

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

2 472 284

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 79 30957**

(54) Procédé de correction de la défocalisation transversale d'un paraboloïde et dispositif correspondant  
de correction d'antenne parabolique.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). H 01 Q 15/16; B 64 G 1/66; H 01 Q 3/12.

(22) Date de dépôt ..... 18 décembre 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 26 du 26-6-1981.

(71) Déposant : Société anonyme dite : SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE AEROSPATIALE,  
résidant en France.

(72) Invention de : Bernard Hubert.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Rinuy et Santarelli,  
14, av. de la Grande-Armée, 75017 Paris.

2472284

L'orientation d'un faisceau d'antennes paraboliques et d'un paraboloïde en général peut être obtenue de différentes manières.

Lorsque la source est liée rigidement au paraboloïde, on 5 peut faire pivoter l'ensemble autour des axes de référence.

Ce peut être le cas des antennes paraboliques montées sur satellite où l'on stabilise alors tout le corps du satellite selon une direction de pointage déterminée.

On peut également constituer l'ensemble source-paraboloïde 10 de en un socle et orienter ce socle par rapport à son support.

Cette solution est couramment utilisée sur les radars de veille par exemple.

On peut enfin orienter le paraboloïde par rapport à la source mais en ce cas apparaît un phénomène de défocalisation qui 15 est à la fois axial et transversal et qui résulte du fait que le point de pivotement ne permet plus d'assujettir le foyer du paraboloïde à la source.

Ce dernier cas est pourtant le seul qui puisse être retenu lorsque, par exemple, sur un satellite de radiodiffusion 20 sur lequel on doit réduire les pertes de puissance à l'émission, il importe d'assujettir le cornet contenant la source directement sur le corps même du satellite.

Ainsi, ce satellite est stabilisé grossièrement sur l'axe d'orientation tandis qu'un système de pointage fin amène 25 le foyer du paraboloïde dans la direction visée.

De tels systèmes sont bien connus en eux-mêmes et un exemple en est donné dans la demande de brevet français de la Demanderesse n° 79.15.593 intitulée : "Procédé de pilotage d'orientation d'antenne sur un satellite et configuration de détecteurs 30 mettant en œuvre ce procédé".

Selon cette demande de brevet, l'antenne est liée à une plateforme orientable par rapport au satellite et le dispositif d'orientation consiste essentiellement en un système électromagnétique particulier qui présente l'avantage d'éliminer les frottements génératrices de couples perturbateurs et qui a été décrit dans une autre demande de brevet français de la demanderesse n° 79.05.283 intitulée "Procédé électromagnétique pour régler l'orientation 35 d'une plateforme".

Toutefois, si de tels systèmes résolvent bien les problèmes de frottements par absence de mécanismes, ils n'évitent pas 40

2472284

pour autant le phénomène de défocalisation sus mentionné, qui reste inhérent au fait que le point virtuel de rotation du paraboloïde est situé derrière ce paraboloïde, donc très en arrière du foyer.

5 On pourrait envisager un dispositif permettant d'atténuer cette défocalisation à partir d'un système tripode ou tétrapode, du genre tel que celui décrit dans le brevet des EUA n° 3871778 par exemple.

Selon une telle conception, l'ensemble source-paraboloïde 10 peut être symboliquement représenté par une pyramide tronquée à base triangulaire (ou carrée) dans laquelle la source fixe serait au sommet de ladite pyramide et la directrice du paraboloïde perpendiculaire au plan de la partie tronquée ; la base étant pour sa part assujettie à une partie fixe.

15 De la sorte, la partie tronquée étant liée à cette base par des éléments axialement déformables axés selon les arêtes, il est possible d'obtenir par rotation des points de liaison, un déplacement des côtés de ladite partie tronquée qui s'effectue alors sensiblement dans le plan des faces latérales de ladite 20 pyramide amenant ainsi un minimum d'écart entre le foyer et la source.

Malheureusement pour un tel dispositif, la raideur en torsion axiale reste très faible ce qui requiert par exemple des moyens complémentaires avec parallélogrammes tels que ceux qui 25 sont décrits dans le brevet ces E.U.A. sus mentionné.

De plus, lorsque le système est tripode, il est nécessaire de combiner les détections d'erreurs de pointage pour la commande des moteurs d'orientation ce qui requiert un couplage des axes en X et en Y.

30 Enfin, l'adaptation des techniques électromagnétiques révélées par la demanderesse dans sa demande de brevet français n° 79.05283 sus indiquée, serait peu compatible avec de tels systèmes tripodes ou tétrapodes en raison de l'important débattement axial résultant qui diminue d'autant l'efficacité de l'installation du fait de l'importance des entrefers nécessaires.

En conséquence, l'invention propose un procédé de correction de défocalisation transversale d'un paraboloïde qui ne présente aucun des inconvénients précédemment décrits.

Selon l'invention, le paraboloïde est supporté sur une 40 première plateforme articulée transversalement selon un trapèze

déformable et ladite première plateforme est elle-même articulée orthogonalement sur une seconde plateforme articulée selon un trapèze déformable lié à la base fixe.

De la sorte et sous l'action de moyens moteurs appropriés asservis agissant de manière indépendante sur les mouvements transversaux des plateformes, le foyer du paraboloïde peut rester sensiblement confondu avec la source à une erreur du second degré près, négligeable dans la pratique mais qui sera néanmoins explicitée dans la suite du présent texte.

L'invention va être, de toutes manières, bien comprise dans la suite du présent texte qui donne, à titre d'exemple et à l'appui des dessins annexés, une forme de réalisation préférée de ladite invention pour un réflecteur d'antenne parabolique pour satellite.

Sur les dessins :

La figure 1 est un schéma en coupe représentant une source liée à un paraboloïde, l'ensemble étant assujetti au corps proprement dit.

La figure 2 est un schéma en coupe représentant une source liée au paraboloïde, l'ensemble étant pivoté sur le corps proprement dit.

La figure 3 est un schéma en coupe représentant une source non liée au paraboloïde qui est lui-même orientable par rapport au corps proprement dit.

La figure 4 est une vue schématique en perspective montrant les moyens mis en oeuvre dans l'invention pour corriger la défocalisation transversale d'un paraboloïde.

La figure 5 est un schéma géométrique montrant comment la correction de défocalisation transversale est obtenue dans une première conception selon l'invention.

La figure 6 est un schéma géométrique montrant comment la correction de défocalisation transversale est obtenue dans une seconde conception selon l'invention.

La figure 7 est une schéma géométrique montrant comment la correction de défocalisation transversale est obtenue dans une troisième conception selon l'invention.

La figure 8 est une schématique en perspective montrant des moyens électromagnétiques connus de déplacement des plateformes.

Sur la figure 1, le paraboloïde 1 est lié par le bâti 3 à la source S du cornet 2 située au foyer F et la directrice Z est orientée par pivotement du corps 4 autour des axes XX' et/ou YY'.

Sur la figure 2, le paraboloïde 1' est lié par le bâti 3' à la source S du cornet 2' située au foyer F et la directrice Z est orientée par pivotement de la rotule 5 autour des axes XX' et/ou YY'.

5 Par contre et si l'on se reporte à la figure 3, on voit que lorsque le paraboloïde 1" doit être orienté selon 6 en X et Y par rapport au bâti 3" lié à la source S du cornet 2", des problèmes apparaissent essentiellement au niveau de la défocalisation transversale.

10 En négligeant la défocalisation axiale qui reste relativement faible, on peut analyser l'importance de cette défocalisation transversale en se référant à l'étude de M. LEO THOUREC faite dans "Les Techniques de l'Ingénieur" réf. E 3086 page 11 : "Si le cornet (contenant la source S) se trouve déplacé suivant une 15 ligne perpendiculaire à l'axe de symétrie et passant par le foyer (F), la variation de phase correspondante est une fonction impaire et il apparaît une déviation de direction de rayonnement maximal.

Si le centre de phase est en S, la direction SO faisant avec Oz un angle  $\theta$ , il s'ensuit une variation de phase  $\varnothing$  (y) sur 20 l'ouverture AB qui entraîne une déviation du faisceau... et une dysymétrie dans le diagramme de rayonnement..., un lobe secondaire important apparaît du côté opposé à la déviation (lobe de coma).

La défocalisation se traduit toujours par des pertes sur le gain de l'antenne car les faisceaux s'élargissent du fait que 25 les rayons réfléchis par le réflecteur ne sont plus parallèles."

Dans certaines applications spatiales, selon figure 3, le corps 4" du satellite est orienté selon OZ par ses moyens de correction d'attitude propres tandis que le pointage qui selon Oz, est obtenu à l'aide de moyens appropriés par correction autour 30 des axes XX' et/ou YY' selon le point d'articulation O situé en 6, ce qui fait apparaître le défaut de défocalisation transversale sus mentionné.

Ainsi, pour le satellite INTELSAT 5 par exemple, une valeur de  $\alpha = 5^\circ$  a été admise.

35 Par contre sur les satellites de radiodiffusion pour lesquels une réglementation très stricte limite étroitement le gabarit du faisceau émis, il est imposé une valeur  $\alpha$  de  $1^\circ$  tolérée à  $\pm 0,02^\circ$  près ce qui correspond pratiquement à environ  $\pm 1$  mm de défocalisation transversale entre foyer et source et qui ne peut 40 être assuré par les moyens actuels connus.

A cet effet, l'invention propose un procédé de correction de la défocalisation transversale d'une antenne parabolique qui ne présente pas les inconvénients pré-cités.

Selon l'invention, le foyer F du paraboloïde est maintenu 5 dans le voisinage immédiat de la source S par le fait que le point O est déplacé transversalement à l'axe SZ de pointage, à l'aide d'un dispositif représenté schématiquement sur la figure 4 et dont le principe est exposé sur la figure 5 ou en variantes sur les figures 6 et 7.

10 Sur la figure 4, le paraboloïde 10 de foyer F centré en S est lié par un pylone 9 à une première plateforme 18 en trapèze articulé autour des axes XX' selon A - B - C et D de la figure 5.

Les côtés AB et CD sont disposés au repos en direction des points confondus F et S.

15 La première plateforme est articulée sur une deuxième plateforme 19 en trapèze articulé sur la base 12 autour des axes Y - Y' selon A, B, C et D figure 5.

Les côtés AB et CD sont également disposés au repos en direction des points confondus F et S.

20 Il est aisément de constater de la sorte, que lorsque le trapèze articulé formé par la plateforme 18 ou la plateforme 19, est déplacé par pivotement autour des axes d'articulation X<sub>1</sub>, X<sub>1'</sub> - X<sub>3</sub>, X<sub>3'</sub> et X<sub>2</sub>, X<sub>2'</sub> - X<sub>4</sub>, X<sub>4'</sub> pour la plateforme 18 et Y<sub>1</sub>, Y<sub>1'</sub> - Y<sub>3</sub>, Y<sub>3'</sub> et Y<sub>2</sub>, Y<sub>2'</sub> - Y<sub>4</sub>, Y<sub>4'</sub> pour la plateforme 19, le foyer F du 25 paraboloïde 10 va se trouver déplacé vers F' conformément à ce qui est représenté sur la figure 5.

Selon cette figure 5, la rotation de la droite BC autour du point F est obtenue par déformation du trapèze articulé ABCD et cette déformation A.B'.C'D permet de conjuguer rotation et translation de la droite BC de telle sorte que les déplacements du point F sur la médiatrice de BC restent très faibles au cours du mouvement.

Ainsi par une rotation de BC autour de E seulement, le point F se déplacerait de  $d \approx EF\alpha$ .

35 Dans le cas présent, ce point F va se déplacer en F' d'une quantité  $d \approx k\alpha^2$  c'est-à-dire d'un terme du 2ème ordre en  $\alpha$  si, bien entendu AB et DC convergent initialement tous deux vers ce point F.

Selon la figure 6, dans une conception similaire à la figure 5, la base BC est cette fois fixe alors que la base AD est

déformable selon A'D'. Là encore, F va se déplacer en F' d'une quantité  $d \approx k\alpha^2$  c'est-à-dire d'un terme du 2ème ordre en  $\alpha$  si, bien entendu, AB et DC convergent initialement vers F.

Les figures 5 et 6 représentent les cas où BC et AD 5 sont initialement parallèles.

Il est possible de concevoir d'autres cas où ils ne seraient plus parallèles, tel que cela est représenté par exemple sur la figure 7, mais néanmoins la convergence initiale de AB et DC en F devrait être conservée.

10 Bien entendu, la droite de visée F-S  $\rightarrow$  Z reste dans tous les cas initialement perpendiculaire à la droite BC c'est-à-dire  $E = 90^\circ$ .

Le déplacement du foyer F en F' découle de lois géométriques classiques qui ne seront pas exposées ici.

15 Seul, peut être pris en considération le fait que ce déplacement résulte d'un terme du second ordre qui reste toujours dans les limites acceptables dans la pratique. Ainsi on peut atteindre, avec un choix convenable de paramètres, une défocalisation < 1mm pour un angle  $\alpha$  avoisinant  $1^\circ$  ce qui est convenable sur 20 une antenne de satellite de radiodiffusion.

Il doit être noté qu'une légère anomalie de convergence de AB et CD en avant ou en arrière de F-S n'est pas rédhibitoire en regard de l'application du procédé selon l'invention, seule la recherche de la minimisation de la défocalisation  $F \rightarrow F'$  ~~est~~ qui 25 der le choix de l'adaptation des paramètres.

Dans cet esprit, il pourrait, de même, être envisagé pour des applications particulières, un choix différent de point de convergence pour une plateforme par rapport à l'autre.

En revenant à la figure 4, on voit que les plateformes 30 18 et 19 sont déplacées orthogonalement à l'aide de dispositifs électromagnétiques asservis à un détecteur de dépointage, ce qui autorise une grande raideur en torsion de l'ensemble.

Ces dispositifs électromagnétiques peuvent être du genre tel que ceux décrits dans la demande de brevet 7905283 précitée, 35 repérés 16 - 17 sur la figure 4 et représentés à plus grande échelle sur la figure 8 et pour lesquels le principe de fonctionnement est rappelé ci-après.

Chaque plateforme 18 ou 19 porte donc un bobinage plat 40 situé dans son plan et dont les brins sont dans le sens du déplacement. Ces bobinages 21 et 22 sont connectés à un boîtier

d'asservissement 23 relié à un détecteur de dépointage 7 (non représenté).

Les commandes d'ordre étant ainsi découpées, chaque bobinage voit le sens de circulation du courant s'établir selon, par exemple, les flèches de la figure 8.

Chaque bobinage est chevauché par un couple d'aimants 24 - 25, de polarité inversée, qui sont assujettis à la base fixe 12 par un support 26. La disposition des aimants et des bobines peut être inversée sans changer le résultat.

10 Selon le sens de circulation du courant et de son intensité, chaque plateforme 18 ou 19 va donc se déplacer dans le champ magnétique dans le sens des flèches f1 ou f2 avec plus ou moins d'amplitude et ce conformément à la loi de LAPLACE.

De la sorte, du sens et de la valeur du courant envoyé 15 sur chaque bobine va dépendre le sens et la grandeur du déplacement de chaque plateforme.

Bien entendu, la translation des plateformes ne s'exerçant pas rigoureusement dans un plan, il importe de prévoir un espace de débattement (flèches e1,e2,e3,e4) pour chaque plateforme.

20 Il est bien entendu possible de prévoir deux dispositifs par plateforme sans que le principe ne s'en trouve modifié pour autant, chacun desdits dispositifs étant électriquement couplé en parallèle sur la boîte 23. (ou en redondance).

Il est de même à noter que pour les paraboloïdes utilisés 25 dans le domaine électromagnétique des micro-ondes, la source d'émission et/ou de réception est, selon la manière connue, un cornet en guide d'ondes 8 à section progressivement croissante, solidaire de la base fixe.

Le paraboloïde constitue le réflecteur d'une antenne parabolique qui peut être mise en oeuvre, à travers l'invention, dans tous les domaines où elle est habituellement utilisée dès l'instant où la source S n'est pas assujettie à la directrice passant par le foyer F.

Ainsi, l'application donnée pour un satellite de radio-diffusion n'est pas un cas restrictif de l'application du procédé conforme à l'invention mais il n'en constitue au contraire qu'un simple exemple.

Dans cet esprit, toutes les adaptations qui seraient faites de l'invention resteraient dans son cadre, lequel est défini 40 dans les revendications qui suivent.

REVENDICATIONS

1. Procédé de correction de la défocalisation transversale d'un paraboloïde, caractérisé en ce qu'il consiste :

- à assujettir ledit paraboloïde à une première plateforme perpendiculaire à l'axe de symétrie passant par le foyer et articulée latéralement sur deux charnières doubles, elles-mêmes articulées parallèlement sur une deuxième plateforme,

- à articuler ladite deuxième plateforme en ses côtés latéraux et orthogonalement sur deux charnières doubles, elles-mêmes articulées parallèlement sur la partie fixe,

10 - à orienter lesdites charnières doubles sensiblement et conjointement dans la direction du foyer (F) du paraboloïde initialement confondu avec la source (S),

- à disposer de moyens de déplacement desdites plateformes,

15 - à asservir cesdits moyens de déplacement à un détecteur de dépointage,

lesdites actions ayant pour effet de corriger en permanence la défocalisation transversale du paraboloïde en maintenant constamment son foyer dans le voisinage immédiat de la source.

2. Procédé de correction de la défocalisation transversale 20 d'un paraboloïde selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à orienter les charnières doubles différemment sur l'axe de symétrie du paraboloïde sensiblement en direction du foyer (F) qui est initialement confondu avec la source (S).

25 3. Procédé de correction de la défocalisation transversale d'un paraboloïde selon les revendications 1 et 2 caractérisé en ce qu'il consiste à disposer les plateformes entre la source et la partie fixe.

4. Procédé de correction de la défocalisation transversale 30 d'un paraboloïde selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il consiste à disposer les plateformes à l'arrière de la partie fixe par rapport à la source.

5. Procédé de correction de la défocalisation transversale d'un paraboloïde selon les revendications 1, 2 et 3, caractérisé

en ce qu'il consiste à décenter l'axe de symétrie du paraboloïde par rapport au milieu des plateformes.

6. Antenne parabolique selon le procédé défini dans l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce qu'elle comporte :

5 - une première plateforme perpendiculaire à l'axe de symétrie passant par le foyer du paraboloïde auquel elle est assujettie,

10 - un premier jeu de deux charnières doubles articulées d'un côté parallèlement sur deux côtés de ladite première plate-forme et articulées d'un autre côté parallèlement sur deux côtés d'une deuxième plateforme,

15 - une deuxième plateforme articulée d'un côté sur lesdites deux charnières doubles et d'un autre côté et orthogonalement sur deux autres charnières doubles,

20 - un deuxième jeu de deux charnières doubles articulées sur deux côtés de ladite deuxième plateforme et articulées d'un autre côté parallèlement sur la partie fixe,

25 - des moyens électromagnétiques pour déplacer lesdites plateformes,

30 - et un moyen d'asservissement desdits moyens électromagnétiques à un détecteur de dépointage.

7. Antenne parabolique selon la revendication 6, caractérisée en ce que les moyens de déplacement comportent :

35 - au moins un bobinage plat sur le côté de chaque plate-forme, dont les brins sont perpendiculaires au sens de déplacement de ladite plateforme,

40 - un couple d'aimants lié à la partie fixe ou mobile devant se déplacer par rapport à la bobine, chevauchant chaque bobinage et disposé de telle sorte que le champ magnétique coupe les conducteurs des bobines afin de produire par les forces Laplacianes l'amplitude du déplacement dans un sens ou dans l'autre selon le sens de circulation du courant dans lesdits conducteurs de bobinage,

45 - un boîtier d'asservissement recevant des signaux du détecteur de dépointage et fournissant un courant proportionnel sur les bobinages.

8. Satellite de radiodiffusion et/ou de télédiffusion selon l'ensemble des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la défocalisation transversale est inférieure à 1mn pour un angle de 40 dépointage d'environ 1°.

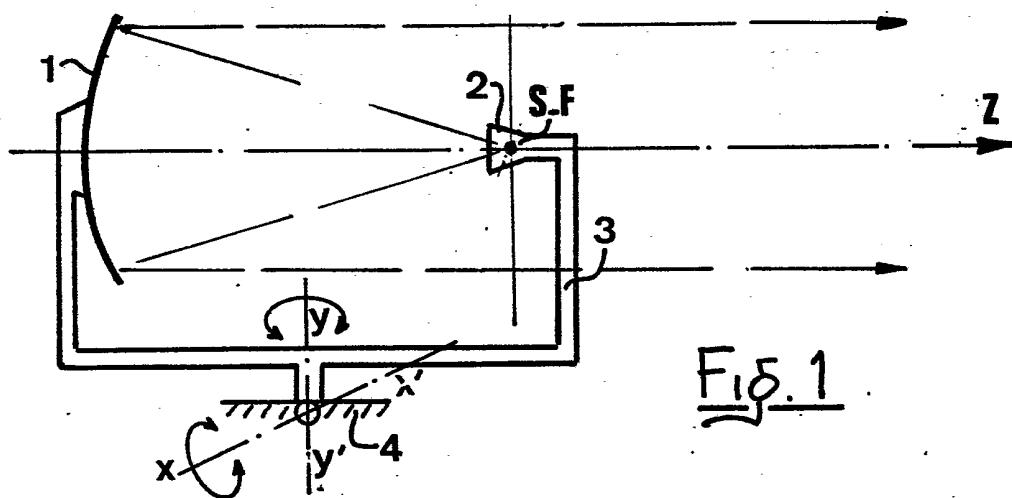


Fig. 1

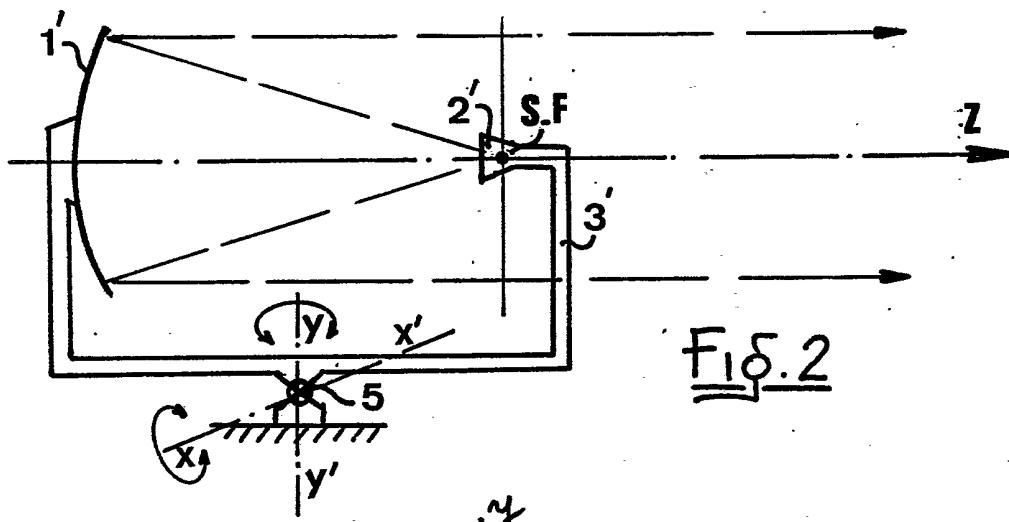


Fig. 2

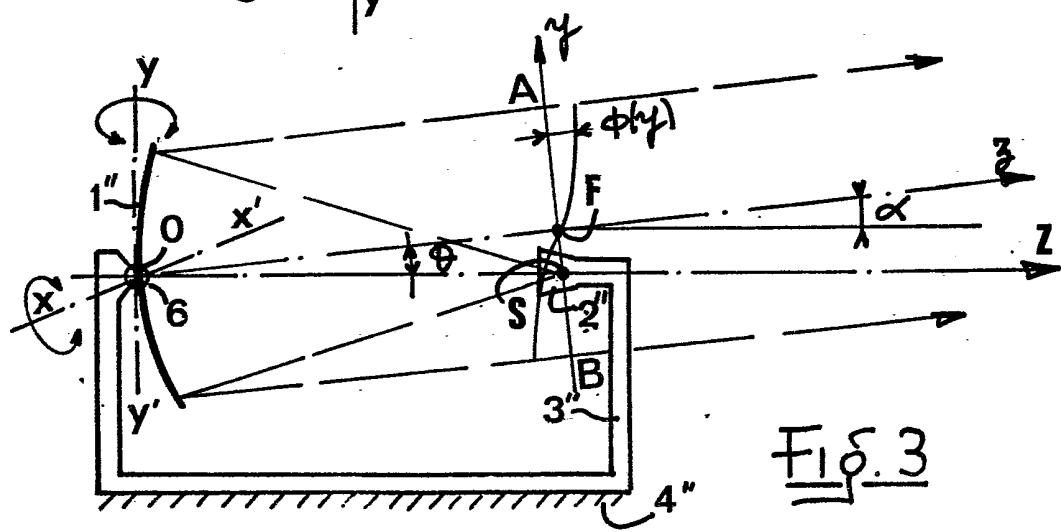


Fig. 3

