



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
05.03.2014 Bulletin 2014/10

(51) Int Cl.:
F42B 10/64 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **13182416.1**

(22) Date de dépôt: **30.08.2013**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME

(72) Inventeur: **Roy, Richard**
18023 Bourges Cedex (FR)

(74) Mandataire: **Chaillot, Geneviève et al**
Cabinet Chaillot
16-20 Avenue de l'Agent Sarre
B.P. 74
92703 Colombes Cedex (FR)

(30) Priorité: **31.08.2012 FR 1202359**

(71) Demandeur: **Nexter Munitions**
78034 Versailles (FR)

(54) **Projectile à gouvernes orientables et procédé de commande des gouvernes d'un tel projectile**

(57) L'invention concerne un procédé de pilotage d'un projectile et le projectile associé tel que le projectile à gouvernes (2) orientables en incidence comporte au moins trois gouvernes (2) pouvant chacune pivoter par rapport au projectile autour d'un axe de pivotement (7) perpendiculaire à l'axe longitudinal (X) du projectile, projectile caractérisé en ce qu'il comporte une bague d'orientation (5) des gouvernes (2), bague (5) comportant autant de bras (6) qu'il y a de gouvernes (2), bague (5)

pouvant se translater dans un plan (P) perpendiculaire à l'axe longitudinal (X) du projectile et suivant au moins deux directions de ce plan (P), bague d'orientation pouvant tourner sur elle-même autour de son centre (5b) parallèle à l'axe longitudinal (X) du projectile, chaque bras (6) comportant des moyens (77) coopérant avec un levier d'orientation (3) solidaire d'une gouverne (2) pour pouvoir entraîner un pivotement de la gouverne (2) autour de son axe de pivotement (7) lors de la translation de la bague (5) par un moyen de positionnement (8).

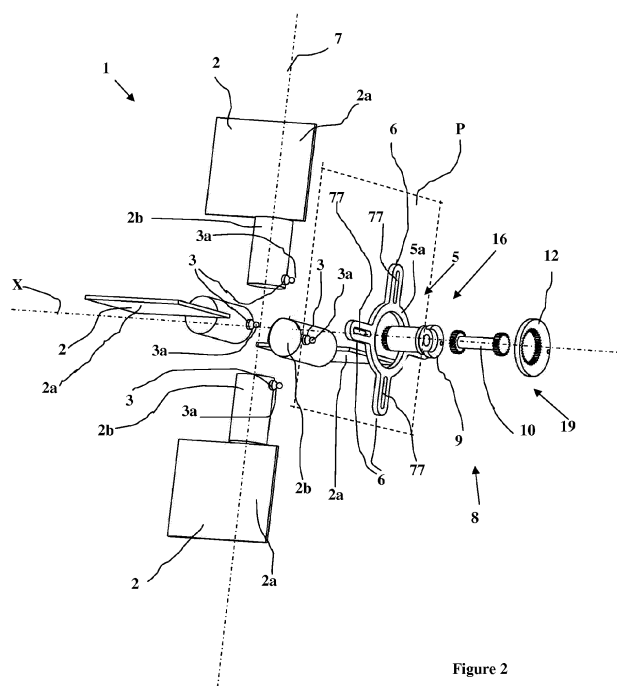


Figure 2

Description

[0001] Le domaine technique de l'invention est celui des projectiles guidés par des gouvernes orientables en incidence.

[0002] Pour guider un projectile jusqu'à son but il est connu d'avoir recours à des gouvernes placées sur le pourtour du projectile, soit en empennage soit en position avant (gouvernes dites canard). L'incidence des gouvernes est adaptée en vol en fonction de la trajectoire que l'on souhaite donner au projectile. Le pilotage de l'incidence est assuré par des moteurs électriques le plus souvent. Le brevet US7246539 décrit ainsi un dispositif de pilotage de gouvernes de projectile comportant quatre gouvernes ainsi que des trains d'engrenages associés à des moteurs permettant de régler l'incidence des gouvernes.

[0003] Ce type de dispositif nécessite de connaître la position angulaire exacte tant en incidence qu'en roulis de chaque gouverne pour lui faire adopter la position convenable pour faire suivre la trajectoire voulue au projectile. Le projectile étant soumis à un roulis qui peut être très important, en particulier s'il est tiré depuis une arme à canon rayé, il est donc nécessaire de réaliser des corrections continues de l'incidence des gouvernes.

[0004] Ces corrections doivent se faire extrêmement rapidement ce qui nécessite des moyens de calcul rapide et des mouvements rapides des gouvernes. Ceci génère des pics de courant, provoque une commande par à-coup des moteurs et provoque la génération de champs magnétiques intenses et irréguliers de la part des moteurs. Ces champs perturbent les moyens de guidage du projectile tels les autoguides ou d'autres moyens de détection. En outre la solution proposée par US7246539 est complexe en terme de nombre d'engrenages et de pièces de transmission des mouvements.

[0005] Ainsi l'invention se propose de résoudre le problème de complexité du réglage de l'incidence des gouvernes en fonction de leur position angulaire autour du projectile,

[0006] L'invention permet aussi de réduire les sollicitations nombreuses et brutales des moteurs.

[0007] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante, description faite en référence aux dessins annexés dans laquelle

La figure 1 représente un projectile en vol selon l'invention.

La figure 2 représente une vue éclatée d'un dispositif de commande selon l'invention.

La figure 3 représente une vue éclatée d'un dispositif de commande selon une variante de l'invention.

La figure 4 représente une vue en coupe transversale d'un dispositif de commande selon l'invention dans une configuration neutre.

La figure 5 représente une vue en coupe transversale d'un dispositif de commande selon l'invention dans une configuration de correction de trajectoire

d'amplitude maximale (gouvernes braquées au maximum).

La figure 6 est une vue analogue à la figure 5 pour une position angulaire du projectile différente.

La figure 7 est une vue de côté du dispositif de commande dans une configuration de gouvernes braquées au maximum.

La figure 8 représente une vue éclatée d'un moyen de positionnement.

La figure 9 représente une vue du moyen de positionnement assemblé.

La figure 10 représente une vue en coupe transversale du projectile durant une première phase de pilotage.

La figure 11 représente une vue en coupe transversale du projectile durant une seconde phase de pilotage intervenant après la phase de la figure 10.

La figure 12 représente une vue de détails grossie et simplifiée de la figure 11.

La figure 13 représente une vue en coupe longitudinale d'un moyen de positionnement selon une variante de l'invention.

La figure 14 représente une vue en coupe transversale A-A du moyen de positionnement de la figure 13, la trace du plan AA étant repérée à la figure 13.

[0008] Ainsi l'invention porte sur un projectile à gouvernes orientables en incidence comportant au moins trois gouvernes pouvant chacune pivoter par rapport au projectile autour d'un axe de pivotement perpendiculaire à l'axe longitudinal du projectile, projectile **caractérisé en ce qu'il** comporte une bague d'orientation des gouvernes, bague comportant autant de bras qu'il y a de gouvernes, bague pouvant se translater dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal du projectile et suivant au moins deux directions de ce plan, bague d'orientation pouvant tourner sur elle-même autour de son centre parallèle à l'axe longitudinal du projectile, chaque bras comportant des moyens coopérant avec un levier d'orientation solidaire d'une gouverne pour pouvoir entraîner un pivotement de la gouverne autour de son axe de pivotement lors du déplacement de la bague, la translation de la bague étant assurée par un moyen de positionnement du centre de la bague dans le plan relativement à un repère absolu centré sur l'axe longitudinal du projectile.

[0009] Selon un premier mode de réalisation, le moyen de positionnement comporte un disque positionné dans un alésage central de la bague et qui comporte une ouverture circulaire excentrée par rapport au centre du disque afin de déplacer le centre de la bague par la rotation du disque.

[0010] Avantagusement, le moyen de positionnement du centre de la bague dans les deux directions du plan P comporte une came coopérant avec l'ouverture circulaire excentrée du disque, cette ouverture circulaire excentrée comportant une couronne à denture intérieure engrenant avec un pignon centré sur l'axe longitudinal

du projectile, les rotations combinées du pignon et de la came permettant le déplacement du disque.

[0011] Selon un second mode de réalisation, le moyen de positionnement comporte un disque positionné dans un alésage central de la bague et qui comporte une liaison glissière orientée parallèlement à un diamètre du disque et destinée à permettre le déplacement du disque radialement par rapport à un plateau coaxial à l'axe de roulis, le disque comportant une crémaillère parallèle à la glissière, crémaillère engrénant avec un pignon porté par un arbre secondaire coaxial à l'axe de roulis.

[0012] L'invention porte également sur un procédé de commande des gouvernes d'un projectile destiné à orienter le projectile selon une direction donnée D transversale au projectile, procédé selon un premier mode de réalisation **caractérisé en ce qu'il** comporte successivement les étapes suivantes:

- faire tourner le moyen de positionnement en sens inverse du roulis du projectile afin de compenser la rotation du projectile,
- faire pivoter la came et le disque de manière à ce que leurs points d'excentration maximaux respectifs soient diamétralement opposés et que l'alignement A formé par ces points soit perpendiculaire à la direction visée,
- faire pivoter simultanément et en sens inverse le disque et la came d'une même valeur angulaire de manière à rapprocher chacun des points d'excentration de la direction visée, ce qui déplace le centre de la bague dans la direction voulue et selon une amplitude de mouvement voulue.

[0013] Selon un autre mode de réalisation de l'invention, le procédé d'orientation du projectile selon une direction donnée D transversale au projectile, est **caractérisé en ce qu'il** comporte successivement les étapes suivantes:

- faire tourner le moyen de positionnement en sens inverse du roulis du projectile afin de compenser la rotation du projectile,
- faire pivoter le plateau d'un angle Φ de manière à ce que la glissière soit parallèle à la direction donnée D, tout en compensant la rotation du projectile et en faisant tourner l'arbre secondaire simultanément d'une même valeur angulaire et dans le même sens pour conserver le disque centré sur l'axe de roulis X,
- faire glisser le disque dans la direction donnée D par rotation de l'arbre secondaire jusqu'à ce que l'excentration E entre centre du disque et axe de roulis X donne l'amplitude de correction voulue.

[0014] Selon la figure 1 un projectile 100 en vol comporte un corps 103 sensiblement cylindrique. Ce projectile 100 comporte en partie arrière un empennage 101 qui comporte lui-même des ailerons 102 à incidence fixe destinés à stabiliser le projectile 100 selon ses axes de

tangage Y et lacet Z. Le projectile est animé d'un mouvement de rotation R autour de son axe longitudinal dit axe de roulis X.

[0015] Situé en partie avant du projectile 100, se trouvent des gouvernes 2 solidaires du projectile et pouvant chacune pivoter sur un axe de gouverne perpendiculairement à l'axe de roulis de manière à modifier leur incidence et par voie de conséquence, faire adopter une trajectoire souhaitée au projectile 100. Les gouvernes 2 étant solidaires du projectile 100, sont aussi animées du même mouvement de rotation R autour de l'axe de roulis que le projectile 100.

[0016] En partie avant du projectile 100, au voisinage des gouvernes 2, se situe une ogive 104 abritant un dispositif de pilotage 1 destiné à orienter en incidence les gouvernes 2 du projectile 100 en réponse à une loi de guidage programmée dans un autoguidage (non représenté).

[0017] Selon la figure 2, le dispositif de pilotage 1 comporte les éléments suivants: des gouvernes 2 solidaires du projectile et orientables en incidence par pivotement autour d'axes 7 perpendiculaires à l'axe longitudinal de roulis X.

[0018] Les gouvernes 2 sont représentées ici dans leur position déployée. Chaque gouverne 2 comporte un plan directeur 2a dont la base est solidaire d'un pied de gouverne 2b monté pivotant par rapport au corps de projectile. Chaque plan directeur 2a est destiné à influencer par son pivotement autour de l'axe 7 les appuis aérodynamiques du projectile pour modifier sa trajectoire. Chaque gouverne 2 comporte perpendiculairement à son axe de pivotement 7 un levier 3 solidaire du pied de gouverne 2b de la gouverne 2. L'extrémité libre 3a du levier 3 dirigée vers l'avant du projectile est de forme sphérique. Le pied de gouverne 2b pourra comporter ou être associé à des moyens de déploiement non représentés (tels que décrits dans le brevet FR2955653 ou dans le brevet EP1550837 par exemple).

[0019] Le dispositif de pilotage comporte une bague 5 dite bague d'orientation des gouvernes. Cette bague 5 comporte une partie annulaire 5a et autant de bras 6 que le projectile comporte de gouvernes 2. Chaque bras 6 est solidaire de la partie annulaire 5a et s'étend radialement à la partie annulaire 5a. La bague d'orientation 5 et chaque bras sont situés dans un plan P perpendiculaire à l'axe de roulis X du projectile. La bague 5 est maintenue dans son plan P par des moyens de guidage non représentés, par exemple entre deux plaques fixes solidaires du corps de projectile.

[0020] Chaque bras 6 de la bague 5 comporte une rainure longitudinale 77 destinée à recevoir l'extrémité sphérique 3a des leviers 3. La rainure 77 laisse coulisser la sphère 3a dans le sens de la longueur de la rainure 77 et dans le sens de l'épaisseur du bras 6.

[0021] Selon une variante illustrée à la figure 3, chaque sphère 3a est destinée à correspondre avec une ouverture 4a d'un chariot 4. Le chariot 4 comporte des moyens de guidage 4b destinés à coopérer avec des rainures

(non représentées) fixes par rapport au corps de projectile et destinées à former des liaisons glissières orthogonales à l'axe de roulis X du projectile.

[0022] Le premier moyen de guidage comporte ainsi une barrette prismatique 4b destinée à correspondre avec une rainure du corps du projectile 100 (rainure non représentée). La barrette 4b peut librement coulisser dans la rainure, perpendiculairement à l'axe de pivotement 7 de la gouverne et parallèlement au plan P de la bague 5.

[0023] Le second moyen de guidage 4c est solidaire du premier moyen de guidage 4b et comporte une paire de rails 4c orientés parallèlement à l'axe de pivotement 7 de la gouverne 2 et guidant un bras 6 de la bague 5. Chaque chariot 4 est destiné à faciliter les mouvements de la sphère 3a du levier 3 par rapport aux bras 6. En particulier, il permet à l'extrémité sphérique de coulisser avec une plus grande amplitude dans le sens de l'épaisseur du bras 6.

[0024] La bague 5 peut être translatée dans toutes les directions du plan P (voir figure 2) perpendiculairement à l'axe de roulis X.

[0025] La figure 4 montre le positionnement de la bague 5 lorsque les gouvernes 2 sont au neutre (plan des gouvernes parallèle à l'axe de roulis X). La bague 5 est alors coaxiale à l'axe de roulis X. Sur la figure 5, cette position dite neutre ou position initiale de la bague 5 au départ du coup, est représentée en pointillés. La translation dans une direction D de la bague 5 depuis la position neutre jusqu'à la position de la bague 5 représentée en traits pleins, engendre une composante d'efforts normaux aux bras 6b qui sont perpendiculaires au déplacement D. Cette composante entraîne alors le pivotement des gouvernes 2b via les leviers 3 (leviers 3 mieux vus à la figure 2).

[0026] Les rainures 77 des bras 6a (figure 5) qui sont orientées parallèlement à la direction D de déplacement de la bague 5 coulisseront par rapport aux leviers 3, n'entraînant ainsi aucun pivotement des gouvernes 2a associées.

[0027] Comme on peut le voir à la figure 6, la rotation en vol du projectile autour de son axe de roulis X (ou axe longitudinal) engendre la rotation des gouvernes 2 autour de cet axe X. La bague 5 est de fait entraînée en rotation autour de son propre axe par les leviers 3 des gouvernes 2.

[0028] Un moyen de positionnement 8 détaillé plus loin, permet de modifier la position du centre 5b de la bague 5 dans le plan P par rapport à un repère absolu centré sur l'axe X (repère fourni par un système de positionnement par satellites ou GPS ou par une centrale de navigation inertielle embarquée par exemple).

[0029] Ainsi un décalage entre le centre de rotation 5b de la bague 5 et l'axe longitudinal X du projectile pourra être établi. Ce décalage T correspond à une distance radiale entre l'axe X du projectile et le centre 5b de la bague 5, il est représenté sur la figure 6.

[0030] Au fur et à mesure de la rotation des bras 6 de

la bague 5, lorsque ceux-ci se rapprochent de la direction D, les gouvernes sont progressivement mises au neutre. A l'inverse lorsque les bras tournent jusqu'à un angle de 90° par rapport à la direction D, les gouvernes 2 pivotent jusqu'à l'angle de braquage maximal qui est directement relié à l'amplitude du décalage T entre le centre 5b de la bague 5, dans sa position centrale d'origine, et la position actuelle du centre de la bague 5.

[0031] Sur la figure 6 on voit donc qu'avec un tel déplacement de la bague 5 dans la direction D, les leviers 3 de chaque gouverne 2 sont ou non entraînés en pivotement par le bras 6 de la bague 5 associé audit levier.

[0032] Ainsi sur la figure 5 on voit que lorsque l'axe de pivotement 7 d'une gouverne 2a se trouve aligné avec la direction D de déplacement de la bague 5 (direction considérée radialement à l'axe de roulis X), cette gouverne 2a n'est pas pivotée par rapport à son axe 7 (elle est au neutre). Ceci est donc le cas pour les deux gouvernes horizontales 2a sur la figure 5.

[0033] Inversement les deux autres gouvernes 2b qui sont perpendiculaires aux gouvernes 2a, ont leur axe de pivotement 7 qui est décalé d'un écart E par rapport à la direction du bras 6 associé porté par la bague 5. Dans la position angulaire des gouvernes de la figure 5, l'écart E est égal au décalage T donné à la bague 5. Il en résulte un pivotement de ces gouvernes 2b qui est commandé par les bras 6. L'incidence α , est maximale pour ces gouvernes 2b dont les axes sont perpendiculaires à la direction D (figures 5, 6 et 7).

[0034] Ainsi, comme on le voit aux figures 5 et 6, lorsque les gouvernes tournent autour de l'axe de roulis X, plus l'angle formé par l'axe de pivotement 7 de la gouverne et la direction D s'approche de 90° plus le décalage E entre le bras 6 de la bague 5 et l'axe de pivotement 7 de la gouverne associée 2 augmente jusqu'à la valeur maximale $E=T$. Ceci entraînant ainsi une rotation de la gouverne 2 autour de son axe de pivotement 7, ce qui donne une incidence non nulle α aux gouvernes 2 comme on le voit à la figure 7. L'incidence maximale est obtenue pour les positions des gouvernes avec leur axe 7 perpendiculaire à la direction D. L'incidence diminue lorsque l'angle α passe de 90° à 180° et croît à nouveau lorsque l'angle α passe de 180° à 270°.

[0035] On perçoit nettement en comparant la figure 5 et la figure 6 que l'angle d'incidence α maximal pour une gouverne 2b sera atteint (pour une position donnée de la bague 5) lorsqu'un angle de 90 degrés entre l'axe de pivotement 7 de la gouverne 2b et la direction D sera atteint.

[0036] Ainsi chaque gouverne étant animée d'un mouvement de rotation R autour du projectile va de manière cyclique passer par une incidence nulle puis une incidence maximale et ceci deux fois de suite durant un seul tour autour du projectile 100.

[0037] On a noté que la direction D de déplacement de la bague 5 correspond à la direction de la correction de trajectoire souhaitée pour le projectile.

[0038] Plus le décalage T à la figure 5 entre le centre

5b de la bague 5 et l'axe de roulis X est important et plus l'incidence maximale apportée à chaque gouvernes 2 lors de son passage à la perpendiculaire de la direction D est également important (c'est à dire plus l'angle α de la figure 7 est important).

[0039] Ce dispositif permet ainsi un réglage aisé de la correction à apporter à la trajectoire du projectile sans nécessiter de connaître à tout moment la position angulaire de chaque gouverne par rapport à la direction que l'on souhaite donner au projectile.

[0040] Ainsi l'orientation du projectile dans une direction D est déterminée par le vecteur passant par le centre 5b de la bague 5 et l'axe de roulis X du projectile.

[0041] L'amplitude du décalage radial T suivant cette direction D (décalage du centre 5b de la bague par rapport à l'axe de roulis X) donne l'amplitude de la correction donnée (valeur de l'angle de braquage α donné aux gouvernes).

[0042] Ce positionnement est obtenu comme cela va maintenant être décrit à l'aide d'un moyen de positionnement 8.

[0043] Selon la figure 2, le dispositif de commande 1 comporte un moyen de positionnement 8 destiné à déplacer et positionner le centre 5b de la bague 5 avec un décalage T plus ou moins important par rapport au centre du projectile X et dirigé dans la direction ou l'on souhaite orienter le projectile.

[0044] Le moyen de positionnement 8 est représenté de façon éclatée à la figure 8 et assemblée à la figure 9. Il comporte un moyen de positionnement excentrique primaire 16 et un moyen de positionnement excentrique secondaire 19.

[0045] Le moyen de positionnement excentrique primaire 16 comporte une came 9 en forme de portion de disque solidaire d'une première extrémité d'un arbre primaire 10 tubulaire d'axe X, donc coaxial au projectile. La came 9 est excentrée d'une valeur R1 par rapport à l'axe de roulis X et comporte un évidement 51 à profil cylindrique d'axe X. La seconde extrémité de l'arbre primaire 10 comporte une denture externe 18 destinée à faire tourner l'arbre primaire 10 autour de l'axe de roulis X au moyen d'un premier moteur non représenté.

[0046] Le moyen de positionnement excentrique secondaire 19 comporte un disque 12 comportant lui-même une ouverture circulaire 13. L'ouverture circulaire 13 comporte une couronne à denture intérieure 23. L'ouverture circulaire 13 est destinée à recevoir la came 9 du moyen de positionnement primaire 16 précédemment décrit.

[0047] L'ouverture circulaire 13 a son centre confondu avec celui de la came 9, et elle est excentrée par rapport au centre du disque 12 d'une valeur R2.

[0048] Le moyen de positionnement excentrique secondaire 19 comporte un arbre secondaire 20 qui porte à chacune de ses extrémités des pignons 21 et 22. L'arbre secondaire 20 est destiné à être ajusté dans un alésage 52 de l'arbre primaire 10. Un des pignons 22 est destiné à être placé dans l'évidement 51 de la came 9

et sa denture est destinée à correspondre avec la couronne dentée 23 du disque 12.

[0049] L'autre pignon 21 est positionné au voisinage de la denture 18 de l'arbre primaire 10. Ce dernier pignon 21 est destiné à engrener avec un second moteur (non représenté).

[0050] La figure 9 permet de voir le moyen de positionnement 8 assemblé avec les moyens de positionnement primaire et secondaire en place l'un par rapport à l'autre.

[0051] Les deux moyens de positionnement excentriques 16 et 19 comportent chacun un point d'excentration maximale. Ce point est localisé par un cercle C1 sur la came 9 et donne l'excentration maximale de la came 9 vis à vis de l'axe de roulis X. Sur le disque 12, le cercle C2 donne le point d'excentration maximal du disque 12 vis à vis du centre de la came 9.

[0052] Sur les figures 4, 5, 6, 9, 10, 12 on notera que l'alésage intérieur 5c de la bague 5 coopère avec la circonférence du disque 12. La bague 5 et le disque 12 sont ajustés l'un par rapport à l'autre de manière à permettre la rotation de la bague 5 par glissement autour du disque 12. Le centre 5b de la bague 5 est confondu avec celui du disque 12. De ce fait, la bague 5, tout comme le disque 12 est excentrée d'une valeur R2 par rapport au centre de la came 9.

[0053] Afin d'orienter le projectile, la translation de la bague 5 dans le plan P s'opère en trois phases depuis une position dite neutre correspondant au vol rectiligne du projectile. Dans une telle position représentée à la figure 4, les points d'excentration maximale C1 et C2 de la came 9 et du disque 12 sont diamétralement opposés par rapport l'axe de roulis X du projectile 100 formant ainsi un alignement A avec le centre du pignon 22 (centré sur l'axe de roulis X).

[0054] Dans cette configuration, le centre 5b de la bague 5 est confondu avec l'axe de roulis X. Les gouvernes sont alors au neutre.

[0055] En vol, les gouvernes (non représentées), tournent avec le projectile autour de l'axe longitudinal X et entraînent en rotation la bague 5. Le maintien de cette position neutre des gouvernes est assuré par un entraînement par les moteurs de l'arbre primaire 10 et de l'arbre secondaire 20 de manière à compenser en continu la rotation du projectile. Les arbres primaires 10 et secondaires 20 tournent alors tous deux à la même vitesse $-\Omega$ qui est égale et opposée à la vitesse de rotation Ω du projectile. Ainsi le disque 12 et la came 9 sont immobiles dans le repère absolu tel qu'à la figure 4 et leur position est en permanence connue de l'autodirecteur. En l'absence de décalage du centre 5b de la bague 5 par rapport à l'axe de roulis X du projectile, les gouvernes sont ainsi maintenues au neutre.

[0056] Dans une seconde phase, illustrée à la figure 10, une correction de trajectoire suivant une direction D doit être commandée. Les deux moteurs vont tout d'abord orienter, selon un mouvement de rotation M, le disque 12 et la came 9 de telle façon que l'alignement A formé par les points d'excentration maximale C1 et C2

et l'axe de roulis X soient perpendiculaires à la direction D qui est visée. Cette orientation se fait en donnant un différentiel aux vitesses de rotation des moteurs par rapport à la vitesse de rotation du projectile sur lui-même. On donnera à ces moteurs une vitesse égale à $-\Omega \pm \theta$ avec un projectile tournant à la vitesse Ω . Cette orientation est obtenue par rotation simultanée, dans le même sens et à une même vitesse angulaire $\pm \theta$ du disque 12 et de la came 9. L'Homme du métier choisira les vitesses de rotation des moteurs et leur sens de rotation en fonction des rapports de transmission entre les différents pignons et couronnes et en fonction du sens de montage relatif de chaque moteur.

[0057] Dans une troisième phase, illustrée à la figure 11, les deux moteurs vont tourner dans le but de rapprocher chacun des points d'excentration maximale C1 et C2 de la direction D choisie. Pour cela les moteurs sont actionnés simultanément avec des vitesses identiques mais de sens opposés de façon à orienter le point d'excentration C2 du disque 12 d'un angle α_1 par rapport à la direction D et à orienter le point d'excentration C1 de la came 9 d'un angle $-\alpha_1$ par rapport à la direction D (voir figures 11 et 12). On donnera pour cela à un moteur une vitesse égale à $-\Omega + b$ tandis que l'autre moteur aura une vitesse égale à $-\Omega - b$. Ω est la valeur absolue de la vitesse de rotation instantanée du projectile et b est une valeur absolue d'une vitesse retranchée ou ajoutée à Ω pour faire pivoter le disque 12 et la came 9. Les vitesses θ et b seront choisies constantes ou variables par l'homme du métier en fonction de la vivacité de la correction à apporter à la trajectoire du projectile.

[0058] Ce faisant, le centre 5b de la bague 5 va alors glisser dans le plan P selon la direction D avec un décalage T par rapport à l'axe de roulis X.

[0059] Ce décalage a pour valeur $T = R_1 \cos \alpha_1 + R_2 \cos \alpha_2$ et il donne l'amplitude de la correction qui est apportée suivant la direction D (figure 12).

[0060] L'essentiel est donc de pouvoir déplacer la bague 5 dans les deux directions du plan P par un moyen de positionnement 8. On évite ainsi l'emploi d'un moteur pour chaque gouverne. On évite surtout les sollicitations rapides et intempestives de ces moteurs et les calculs complexes et relativement longs pour déterminer les corrections d'incidence à assurer en permanence.

[0061] Bien entendu pour assurer l'asservissement des moteurs commandant les pignons 18 et 21 (donc la commande du moyen de positionnement 8) il est nécessaire de maîtriser la position angulaire dans un repère absolu des points d'excentration C1 (pour la came 9) et C2 (pour le disque 12). Une autre solution décrite ci après consiste à maîtriser la position angulaire dans un repère absolu d'un premier point d'excentration et de maîtriser la position angulaire de l'autre point d'excentration relativement au premier point d'excentration maximale.

[0062] Concernant la position angulaire de C1, celle ci est obtenue aisément par la mesure de l'angle de rotation du moteur entraînant le pignon 18, donc la came 9. Ainsi pour connaître la position angulaire de la came 9 dans

le repère absolu il est possible de recourir à l'utilisation d'un capteur optique solidaire du corps du projectile et tournant avec celui ci. La position de ce capteur est précisément connue par rapport au repère absolu fourni par la centrale inertielle du projectile. La position angulaire précise de l'excentration maximale C1 de la came 9 sera lue par le capteur par exemple sur une graduation optique O entourant l'arbre 10 (figure 9). La position angulaire de la came 9 étant ainsi connue, la position angulaire de C2 peut donc être obtenue relativement à la position angulaire de la came 9, par exemple par une mesure magnétique de la rotation du disque 12 autour de la came 9. Pour cela une bande magnétique B est placée au voisinage de la couronne à denture intérieure 13 et une tête de lecture C apte à lire cette bande B est solidaire de la came 9 et collecte l'information de position angulaire entre le disque 12 et la came 9. Cette information angulaire est transmise à un calculateur embarqué chargé de l'asservissement et des commandes via des pistes conductrices P placées sur l'arbre primaire 10 et reliées au curseur C. Ces pistes seront lues par exemple par un capteur inductif ou par des balais. Ces moyens sont illustrés à titre d'exemple à la figure 9.

[0063] Diverses variantes sont possibles sans sortir du cadre de l'invention. Il est en particulier possible de définir un dispositif commandant un nombre de gouvernes différent de quatre, par exemple trois gouvernes ou bien cinq ou six gouvernes. Seul le nombre de bras de la bague 5 devra alors être modifié. Tous les autres moyens de commande seront inchangés.

[0064] Il est possible également de définir un dispositif dans lequel les déplacements de la bague d'orientation 5 sont commandés par un moyen de positionnement 8 de structure différente.

[0065] Ainsi, selon la figure 13, un moyen de positionnement 8 comporte un disque 12 destiné à coopérer avec l'alésage 5c de la bague 5 décrite précédemment. On n'a pas représenté sur cette figure la bague 5 mais les caractéristiques structurales de celle-ci et sa coopération avec les gouvernes sont identiques à ce qui a été décrit précédemment en référence aux figures 2 et 3.

[0066] Conformément à l'invention, le positionnement de la bague 5 dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal du projectile va permettre de commander les gouvernes. Ce positionnement de la bague 5, donc de son centre 5b, est assuré par la commande du déplacement du disque 12 qui est coaxial à la bague 5 et autour duquel cette bague va pouvoir tourner.

[0067] Le disque 12 comporte une liaison glissière 60 correspondant avec un plateau 61 solidaire de l'arbre primaire 10. La liaison glissière pourra être par exemple du type queue d'aronde. Comme on le voit mieux à la figure 14, la liaison glissière 60 est orientée parallèlement à un diamètre du disque 12. Le disque 12 comporte par ailleurs une crémaillère 62 orientée parallèlement à la liaison glissière 60. L'arbre primaire 10 est coaxial à l'axe de roulis X du projectile, il est solidaire du plateau 61 par une de ses extrémités et comporte un pignon primaire

18 à sa seconde extrémité, pignon qui, comme dans le mode de réalisation précédent, engrène avec une motorisation (non représentée).

[0068] Coaxialement à cet arbre primaire 10 se trouve un arbre secondaire 20 comportant un pignon (63 ou 21) à chacune de ses extrémités. Le pignon 21 est entraîné comme dans le mode de réalisation précédent par une motorisation (non représentée). Le pignon 63 engrène avec la crémaillère 62.

[0069] Selon la figure 14, pour déplacer le disque 12 dans le plan P, on opérera tout d'abord une rotation de l'arbre primaire 10 de manière à positionner la glissière 60 parallèlement à la direction D voulue pour une correction de trajectoire donnée, puis une rotation de l'arbre secondaire 20 pour déplacer la crémaillère 62.

[0070] La rotation des arbres primaire 10 et secondaire 20 se fera par des moteurs électriques.

[0071] Dans une première phase on compense la vitesse de rotation Ω du projectile en faisant tourner l'arbre primaire 10 et l'arbre secondaire 20 ensemble d'un angle $-\Omega$ (comme dans le mode de réalisation précédent) Ceci permet de fixer la position du dispositif 8 donc de la crémaillère 62 dans le repère absolu de façon à maintenir le disque 12 coaxial au plateau 61 et à l'axe X de roulis du projectile. Cette position du disque 12 correspondant à une position neutre des gouvernes (sans incidence). On notera que si l'arbre primaire et l'arbre secondaire tournent ensemble avec le projectile et que le disque 12 est centré, alors les gouvernes sont tout de même au neutre et la trajectoire du projectile n'est pas affectée. Cette première phase d'immobilisation du moyen de positionnement dans le repère absolu est là pour donner une référence angulaire aux phases suivantes.

[0072] Dans une seconde phase, une correction de trajectoire suivant une direction D doit être commandée. On commande alors la rotation de l'arbre primaire 10 pour positionner la crémaillère 62 parallèlement à la direction D de la correction de trajectoire souhaitée. Afin que le disque 12 reste coaxial à X durant l'orientation de la crémaillère, l'opération d'orientation de la crémaillère 62 devra donc donner lieu au niveau de l'arbre secondaire 20 à une compensation de la rotation de la crémaillère 62 autour de X. Donc pour une rotation du plateau 61 d'un angle Φ , l'arbre secondaire 20 devra tourner simultanément de la même valeur et dans le même sens.

[0073] Dans une troisième phase enfin, on commande l'axe secondaire 20 pour déplacer la crémaillère 62 dans la direction D souhaitée (figure 14). On excentre ainsi le disque 12 d'une valeur E par rapport à l'axe de roulis X. Le disque 12 étant entouré par la bague 5 (non représentée sur les figures 13 et 14) fait glisser celle ci dans le plan P agissant ainsi sur l'inclinaison des gouvernes du projectile.

[0074] Bien entendu pour assurer l'asservissement des moteurs commandant les pignons 18 et 21 (donc la commande du moyen de positionnement 8) il est nécessaire de maîtriser la position angulaire dans un repère absolu de la crémaillère 62 ainsi que l'amplitude (E) du

déplacement de cette crémaillère.

[0075] La position angulaire est obtenue aisément comme dans le mode de réalisation précédent par des capteurs de mesure optiques de la rotation des moteurs entraînant ces pignons. La position de la crémaillère 62 par rapport au plateau 61 est obtenu à l'aide par exemple d'un capteur solidaire du plateau 61 et lisant la position de repères réalisés sur le de disque 12 (par exemple des dents de la crémaillère 62).

Revendications

1. Projectile (100) à gouvernes (2) orientables en incidence comportant au moins trois gouvernes (2) pouvant chacune pivoter par rapport au projectile (100) autour d'un axe de pivotement (7) perpendiculaire à l'axe longitudinal (X) du projectile (100), projectile **caractérisé en ce qu'il** comporte une bague d'orientation (5) des gouvernes (2), bague (5) comportant autant de bras (6) qu'il y a de gouvernes (2), bague (5) pouvant se translater dans un plan (P) perpendiculaire à l'axe longitudinal (X) du projectile et suivant au moins deux directions de ce plan (P), bague d'orientation pouvant tourner sur elle-même autour de son centre (5b) parallèle à l'axe longitudinal (X) du projectile, chaque bras (6) comportant des moyens (77) coopérant avec un levier d'orientation (3) solidaire d'une gouverne (2) pour pouvoir entraîner un pivotement de la gouverne (2) autour de son axe de pivotement (7) lors du déplacement de la bague (5), la translation de la bague (5) étant assurée par un moyen de positionnement (8) du centre de la bague (5b) dans le plan (P) relativement à un repère absolu centré sur l'axe longitudinal (X) du projectile.
2. Projectile à gouvernes orientables en incidence, selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le moyen de positionnement (8) comporte un disque (12) positionné dans un alésage central (5c) de la bague (5) et qui comporte une ouverture circulaire (13) excentrée par rapport au centre du disque (12) afin de déplacer le centre (5b) de la bague (5) par la rotation du disque (12).
3. Projectile à gouvernes orientables en incidence, selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le moyen de positionnement du centre de la bague dans les deux directions du plan P comporte une came coopérant avec l'ouverture circulaire excentrée (13) du disque 12, cette ouverture circulaire excentrée (13) comportant une couronne à denture intérieure (23) engrenant avec un pignon (22) centré sur l'axe longitudinal (X) du projectile, les rotations combinées du pignon (22) et de la came (9) permettant le déplacement du disque (12).
4. Projectile à gouvernes orientables en incidence, se-

lon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le moyen de positionnement (8) comporte un disque (12) positionné dans un alésage central (5c) de la bague (5) et qui comporte une liaison glissière (60) orientée parallèlement à un diamètre du disque (12) et destinée à permettre le déplacement du disque (12) radialement par rapport à un plateau (61) coaxial à l'axe de roulis (X), le disque (12) comportant une crémaillère (62) parallèle à la glissière (60), crémaillère (62) engrénant avec un pignon (63) porté par un arbre secondaire (20) coaxial à l'axe de roulis (X).

5. Procédé de commande des gouvernes d'un projectile selon la revendication 3 destiné à orienter le projectile selon une direction donnée D transversale au projectile, procédé **caractérisé en ce qu'il** comporte successivement les étapes suivantes:

- faire tourner le moyen de positionnement (8) en sens inverse du roulis du projectile (100) afin de compenser la rotation du projectile (100),
- faire pivoter la came et le disque de manière à ce que leurs points d'excentration maximale (C1,C2) respectifs soient diamétralement opposés et que l'alignement A formé par ces points (C1,C2) soit perpendiculaire à la direction (D) visée,
- faire pivoter simultanément et en sens inverse le disque (12) et la came (9) d'une même valeur angulaire de manière à rapprocher chacun des points d'excentration (C1,C2) de la direction (D) visée, ce qui déplace le centre (5b) de la bague (5) dans la direction voulue et selon une amplitude de mouvement voulue.

6. Procédé de commande des gouvernes d'un projectile selon la revendication 4 destiné à orienter le projectile selon une direction donnée D transversale au projectile, procédé **caractérisé en ce qu'il** comporte successivement les étapes suivantes:

- faire tourner le moyen de positionnement (8) en sens inverse du roulis du projectile (100) afin de compenser la rotation du projectile (100),
- faire pivoter le plateau (61) d'un angle Φ de manière à ce que la glissière (62) soit parallèle à la direction donnée D, tout en compensant la rotation du projectile et en faisant tourner l'arbre secondaire (20) simultanément d'une même valeur angulaire et dans le même sens pour conserver le disque (12) centré sur l'axe de roulis X.
- faire glisser le disque (12) dans la direction donnée D par rotation de l'arbre secondaire (20) jusqu'à ce que l'excentration E entre centre du disque (12) et axe de roulis X donne l'amplitude de correction voulue.

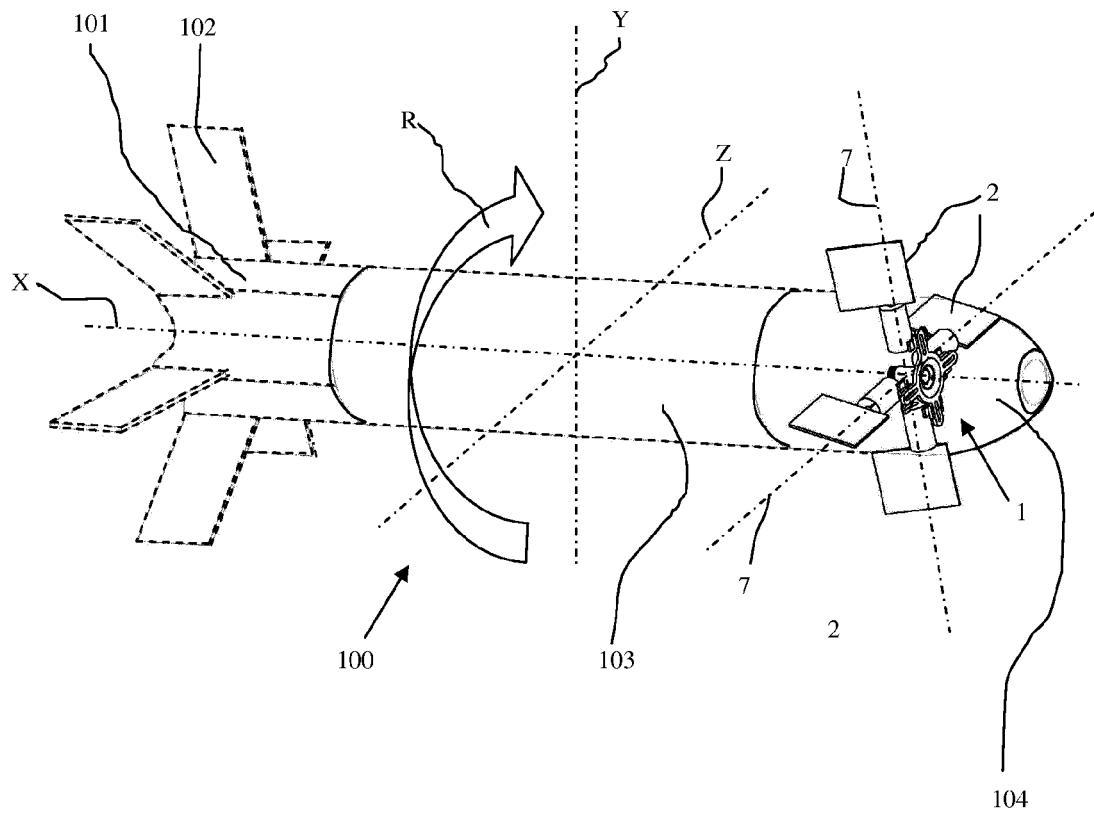


Figure 1

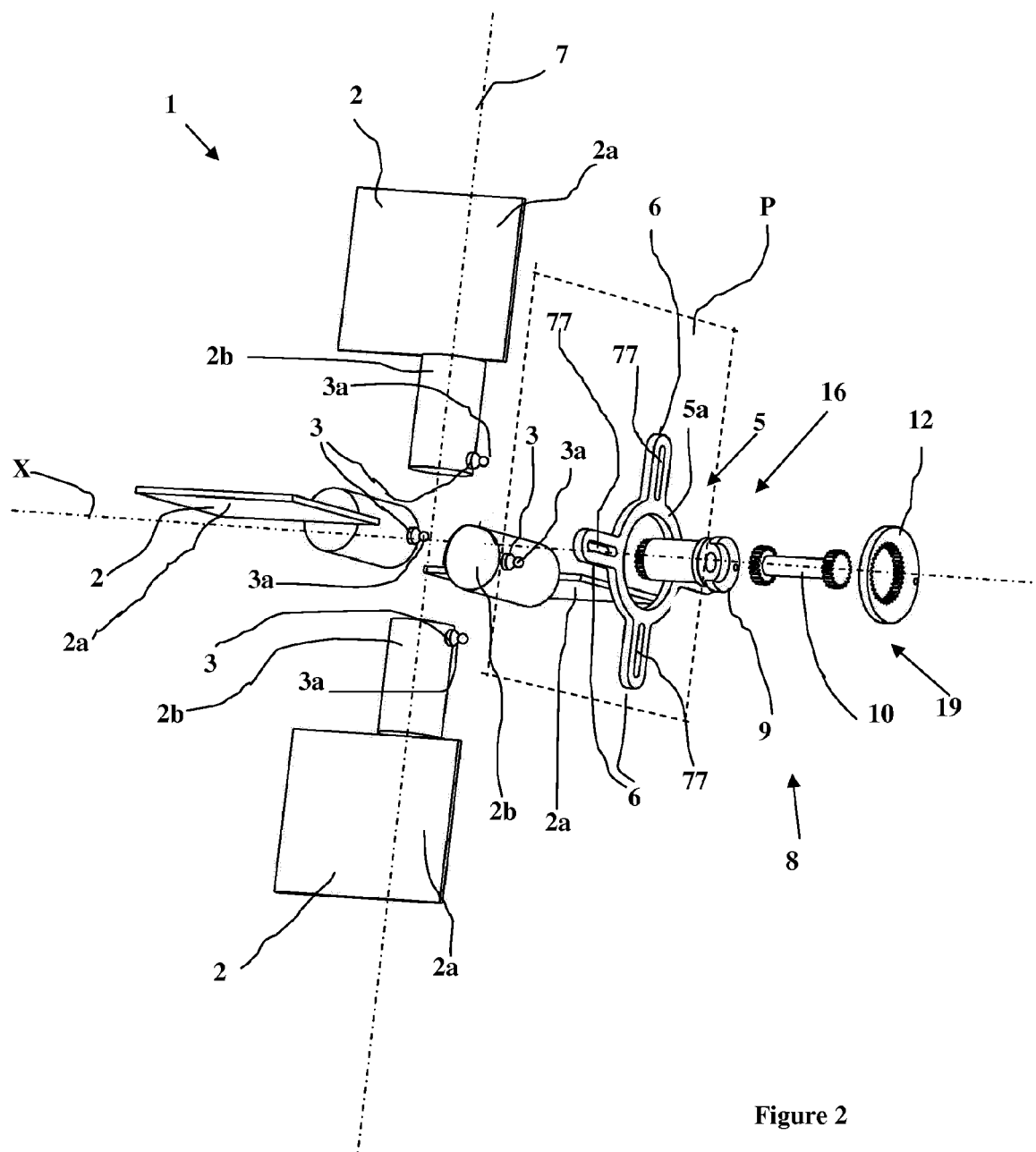


Figure 2

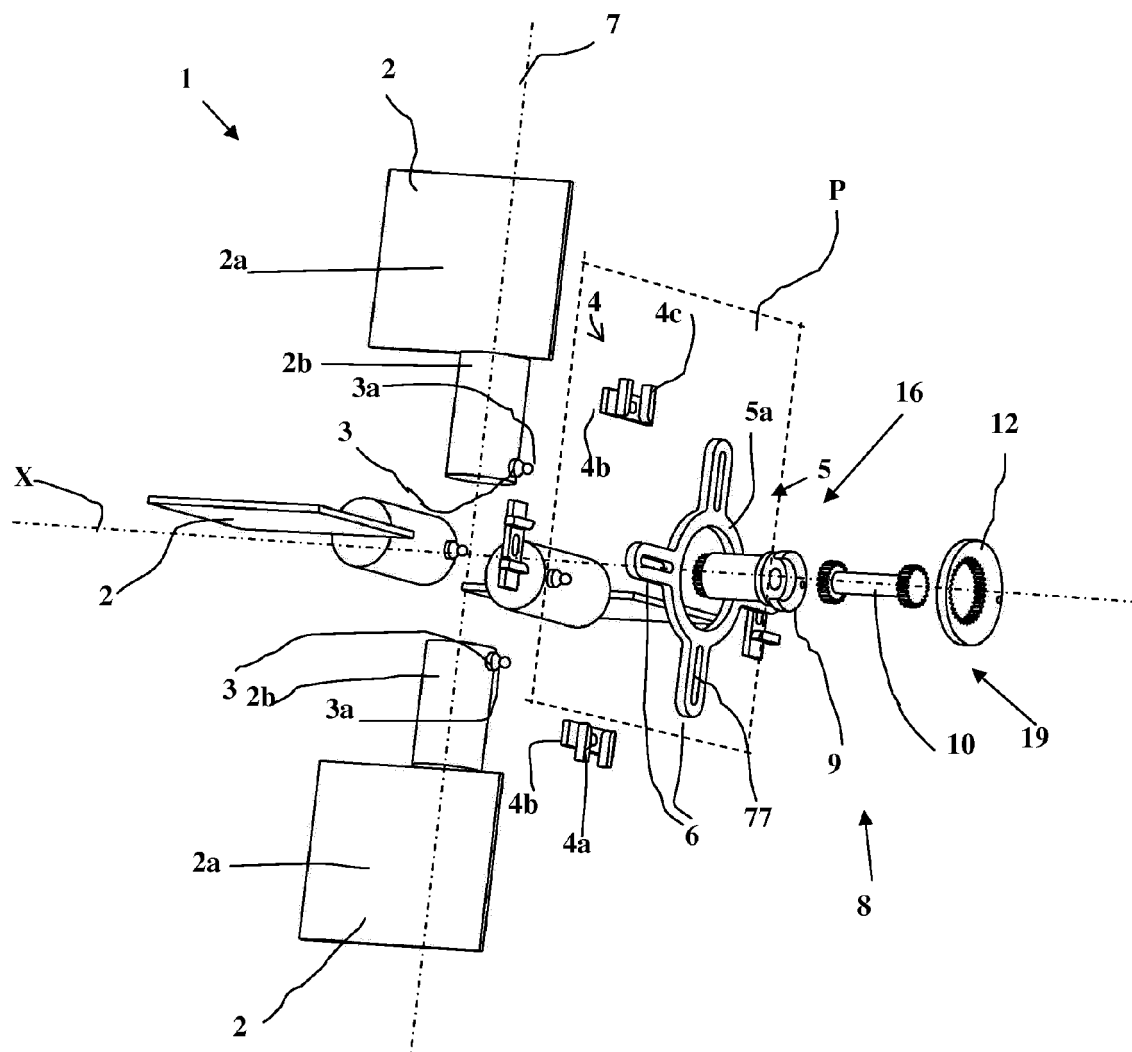


Figure 3

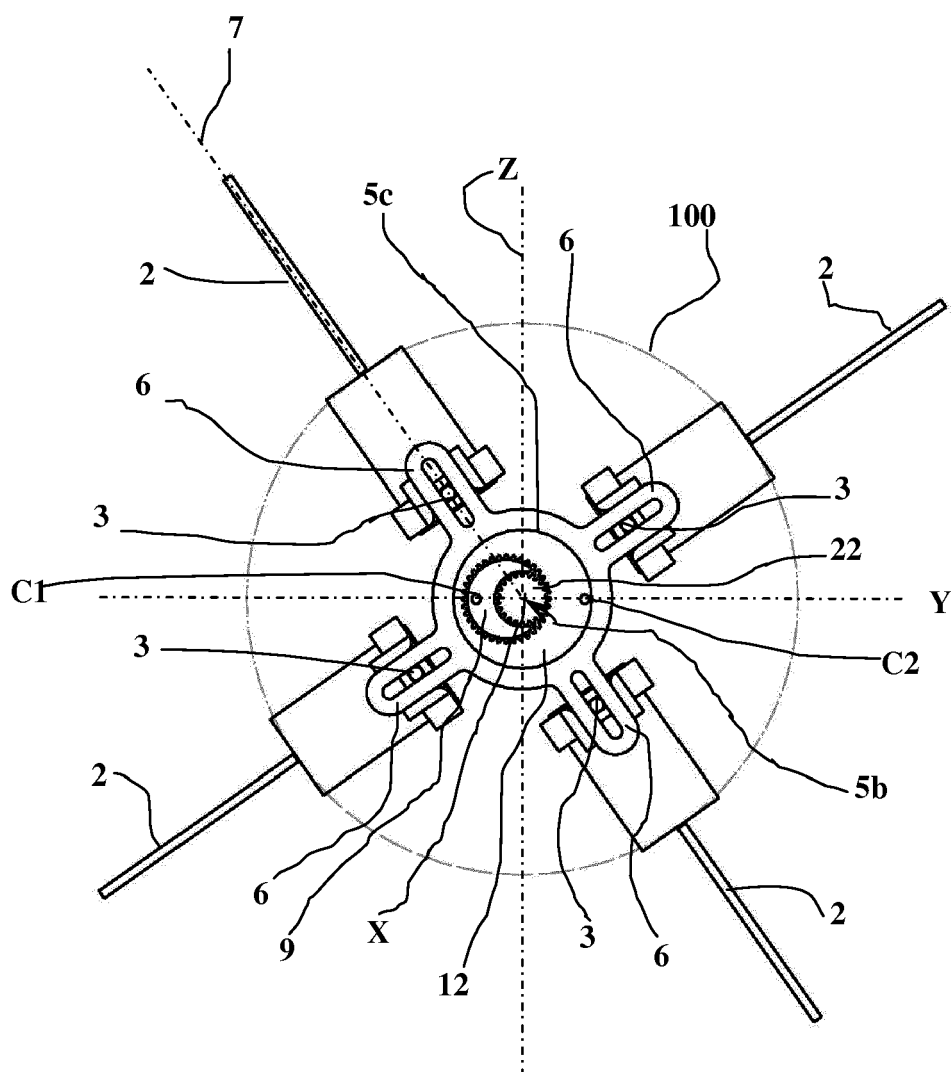


Figure 4

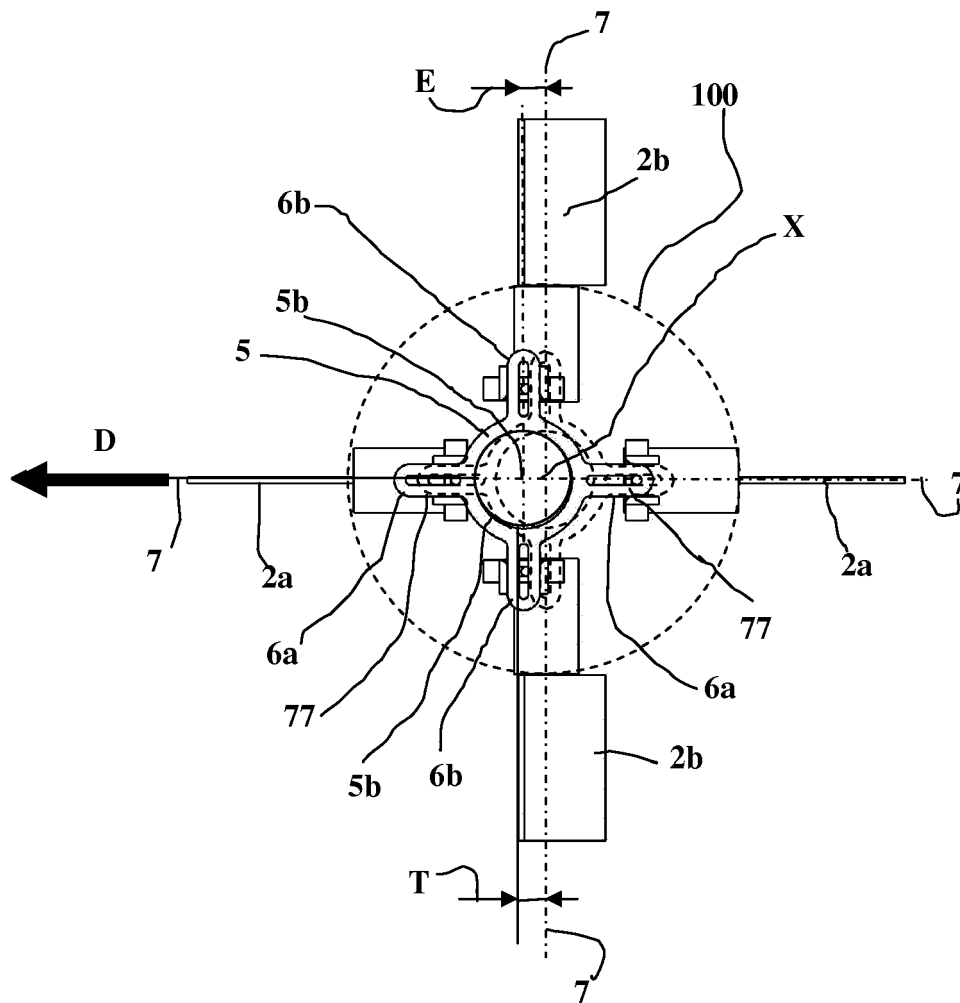


Figure 5

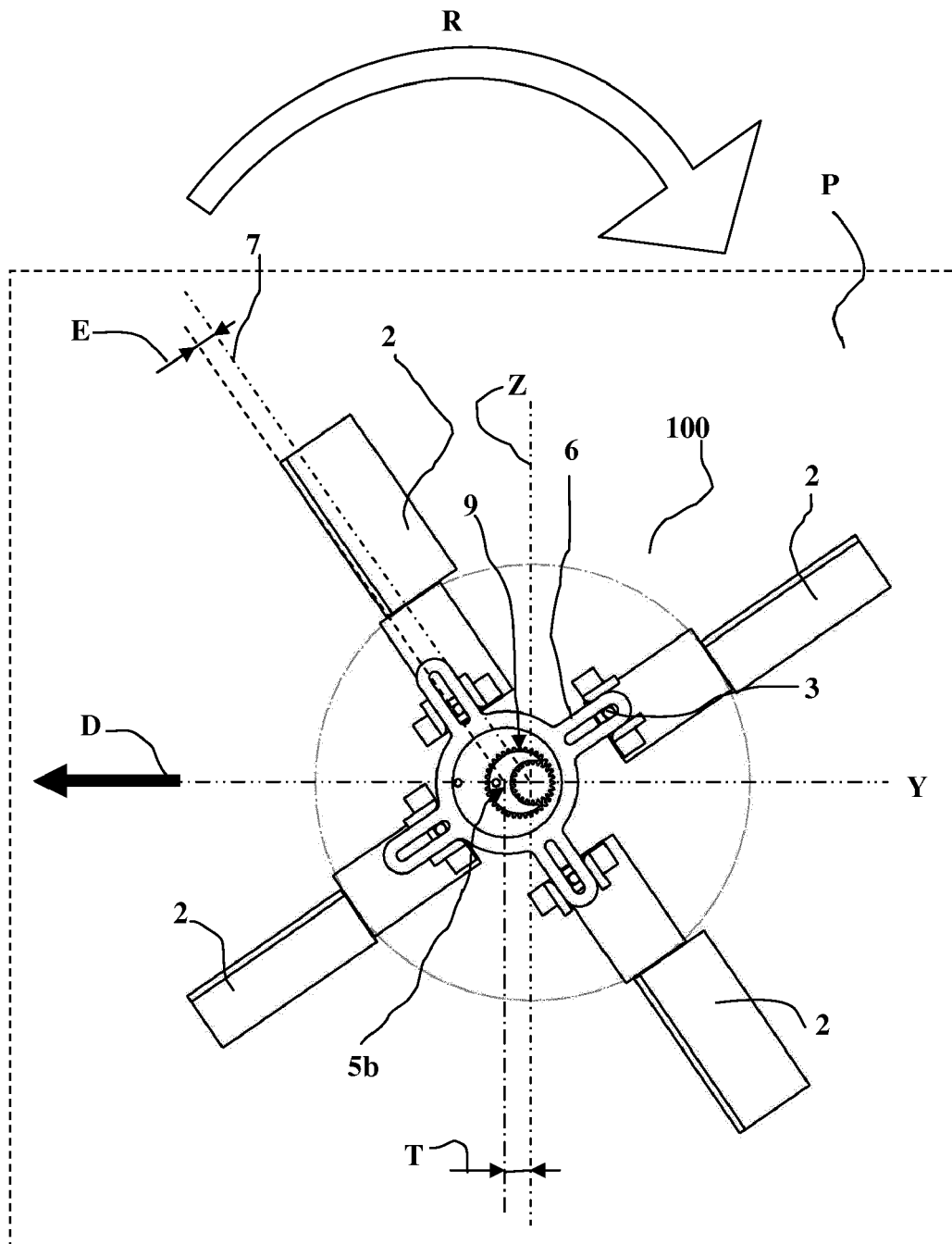


Figure 6

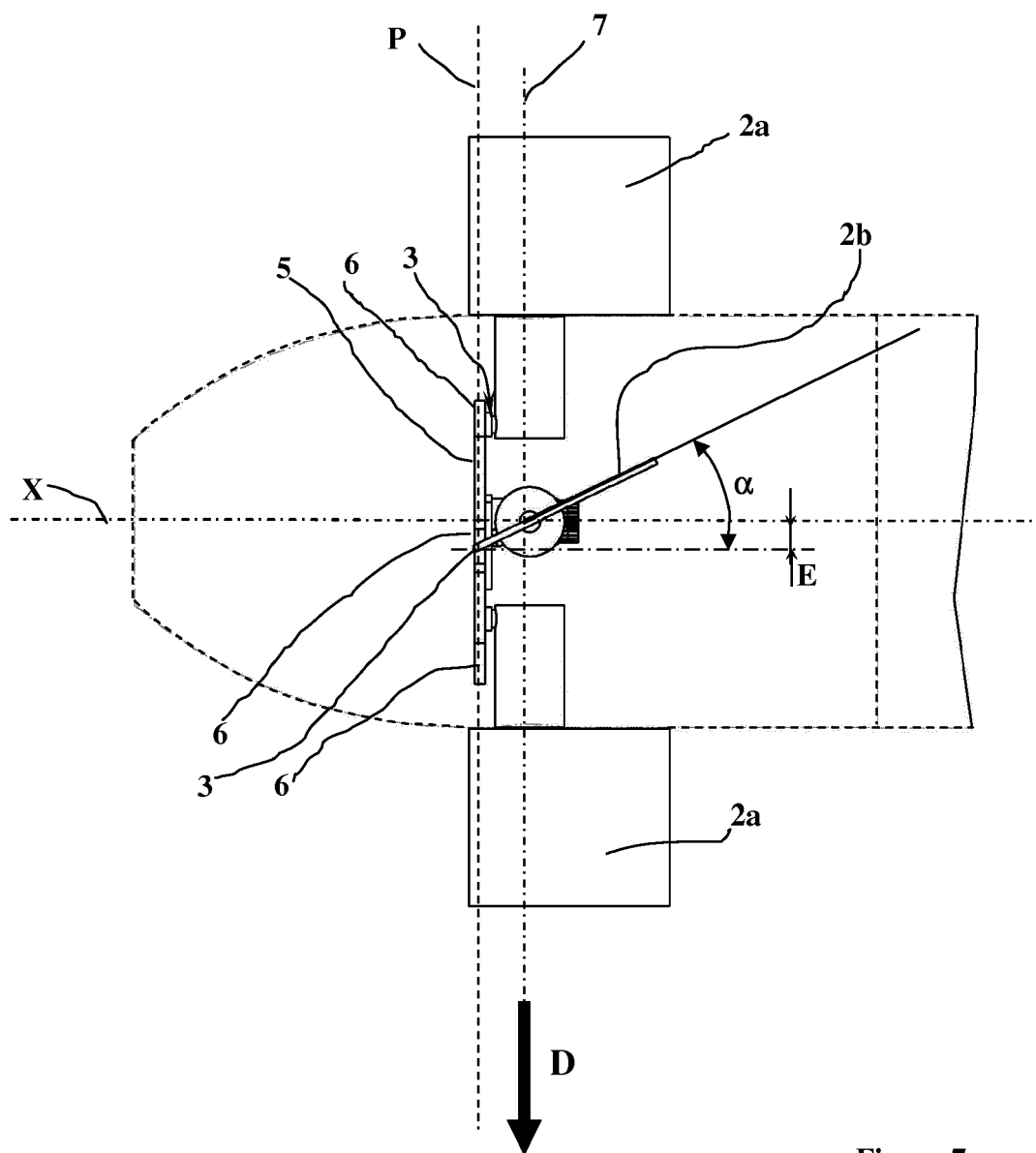


Figure 7

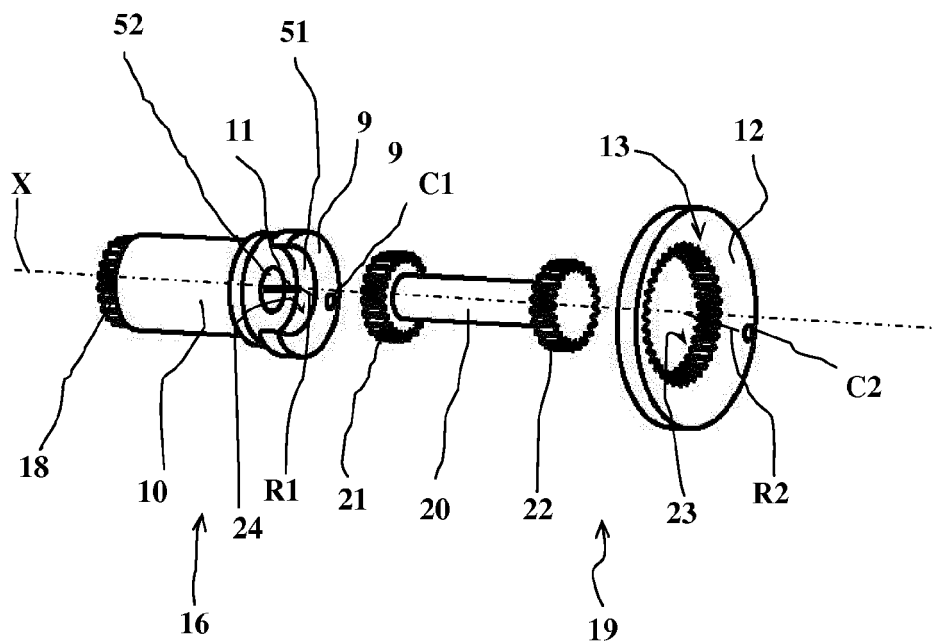


Figure 8

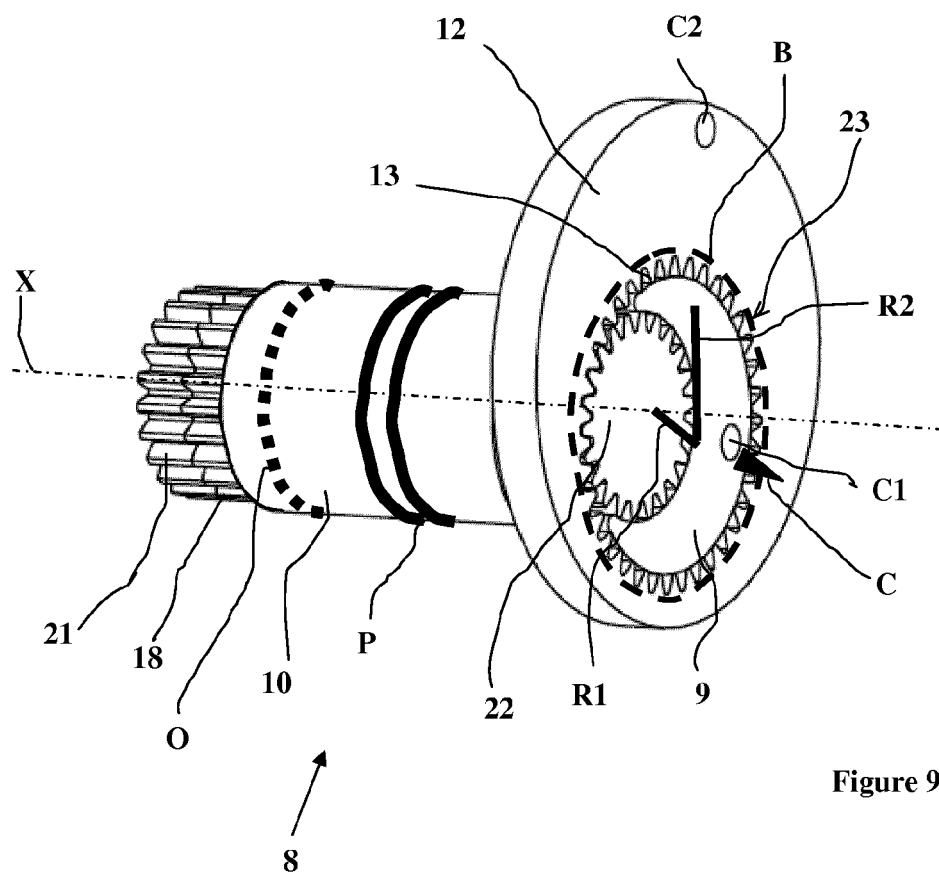


Figure 9

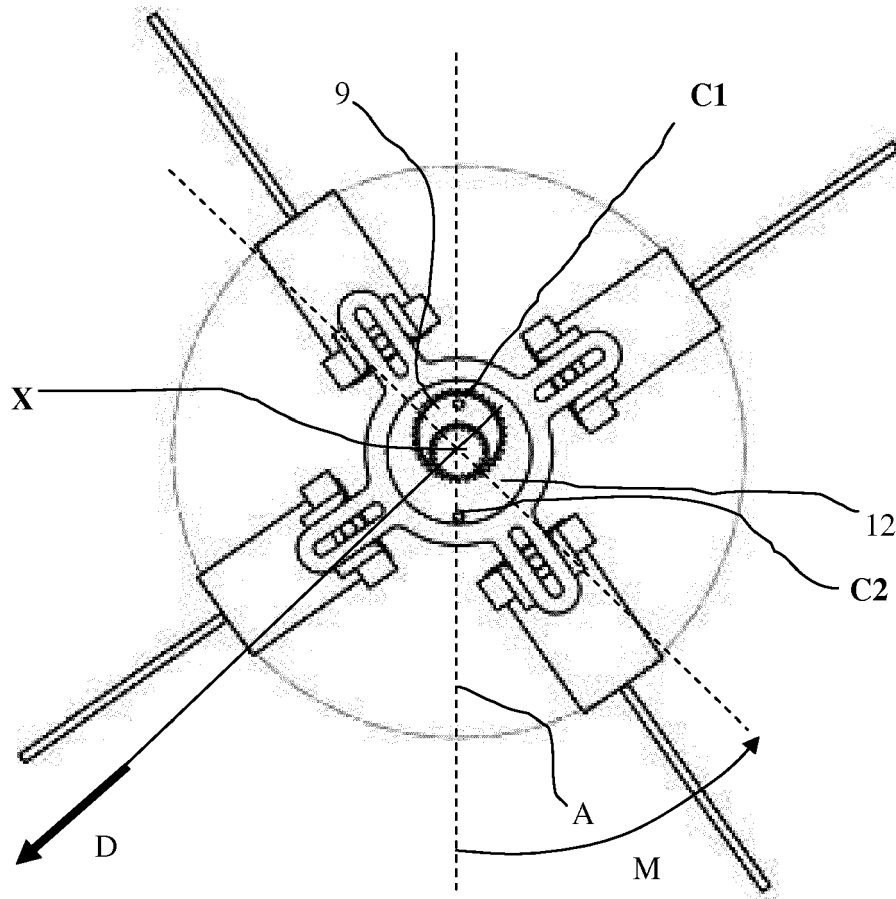


Figure 10

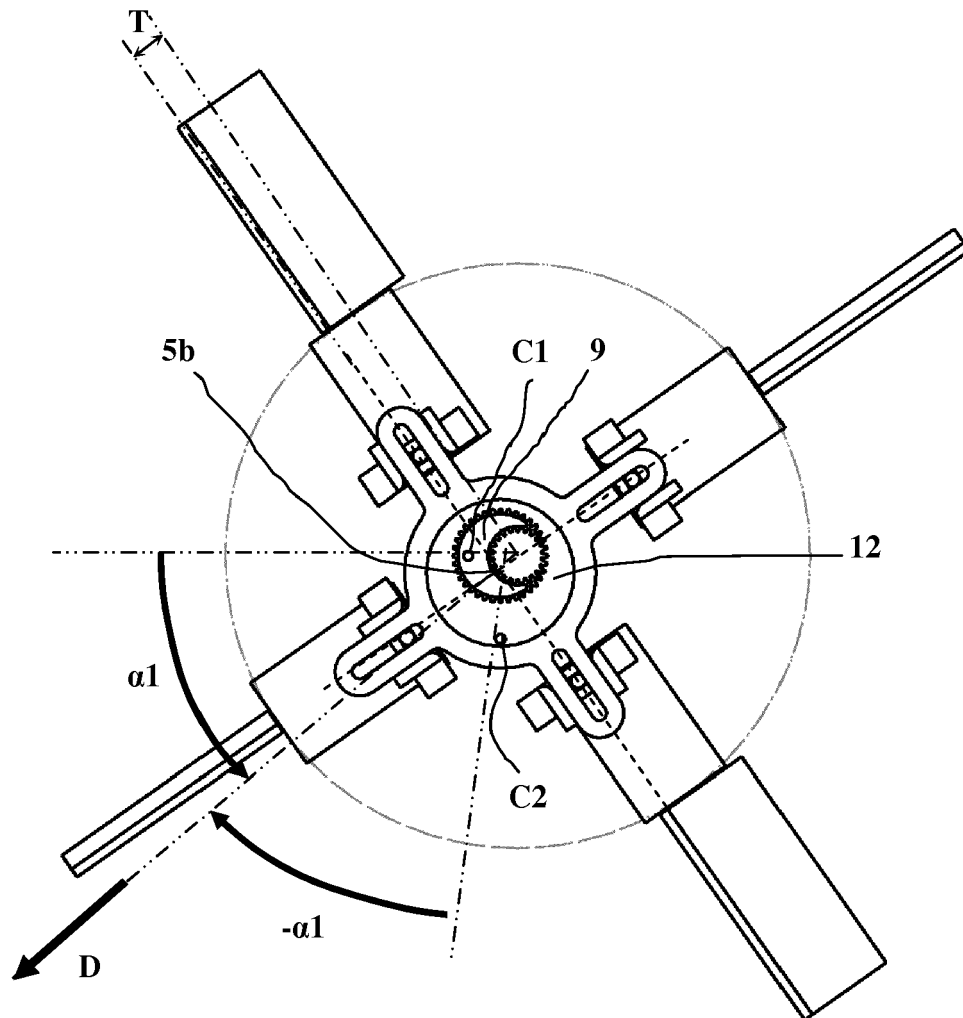


Figure 11

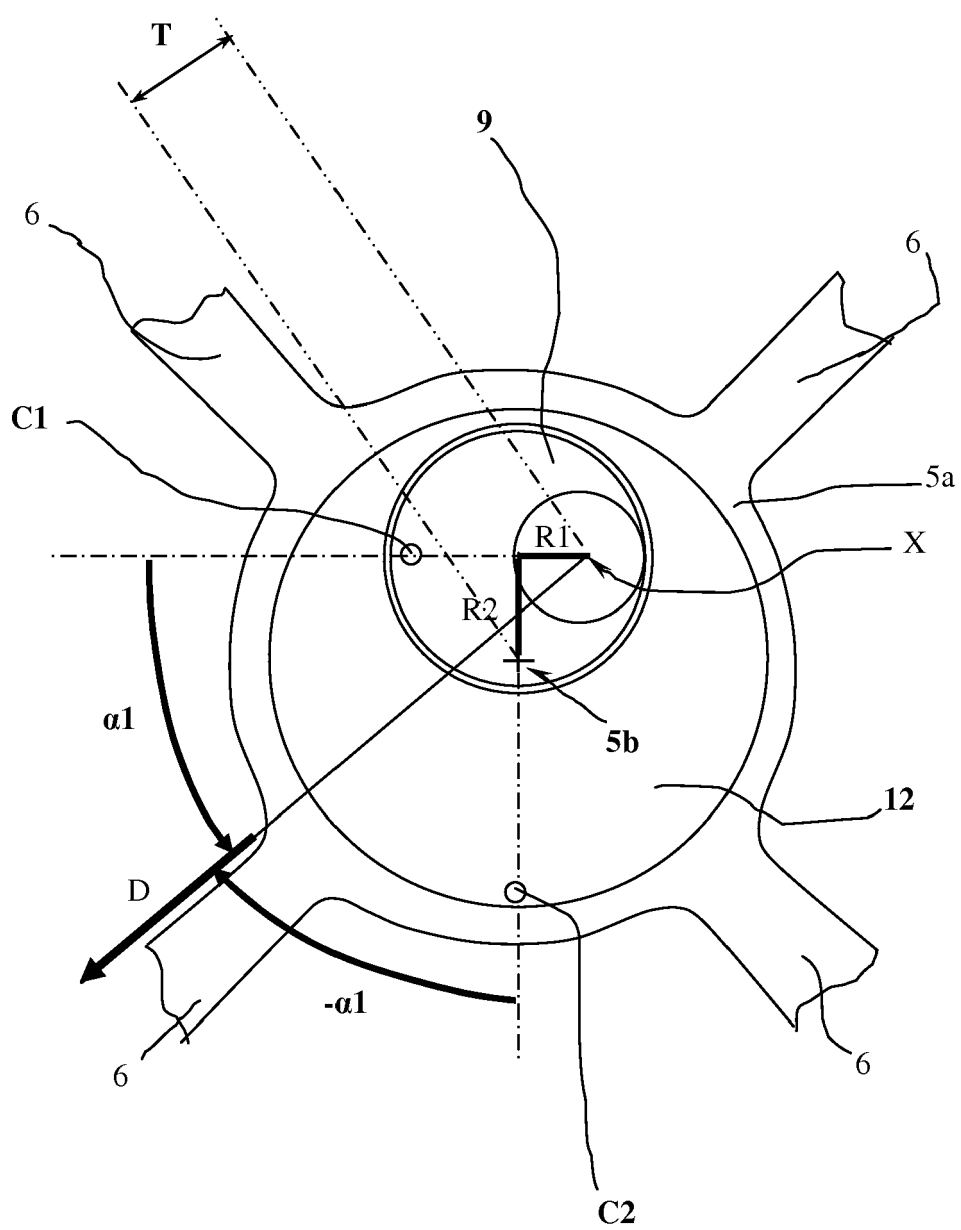


Figure 12

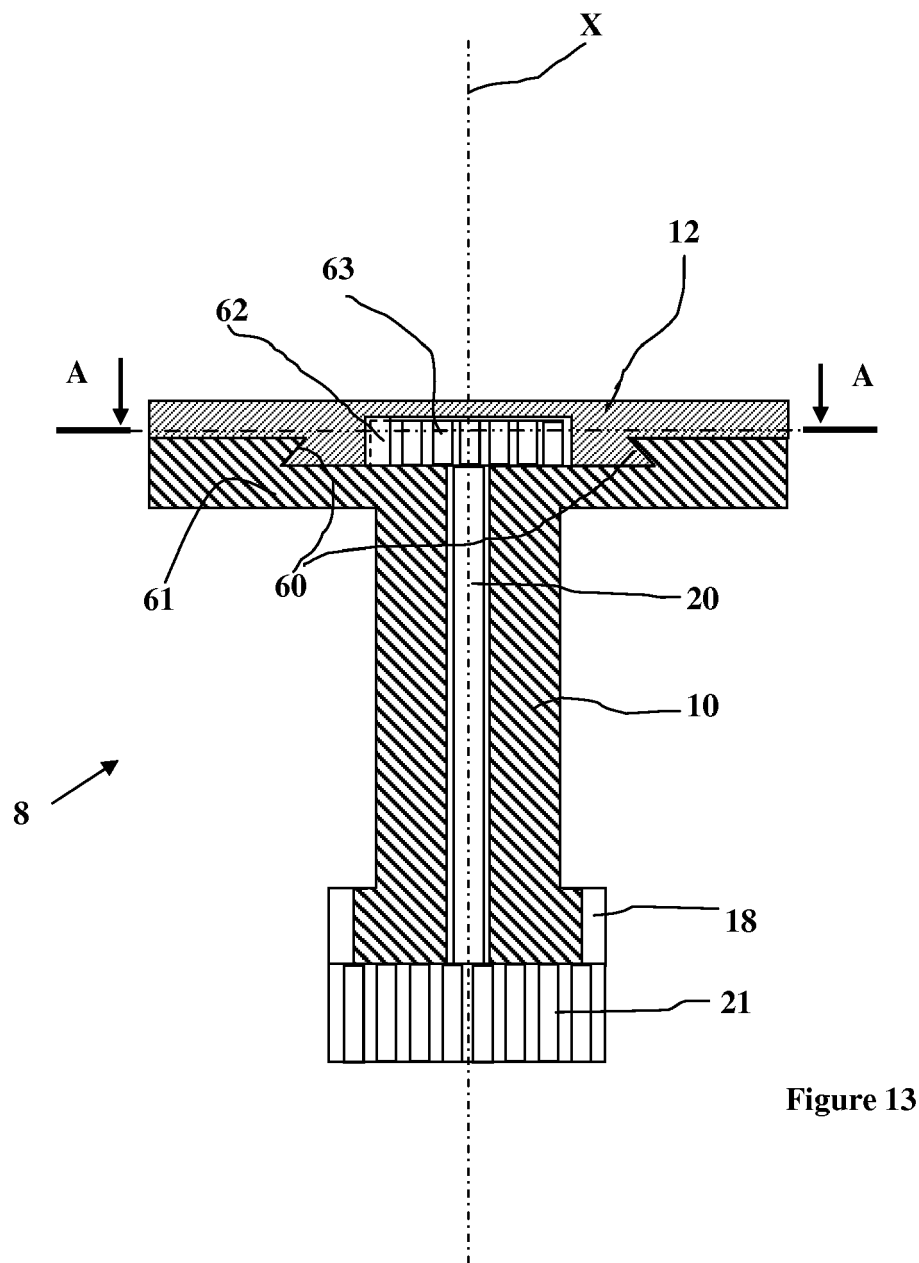


Figure 13

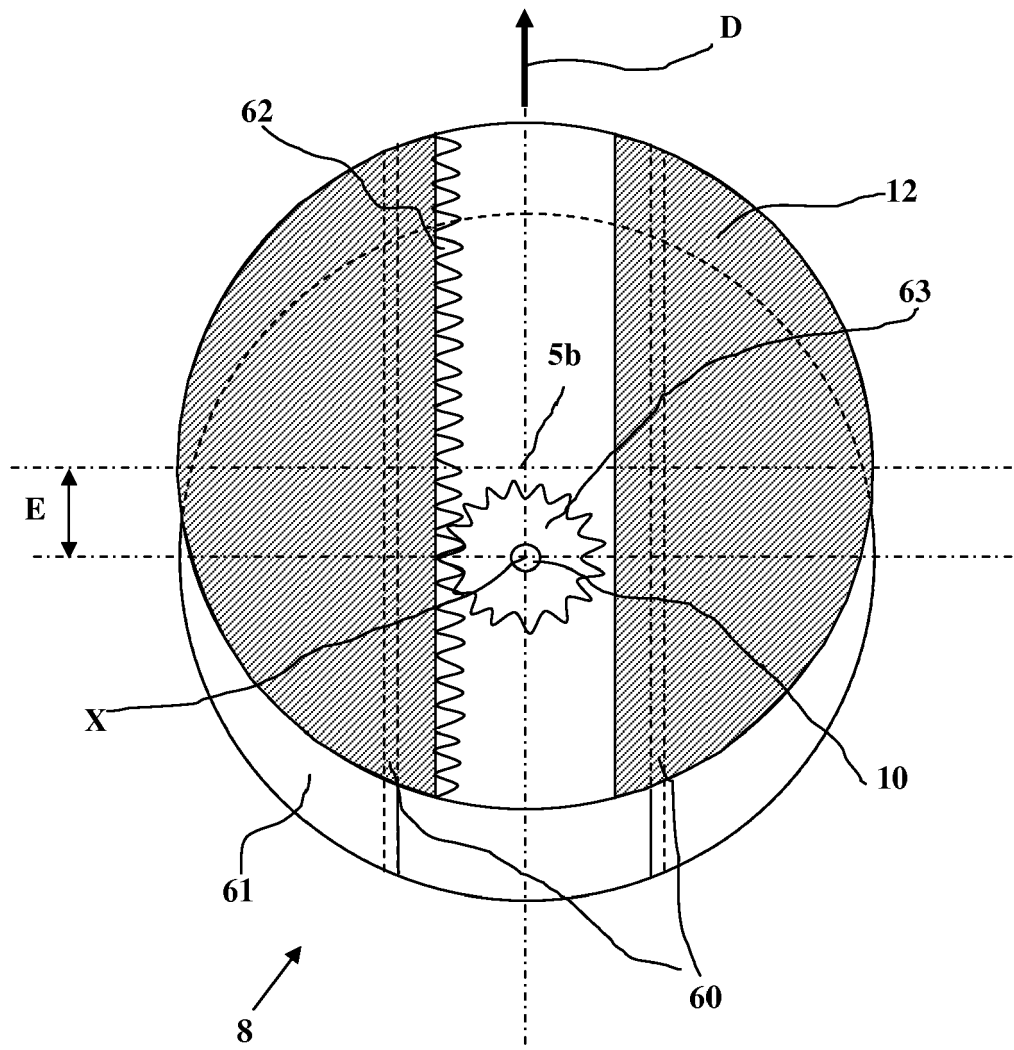


Figure 14



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 13 18 2416

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	DE 37 17 688 C1 (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 9 juin 1988 (1988-06-09) * colonne 2, ligne 60 - colonne 6, ligne 66; figures 1-3 *	1	INV. F42B10/64
X	DE 694 533 C (SIEMENS APP UND MASCHINEN GMBH) 3 août 1940 (1940-08-03) * page 1, ligne 1 - page 3, ligne 19; figures 1-3 *	1	
A	US 5 950 963 A (SPEICHER JOHN M [US] ET AL) 14 septembre 1999 (1999-09-14) * colonne 2, ligne 64 - colonne 4, ligne 5; figures 1-10 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F42B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		13 décembre 2013	Beaufumé, Cédric
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 13 18 2416

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

13-12-2013

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 3717688	C1	09-06-1988	DE 3717688 C1	09-06-1988
			FR 2615938 A1	02-12-1988
DE 694533	C	03-08-1940	AUCUN	
US 5950963	A	14-09-1999	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 7246539 B [0002] [0004]
- FR 2955653 [0018]
- EP 1550837 A [0018]