(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 696 046**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **93 10340**

(51) Int Cl[5] : H 01 Q 3/02, 1/28

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 24.08.93.

(30) **Priorité** : 14.09.92 US 944278.

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 25.03.94 Bulletin 94/12.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

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

(71) **Demandeur(s) :** *CAL CORPORATION* — CA.

(72) **Inventeur(s) :** Sutherland Colin Angus.

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

(74) **Mandataire :** Cabinet Le Guen - Maillet Le Guen Louis.

(54) Mécanisme de pointage d'antenne.

(57) La présente invention concerne un mécanisme de pointage d'antenne. Il comprend

(a) une antenne directionnelle (11) comportant un axe central (15),

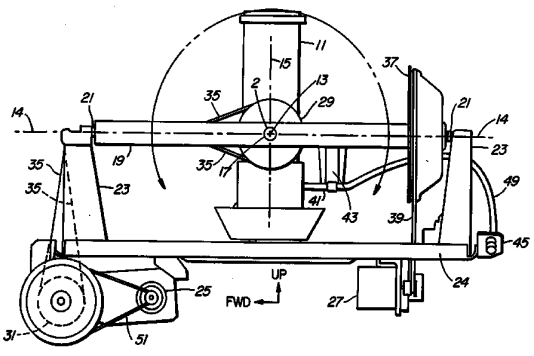
(b) des premiers moyens pour supporter l'antenne (11) autour d'un axe de tangage (13) qui est orthogonal à l'axe central (15) et qui, éventuellement, passe à peu près par le centre de gravité de l'antenne (11),

(c) une chape (19) électromagnétiquement transparente entourant l'antenne (11) pour supporter les premiers moyens,

(d) des moyens pour maintenir et faire tourner, autour d'un axe de roulis (14), la chape (19) par ses deux extrémités, en la faisant prendre des positions,

(e) des premiers moyens d'entrainement indépendants pratiquement électromagnétiquement transparents pour entraîner la chape (19) en rotation autour de l'axe de tangage (13), et

(f) des seconds moyens d'entrainement indépendants pratiquement électromagnétiquement transparents pour entraîner l'antenne (11) et la faire tourner autour de l'axe de roulis (14).



FR 2 696 046 - A1

La présente invention concerne des mécanismes pour orienter des antennes directionnelles mobiles utilisées pour des communications avec des satellites ou d'autres engins spaciaux.

On a besoin d'antennes orientables et très directionnelles pour des communications avec des satellites terrestres dans des applications comme les communications avec des bateaux, des avions ou aéronefs, et des véhicules. Bien que de nombreux projets existent pour orienter des antennes, il existe un problème particulier de pointage d'antenne en orientant ces antennes quand elles sont transportées par avion. Ce problème résulte d'avion volant à des altitudes très élevées ce qui entraîne le fait que ces antennes ont à pointer dans une direction qui a, dans certains cas, une composante tournée vers le bas, par exemple quand l'avion vire, ou quand l'avion doit communiquer avec un autre qui est à plus basse altitude, contrairement à des véhicules terrestres où les antennes n'ont besoin d'être orientées que sur un angle ne dépassant pas 180° et généralement sur un angle beaucoup plus faible.

Particulièrement quand elle est aéroportée, l'effet sur l'antenne des vibrations ou des forces appliquées à l'extérieur, à partir d'un angle quelconque, peut affecter la direction du pointage de l'antenne à cause des effets du jeu et de la courbure entraînée par les couples affectant les pièces de l'antenne. Cela peut avoir des conséquences dommageables. Par exemple, quand un avion subit des turbulences et qu'il porte une petite antenne très directionnelle, que celle-ci est verrouillée sur un satellite pour transmettre ou recevoir les données de communication, on peut perdre le verrouillage de l'antenne sur le satellite. On peut rencontrer un problème semblable quand l'antenne est embarquée et que le bateau qui la porte rencontre une forte mer, ou quand l'antenne est embarquée sur un véhicule terrestre que l'on conduit sur une route défoncée (par exemple, avec ornières, nids de poule, et/ou montagneuse). Dans ces cas, les moteurs d'entraînement de l'antenne travaillent continuellement pour la déplacer et l'orienter en pointant constamment le satellite. Une déviation induite par un couple sur l'antenne peut la faire perdre le verrouillage du satellite, en quittant une

position que les calculateurs d'entraînement espéraient être une position correcte, et ainsi entraîner une exploration complète de réinitialisation. Cela prend du temps et maintient, pendant l'exploration, un état indésirable de communications coupées.

Des brevets qui décrivent des mécanismes d'orientation d'antennes souffrent tous des problèmes mentionnés ci-dessus, et sont les suivants: Brevets américains 4 454 515, 4 980 607, 5 091 733, 4 251 819, 4 379 297, brevets canadiens 1 223 340, 1 165 435, et publication de brevet canadien 2 005 426.

La présente invention concerne un mécanisme de pointage d'antenne pour antenne très directionnelle, qui évite les problèmes mentionnés ci-dessus. Le mécanisme, y compris l'antenne, est rendu pratiquement insensible aux mouvements de courbure et induits par des jeux, résultant des vibrations, etc., le rendant tout à fait utile pour des véhicules terrestres, des bateaux et particulièrement des avions. Il permet aussi la possibilité de pointer l'antenne avec des angles d'élévation dépassant 180°, le rendant particulièrement utile pour communiquer à partir d'avion avec des satellites.

Suivant la présente invention, un mécanisme de pointage d'antenne se compose d'un antenne directionnelle ayant un axe central, un premier appareil pour supporter l'antenne autour d'un axe de tangage qui est orthogonal à l'axe central et qui passe, à peu près, à travers le centre de gravité de l'antenne, une chape électromagnétiquement transparente entourant l'antenne pour supporter le premier appareil, un appareil pour retenir rotatif le dispositif de chape à ses extrémités opposées en des positions le long de l'axe de roulis, un premier appareil indépendant d'entraînement pratiquement transparent électromagnétiquement pour entraîner l'antenne à tourner autour de l'axe de tangage.

De préférence, l'antenne est un antenne hélicoïdale allongée ayant des axes pour la supporter autour d'un axe de tangage qui passe pratiquement par le centre de gravité de l'antenne.

Le brevet américain 3 158 866 décrit une structure qui supporte une antenne omnidirectionnelle "oreilles de lapin" au-dessus d'une plate-forme qui est supportée par des axes passant

par une chape en forme de fer à cheval, cette chape étant supportée au voisinage du haut d'un poteau. La chape peut tourner autour d'un axe de roulis passant par le point de support sur le poteau et tcurner autour d'un axe de tangage passant par la plate-forme des oreilles de lapin. Si ce modèle était utilisé pour communiquer avec un satellite en étant porté par un avion rencontrant des turbulences et soumis à des vibrations, le poids des éléments d'antenne entraînerait leur rotation autour de l'axe de tangage à cause des effets du couple et la chape en forme de fer à cheval se courberait étant donné le poids de l'antenne et de sa plate-forme. Ainsi, la structure décrite dans ce brevet ne convient pas et ne pourrait pas être utilisée pour obtenir le résultat atteint par la présente invention.

On aura une meilleure compréhension de l'invention en se référant à la description détaillée ci-dessous, en faisant référence aux dessins joints, parmi lesquels:

la Fig. 1 est une vue de profil d'un avion transportant un mécanisme suivant la présente invention,

la Fig. 1A est un jeu d'axes illustrant l'orientation d'une antenne suivant la présente invention,

la Fig. 2 est une vue de côté d'un exemple de réalisation suivant la présente invention,

la Fig. 3 est une vue en plan d'un exemple de réalisation suivant la présente invention,

les Figs. 4A, 4B et 4C sont des vues de bout, de côté et en plan d'éléments intéressants d'une variante de mécanisme d'entraînement en tangage,

les Figs. 5A, 5B et 5C sont des vues de bout, de côté et en plan d'éléments intéressants d'une autre variante de mécanisme d'entraînement en tangage,

la Fig. 6a est une vue de bout d'éléments intéressants d'une variante de mécanisme d'entraînement en roulis, et

la Fig. 6B est une vue de bout d'éléments intéressants d'un autre mécanisme d'entraînement en roulis.

En se référant à la Fig. 1, on a montré un avion 1, volant au-dessus de la terre, et l'horizon 3. On veut transmettre aux satellites terrestres 5A ou 5B, ou en recevoir des informations.

Le satellite 5A est au-dessus d'un plan parallèle aux ailes de l'avion alors que le satellite 5B est au-dessous de ce plan, qui est parallèle au plan passant par une antenne directionnelle de communications, si l'on suppose que l'antenne est montée sur le dessus de l'avion. Une antenne directionnelle de communication montée dans un radome 7 est utilisée pour communiquer avec le satellite. On peut voir que, pour communiquer avec le satellite 5B, l'antenne doit pouvoir tourner dans une direction quelconque et avec des angles d'élévation supérieurs à 180°.

La Fig. 1A illustre le problème. Une antenne hélicoïdale 9 est située dans un système d'axes cartésiens x, y, z, les axes étant indiqués par des droites en traits tirets. L'antenne 9 doit pouvoir être pointée à l'intérieur d'une plage angulaire de 360° autour de l'axe z, et d'une plage angulaire supérieure à 180° dans ces positions montrées, par exemple par l'arc fléché, entre des droites en traits tirets p et q, dans le plan x, y.

Un exemple préféré de réalisation de la présente invention est montré en élévation à la Fig. 2 et en plan à la Fig. 3. Une antenne très directionnelle, telle qu'une antenne hélicoïdale 11, peut tourner autour d'un axe de tangage 13 qui est orthogonal à l'axe central 15 de l'antenne. La masse de l'antenne sera approximativement, de préférence exactement, distribuée uniformément de chaque côté de l'axe de tangage. En fait, on préfère que l'axe de tangage passe par le centre de gravité de l'antenne.

L'antenne est portée par des axes coaxiaux 17 qui sont portés par une chape 19 qui entoure l'antenne. La chape a ses extrémités supportées, le long d'un axe de roulis 14, par des paliers 21 qui sont contenus et portés par des pylones 23. De préférence, des masses égales de la chape sont sur les côtés opposés des axes 17.

Ainsi, on peut voir que la chape peut tourner dans ses paliers portant aussi les axes 17, faisant tourner l'antenne autour de l'axe de roulis et que l'antenne 11 peut aussi tourner autour de l'axe de tangage 13.

La chape 19, les axes 17 et les pylones 23 doivent être en une matière pratiquement transparente électromagnétiquement, de préférence en fibres de verre. On préfère que, pour les fréquences pratiques intéressantes, la charge en fibres de verre soit des fibres de "KEVLAR" coupées en une époxyde transparente électromagnétiquement aux fréquences concernées. Il faut noter que, dans la présente demande, l'expression "fibres de verre" veut dire une époxyde renforcée de fibres, de préférence une époxyde renforcée de fibres de "KEVLAR".

On peut voir qu'avec l'antenne 11 tournant autour de l'axe de tangage 13 et la chape 19 tournant autour de l'axe de roulis 14, l'antenne peut être pointée sur 360° en azimut et sur plus de 180° en élévation. Bien que les paliers peuvent être métalliques, par exemple en bronze, ils sont pratiquement assez petits pour avoir un effet négligeable sur l'énergie électromagnétique dans les conditions inusuelles où l'antenne est pointée directement sur eux.

Les pylones 23 sont portés sur une base 24. Sur le côté de la base opposé de l'antenne, sont situés un moteur de commande de tangage 25 et un moteur de commande de roulis 27.

Une première poulie 29 pratiquement électromagnétiquement transparente est montée sur un axe 17. Une seconde poulie 31 d'entraînement en tangage est montée près du moteur 25.

Un des paliers 21 comprend un trou poli 33. Une corde 35 électromagnétiquement transparente est enroulée autour des deux poulies 29 et 31, en passant dans le palier poli 33. La poulie 31 est entraînée par le moteur 25.

Une troisième poulie 37 électromagnétiquement transparente est fixée sur la chape 19 et est coaxiale à l'axe de rotation de la chape 19, du côté opposé au palier 21 qui présente le trou 33. Une courroie crantée 39 est enroulée autour de la poulie 37, passant par un trou, des trous ou une fente dans la base 24, jusqu'au moteur 27 à partir duquel elle est entraînée par un palier, une poulie, etc.

Les moteurs 25 et 27 sont, de préférence, des moteurs pas à pas. Les moteurs pas à pas sont reliés à un calculateur qui est utilisé pour positionner avec précision l'axe de l'antenne directionnelle, ce circuit ne faisant pas partie de la présente

invention. Le moteur 25 entraînant la poulie 31, par une courroie ou une boucle de corde 51, entraîne la corde 35 qui passe par le trou poli 33 dans le palier 21, la corde 35 étant enroulée autour de la poulie 29. Afin d'aligner la corde passant du plan de la poulie 29 avec l'axe du palier 33, on porte une paire de guides 53 par une tige non métallique 55 électromagnétiquement transparente qui est en travers de la chape 19. Comme l'élément de transmission de force est une corde, elle peut prendre un chemin qui n'est pas dans les mêmes plans que les poulies 29 et 31, ces plans ne coïncidant pas nécessairement.

En tournant, le moteur 27 fait tourner la courroie crantée 39 autour de la poulie 37 qui, à son tour, fait tourner la chape 19.

Le câble d'antenne 41 est relié à une extrémité de l'antenne. De préférence, le câble doit être fixé à la chape par une attache 43. Comme le montrent les Figs. 2 et 3, l'autre extrémité du câble est reliée à un connecteur 45 qui est monté sur la base 24. Le câble présente une boucle 47 entre l'attache 43 et l'antenne, et une autre boucle 49 entre l'attache et l'endroit où il est fixé à la base, par exemple au connecteur 45.

Par la rotation de la poulie 29, l'antenne 11 est inclinée en tangage, et par la rotation de la poulie 37, elle tourne en roulis. Dans ces rotations, les boucles 47 et 49 du câble prennent des dimensions différentes pour donner du mou ou pour fournir assez de câble de façon à ne pas gêner les mouvements de la chape et de l'antenne.

On peut voir que la chape étant supportée à ces deux extrémités, les vibrations ne risquent pas de la courber ce qui, sans cela, risquerait de faire changer de direction à l'antenne. Si des contraintes de torsion contre la chape surviennent à cause du moment concernant la masse de l'antenne 11, les deux paliers de la chape agissent comme des pivots, annulant ainsi la rotation de l'antenne causée par des contraintes sur la chape. Comme l'antenne 11 est portée par les axes 17 sensiblement au centre de gravité, et que les axes 17 sont supportés avec sensiblement une masse égale de la chape des deux côtés, quelle

que soit la direction sur laquelle l'antenne est pointée, il n'y a pratiquement pas de couple de rotation sur l'antenne qui puisse faire changer la direction de pointage.

Comme, dans cet exemple de réalisation, toutes les pièces situées au-dessus de la base 24 sont électromagnétiquement transparentes, sauf les paliers 21, de petite dimension, de la chape et éventuellement les petits paliers des axes 17 dans la chape 19, on n'observe pratiquement pas de perturbation de la transmission d'énergie électrique quand l'antenne tourne.

Avec la base 24 de préférence plus étroite, en largeur, que la longueur de l'antenne, mais même si ce n'est pas le cas, non seulement l'antenne peut tourner autour de l'axe de roulis d'un angle supérieur à 180°, mais elle peut aussi tourner autour de l'axe de tangage d'un angle supérieur à 180°, sans perturbation sensible de la transmission ou de la réception de l'énergie électromagnétique.

En se référant maintenant aux Figs. 4A, 4B et 4C, on y a montré une variante de mécanisme d'entraînement en tangage. On a montré, dans ce cas, un moteur 57 monté sur la base 24, bien qu'il pourrait être sous la base 24 avec des trous ou des fentes de la base 24 pour tenir compte d'une courroie. Le moteur 57 entraîne une poulie 59 au moyen d'une courroie crantée 61. Un axe entraîné par la poulie 59 entraîne un mécanisme d'engrenages coniques 63 qui transforme un mouvement de rotation de la poulie 59 en une rotation d'une poulie 65 à l'aide d'un axe 67. Une autre courroie crantée 69 entraîne la poulie 29 à partir de la poulie 65.

Les Figs. 5A, 5B et 5C montrent une autre variante de mécanisme d'entraînement en tangage, comportant un entraînement de courroie crantée combiné avec un engrenage de face sur l'axe de tangage. Au lieu que la poulie 59 entraîne un mécanisme d'engrenages coniques, comme dans l'exemple de réalisation des Figs. 4A, 4B et 4C, elle entraîne une autre poulie 71 qui est couplée à une poulie 73 à l'aide d'une courroie crantée 75. Un arbre 77 partant de la poulie 73 entraîne un engrenage 79 de faible diamètre qui engrène des dents situées sur la face de l'engrenage 81. L'engrenage 81 est utilisé à la place de la poulie 29 et entraîne l'antenne autour de son axe de tangage.

La Fig. 6A est une vue de bout d'une variante de mécanisme d'entraînement de l'axe de roulis. Un moteur 83 comporte un engrenage hélicoïdal 85 au bout de son arbre qui engrène l'engrenage 87 qui est utilisé à la place de la poulie 37.

La Fig. 6B montre une autre variante de mécanisme d'entraînement d'axe de roulis. Un moteur 89 comporte, au bout de son arbre, un petit engrenage 91 qui engrène directement un engrenage 87 qui est utilisé à la place de la poulie 37.

Dans les exemples de réalisation des Figs. 6A et 6B, la rotation des moteurs 83 et 89 qui sont de préférence des moteurs pas à pas, entraîne la rotation de la chape 19, entraînant celle de l'antenne autour de l'axe de roulis 14.

De préférence, le matériau utilisé des poulies, des engrenages et de la base sera des fibres de verre remplies de "KEVLAR" (Marque déposée) coupées, et les courroies crantées et les cordes utilisées seront en "KEVLAR".

Le choix de la structure d'entraînement pour chaque axe dépendra de nombreux facteurs qui incluent le degré de transparence du mécanisme aux signaux d'antenne ainsi que les considérations mécaniques de frottement, de mou, de lubrification, de dimensions hors tout et de poids, comme il est nécessaire pour le projet particulier que l'on désire.

REVENDICATIONS

1) Mécanisme de pointage d'antenne caractérisé en ce qu'il comprend:

(a) une antenne directionnelle (11) comportant un axe central (15),

(b) des premiers moyens pour supporter l'antenne (11) autour d'un axe de tangage (13) qui est orthogonal à l'axe central (15) et qui, éventuellement, passe à peu près par le centre de gravité de l'antenne (11),

(c) une chape (19) électromagnétiquement transparente entourant l'antenne (11) pour supporter les premiers moyens,

(d) des moyens pour maintenir et faire tourner, autour d'un axe de roulis (14), la chape (19) par ses deux extrémités, en la faisant prendre des positions,

(e) des premiers moyens d'entrainement indépendants pratiquement électromagnétiquement transparents pour entraîner la chape (19) en rotation autour de l'axe de tangage (13), et

(f) des seconds moyens d'entraînement indépendants pratiquement électromagnétiquement transparents pour entraîner l'antenne (11) et la faire tourner autour de l'axe de roulis (14).

2) Mécanisme suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'antenne (11) est une antenne hélicoïdale allongée.

3) Mécanisme suivant la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits moyens d'entraînement comprennent des moyens pour faire tourner respectivement l'antenne (11) autour des axes de roulis (14) et de tangage (13) sur un angle d'élévation supérieur à 180°.

4) Mécanisme suivant la revendication 3, caractérisé en ce que lesdits premiers moyens de composent d'une paire d'axes montés sur les côtés opposés de l'antenne (11) et supportés rotatifs par la chape (19) et en ce que lesdits premiers moyens d'entraînement se composent d'un moteur de commande de tangage (25) monté en une position au-dessous de l'antenne (11) et de moyens reliant le moteur de commande de tangage (25) à l'antenne (11).

5) Mécanisme suivant la revendication 3, caractérisé en ce que lesdits premiers moyens se composent d'une paire d'axes montés sur les

côtés opposés de l'antenne (11) et supportés rotaifs par la chape (19), et en ce que lesdits premiers moyens d'entraînement se composent d'une première poulie (29) pratiquement électromagnétiquement transparente montée sur un axe, d'un moteur de commande de tangage (25) monté en une position au-dessous de l'antenne (11) et d'une corde (35) électromagnétiquement transparente reliant le moteur de commande de tangage (25) à la poulie (29).

6) Mécanisme suivant la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens qui maintiennent la chape (19) se composent d'une base (24) et d'une paire de pylones (23) perpendiculaires à la base (24), la chape (19) pouvant tourner suspendue et maintenue par des paliers (21) de la chape (19) contenus dans les pylones (23).

7) Mécanisme suivant la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte encore un trou de palier poli (33) passant par le centre de l'un des paliers de la chape (19), une seconde poulie (31) d'entraînement en tangage voisine au moteur de commande de tangage (25) et entraînée par lui, ladite corde (35) ayant la forme d'une boucle passant autour de ladite poulie d'entraînement en tangage et de ladite première poulie (29) ainsi que dans le trou de palier poli (33).

8) Mécanisme suivant la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend des guides fixés à la chape (19) pour guider la corde venant de ladite première poulie jusqu'à une entrée du trou de palier poli (33).

9) Mécanisme suivant la revendication 7, caractérisé en ce que la chape se compose de fibres de verre remplies de KEVLAR (marque déposée) coupées et en ce que la corde est en KEVLAR.

10) Mécanisme suivant la revendication 7, caractérisé en ce que le moteur de commande de tangage (25) et la poulie d'entraînement en tangage sont montés sur le côté de la base (24) opposé à la chape (19).

11) Mécanisme suivant la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comprend encore un moteur de commande de roulis (27) monté sur le côté de la base (24) opposé à la chape (19), une troisième poulie (37) de commande de roulis qui est fixée sur ladite chape (19) et qui

a un axe de rotation coaxial audit axe de roulis (14) passant par les paliers de la chape (19), et une courroie (39) qui relie ladite troisième poulie (37) et le moteur de commande de roulis pour apporter une force de rotation du moteur de commande de roulis à la chape (19), aux axes et à l'antenne.

12) Mécanisme suivant la revendication 11, caractérisé en ce que les moteurs (25 et 27) sont des moteurs pas à pas adaptés pour positionner avec précision la direction de pointage de l'antenne par rapport à la base.

13) Mécanisme suivant la revendication 4 ou 12, caractérisé en ce qu'il comprend encore un câble (41) d'antenne (11) fixé à l'antenne (11), des moyens d'attache pour fixer le câble sur la chape (19), des moyens pour fixer le câble sur la base, le câble comportant une paire de boucles dont la première entre l'attache et les moyens pour fixer le câble sur la base, et l'autre entre l'attache et l'antenne, de manière que pour une rotation en tangage de l'antenne (11), on augmente ou on réduit ladite autre boucle, et que pour une rotation en roulis de l'antenne (11), on augmente ou on réduit ladite première boucle.

14) Mécanisme suivant la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de couplage comprennent une première poulie (59) pratiquement électromagnétiquement transparente montée sur un axe, une petite poulie, un mécanisme d'engrenage conique (63) reliant le moteur de commande de tangage à la petite poulie, et une courroie crantée (61) reliant la petite poulie et ladite première poulie.

15) Mécanisme suivant la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de couplage comprennent un engrenage frontal (81) monté sur un axe, un petit engrenage (79) engrénant l'engrenage frontal, un arbre axial partant du petit engrenage, une poulie montée sur l'arbre axial, et une courroie crantée reliant le moteur de commande de tangage à la poulie montée sur l'arbre axial.

16) Mécanisme suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les seconds moyens d'entraînement comprennent un engrenage circulaire fixé à la chape (19) et coaxial à l'axe de roulis (14), un moteur qui a son axe orthogonal à l'axe de roulis (14), et un engrenage hélicoïdal fixé à l'arbre de moteur couplé à l'engrenage circulaire

pour l'entraîner et donc le faire tourner ainsi que la chape (19).

17) Mécanisme suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les seconds moyens d'entraînement comprennent un engrenage circulaire fixé à la chape (19) et coaxial à l'axe de roulis (14), un moteur qui a son axe parallèle à l'axe de roulis (14), et un petit engrenage fixé à l'arbre du moteur couplé à l'engrenage circulaire pour l'entraîner et donc le faire tourner ainsi que la chape (19).

18) Mécanisme suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend encore un moteur de commande de roulis monté sur le côté de la base opposé à la chape (19), une poulie de commande de roulis qui est fixée à la chape (19) et qui a un axe de rotation coaxial audit axe de roulis (14) passant par les paliers de la chape (19), et une courroie reliant ladite poulie et le moteur de commande de roulis pour appliquer une force de rotation du moteur de commande de roulis à la chape (19), les axes et l'antenne (11).

19) Mécanisme suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les premiers et seconds moyens d'entraînement comprennent respectivement un moteur d'entraînement de tangage et un moteur d'entraînement de roulis, lesdits moteurs étant des moteurs pas à pas.

2696046

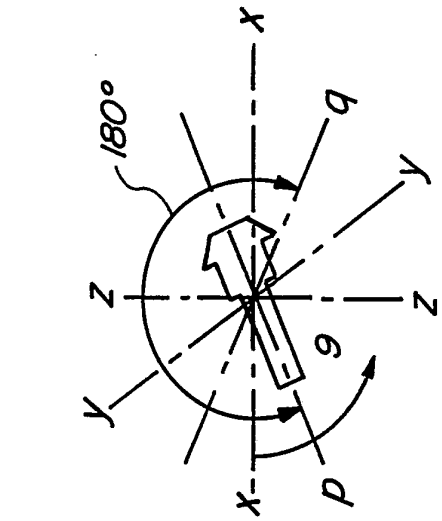


FIG. IA

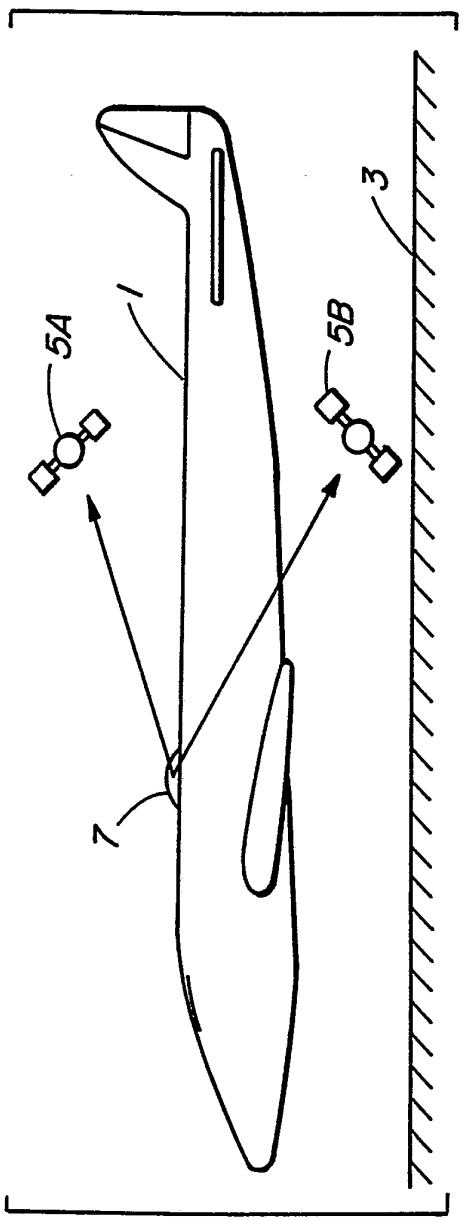


FIG. I

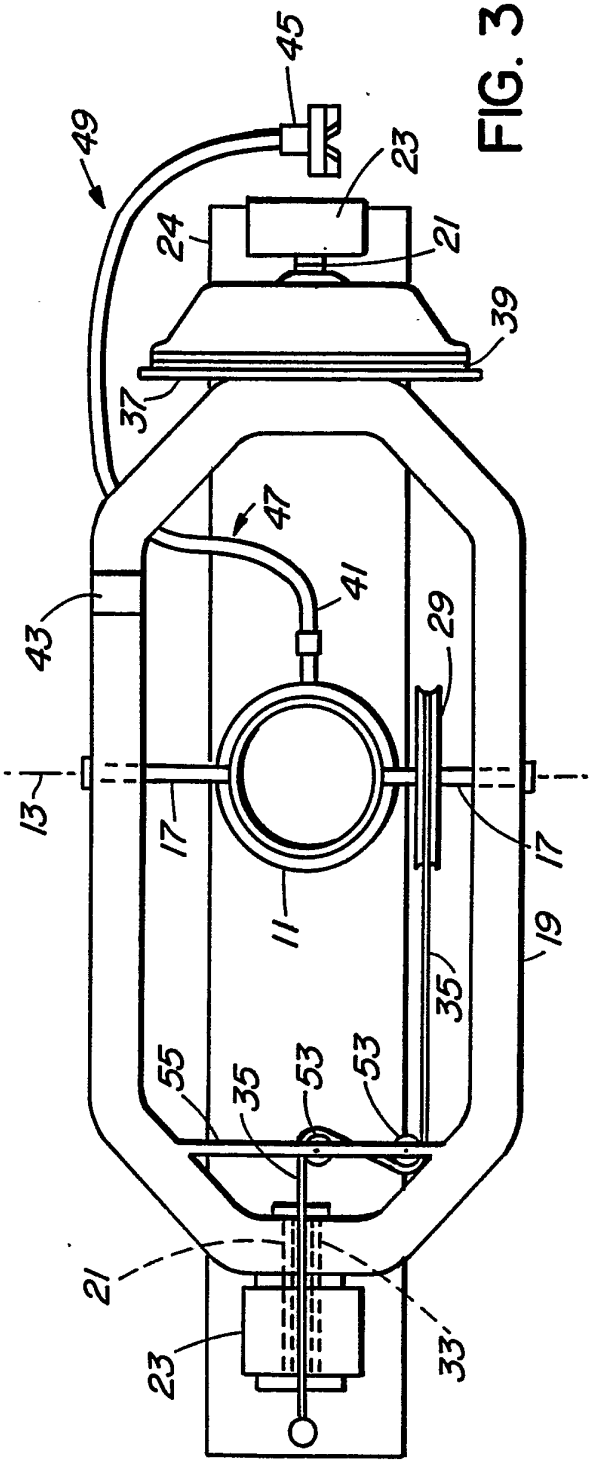


FIG. 3

2696046

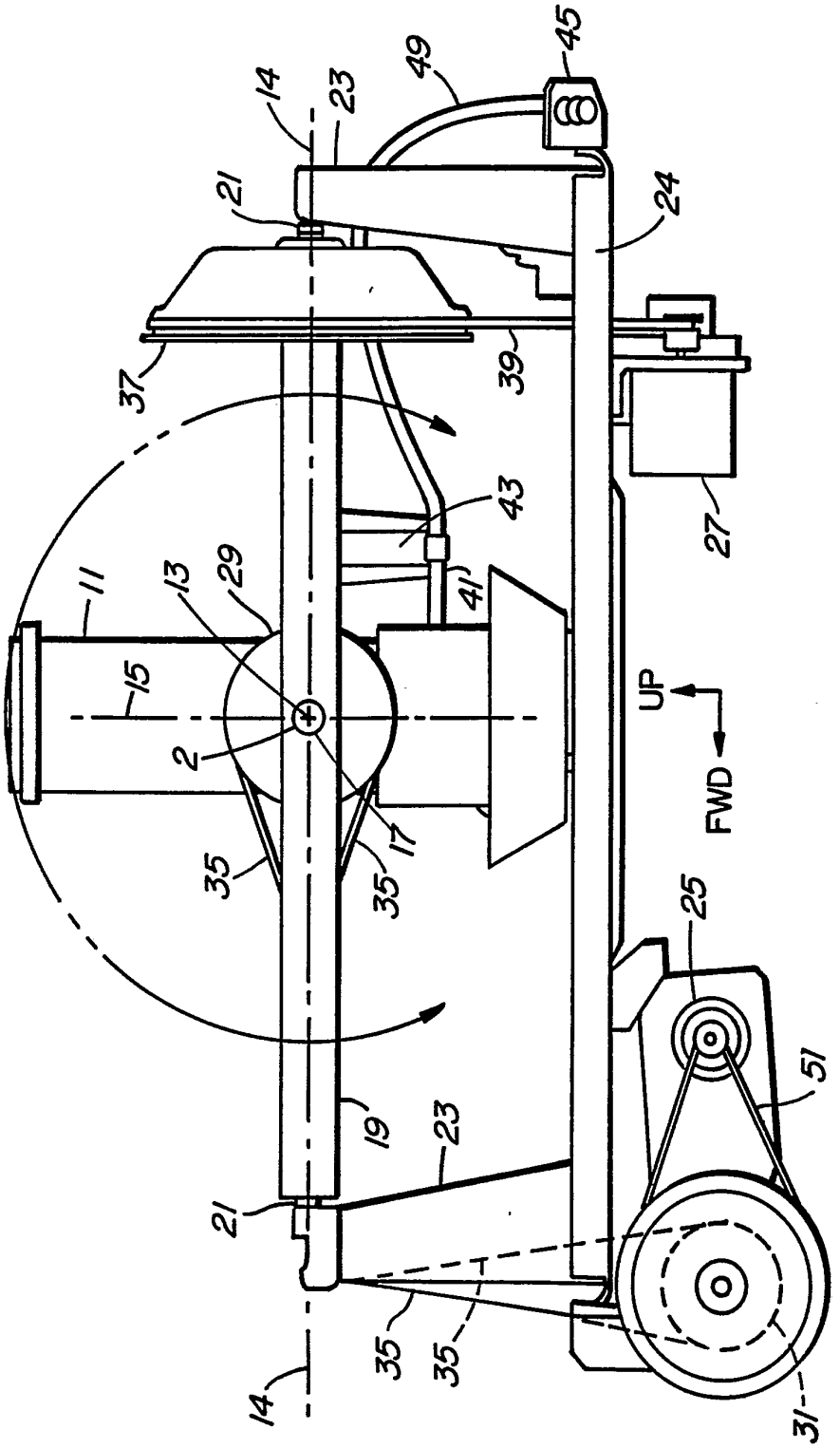


FIG. 2

2696046

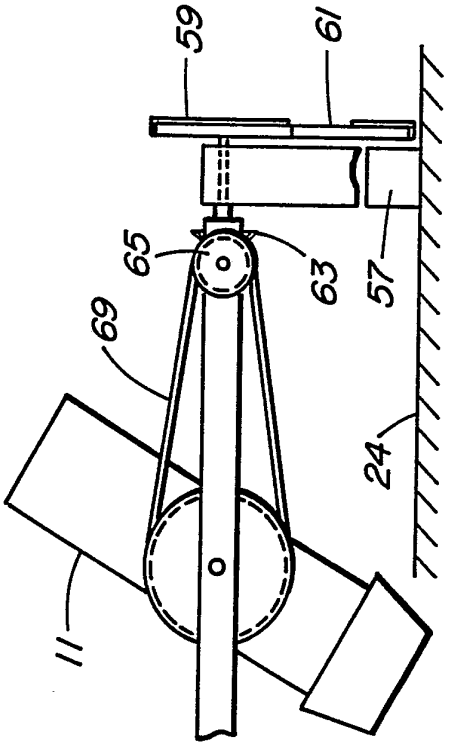


FIG. 4B

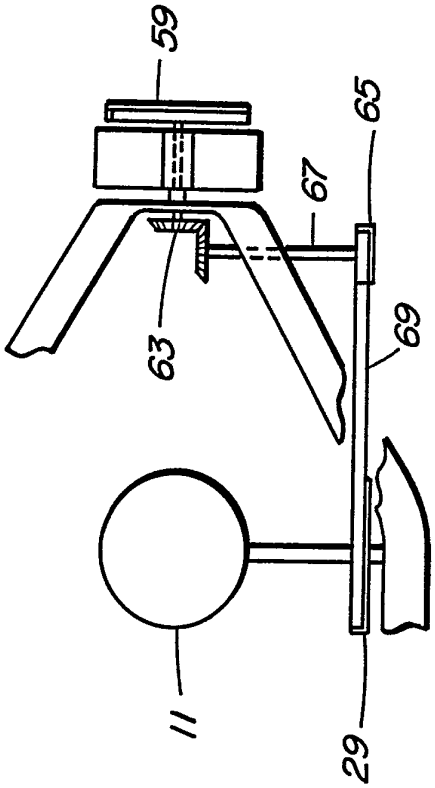


FIG. 4C

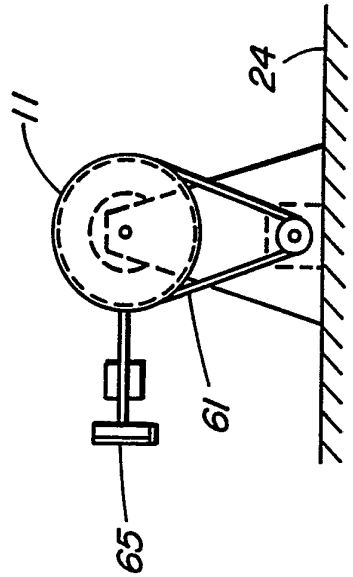


FIG. 4A

2696046

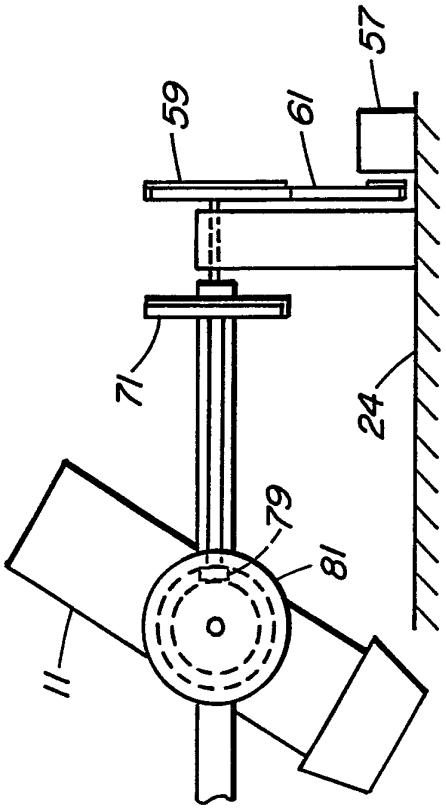


FIG. 5B

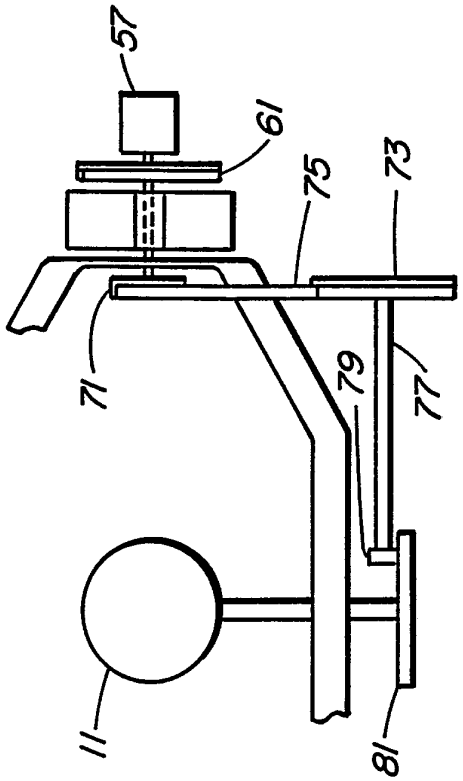


FIG. 5C

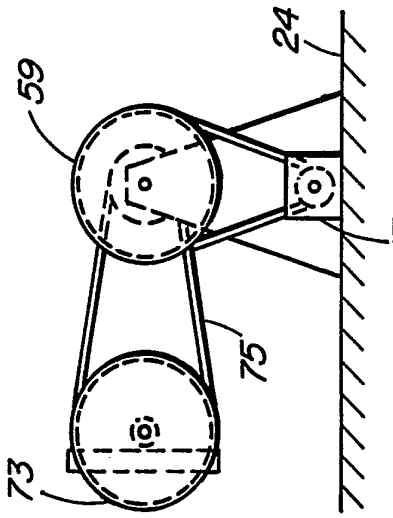


FIG. 5A

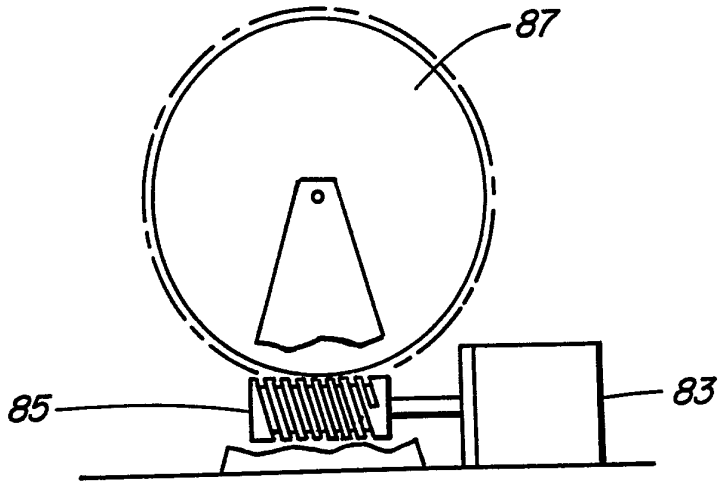


FIG. 6A

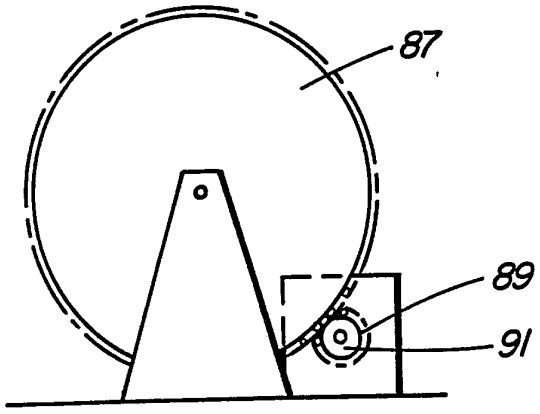


FIG. 6B