



⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt : **91401103.6**

⑤ Int. Cl.⁵ : **H01Q 1/12, H01Q 1/28**

㉑ Date de dépôt : **25.04.91**

③① Priorité : **30.04.90 FR 9005479**

④③ Date de publication de la demande :
06.11.91 Bulletin 91/45

⑧④ Etats contractants désignés :
DE ES GB IT NL SE

⑦① Demandeur : **MATRA ESPACE**
4, rue de Presbourg
F-75116 Paris (FR)

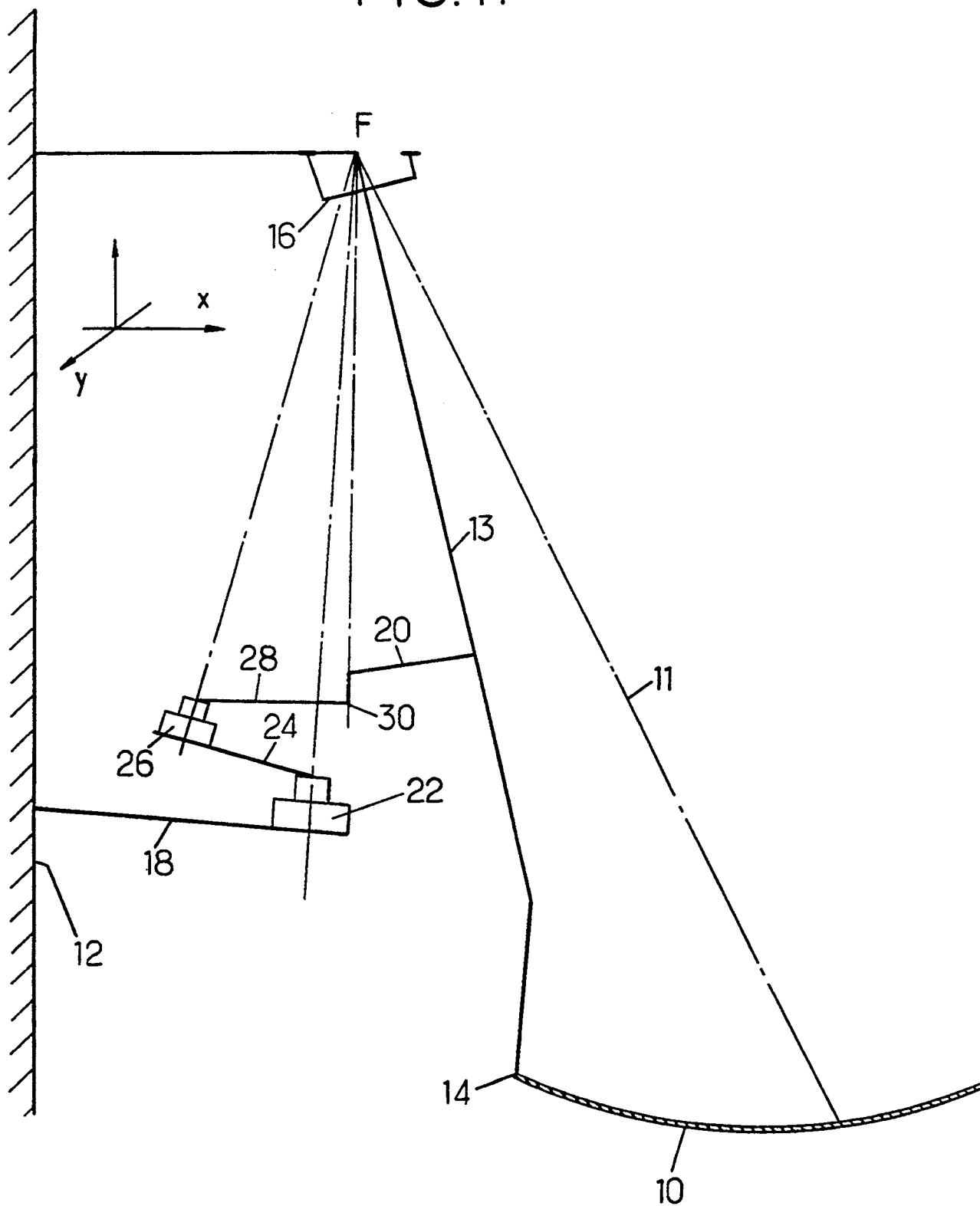
⑦② Inventeur : **Muller, Gérard**
2, Résidence les Casseaux
F-91140 Villebon/Yvette (FR)
Inventeur : **Souliac, Michel**
7, rue Carmen
F-94240 L'Hay les Roses (FR)
Inventeur : **Bruneau, Bertrand**
1 bis Rue Gager-Gabillot
F-75015 Paris (FR)

⑦④ Mandataire : **Fort, Jacques**
CABINET PLASSERAUD 84, rue d'Amsterdam
F-75009 Paris (FR)

⑤④ **Dispositif de pointage d'un réflecteur d'antenne.**

⑤⑦ Le dispositif, utilisable pour pointer le réflecteur (10) d'une antenne de satellite, comprend un bras (13) fixé au réflecteur et porté par un support, par l'intermédiaire d'un joint lui permettant de tourner autour de deux axes orthogonaux entre eux, passant par le foyer du réflecteur et perpendiculaires à un axe du réflecteur. Des moyens d'entraînement du bras ont un premier moteur rotatif (22) d'axe dirigé vers le foyer, porté par le support (12) et entraînant un premier levier (24) et un second moteur rotatif (26) d'axe dirigé vers le foyer, porté par le premier levier et entraînant un second levier (28) relié au bras par une biellette (20) tournant sur le second levier (28) autour d'un axe dirigé vers le foyer.

FIG. 1.



L'invention a pour objet un dispositif de pointage du réflecteur, en général parabolique, d'une antenne, permettant de modifier l'orientation du réflecteur en lui donnant un mouvement qui peut être regardé comme résultant de la composition de deux mouvements de rotation autour d'axes orthogonaux entre eux, orthogonaux à l'axe principal du réflecteur et passant par le foyer du réflecteur.

Le terme "réflecteur parabolique" doit être pris dans un sens large et comme couvrant non seulement les réflecteurs ayant une forme strictement en forme de paraboloïde, mais ceux s'écartant peu de cette forme, et comme couvrant aussi bien les réflecteurs ayant une symétrie de révolution que ceux constitués par une calotte excentrée de paraboloïde.

L'invention trouve des applications particulièrement importantes dans le pointage des antennes de satellite, où il est souvent nécessaire de compléter un pointage grossier effectué par commande d'attitude du satellite par un pointage fin, dans un domaine correspondant à un cône dont l'angle au sommet ne dépasse guère une dizaine de degrés.

Parmi ces applications, on peut notamment citer le pointage d'une antenne portée par un satellite géostationnaire, afin de diriger le lobe vers un satellite en orbite basse ou vers un récepteur ou émetteur terrestre.

La solution consistant, dans ce dernier cas, à déplacer la source, constituée par exemple par un cornet, dans le plan focal du réflecteur est peu satisfaisante, du fait notamment de la déformation du lobe qu'elle entraîne.

Le pointage d'une antenne par rotation de son réflecteur autour du foyer semble a priori facile à réaliser par des moyens de nature très diverse. On peut par exemple fixer le réflecteur sur un bras tournant sur le support grâce à un cardan placé au foyer du réflecteur et relier le support au bras par des vérins linéaires munis de rotules.

Toutes ces solutions ont des inconvénients qui les rendent peu propres à remplir correctement la fonction recherchée. Par exemple, le mécanisme utilisant des vérins linéaires exige des courses importantes nuisibles à la rigidité et à la précision du pointage. Le montage direct du réflecteur sur un jeu de trois moteurs rotatifs montés en cascade est défavorable à la précision du fait de l'unicité de l'appui. En cas d'utilisation sur satellite, les moteurs sont soumis à des conditions thermiques sévères, puisqu'ils sont écartés du support. On a donc intérêt à minimiser le nombre de moteurs en série.

La présente invention vise notamment à écarter ces défauts.

Dans ce but l'invention propose notamment un dispositif de pointage de réflecteur d'antenne par rotation par rapport à un support, comprenant : un bras fixé au réflecteur et porté par le support par l'intermédiaire d'un joint lui permettant de tourner

autour de deux axes orthogonaux passant par le foyer du réflecteur et perpendiculaires à un axe du réflecteur ; et des moyens d'entraînement du bras ayant un premier moteur rotatif d'axe dirigé vers le foyer, porté par le support et entraînant un premier levier et un second moteur rotatif d'axe dirigé vers le foyer, porté par le premier levier et entraînant un second levier relié au bras par une biellette tournant sur le second levier autour d'un axe dirigé vers le foyer. La composition des deux mouvements de rotation autour d'axes concourant au foyer a pour résultante un changement d'orientation autour du foyer.

Le joint est avantageusement prévu pour n'avoir que des liaisons de roulement, à l'exclusion de liaisons de glissement, lorsque les conditions d'emploi restreignent les possibilités de lubrification, ce qui est le cas sur un satellite. Le joint peut notamment être constitué par un cardan dont le cadre intermédiaire est évidé de façon à laisser la place nécessaire à la source ou au récepteur disposé au foyer du réflecteur et fixe par rapport au support. Le palier d'articulation de la biellette sur le second levier doit tolérer de légers débattements angulaires de l'axe de rotation : dans la pratique, le léger jeu que présente un roulement sera souvent suffisant. Dans le cas contraire, un montage par lames flexibles peut être utilisé.

Les rayons des cercles parcourus par l'axe du second moteur autour de l'axe du premier et par l'axe du palier autour de l'axe du second moteur sont en général choisis de façon que les angles au sommet des cônes correspondants soient chacun égaux à la moitié de l'angle au sommet du cône de pointage, centré sur l'axe du premier moteur.

Les deux leviers auront alors sensiblement la même longueur et seront à peu près à la même distance du foyer, ce qui permet de donner à l'antenne tous les pointages possibles à l'intérieur d'un cône. Cependant, lorsqu'on peut admettre une zone interdite au centre du cône, il est possible de donner aux bras des longueurs légèrement différentes.

Quel que soit le mode de réalisation utilisé, le dispositif selon l'invention présente de nombreux avantages. La démultiplication est très importante, l'angle dont tourne le réflecteur étant très inférieur (souvent d'un ordre de grandeur) à l'angle dont tourne l'un ou l'autre des deux moteurs. Les moteurs eux-mêmes peuvent être constitués par des moteurs électriques irréversibles parce que munis d'un réducteur de rapport élevé dépassant souvent 100, ce qui augmente la rigidité et évite les dérives. Les moteurs peuvent être placés à proximité immédiate du support, ce qui est avantageux en cas de montage dans l'espace car les conditions thermiques de fonctionnement sont améliorées.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un mode particulier de réalisation, donné à titre d'exemple non limitatif. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent, dans

lesquels :

- la figure 1 est un schéma de principe montrant les composants principaux d'un dispositif suivant l'invention ;
- la figure 2 est une vue de détail à grande échelle montrant un montage possible des moteurs et du bras, qui est représenté en traits pleins dans l'orientation pour laquelle le réflecteur occupe sa position la plus proche du support, en traits mixtes pour la position la plus éloignée ;
- la figure 3 est un schéma montrant la disposition des leviers portés par les moteurs pour une orientation particulière du bras.

Le dispositif montré en figure 1 est destiné à orienter un réflecteur 10, en forme de calotte de paraboloïde excentrée d'axe principal 11, par rapport à un support 12 constitué par le corps d'un satellite, par rotation autour du foyer F , où se trouve une source (non représentée) telle qu'un comète. Le dispositif comporte un bras 13, rigide lors de la mise en oeuvre du dispositif, mais pouvant être constitué en deux parties reliées par une articulation verrouillable 14, afin d'autoriser le repliement du bras et l'application du réflecteur 10 contre le support 12 lors du lancement du satellite.

Le bras 13 est porté par le support 12 par l'intermédiaire d'un joint lui permettant de prendre n'importe quelle orientation dans un cône centré sur le foyer F et dont l'angle au sommet 2α correspond à la plage de pointage nécessaire. Dans la pratique, le demi angle au sommet dépassera peu 10 degrés. Un angle de 12 degrés a été prévu pour un satellite de télécommunication à l'heure actuelle en projet.

Etant donné que le fonctionnement dans l'espace restreint la possibilité de lubrification du joint, ce dernier sera d'un type n'ayant pas de liaison de glissement. Une solution satisfaisante consiste à utiliser un joint de cardan à roulements 15 porté par le support 12 et dont le cadre intermédiaire 16 est évidé pour laisser la place nécessaire à la source, non représentée.

L'extrémité du bras 13 opposée au joint 15 est fixée au réflecteur 10.

Les moyens d'entraînement du bras 13 sont interposés entre le support 12 et un point intermédiaire du bras. L'emplacement de ces moyens et leur constitution sont tels qu'ils n'occulent pas le lobe d'antenne. Dans le cas illustré ils sont portés par une console 18 fixée au support et ils entraînent une biellette 20 fixée au bras de façon rigide, entre le foyer F et l'extrémité fixée au réflecteur.

Un premier moteur rotatif 22, dont l'axe est dirigé vers le foyer, peut être prévu pour coïncider avec l'axe principal du paraboloïde lorsque le réflecteur est dans sa position médiane, et comporte un stator fixé à la console 18 et un rotor portant un premier levier 24. Ce premier levier 24 porte le stator d'un second moteur électrique 26 d'axe également dirigé vers le foyer F et

dont le rotor porte un second levier 28. Ce dernier est relié à la biellette 20 par des moyens 30 autorisant une rotation de 360° autour d'un axe dirigé vers le foyer F et de légers mouvements de basculement. Dans la pratique, les moyens 30 peuvent être constitués par un roulement chaque fois que la lubrification est exclue. Beaucoup de roulements tolèrent en effet un léger basculement. Il est cependant également possible de monter le roulement sur la biellette par l'intermédiaire de moyens déformables élastiquement, tels que des lames croisées.

Dans un mode avantageux de réalisation, les leviers 24 et 28 ont des longueurs telles que les angles au sommet des cônes parcourus par l'axe du moteur 28 et l'axe des moyens 30 lors de la mise en rotation des moteurs et des angles au sommet égaux à α . Dans ce cas, on peut donner à l'axe du paraboloïde n'importe quelle orientation dans un cône d'angle au sommet 2α . Cependant, cette condition n'est plus nécessaire lorsque l'on peut admettre une zone centrale morte.

Dans la pratique, cela conduira à des longueurs presque égales pour les leviers 24 et 28, d'axe à axe.

Les moteurs 22 et 26 seront généralement constitués par des moteurs électriques à réducteurs présentant un rapport de réduction très important, dépassant 100/1, de façon à augmenter la précision et l'irréversibilité.

Les moteurs 22 et 26 peuvent être commandés par un circuit d'asservissement ayant une constitution générale classique, ce circuit peut comporter un organe de calcul fournissant, à partir de données d'entrée qui peuvent être constituées par les angles θ et ϕ (figure 3), ou des coordonnées en x et y , l'orientation, à partir d'une origine déterminée, à donner aux moteurs 22 et 26.

Il faut seulement remarquer qu'il existe, dans la plage de débattements possible, un point singulier à travers lequel il n'est pas toujours possible de passer en poursuivant le déplacement de l'axe du réflecteur de façon continue : le passage par ce point implique d'effectuer une rotation des leviers 24 et 28 de 180° . Ceci n'est pas dommageable au mouvement mais implique une rotation rapide du premier moteur, de l'ordre de 180° pour un déplacement du réflecteur de l'ordre de quelques degrés autour du point singulier.

Dans le cas où les leviers 24 et 28 sont de même longueur, ce point singulier est situé en position médiane, c'est-à-dire lorsque les moyens 30 sont situés sur l'axe du premier moteur, les leviers 24 et 28 étant alors repliés l'un au-dessus de l'autre.

Pour que la singularité n'apparaisse pas au cours d'un mouvement passant par le point singulier, il faut que les leviers puissent s'approcher, puis s'éloigner de la normale à la trajectoire de manière continue. Ceci implique que les courbes ainsi décrites soient une fois continûment dérivables (courbes dites de classe C^1) au point singulier.

Dans le cas d'un mouvement quelconque partant du point singulier, ou passant par ce point hors des conditions précédemment énoncées, il est nécessaire de faire tourner le levier 24, entraînant le moteur 26 et le levier 28, de manière à le mettre perpendiculaire à la trajectoire avant que tout mouvement du réflecteur soit entrepris. Ces mouvements sont facilités si on laisse le second moteur tourner de 360°, alors que 180° seraient théoriquement suffisants.

moteurs (22,26) sont placés à proximité immédiate du support.

5

10

Revendications

1. Dispositif de pointage de réflecteur (10) d'antenne par rotation par rapport à un support (12), comprenant un bras (13) fixé au réflecteur et porté par le support, par l'intermédiaire d'un joint (15) lui permettant de tourner autour de deux axes orthogonaux entre eux, passant par le foyer du réflecteur et perpendiculaires à un axe du réflecteur et des moyens d'entraînement du bras, caractérisé en ce que lesdits moyens ont un premier moteur rotatif (22) d'axe dirigé vers le foyer, porté par le support (12) et entraînant un premier levier (24) et un second moteur rotatif (26) d'axe dirigé vers le foyer, porté par le premier levier et entraînant un second levier (28) relié au bras par une biellette (20) tournant sur le second levier (28) autour d'un axe dirigé vers le foyer. 15
20
25
30
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le joint n'a que des liaisons de roulement, à l'exclusion de liaisons de glissement. 30
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le joint universel est constitué par un cardan dont le cadre intermédiaire (16) laisse la place nécessaire à une source ou à un récepteur disposé au foyer du réflecteur et fixe par rapport au support. 35
40
4. Dispositif selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que la biellette est montée sur le second levier par un roulement (30) tolérant des débattements angulaires dans des plans passant par l'axe de rotation. 45
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les rayons des cercles parcourus par l'axe du second moteur autour de l'axe du premier et par l'axe du palier autour de l'axe du second moteur sont tels que les angles au sommet des cônes correspondants (α) soient chacun égaux à la moitié de l'angle (2α) au sommet du cône de pointage. 50
55
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les

5

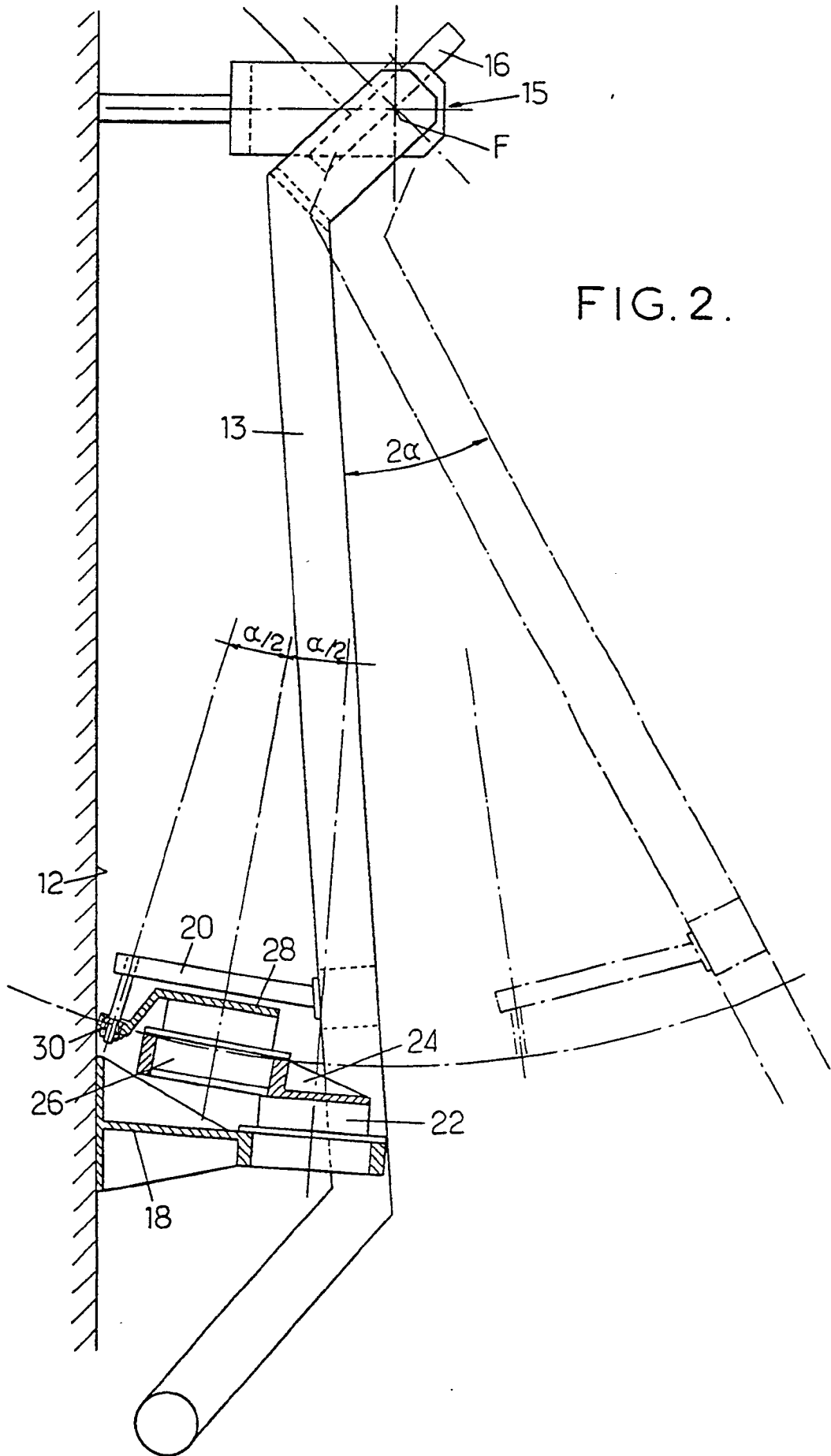
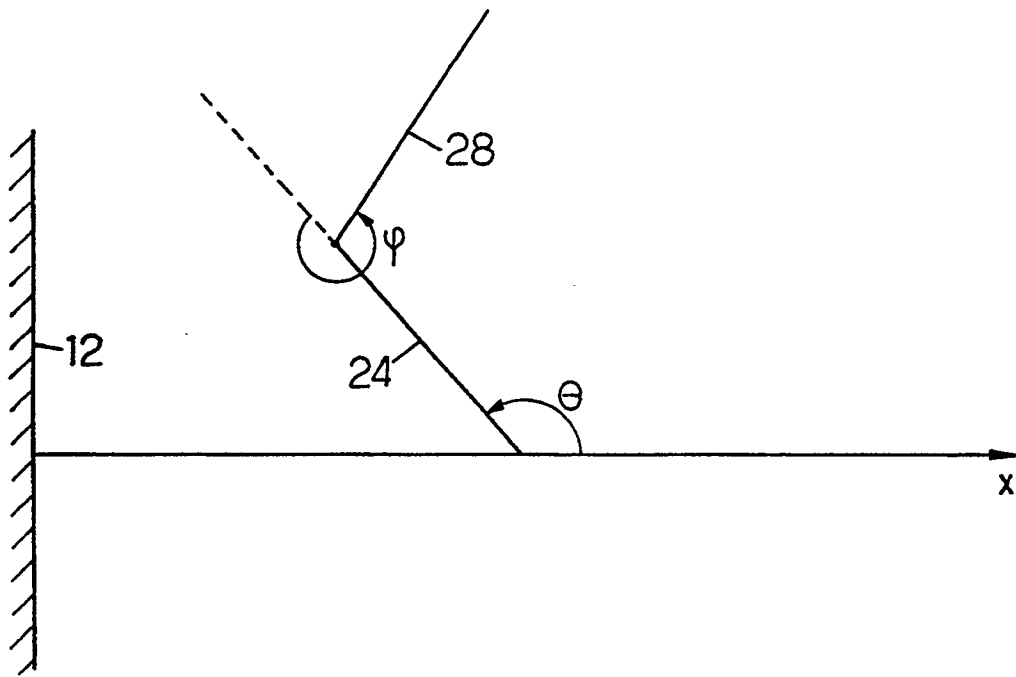


FIG. 3.



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

N° de la demande

EP 91 40 1103

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	DE-A-3835316 (NEUBERGER NACHRICHTEN- UND ANTENNENTECHNIK) * colonne 5, ligne 13 - colonne 6, ligne 37; figures 1-5 *	1-6	H01Q1/12 H01Q1/28
A	FR-A-2502404 (MATRA) * revendications 1-11; figures 1, 7, 9, 25 *	1-6	
A	GB-A-2127624 (RCA) * revendications 1, 6-10; figures 1, 2 "	1	
A	DE-A-3411838 (ANT NACHRICHTENTECHNIK) * abrégé; figure 2 *	1	
A	FR-A-2578687 (CONSTRUCTIONS BLINDEES D, HARDICOURT) * abrégé; figure *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			H01Q
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications.			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 10 JUILLET 1991	Examineur ANGRABEIT F. F. K.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		I : théorie ou principe à la base de l'invention F : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande I : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			