

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

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

**2 513 760**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 81 18137**

(54) Système d'équilibrage d'un couple de balourd, utilisation d'un tel système pour une antenne de radar aéroporté et antenne équilibrée par un tel système.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). G 01 M 1/30; G 01 S 7/02; H 01 Q 1/28, 3/02.

(22) Date de dépôt..... 25 septembre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 13 du 1-4-1983.

(71) Déposant : Société dite : THOMSON-CSF, société anonyme. — FR.

(72) Invention de : Bernard Estang.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Thomson-CSF, SCPI,  
173, bd Haussmann, 75360 Paris Cedex 09.

SYSTEME D'EQUILIBRAGE D'UN COUPLE DE BALOURD,  
UTILISATION D'UN TEL SYSTEME POUR UNE ANTENNE DE  
RADAR AEROPORTE ET ANTENNE EQUILIBREE  
PAR UN TEL SYSTEME

La présente invention concerne un système d'équilibrage d'un couple de balourd, son utilisation pour l'équilibrage d'une antenne de radar aéroporté et une antenne équilibrée par un tel système.

5        Certains mécanismes animés d'un mouvement de rotation sont parfois soumis à des accélérations variables. Lorsqu'ils sont placés en porte-à-faux par rapport à l'axe de rotation, il est nécessaire d'équilibrer le balourd ainsi créé.

10      C'est en particulier le cas d'une antenne de radar aéroporté qui est orientable suivant trois axes orthogonaux. L'axe portant l'antenne doit loger des éléments tels que moteurs, les éléments de recopie d'angle ou joints tournants. L'antenne est donc placée en porte-à-faux complet par rapport à cet axe. Le porte-à-faux est souvent très important et peut atteindre quinze centimètres pour de grandes antennes.

15      Au cours d'un virage ou d'une ressource, l'avion porteur peut imposer à l'antenne des facteurs de charge pouvant atteindre 10g. La masse de l'antenne et par conséquent le couple de balourd lorsqu'il n'est pas équilibré, se trouvent multipliés par ce facteur. Le balourd peut alors dépasser le couple moteur maximal possible.

20      Dans l'art antérieur, l'équilibrage d'une pièce en rotation autour d'un axe est réalisé par des masses portées par le dispositif d'attache de la pièce mobile à l'opposé de ladite pièce par rapport à l'axe de rotation considéré. Les masses d'équilibrage peuvent constituer une gêne, que ce soit par leur masse même qui vient s'ajouter 25     à la masse du mécanisme en rotation, ou par leur volume qui limite l'ampleur du mouvement de rotation.

30      La présente invention a pour objet un système d'équilibrage à distance d'une pièce animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe par rapport auquel elle est en porte-à-faux et permettant de remédier aux inconvénients ci-dessus mentionnés.

Le système déquilibrage, objet de la présente invention, est indépendant du sens et de la valeur de l'accélération que peut subir la pièce en rotation.

5 Un autre objet de la présente invention est un système d'équilibrage de balourd permettant l'allègement des zones du mécanisme disposées en porte-à-faux.

10 Un autre objet de la présente invention est un système d'équilibrage permettant d'améliorer la tenue vibratoire et de relever la fréquence de résonance des structures supportant la pièce en rotation.

15 Un autre objet de la présente invention est un système d'équilibrage dans lequel les masses d'équilibrage sont reportées dans des zones non mobiles.

20 La présente invention a pour objet un système d'équilibrage dans lequel l'amplitude du mouvement de rotation est rendue supérieure grâce à la suppression du volume des masses d'équilibrage au niveau de l'axe de rotation.

25 La présente invention a pour objet un système d'équilibrage d'un couple de balourd pour un élément disposé en porte-à-faux par rapport à l'axe de rotation autour duquel il vient pivoter dans un sens ou dans un autre, caractérisé en ce que la loi de balourd est reproduite à distance et de façon antagoniste par une masse d'équilibrage à laquelle elle est communiquée par des moyens de transmission.

30 La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée faite ci-après avec référence aux dessins ci-annexés qui représentent :

- la figure 1, une vue latérale en coupe d'un système d'équilibrage de balourd selon l'art antérieur, appliqué à un mécanisme d'antenne ;

35 - la figure 2, la vue latérale en coupe d'un mode de réalisation préférentiel du système d'équilibrage de balourd selon l'invention, appliqué à un mécanisme d'antenne ;

- la figure 3, la vue latérale en coupe d'une variante de mode de réalisation préférentiel représenté par la figure 2.

Les figures ci-annexées représentent l'application particulière aux antennes de radar aéroporté des systèmes d'équilibrage de balourd selon l'art antérieur et selon l'invention. Mais cette application particulière ne constitue pas un exemple limitatif d'application.

5

Dans les différentes figures, les mêmes références désignent des éléments identiques ou jouant le même rôle. C'est ainsi que la référence 1 désigne l'antenne articulée entre les deux bras 2 du support d'antenne (représenté partiellement), selon trois axes orthogonaux par l'intermédiaire de deux pièces mobiles l'une par rapport à l'autre 3 et 4. La pièce d'attache 4 est solidaire de l'antenne 1. L'ensemble d'antenne 1, 2, 3, 4 et le mécanisme d'orientation lui-même ne constituant pas l'objet de l'invention ne seront pas décrits en détails.

10

Les figures annexées 1, 2, 3 sont des vues latérales en coupe suivant un plan vertical P passant par le centre de rotation O. Les trois axes de rotation sont désignés par x'Ox, axe horizontal transversal représenté uniquement par sa trace O sur le plan P, y'Oy, axe vertical, et z'Oz, axe horizontal longitudinal.

15

L'antenne 1 pivote autour du premier axe x'Ox avec un angle  $\pm\theta$  par rapport au plan (x'Ox, z'Oz), autour du second axe y'Oy avec un angle  $\pm\alpha$  par rapport au plan (x'Ox, y'Oy) et autour du troisième axe de rotation z'Oz avec un angle  $\pm\beta$  par rapport au plan (y'Oy, z'Oz).

20

La figure 1 représente la vue latérale d'un système d'équilibrage selon l'art antérieur.

25

L'équilibrage du balourd d'antenne est réalisé à l'aide d'une masse 5 fixée à la pièce d'attache 4 de l'autre côté de l'antenne par rapport au centre de rotation O. La masse agit directement sur l'axe de rotation x'Ox et son volume limite le débattement de l'antenne en  $\Theta$  et  $\alpha$ .

30

La figure 2 représente la coupe verticale d'un mode de réalisation préférentiel du système d'équilibrage conforme à l'invention.

La pièce d'attache 4 est solidaire et de même axe de rotation  $x'Ox$  qu'une poulie verticale 6. L'ensemble formé par l'antenne 1 et la poulie 6 présente un plan de symétrie ( $\Delta$ ,  $x'Ox$ ) orthogonal au plan vertical de coupe P et représenté par sa trace  $\Delta$ .

5 Deux câbles 71 et 72, coulissant dans une gaine 81 et 82 respectivement, sont fixés par des moyens 9 en un point de la circonference de la poulie situé sur l'axe de symétrie  $\Delta$  et de l'autre côté du centre de rotation O par rapport à l'antenne 1.

10 Les gaines 81 et 82 sont fixées sur la structure support d'antenne 3 par des moyens 18 et 19 respectivement.

15 Le système d'équilibrage conforme à l'invention comprend également, à l'intérieur du caisson de structure de la mécanique d'antenne (représenté partiellement en 14), une masse d'équilibrage fixée par l'intermédiaire de deux biellettes 111 et 112 au caisson de structure 14. Le point d'attache de la première tête de chaque biellette 111, respectivement 112, à la masse 10 est désigné par la référence 151, respectivement 152. Le point d'attache de la deuxième tête de la biellette 111, respectivement 112, au caisson de structure 14 est désigné par la référence 161, respectivement 162.  
20 La biellette 111, respectivement 112, est solidaire d'une demi-poulie verticale 121, respectivement 122, le premier point d'attache 151, respectivement 152, étant fixé à la périphérie de la poulie 121, respectivement 122, et le deuxième point d'attache 161, respectivement 162, coïncidant avec le centre de rotation de ladite poulie  
25 et son point de fixation au caisson de structure 14.

Les gaines 81 et 82 sont fixées sur la structure fixe 14 par des moyens 118 et 119 respectivement.

30 Le câble 71, respectivement 72, à l'intérieur de la gaine 81, respectivement 82, est croisé avec l'autre câble 72, respectivement 71, sous la pièce d'attache 4 de l'antenne 1 par rapport au plan de coupe P de la figure 2. Il passe par le point d'attache 151, respectivement 152, de la masse 10 à la tête de la biellette 111, respectivement 112, à la circonference de laquelle il est fixé par des moyens 13.

Si l'on suppose que l'avion porteur vole normalement, le câble 71 est disposé autour de la partie supérieure de la poulie 6 et le câble 72 autour de la partie inférieure de la poulie 6. Après croisement, le câble 71 se retrouve en-dessous du câble 72 dans le 5 plan vertical de coupe P. La structure étant symétrique, les rôles des câbles 71 et 72 sont inversés lorsque l'avion vole sur le dos.

Le système fonctionne de la façon suivante :

Dans le premier cas d'un vol normal de l'avion porteur, si le 10 plan de symétrie ( $\Delta$ ,  $x'0x$ ) de l'ensemble d'antenne prend une inclinaison  $-Q$  (vers le bas) par rapport au plan ( $x'0x$ ,  $z'0z$ ), la poulie 6 tourne également d'un angle  $Q$  dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Le câble 72 fixé par les moyens 9 vient s'enrouler autour de la poulie sur une longueur égale à l'arc  $Q$ , en coulissant à l'intérieur de la gaine 82, alors que le câble 71 est relâché sur une 15 longueur identique. Le câble 72 qui est donc le câble supérieur vient tirer la tête de biellette 152 et par conséquent déplace la masse 10 vers le haut. Le câble 71 accompagne et limite le mouvement puisque son point d'attache en 9 s'est déplacé d'une longueur correspondante. Inversement, si l'antenne est orientée de façon à ce 20 que le plan de symétrie ( $\Delta$ ,  $x'0x$ ) fasse un angle  $+Q$  (vers le haut) par rapport au plan ( $x'0x$ ,  $z'0z$ ), la poulie 6 tourne d'un angle  $Q$  dans le sens des aiguilles d'une montre. Le câble 71 fixé par les moyens 9 vient s'enrouler autour de la poulie sur une longueur égale à l'arc  $Q$ , en coulissant à l'intérieur de la gaine 81, alors que le câble 72 est 25 relâché sur une longueur identique. Le câble 71, qui est le câble inférieur, vient tirer la tête de biellette 151 et déplace par conséquent la masse 10 vers le bas. Le câble 72 accompagne le mouvement et le limite puisque son point d'attache 9 s'est déplacé d'une longueur égale à celle du point d'attache 9 du câble 71. Il aide 30 également à supporter la masse 10.

Les rôles des câbles 71 et 72 sont inversés lorsque l'avion porteur vole sur le dos.

La masse d'équilibrage a donc un mouvement identique à celui de l'antenne.

Lorsque l'antenne débat autour de son axe, le couple de balourd est de la forme :

$$C = m \gamma d \cos \Theta$$

où

- 5      -  $m$  est la masse de l'antenne,  
       -  $d$  la distance de son centre de gravité  $G$  à l'axe de rotation,  
       -  $\gamma$  l'accélération au lieu considéré,  
       -  $\Theta$  l'angle de débattement.

On recrée donc le même mouvement au niveau de la masse  
10      d'équilibrage en recréant un couple antagoniste de la forme :

$$C' = m' \gamma' d' \cos \Theta$$

où :

- 15      -  $m'$  est la masse d'équilibrage (masse 10),  
       -  $d'$  la distance du centre de gravité  $G'$  de la masse à son axe  
       de rotation, donc la distance entre les axes de rotation 151,  
       respectivement 152, à 161, respectivement 162, des têtes de chaque  
       bielles.

20      Les câbles 71 et 72 coulissant dans les gaines 81 et 82  
       respectivement équilibrent l'antenne grâce à un couple antagoniste  
        $C'$  égal au couple de balourd  $C$ .

25      Le système d'équilibrage est indépendant du sens de l'accélération, comme dans le cas d'un vol sur le dos par exemple, et de la valeur de l'accélération puisque celle-ci agit à la fois sur l'antenne et sur les masses d'équilibrage et n'affecte pas l'égalité des couples de balourd  $C$  et antagoniste  $C'$ .

30      La figure 3 représente une variante du mode de réalisation préférentiel de la figure 2. Le principe de fonctionnement reste le même mais les câbles coulissant à l'intérieur de gaines sont remplacés par une liaison fluide, ce qui permet d'éliminer le frottement des câbles 71 et 72 dans leur gaine respective 81 et 82. Les mêmes références ont été utilisées pour la figure 3 que pour la figure 2 sauf en ce qui concerne les moyens de transmission 71, 72 et 81, 82. Les moyens de transmission utilisés sont des vérins hydrauliques. Lorsque l'antenne 1, donc la poulie 6 qui lui est solidaire, tourne d'un

angle  $\Theta$ , les moyens de fixation 9 des câbles 71 et 72 se déplacent à la périphérie de la poulie 6 sur une longueur d'arc correspondant à l'angle  $\Theta$ ,  $+\Theta$  dans le sens direct ou  $-\Theta$  dans le sens inverse des aiguilles d'une montre suivant le sens de la rotation du plan de symétrie ( $\Delta$ ,  $x'Ox$ ) par rapport au plan ( $x'Ox$ ,  $z'Oz$ ). Les câbles 71 et 5 72 agissent sur les pistons 171 et 172. Les différences de pression sont transmises, par l'intermédiaire des canalisations identiques de fluide 181 et 182 après le croisement de celles-ci au niveau de la pièce d'attache 4, aux pistons 191 et 192. Dans le cas d'une rotation 10 de  $+\Theta$ , le câble 71 tire le piston 171, ce qui enfonce le piston 191 dans la canalisation 181 sur une longueur correspondante, et enfonce le piston 172, ce qui pousse le piston 192 vers l'intérieur de la canalisation 182 sur une longueur identique. La masse 10 est donc déplacée de façon antagoniste par l'intermédiaire des biellettes 111 15 et 112 sur la tête (désignée par son centre 151, respectivement 152) desquelles la pression de fluide transmise par les canalisations 181 et 182 et les pistons 191 et 192 agit par l'intermédiaire des câbles 201 et 202 fixés aux pistons 191, 192 respectivement, et aux têtes, de centre 151 et 152, de biellettes par les moyens 13.

20 Lorsque la rotation est de  $-\Theta$ , le rôle des câbles 71 et 72 ainsi que des pistons 171 et 172 est inversé.

Les mouvements de la masse 10 et de l'antenne 1 seront toujours antagonistes comme expliqués dans la description correspondant à la figure 2 et à l'explication ci-dessus du mode de fonctionnement des moyens de transmission à distance de la loi de balourd. 25

30 Les modes de réalisation des figures 2 et 3 ne sont pas limitatifs. Tout mode de réalisation dans lequel la loi de balourd du mécanisme placé en porte-à-faux et animé d'un mouvement de rotation autour d'un axe est reproduite à distance et de façon antagoniste ne sort pas du cadre de la présente invention.

RE VENDICATIONS

1. Système d'équilibrage d'un couple de balourd pour un élément disposé en porte-à-faux par rapport à son axe de rotation autour duquel il peut pivoter dans un sens ou dans l'autre, caractérisé en ce que la loi de balourd est reproduite à distance et de façon antagoniste par une masse d'équilibrage à laquelle elle est communiquée par des moyens de transmission.

5 2. Système d'équilibrage de balourd selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend des deuxièmes moyens de transmission analogues aux premiers moyens, les premiers et deuxièmes moyens de transmission provoquant des déplacements opposés de la 10 masse d'équilibrage (10) pour deux angles de rotation opposés de l'élément en porte-à-faux (1).

15 3. Système d'équilibrage de balourd selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le premier dispositif de transmission comprend une poulie (6) solidaire de l'élément en porte-à-faux (1) et de même axe de rotation et un câble (71) fixé par une extrémité sur la poulie (6) qui vient s'enrouler ou se dérouler autour de ladite poulie selon le sens de rotation dudit élément en porte-à-faux et agit sur la tête (151) d'une biellette qui en tournant autour 20 d'un axe de rotation parallèle à l'axe de rotation dudit élément en porte-à-faux provoque le déplacement antagoniste de ladite masse d'équilibrage.

25 4. Système d'équilibrage de balourd selon la revendication 3, caractérisé en ce que le câble (71) est directement relié par son autre extrémité à ladite tête (151) de biellette et coulisse dans une gaine (81).

30 5. Système d'équilibrage de balourd selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'autre extrémité du câble (71) est reliée à un premier piston (171) dont le déplacement à l'intérieur d'une canalisation (181) remplie de fluide provoque le déplacement antagoniste d'un second piston (191) auquel est fixée la première extrémité d'un deuxième câble (201), l'autre extrémité dudit deuxième câble (201) étant raccordée à ladite tête (151) de biellette.

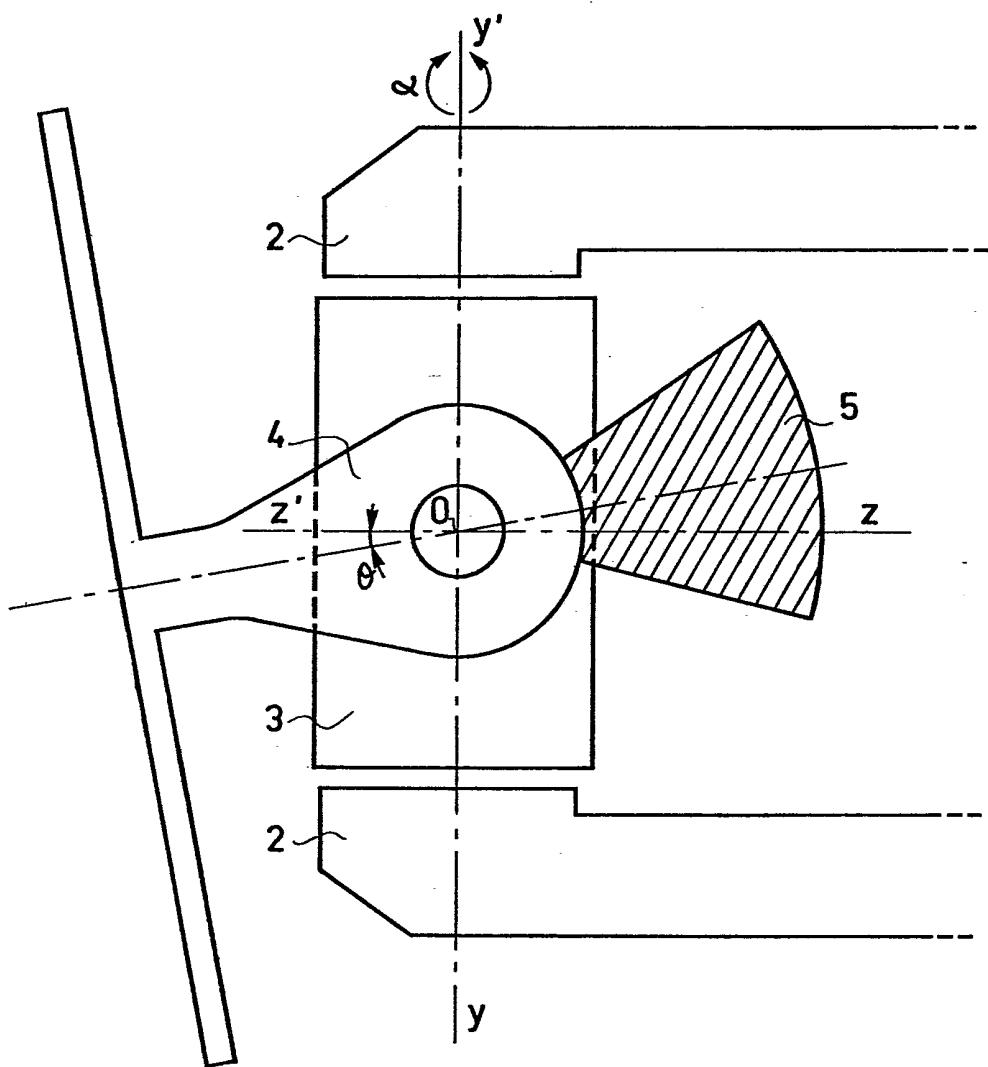
6. Utilisation du système selon l'une quelconque des revendications 2 à 5 pour équilibrer le balourd d'une antenne de radar aéroporté.

5       7. Antenne de radar aéroporté, caractérisée en ce que, l'antenne étant disposée en porte-à-faux par rapport à l'axe de rotation qui la porte, son balourd est équilibré par un système selon l'une quelconque des revendications 2 à 5.

10      8. Antenne de radar aéroporté selon la revendication 7, caractérisée en ce que la masse d'équilibrage et les biellettes qui la supportent sont disposés à l'intérieur de la partie fixe de la mécanique d'antenne.

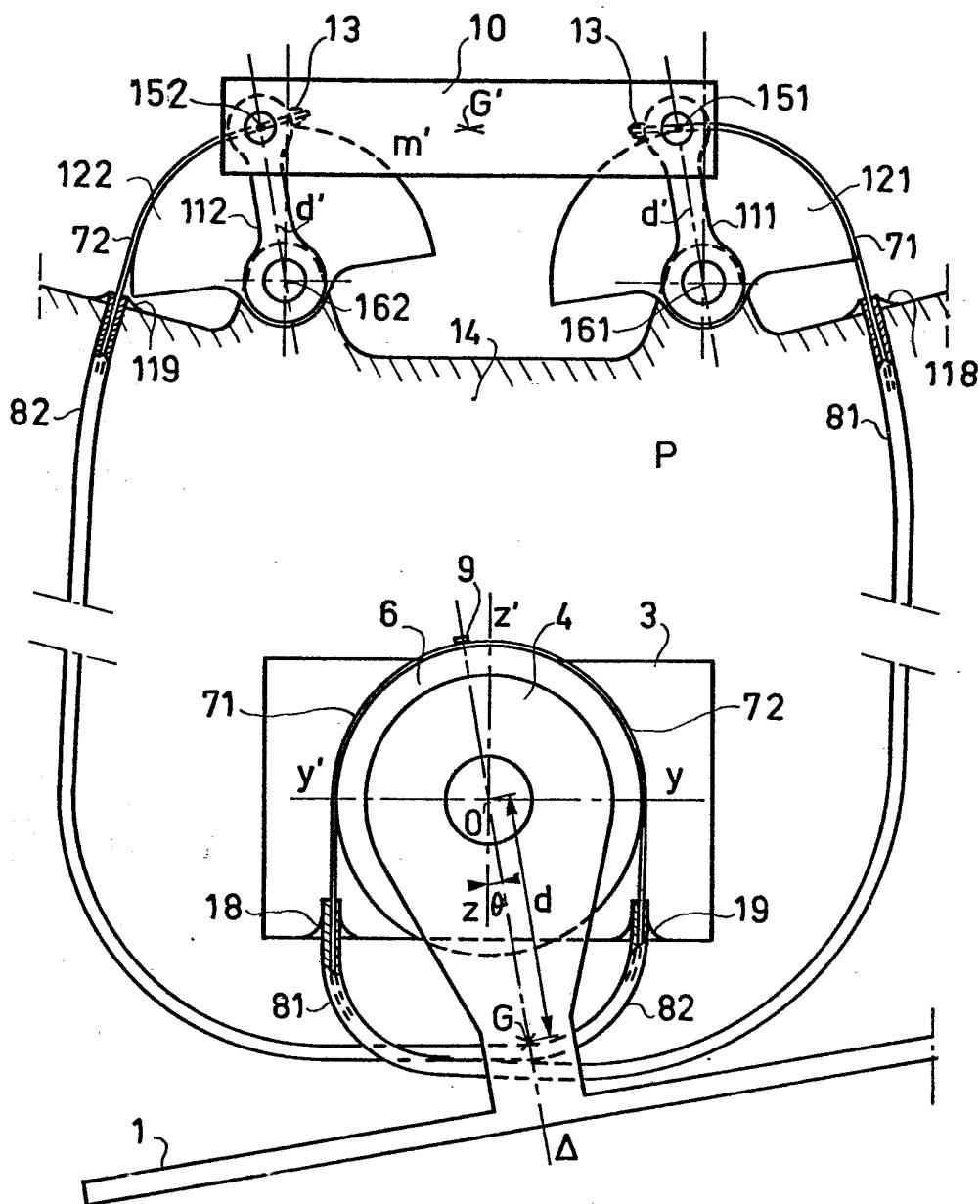
1/3

FIG.1



2/3

FIG. 2



3/3

FIG. 3

