière elle-même de la tôle, qui doit présenter des propriétés bien définies au point de vue mécanique, structure, homogénéité et isotropie et d'autre part, celle, concernée 5 par la présente invention, se rapportant à l'aspect de sa surface revêtue ou non, d'un enduit ou de peinture.

Cette qualité de surface est en liaison directe avec son aspect plus ou moins lisse ou brillant, ainsi qu'avec son homogénéité et sa constance dans ledit aspect.

10 En ce qui concerne les surfaces revêtues et notamment les surfaces métalliques peintes que l'on produit en grandes quantités en carrosserie automobile, il faut que les différentes surfaces d'un assemblage non seulement soient les plus brillantes possibles, mais aussi possèdent 15 la même brillance pour que leur qualité soit considérée comme satisfaisante. Il est donc nécessaire de pouvoir juger de la brillance d'une surface peinte, indépendamment de la couleur utilisée, pour contrôler de telles productions.

20 Dans ce domaine, on a déjà utilisé des méthodes basées sur le pouvoir de résolution de la surface peinte employée comme miroir. Cependant, les résultats ainsi obtenus dépendent de l'appréciation de l'opérateur avec tous les inconvénients bien connus d'une pratique de ce genre.

En ce qui concerne les surfaces non revêtues et notamment celles des tôles métalliques dont la surface se présente à l'échelle microscopique sous la forme d'une succession de pics et de vallées, on sait que leur morphologie dont on connaît 5 l'importance, est caractérisée par différents paramètres tels que rugosité arithmétique moyenne, nombre de pics par unité de longueur, longueur moyenne de plateaux et de vallées que l'on ne peut obtenir qu'après des mesures relativement délicates.

La présente invention a pour objet un procédé permettant de remédier aux inconvénients mentionnés ci-dessus.

Le procédé, objet de la présente invention, est essentiellement caractérisé en ce que l'on dirige vers la surface un faisceau lumineux, avantageusement du type laser, de faible puissance, sous une incidence de préférence oblique, en ce que 15 l'on détermine, dans des conditions appropriées, l'angle du cône de lumière réfléchie et en ce que l'on en déduit la qualité de la dite surface en ce sens qu'à un plus grand angle d'ouverture correspond une plus grande irrégularité de la surface.

On a constaté en effet que dans le cas de surfaces peintes, 20 l'angle d'ouverture du cône de lumière réfléchie est d'autant plus grand que la surface est moins brillante. Un tel angle peut atteindre des valeurs de 2 à 3 degrés.

Dans le cas des surfaces non revêtues, l'angle d'ouverture du cône de lumière réfléchie qui peut atteindre des 25 valeurs de l'ordre de 10 degrés est d'autant plus grand que :

- la rugosité est grande,
- le nombre de pics par unité de longueur est grand,
- la longueur moyenne des pics et vallées est petite.

Suivant une modalité de l'invention, on détermine 30 l'angle d'ouverture du cône de lumière réfléchie en mesurant l'ouverture angulaire correspondant à un certain pourcentage de lumière réfléchie. A cette fin par exemple, on intercepte le cône de lumière réfléchie par un écran et on mesure, de façon

manuelle ou automatique, les dimensions de la tache de lumière correspondant au dit pourcentage de l'intensité réfléchie totale. Plus ces dimensions sont petites, plus la surface examinée est brillante ou lisse.

5 Suivant une autre modalité de l'invention, on mesure le pourcentage de lumière réfléchie dans un cône de faible valeur d'ouverture angulaire, par exemple 0,2 degré, coaxial au cône de réflexion. Dans ce cas, plus l'intensité mesurée est grande et plus la surface examinée est brillante ou lisse.

10 Suivant une autre modalité particulièrement intéressante du procédé déjà susmentionné, celui-ci peut également être utilisé dans les cas où l'on a affaire à des surfaces courbes ou mobiles par rapport aux dispositifs de mesure utilisés.

15 Cette modalité est également basée sur la mesure de l'intensité du faisceau réfléchi par la tôle dont on veut mesurer par exemple la brillance.

Cette modalité est essentiellement caractérisée en ce que le rayonnement réfléchi par la dite surface, sous la forme d'un faisceau plus ou moins évasé, est reçu dans sa majeure partie, 20 et de préférence dans sa totalité, par un détecteur photosensible, en passant au travers d'une ou plusieurs des zones transparentes d'un obturateur en mouvement, comportant des alternances de zones opaques et de zones transparentes et en ce que l'on mesure la composante alternative du signal produit par le détecteur photosensible, le dit signal étant représentatif de la brillance cherchée 25 de la tôle.

30 Suivant le procédé de l'invention, le mouvement de l'obturateur est tel que le faisceau réfléchi rencontre successivement au moins une zone transparente et une zone opaque, et de préférence successivement plusieurs alternances de zones opaques et transparentes.

La présente invention a également pour objet un dispositif destiné à la mise en oeuvre du procédé décrit ci-dessus.

Le dispositif, objet de la présente invention, est essentiellement caractérisé en ce qu'il comprend :

- une source lumineuse du type laser de faible puissance, fonctionnant en continu,
- 5 - des moyens pour fixer, de façon précise, la direction du faisceau réfléchi ou pour corriger cette direction en cas de nécessité,
- des moyens pour déterminer l'angle d'ouverture du cône de lumière réfléchie par mesure soit d'intensité lumineuse soit de 10 dimensions d'une tache lumineuse, soit de distribution d'intensité dans la tache lumineuse.

Les moyens destinés à fixer, de façon précise la direction du faisceau réfléchi peuvent être constitués par exemple d'un appui pour la surface peinte ou pour la cellule de mesure sur 15 la surface peinte. Ils peuvent encore être constitués de miroirs effectuant automatiquement les corrections de position du faisceau réfléchi. Par exemple des miroirs mobiles commandés par des cellules photosensibles qui détectent la position du faisceau réfléchi.

Les moyens pour déterminer l'angle d'ouverture du 20 cône de lumière réfléchie peuvent être constitués d'une caméra de télévision associée à un analyseur d'image qui scrute la tache de lumière réfléchie formée sur un écran et qui détermine la surface des plages correspondant à des niveaux d'éclairement différents.

Eventuellement, le dispositif comprend en outre des 25 moyens tels que des fibres optiques pour transmettre la lumière d'endroits difficilement accessibles aux moyens de mesure.

Dans le cas des surfaces non revêtues, le domaine d'application de l'invention s'étend à des rugosités allant de 0,8 à 2,5 micromètres. Elle permet d'effectuer le contrôle des 30 surfaces usinées et en ce qui concerne les tôles laminées, elle permet de mesurer en continu les caractéristiques superficielles à la sortie du laminoir, ainsi que de réagir rapidement sur les conditions de laminage si les mesures ne correspondent pas aux consignes prédéterminées.

Selon la modalité préférentielle, permettant la mesure dans le cas où les surfaces à mesurer sont courbes ou en mouvement par rapport aux appareils de mesure utilisés, plusieurs cas peuvent se présenter (également selon les caractéristiques de l'obturateur et la qualité de la surface à mesurer).

a. l'obturateur est constitué d'une série de zones alternativement transparentes et opaques, et dont la largeur est sensiblement égale au diamètre que présente, à l'endroit du dit obturateur, un faisceau réfléchi par une tôle dont la surface est considérée comme très brillante et très régulière. Dans cette hypothèse, la zone de la surface sensible du récepteur frappée par le faisceau peut recevoir au cours du temps un éclairement représentable par le diagramme de la figure 1, le passage d'une zone opaque de l'obturateur se traduisant par une intensité quasi nulle de l'éclairement; la composante alternative du signal est représentée par  $A_1$  sur la figure 1.

Si, dans ce type d'obturateur, on a affaire à une surface dont les qualités de brillance et/ou de régularité sont nettement moins bonnes, le diamètre du faisceau réfléchi sera sensiblement plus grand à l'endroit de l'obturateur et le récepteur enregistrera, en fonction du temps, un diagramme du genre de celui du signal  $A_2$  de la figure 2.

La comparaison des diagrammes permet de conclure si une tôle est plus brillante qu'une autre, ou si elle présente des caractéristiques de brillance acceptables, eu égard à un étalon donné.

b. L'obturateur est constitué d'une série de zones alternativement transparentes et opaques, et dont la largeur des zones transparentes est nettement plus petite que le diamètre d'un spot réfléchi par une surface considérée comme brillante et lisse.

Dans cette hypothèse, la zone de la surface sensible du récepteur frappée par le faisceau de petit diamètre (correspondant à une tôle lisse) peut recevoir au cours du temps un éclairement représentable par le diagramme de la figure 3, le passage d'une zone opaque à la zone suivante se traduisant par l'enregistrement d'un signal très analogue à une impulsion ( $C_3$ ). Si d'autre part, avec un tel obturateur, le diamètre du faisceau réfléchi est sensiblement plus grand que dans le cas précédent et même parfois plus grand que la largeur de la bande opaque de l'obturateur, la zone de la surface sensible du récepteur frappée par le faisceau réfléchi au cours du déplacement de l'obturateur se traduit par l'enregistrement d'un signal du genre de celui repris à la figure 4 (dont la valeur alternative  $C_4$  est repérée sur le dessin).

La présente modalité présente l'avantage de faciliter considérablement la mesure de l'éclairement dû au faisceau réfléchi, laquelle peut se faire aisément dans une ouverture angulaire de  $10^\circ$ , alors que selon les procédés connus, on devait effectuer des mesures au centre du faisceau réfléchi, par exemple suivant une ouverture de l'ordre de  $(1/50)^\circ$ .

Selon cette modalité, il y a différents moyens de concevoir un obturateur remplissant les conditions requises pour la mise en oeuvre du procédé ci-dessus; toutefois, la préférence est donnée à un obturateur sous forme de disque à fentes (avec cellule de réception derrière le disque - figures 5 et 6) ou sous forme de cylindre, également pourvu de fentes (avec cellule réceptrice à l'intérieur du cylindre - figures 7 et 8).

Suivant une variante intéressante du procédé décrit pour cette modalité, on mesure en outre l'intensité réfléchie totale de la tôle à l'endroit considéré, ce qui permet de déterminer sa brillance (rapport ou différence entre les grandeurs mesurées selon le procédé susmentionné et l'intensité totale réfléchie). Deux méthodes peuvent alors être utilisées avec intérêt :

- soit la mesure de la composante continue des signaux reçus au travers des obturateurs,
  - soit en déviant une partie du faisceau réfléchi, vers une seconde cellule photométrique, au moyen d'une lame semi-transparente, située en amont de l'obturateur (par rapport au chemin du rayonnement réfléchi).
- 5

Suivant une autre variante intéressante de cette modalité, quand on a affaire à des surfaces dont la position relative peut varier dans de grandes limites, on peut diminuer 10 les variations en direction et en position du faisceau réfléchi en faisant passer le rayonnement laser successivement sur deux miroirs plans avant d'atteindre la surface dont la réflectivité est à mesurer, le premier de ces miroirs étant fixe par rapport au laser, le second étant parallèle à la surface de la tôle en 15 son point de mesure.

Le parallélisme obligé entre les rayons frappant le second miroir et ceux réfléchis par la dite surface se traduit, en cas de déplacement de la dite surface, par un simple déplacement du faisceau réfléchi, lequel reste très sensiblement parallèle à 20 lui-même, au cours de son déplacement, ce qui facilite la mesure à effectuer.

Dans le cas où l'on a affaire à une surface particulièrement lisse et brillante, la très faible divergence du faisceau laser peut être artificiellement augmentée, en faisant 25 passer celui-ci au travers d'un télescope pour lequel (pour un faisceau laser) on a la relation :

divergence sortie = divergence entrée  $\times \frac{\text{diamètre entrée}}{\text{diamètre sortie}}$ ,  
ce qui facilite la précision des mesures, même dans le cas sus-mentionné.

<sup>9</sup>  
REVENDEICATIONS

1. Procédé pour contrôler la qualité des surfaces revêtues ou non, c a r a c t é r i s é en ce que l'on dirige vers la surface un faisceau lumineux du type 5 laser de faible puissance sous une incidence de préférence oblique, en ce que l'on détermine, dans des conditions appropriées, l'angle d'ouverture du cône de lumière réfléchie et en ce que l'on en déduit la qualité de ladite surface en ce sens qu'à un plus grand angle d'ouverture correspond 10 une plus grande irrégularité de la surface.

2. Procédé suivant la revendication 1, c a r a c t é r i s é en ce que l'on détermine l'angle d'ouverture du cône de lumière réfléchie, en mesurant l'ouverture angulaire correspondant à un certain pourcentage de lumière 15 réfléchie.

3. Procédé suivant la revendication 2, c a r a c t é r i s é en ce que l'on intercepte le cône de lumière réfléchie par un écran et en ce que l'on mesure les dimensions de la tache de lumière correspondant audit 20 pourcentage de l'intensité réfléchie totale.

4. Procédé suivant la revendication 1; c a r a c t é r i s é en ce que l'on mesure le pourcentage de lumière réfléchie dans un cône de faible valeur d'ouverture angulaire, par exemple 0,2 degré, coaxial au cône de réflexion.

25 5. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 3, c a r a c t é r i s é en ce que le rayonnement réfléchi par ladite surface, sous la forme d'un faisceau plus ou moins évasé est reçu dans sa majeure partie, et de préférence dans sa totalité, par un détecteur photosensible, 30 en passant au travers d'une ou plusieurs des zones transparentes,

d'un obturateur en mouvement, comportant des alternances de zones opaques et de zones transparentes, et en ce que l'on mesure la composante alternative du signal fourni par le détecteur photosensible.

5 6. Procédé suivant la revendication 5, c a r a c t é r i s é en ce que le mouvement de l'obturateur est tel que le faisceau réfléchi rencontre successivement au moins une zone transparente et une zone opaque, et de préférence successivement plusieurs alternances de zones  
10 opaques et transparentes.

7. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 5 et 6, c a r a c t é r i s é en ce que l'obturateur est constitué d'une série de zones, alternativement transparentes et opaques et dont la largeur est sensiblement égale  
15 au diamètre que présente, à l'endroit dudit obturateur, un faisceau réfléchi par une tôle dont la surface est considérée comme très brillante et régulière.

8. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 5 et 6, c a r a c t é r i s é en ce que l'obturateur est constitué d'une série de zones alternativement transparentes et opaques, et dont la largeur des zones transparentes est nettement plus petite que le diamètre d'un faisceau réfléchi par une surface considérée comme brillante et lisse.

25 9. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 5 à 8, c a r a c t é r i s é en ce que l'obturateur présente la forme d'un disque à fentes.

10. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 5 à 8, c a r a c t é r i s é en ce que l'obturateur présente la forme d'un cylindre pourvu de fentes.

11. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 5 à 10, caractérisé en ce qu'en plus, on mesure l'intensité réfléchie totale de la tôle à l'endroit considéré.

5 12. Procédé suivant la revendication 11, caractérisé en ce qu'on divise l'une par l'autre ou soustrait l'une de l'autre les mesures obtenues d'une part, selon les revendications 5 à 10, et d'autre part selon la revendication 11.

10 13. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que ladite mesure de l'intensité totale réfléchie est obtenue par la mesure de la composante continue des signaux reçus au travers des obturateurs.

15 14. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que la mesure de l'intensité totale réfléchie est obtenue en déviant une partie du faisceau réfléchi vers une seconde cellule photométrique, au moyen d'une lame semi-transparente située 20 en amont de l'obturateur (par rapport au chemin du rayonnement réfléchi).

15. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 5 à 14, caractérisé en ce que, lorsqu'on a affaire à des surfaces dont la position relative, par rapport à l'instrument de mesure peut varier dans de grandes limites, on fait passer le rayonnement laser successivement sur deux miroirs plans, avant d'atteindre la surface dont la réflectivité est à mesurer, le premier de ces miroirs étant fixe par rapport au laser, le second étant parallèle 30 à la surface de la tôle en son point de mesure.

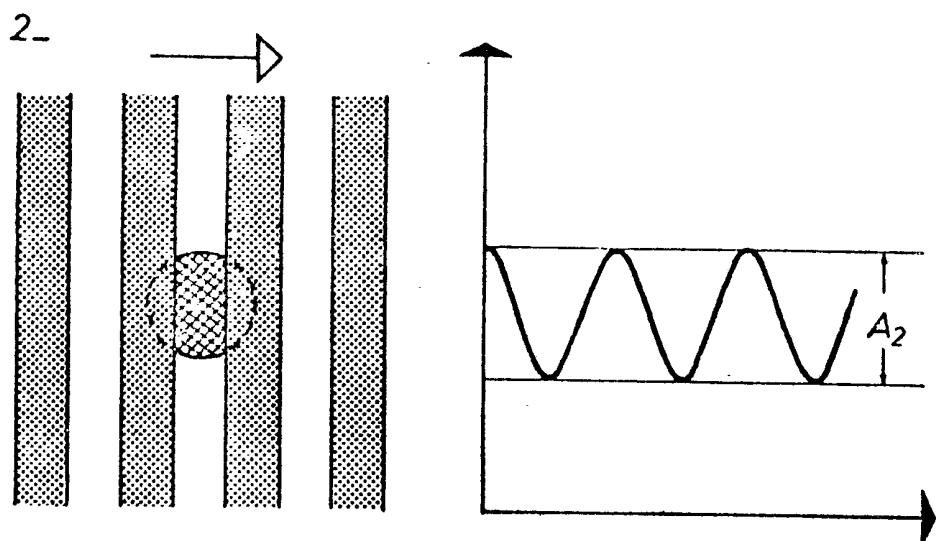
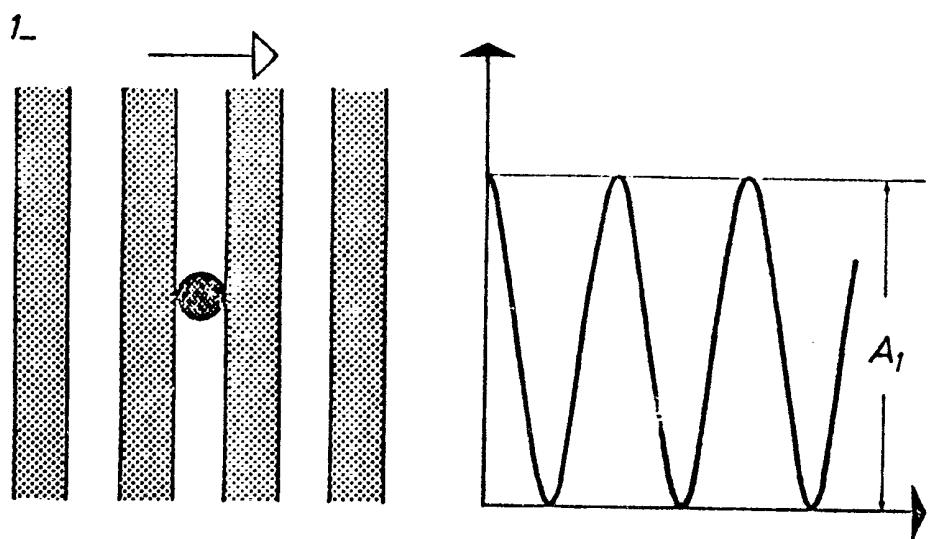
16. Procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 5 à 15, caractérisé en ce que, quand on a affaire à une surface particulièrement lisse ou brillante, on fait passer le rayon laser au travers d'un télescope, avant qu'il ne frappe la surface sensible du récepteur, et de préférence aussi avant qu'il n'atteigne la surface à mesurer.

17. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend :

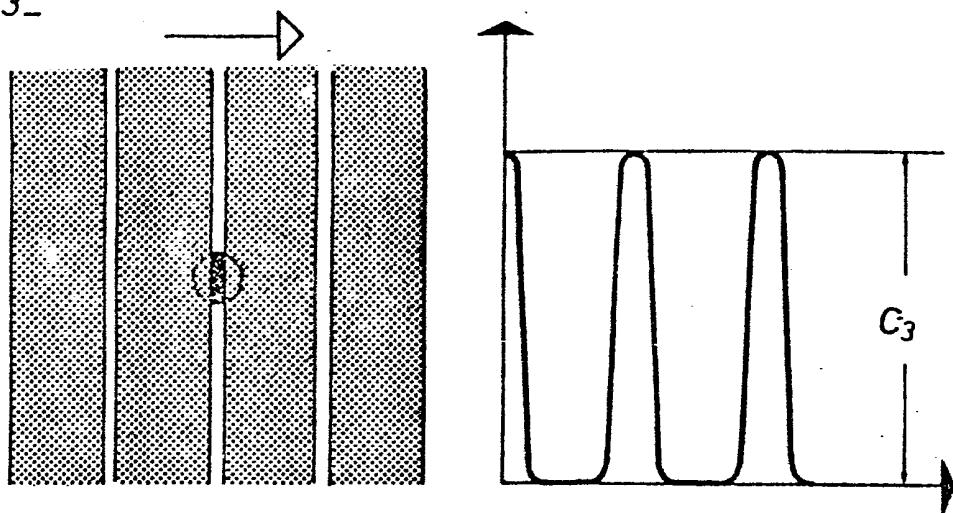
- une source lumineuse du type laser de faible puissance, fonctionnant en continu,
- des moyens pour fixer de façon précise la direction du faisceau réfléchi ou pour corriger cette direction en cas de nécessité,
- des moyens pour déterminer l'angle d'ouverture du cône de lumière réfléchie par mesure soit d'intensité lumineuse, soit de dimensions d'une tache lumineuse, soit de distribution d'intensité dans la tache lumineuse.

18. Dispositif suivant la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens tels que des fibres optiques pour transmettre la lumière d'endroits difficilement accessibles aux moyens de mesure.

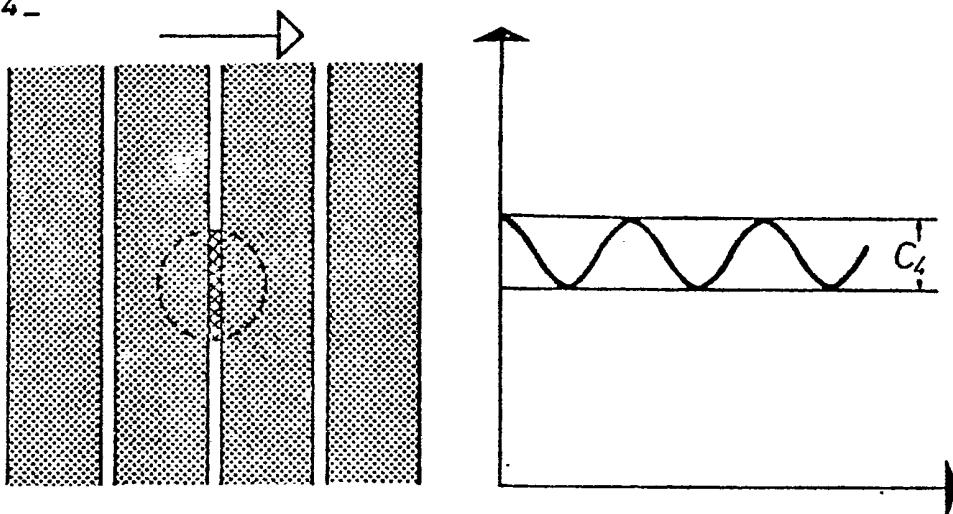
1/3



3-



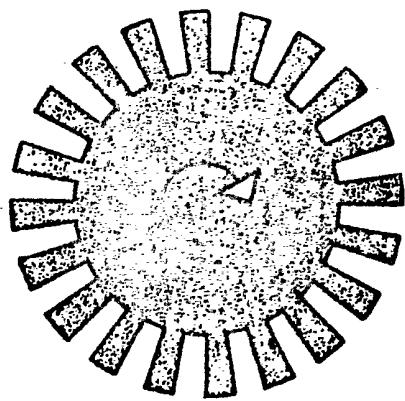
4-



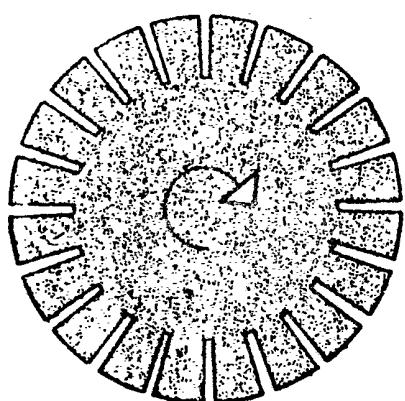
2465993

3/3

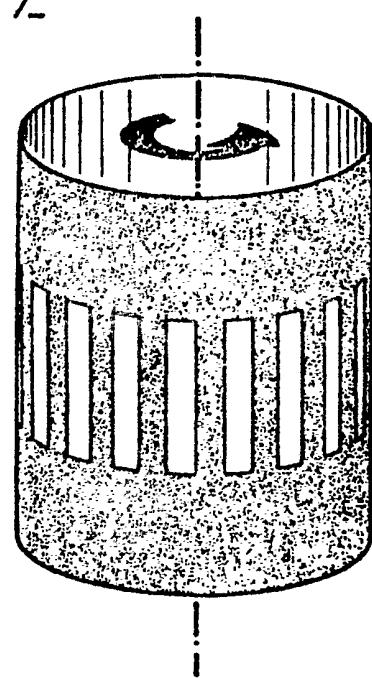
5-



6-



7-



8-

