

84303 GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

Brevet N°	du <u>28 juillet 1982</u>
Titre délivré : 22 MARS 1984	



Monsieur le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes
Service de la Propriété Intellectuelle
LUXEMBOURG

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

La soc. dite PAUL WURTH S.A., 32 rue d'Alsace, Luxembourg (1)

*représentée par E.Meyers & E.Freylinger, Ing.conseils en propr.ind.,
46 rue du Cimetière, Luxembourg, agissant en qualité de mandataires* (2)

dépose(nt) ce vingt-huit juillet mil neuf cent quatre vingt deux (3)
à 15⁰⁰ heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg :

*1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant :
"Procédé et dispositif de commande du mouvement d'une goulotte oscillante et application à une installation de chargement d'un four à cuve"* (4)

2. la délégation de pouvoir, datée de *Luxembourg* le *25 mai 1982*
 3. la description en langue *française* de l'invention en deux exemplaires;
 4. *deux* planches de dessin, en deux exemplaires;
 5. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg,
 le *vingt-huit mai mil neuf cent quatre vingt deux*

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont) :

1. Edouard LEGILLE, 166 rue de Trèves, Luxembourg (5)
2. Guy THILLEN, 20 rue du Palais, Differdange
3. Emile LONARDI, 30 rue Schouweiler, Esch-sur-Alzette

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de (6)
déposée(s) en (7)
le (8)

au nom de (9)

élit(élisent) pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg
4^e rue du Cimetière, Luxembourg (10)

solicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les
annexes susmentionnées, — avec ajournement de cette délivrance à dix-huit mois. (11)
L'an des mandataires

II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du :



à 15⁰⁰ heures

Pr. le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes,
p. d.

A 68007

(1) Nom, prénom, firme, adresse — (2) s'il a lieu «représenté par ...» agissant en qualité de mandataire — (3) date du dépôt en toutes lettres — (4) titre de l'invention — (5) noms et adresses — (6) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité — (7) pays — (8) date — (9) déposant original — (10) adresse — (11) 6, 12 ou 18 mois.

B R E V E T D ' I N V E N T I O N

Procédé et dispositif de commande du mouvement d'une
goulotte oscillante et application à une installation
de chargement d'un four à cuve

PAUL WURTH S.A.
32 rue d' Alsace
Luxembourg

Procédé et dispositif de commande du mouvement d'une goulotte oscillante et application à une installation de chargement d'un four à cuve

5 La présente invention concerne un procédé de commande du mouvement d'une goulotte oscillante pouvant pivoter autour de deux axes orthogonaux et actionnés, à cet effet, par deux moyens d'entraînement indépendants l'un de l'autre pour déplacer l'extrémité de la goulotte suivant des cercles 10 concentriques ou une spirale autour d'un axe vertical.

L'invention concerne également un dispositif de mise en oeuvre de ce procédé ainsi qu'une installation de chargement d'un four à cuve équipé d'un tel dispositif et mettant en oeuvre ce procédé.

15 La demande de brevet luxembourgeois No 83.280 propose un dispositif de chargement d'un four à cuve au moyen d'une goulotte de distribution oscillante, généralement désignée dans le domaine en question comme goulotte à suspension du type "cardan".

20 La demanderesse a constaté, lors de récents tests et expériences sur un prototype de ce genre que les couches de matières déposées au moyen d'une goulotte oscillante présentent des irrégularités dans l'épaisseur de dépôt. Si l'on ne considère qu'une seule couche, ces irrégularités 25 n'auraient pas de conséquence néfaste sur le chargement d'un four à cuve. Malheureusement, ces irrégularités se produisent, pour chaque couche déposée, aux mêmes endroits correspondant à des positions angulaires précises de la goulotte, de sorte qu'il y a un effet d'accumulation de couche en 30 couche qui aboutit finalement à un niveau de chargement en forme de selle. Il a également été constaté que ce défaut n'est pas propre au dispositif tel que proposé dans la demande de brevet précitée, mais qu'il se produit de façon plus ou moins prononcée pour tous les dispositifs de chargement avec 35 suspension de la goulotte du type "cardan", quel que soit le moyen d'entraînement et de commande.

La raison en est que ces genres de goulotte de distribution subissent deux fois au cours de chaque révolution, ceci à des endroits diamétralement opposés et bien déterminés,

des pivotements, quoique faibles, mais néanmoins perceptibles, autour de leur axe longitudinal. Lors d'un tel pivotement, le frottement au moment du passage du chargement à travers de la goulotte diminue, c'est-à-dire que la vitesse de chute 5 augmente. Autrement dit, lors d'un tel pivotement, la matière de chargement atteint plus rapidement son point de chute, et l'épaisseur de la couche déposée augmente aux endroits où se produit le point de chute correspondant à la position angulaire de la goulotte dans laquelle se produit 10 ce pivotement. Bien entendu, l'effet contraire se produit à la fin de ce pivotement de la goulotte lorsque le frottement à l'intérieur de la goulotte augmente à nouveau, ce qui produit une diminution de l'épaisseur du dépôt.

Le but de la présente invention est de prévoir un 15 nouveau procédé de commande du mouvement d'une goulotte oscillante permettant d'éliminer, sinon d'atténuer, cette irrégularité par compensation. Un but auxiliaire de l'invention est de prévoir un dispositif pour la mise en oeuvre, ainsi que son application à une installation de chargement d'un 20 four à cuve.

Pour atteindre cet objectif, l'invention propose un procédé de commande du mouvement de la goulotte, qui est caractérisé en ce que l'on modifie la vitesse angulaire de rotation de la goulotte autour de l'axe vertical en fonction 25 de la position angulaire de la goulotte.

Les positions angulaires de la goulotte dans lesquelles se produisent les pivotements qui entraînent les irrégularités de dépôt peuvent être déterminées expérimentalement ou par calcul. Connaissant ces positions angulaires, 30 l'invention propose, par conséquent, d'augmenter la vitesse angulaire de rotation de la goulotte aux endroits où l'épaisseur de la couche déposée tend à augmenter, et de réduire la vitesse angulaire là où l'épaisseur a tendance à diminuer.

La régulation de la vitesse angulaire du mouvement 35 de la goulotte est effectuée selon un mode d'exécution préféré, d'après la formule

$$\omega_1 = \frac{\omega_0}{e_m} \cdot f (\kappa + A\kappa)$$

Avantageusement, pour augmenter l'uniformité du dépôt, on procède de la manière suivante par itération :

$$\omega_2 : \frac{\omega_1}{e_m} \cdot f(\alpha + \Delta\alpha)$$

5 Dans ces formules :

ω_1, ω_2 représentent les vitesses angulaires corrigées,

ω_0 représente la vitesse angulaire non corrigée,

e_m représente une fonction de la position angulaire.

D'autres particularités et caractéristiques de
10 l'invention ressortiront de la description détaillée ci-dessous, en référence aux figures annexées, dans lesquelles :

La figure 1 montre schématiquement une goulotte de distribution lors du déversement d'une couche annulaire.

15 La figure 2 montre l'inclinaison de la goulotte par rapport à l'axe central.

La figure 3 montre un diagramme polaire illustrant l'épaisseur d'une couche de matière déversée au moyen d'une goulotte oscillante.

20 La figure 4 montre un diagramme polaire de la vitesse angulaire.

La figure 5 montre un schéma synoptique d'un circuit de commande.

Les figures 1 et 2 montrent une goulotte de distribution oscillante 10 dans une position angulaire bien déterminée, dans laquelle elle occupe une inclinaison β (voir figure 2) par rapport à un axe vertical 0 et une position angulaire γ (figure 1) par rapport à un axe horizontal de référence, par exemple, l'axe X. On supposera que la goulotte, dans cette inclinaison β est animée d'un mouvement giratoire, dans le sens des aiguilles d'une montre, autour de l'axe 0 avec une vitesse angulaire ω pour effectuer un dépôt annulaire de la matière de chargement sur le lit de fusion, la relation étant donc $\omega = \frac{d\alpha}{dt}$.

35 La référence 12 désigne un dépôt annulaire de matière lorsque la goulotte 10 tourne autour de l'axe 0 avec une inclinaison β . La référence 14 désigne la projection horizontale de la trajectoire circulaire de l'extrémité inférieure de la goulotte 10.

Cette matière de chargement déversée par la gou-

lotte possède par conséquent une trajectoire de chute 16 avec une composante verticale et une composante angulaire à cause de ω . Autrement dit, la matière de chargement ne tombe pas au point que vise la goulotte au moment précis où 5 la matière quitte cette goulotte. Ceci est illustré sur la figure 1.

En supposant qu'une particule quitte la goulotte lorsque celle-ci se trouve dans la position angulaire α et que la goulotte poursuit son mouvement giratoire à la vitesse 10 ω dans le sens des aiguilles d'une montre, l'impact de cette particule se produit lorsque la goulotte occupe, par exemple, une position angulaire γ , alors que le point d'impact 18 de cette même particule se trouve quelque part entre les deux positions α et γ , par exemple, dans la position 15 $\alpha + \Delta\alpha$. Autrement dit, il existe un décalage angulaire $\Delta\alpha$ entre le moment de sortie d'une particule de la goulotte et le moment de son impact sur le lit de fusion. L'amplitude de ce décalage angulaire $\Delta\alpha$ est, non seulement fonction de la granulométrie de la matière, mais également de sa vitesse 20 de chute, c'est-à-dire que suivant sa vitesse de chute, la particule atteint plus vite ou moins vite le lit de fusion et son point de chute se situera avant ou au-delà de la position $\Delta\alpha$.

C'est le phénomène qui se produit pour toutes les 25 goulottes de distribution oscillantes avec suspension à cardan qui, comme déjà dit plus haut, subissent lors de chaque révolution, deux pivotements autour de leur axe longitudinal et modifiant de ce fait le frottement entre la matière de chargement et la paroi de la goulotte. Cette modification 30 du frottement accélère ou ralentit la chute des particules.

Lorsqu'il y a accélération, le décalage $\Delta\alpha$ diminue jusqu'à, par exemple $\Delta\alpha - \epsilon$, ce qui tend à provoquer une augmentation de l'épaisseur du dépôt à un endroit se trouvant 35 décalé d'un angle $\Delta\alpha - \epsilon$ de la position angulaire de la goulotte où s'est produit ce pivotement. De même, lorsqu'il y a ralentissement, le décalage $\Delta\alpha$ devient $\Delta\alpha + \epsilon$, ce qui provoque une diminution de l'épaisseur du dépôt de la matière. Ce ralentissement se produit à la fin de la phase de pivote-

ment et la diminution d'épaisseur se trouve, par conséquent, décalée d'un angle $\Delta\alpha + \varepsilon$ de la position angulaire dans laquelle s'achève le pivotement de la goulotte.

La figure 3 montre, en coordonnées polaires,
5 l'épaisseur d'une couche annulaire de matière déversée sur le lit de fusion, cette épaisseur étant proportionnelle à leur distance jusqu'à l'origine.

La courbe e_m représente l'épaisseur moyenne optimale calculable par exemple d'après le contenu d'un réservoir
10 de stockage et la surface du lit de fusion. Cette épaisseur étant uniforme, la courbe représentant e_m est forcément un cercle.

La courbe représentée par e_r est l'épaisseur réelle d'une couche déposée par une goulotte oscillante animée d'un
15 mouvement giratoire à vitesse angulaire constante ω_0 et affectée des irrégularités décrites ci-dessus. L'épaisseur pour chaque position angulaire α est représentée par la longueur du vecteur \vec{e} . La courbe e_r , dont le contour a été volontairement exagéré, laisse reconnaître deux positions à
20 épaisseur maximale aux points $E_{r-\max}$ se trouvant aux positions angulaires de 0° et 180° , ainsi que deux positions à épaisseur minimale aux points $E_{r-\min}$ se trouvant respectivement aux positions angulaires de 90° et 270° .

La figure 4 est un diagramme polaire analogue à
25 celui de la figure 3, mais pour la représentation des vitesses angulaires ω . Ainsi ω_0 est la vitesse angulaire constante pour le dépôt de la couche irrégulière réelle e_r de la figure 3.

La courbe ω_c est une courbe de vitesses compensées obtenue par la modification de la courbe ω_0 selon la formule

$$\omega_c(\alpha) = \frac{\omega_0}{e_m} \cdot f(\alpha + \Delta\alpha) = \omega_1(\alpha)$$

La vitesse angulaire pour chaque position angulaire
35 est représentée par la longueur $\vec{\omega}$.

Dans cette formule :

$\omega_1 = \omega_c$ = vitesse angulaire modifiée

ω_0 = vitesse angulaire non modifiée qui engendre e_r

f = est une fonction de α et de $\Delta\alpha$, c'est-à-dire des

paramètres déterminants de la modification de la vitesse angulaire.

La fonction f est définie par $f(\alpha) = e_r(\alpha) =$ épaisseur mesurée avant compensation.

5 Le but de la compensation de la vitesse angulaire est que les phénomènes dus au pivotement de la goulotte et ceux dus à la variation de la vitesse angulaire se compensent pour obtenir une couche déposée uniforme.

10 La courbe e_c de la figure 3 correspond à la courbe ω_c de la figure 3, c'est-à-dire l'épaisseur de la couche déposée en modifiant la vitesse angulaire selon la formule ci-dessus. La courbe e_c est bien entendu décalée d'un angle $\Delta\alpha$ par rapport à la courbe ω_c pour tenir compte du temps de chute.

15 L'effet de cette compensation de la vitesse angulaire selon la figure 4 est que la couche e_r est modifiée de manière à produire une courbe e se rapprochant de la courbe circulaire idéale e_m , c'est-à-dire en faisant évoluer la goulotte plus vite aux positions angulaires correspondant 20 à des augmentations de l'épaisseur du dépôt selon la courbe e_r et plus lentement aux positions angulaires correspondant à des épaisseurs de dépôt plus faibles de la courbe e_r , on tend à réduire les irrégularités d'épaisseur de la couche déposée.

25 L'explication mathématique de la formule de compensation est la suivante :

Soit $e_r(\alpha)$ l'épaisseur de la couche pour $\omega_0 =$ constant et présentant les irrégularités dues au pivotement;

30 Soit $e_v(\alpha)$ l'épaisseur de la couche pour $\omega_c =$ variable sans considération des irrégularités dues au pivotement.

$$e_v(\alpha) = e_m \frac{\omega_0}{\omega_c(\alpha - \Delta\alpha)}$$

35 L'épaisseur théorique moyenne résultant de la superposition des deux phénomènes est

$$\begin{aligned} e &= \sqrt{e_v(\alpha) \cdot e_r(\alpha)} \\ &= \sqrt{\left[e_m \frac{\omega_0}{\omega_m \cdot e_r(\alpha - \Delta\alpha + \Delta\alpha)} \right] \cdot e_r(\alpha)} \end{aligned}$$

$$= \sqrt{e_m \cdot e_m}$$

$$= e_m$$

5 Autrement dit, l'épaisseur compensée se rapproche de l'épaisseur uniforme idéale e_m .

Si une première compensation au moyen du réglage de la vitesse angulaire ne permet pas encore d'obtenir le résultat souhaité, il est possible de procéder par itération 10 et d'effectuer une compensation plus fine suivant la formule :

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{e_m} \cdot f(\alpha + \Delta\alpha)$$

et éventuellement ainsi de suite.

15 La détermination de $\omega_1, \omega_2, \dots$ est effectuée soit par des tests soit par calcul, car les paramètres intervenant dans cette détermination peuvent être mesurés ou calculés.

20 Etant donné que α est fonction de β et de la granulométrie de la matière de chargement, les vitesses angulaires compensées $\omega_1, \omega_2, \dots$ peuvent être déterminées pour différentes inclinaisons β et pour différentes granulométries.

25 Ces différentes valeurs de la vitesse angulaire compensée peuvent être mémorisées dans un micro-ordinateur pouvant calculer, à chaque instant, par interpolations linéaires la valeur exacte de la vitesse angulaire compensée de la goulotte.

30 La figure 5 représente un schéma synoptique d'un mode de réalisation d'un circuit de commande pour la compensation de la vitesse angulaire de la goulotte.

35 Le micro-ordinateur dont question ci-dessus, est représenté par la référence 10. Ce micro-ordinateur reçoit des informations concernant l'inclinaison β et la nature de la matière de chargement pour le calcul des vitesses angulaires compensées.

Un moteur 12 d'entraînement de la goulotte est assujetti aux signaux de commande d'un variateur de vitesses angulaires 14 comprenant, entre autres, un comparateur

intégré.

La référence 16 désigne la partie mécanique d'un transmetteur d'impulsions, tandis que les références 18 et 20 désignent respectivement un détecteur de vitesse angulaire et un détecteur de position, ces deux détecteurs pouvant toutefois être combinés, vu que $\omega = \frac{d\alpha}{dt}$.

- Le détecteur de vitesses angulaires 18 engendre à chaque instant des signaux correspondant à la vitesse réelle ω_r et envoie ces signaux au variateur de vitesse 14.
- De même, le détecteur de position engendre, à chaque instant, des signaux correspondant à la position angulaire α de la goulotte de distribution et envoie ces signaux au micro-ordinateur 10. Ce micro-ordinateur 10 calcule, à chaque instant, sur base des informations reçues, c'est-à-dire α , β et les paramètres correspondant à la nature de la matière de chargement, la vitesse angulaire compensée ω_c , grâce aux formules ci-dessus. Des signaux correspondant à la vitesse angulaire ω_c calculés par le micro-ordinateur 10 sont envoyés dans le variateur de vitesse angulaire 14. Le comparateur intégré de celui-ci compare à chaque instant la vitesse angulaire compensée ω_c à la vitesse angulaire réelle ω_r dont il reçoit l'information du détecteur 18 et, suivant le résultat de cette comparaison, le moteur d'entraînement 12 sera accéléré ou ralenti.
- Le procédé de correction de la vitesse angulaire de la goulotte, proposé ci-dessus, convient particulièrement bien à un dispositif d'entraînement du genre proposé dans la demande de brevet luxembourgeois précitée No 83.280 à cause du fait que le mouvement giratoire de cette goulotte oscillante est occasionnée par un dispositif d'entraînement à mouvement circulaire. Il est toutefois à noter que le dispositif de correction proposé convient également à d'autres dispositifs d'entraînement d'une goulotte oscillante avec suspension à cardan, par exemple celle entraînée par une paire de vérins hydrauliques.

R E V E N D I C A T I O N S

1. - Procédé de commande du mouvement d'une goulotte oscillante pouvant pivoter autour de deux axes orthogonaux et actionnés, à cet effet, par deux moyens d'entraînement indépendants l'un de l'autre pour déplacer l'extrémité de la goulotte suivant des cercles concentriques ou une spirale autour d'un axe vertical, caractérisé en ce que l'on modifie la vitesse angulaire de rotation de la goulotte 10 autour de l'axe vertical en fonction de la position angulaire de la goulotte.

2. - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la régulation de la vitesse angulaire du mouvement de la goulotte est effectuée d'après la formule

15 $\omega_1 = \frac{\omega_0}{e_m} \cdot f (\alpha + \Delta\alpha)$

dans laquelle :

ω_1 est la vitesse angulaire modifiée
 ω_0 est la vitesse angulaire non modifiée de la courbe e_r et
20 f est une fonction de α et de $\Delta\alpha$, c'est-à-dire respectivement des positions angulaires et des décalages angulaires occasionnés par la durée de chute.

3. - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que les valeurs de la vitesse angulaire sont déterminées par itérations progressives selon la formule

25 $\omega_2 = \frac{\omega_1}{e_n} \cdot f (\alpha + \Delta\alpha)$

4. - Procédé selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que les valeurs compensées $\omega_1, \omega_2, \dots$ 30 des vitesses angulaires sont mémorisées dans un micro-ordinateur et en ce que à chaque instant les valeurs exactes des vitesses angulaires sont déterminées par extrapolation linéaire entre les valeurs mémorisées.

5. - Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé 35 selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par un détecteur de position angulaire (20), un détecteur de vitesse angulaire réelle (18) reliés respectivement à un micro-ordinateur (10) et un variateur de vitesse angulaire (14) comprenant un comparateur destiné à comparer la vitesse

angulaire réelle (ω_r) à la vitesse compensée (ω_c) déterminée par le micro-ordinateur (10) et engendrer en fonction du résultat de cette comparaison des signaux de régulation de la vitesse angulaire de déplacement de la goulotte.

- 5 6. - Application du dispositif selon la revendication 5 et du procédé selon les revendications 1 à 4 à une installation de chargement d'un four à cuve.



Fig. 1

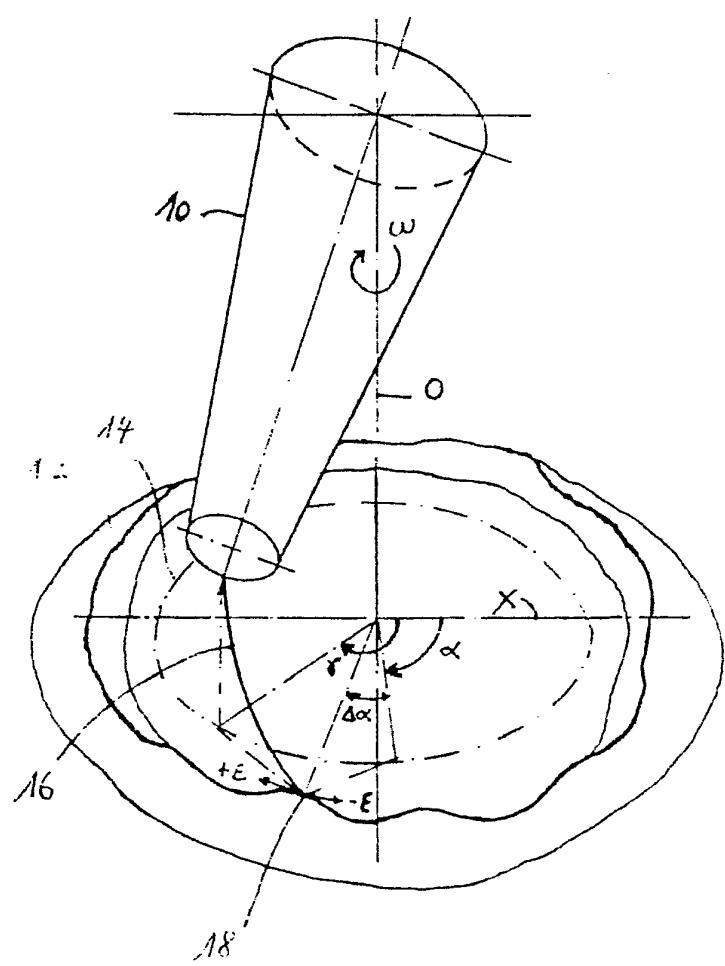


Fig. 2

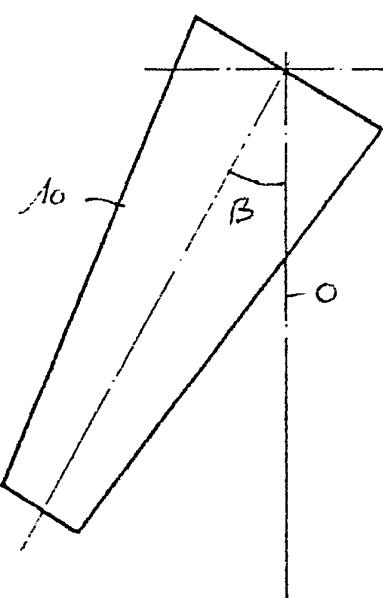


Fig. 4

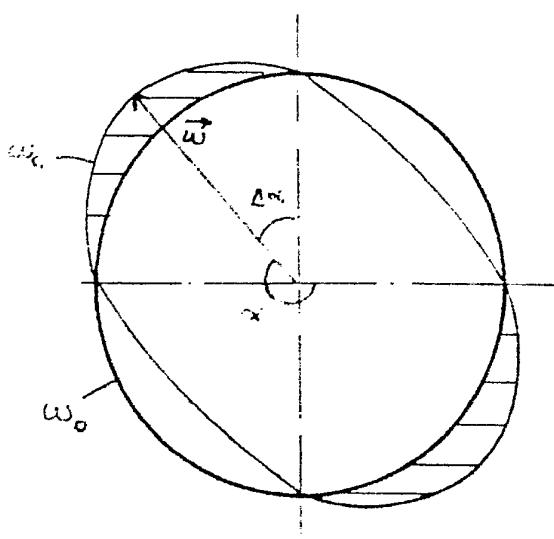


Fig. 3

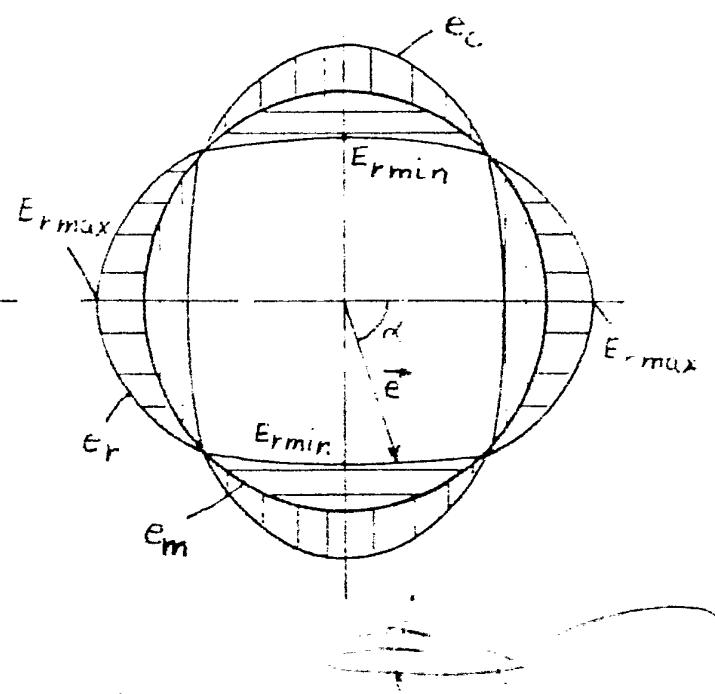


Fig. 5

