

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 23.12.19.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 25.06.21 Bulletin 21/25.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES Etablis-
sement Public à caractère Industriel et Commercial —
FR.

⑦② Inventeur(s) : JEHANNO Jean-Marie et COLOMB
Valentin.

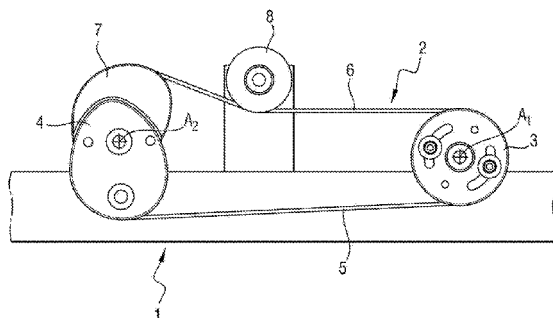
⑦③ Titulaire(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES Etablis-
sement Public à caractère Industriel et Commercial.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BOETTCHER.

⑤④ Transmission mécanique à poulie non circulaire, dispositif et système robotique associés.

⑤⑦ L'invention concerne une transmission mécanique
comprenant au moins une poulie circulaire (3), une poulie
non circulaire (4) et un élément de liaison des poulies entre
elles.

L'invention concerne également un système robotique
comprenant une telle transmission mécanique.



Description

Titre de l'invention : Transmission mécanique à poulie non circulaire, dispositif et système robotique associés

- [0001] L'invention concerne une transmission mécanique à poulie non circulaire.
- [0002] L'invention concerne également un dispositif comprenant au moins deux transmissions mécaniques telles que précitées.
- [0003] L'invention concerne également un système robotique comprenant au moins une telle transmission mécanique.
- [0004] **ARRIERE PLAN DE L'INVENTION**
- [0005] Dans les systèmes robotiques, il est souvent nécessaire d'avoir une transmission mécanique capable d'adapter un besoin en vitesse et/ou en couple, sur un axe piloté, aux caractéristiques du moteur associé audit axe.
- [0006] Généralement ce besoin en vitesse et/ou en couple varie fortement dans des situations de démarrage, d'arrêt, d'accélération, de décélération, notamment pour des systèmes robotiques faisant intervenir des trajectoires complexes.
- [0007] Or pour beaucoup de systèmes robotiques, les efforts extérieurs s'appliquant sur un système sont variables et dépendent de la position du système concerné.
- [0008] Par exemple, un axe piloté de segment de bras manipulateur est soumis à l'action verticale de la gravité. Quand le segment est vertical, le moment créé par le poids du segment est nul mais en position horizontale ce moment est maximal.
- [0009] Dans ce cas où le besoin en vitesse et/ou en couple varie dans l'espace, c'est-à-dire avec la configuration spatiale du système robotique, l'apport d'un rapport variable spatialement dans la transmission mécanique permettra d'adapter au mieux les variations de couple et/ou vitesse pour réaliser les mouvements sur le point de fonctionnement nominal du moteur.
- [0010] On connaît à cet effet des variateurs de vitesse qui transmettent la puissance mécanique par friction.
- [0011] Ceci oblige toutefois à intégrer des éléments supplémentaires au système robotique. En outre, ceci peut modifier l'inertie ou le rendement de transmission du système robotique ce qui est là encore peu souhaitable.
- [0012] **OBJET DE L'INVENTION**
- [0013] Un but de l'invention est de proposer une transmission mécanique offrant un rapport de transmission variable tout en étant d'un encombrement et d'une masse réduits.
- [0014] Un but de l'invention est également de proposer un dispositif comprenant au moins deux telles transmissions mécaniques.
- [0015] Un but de l'invention est également de proposer un système robotique intégrant au

moins une telle transmission mécanique.

Résumé de l'invention

[0016] En vue de la réalisation de ce but, on propose, selon l'invention, une transmission mécanique comprenant au moins une poulie circulaire, une poulie non circulaire et un élément de liaison des poulies entre elles, la poulie non circulaire étant conformée pour présenter une section dont un contour externe a pour équation au moins sur une partie de son périmètre :

[0017]

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho = \sqrt{\delta^2 + \frac{\left(\frac{d\delta}{dq}\right)^2}{\left(\frac{\frac{d\delta}{dq}}{d\sqrt{1 - \frac{(\delta+r)^2}{d^2}}} - 1\right)^2}} \\ \theta = \arccos\left(\frac{\delta+r}{d}\right) - q + \frac{\pi}{2} - \arctan\left(\frac{\delta}{\frac{d\delta}{dq} \cdot \left(\frac{\frac{d\delta}{dq}}{d\sqrt{1 - \frac{(\delta+r)^2}{d^2}}} - 1\right)}\right) \end{array} \right.$$

[0018] d étant la distance séparant les centres de rotation des deux poulies,

[0019] r étant le rayon de la poulie circulaire,

[0020] δ étant la distance d'un segment s'étendant entre le centre de la poulie non circulaire et un point appartenant à l'élément de liaison tel que le segment soit perpendiculaire à l'élément de liaison en ce point,

[0021] q étant l'angle entre un repère fixe et un repère lié à la poulie non circulaire.

[0022] De la sorte, l'invention permet d'avoir un rapport de transmission continument variable grâce à la conformation particulière de la poulie non circulaire au niveau de son contour externe définie par l'équation précitée.

[0023] L'invention peut en outre être très facilement implantée dans des systèmes mécaniques existants, comme des systèmes robotiques, utilisant des ensembles de deux poulies circulaires et un élément de liaison en remplaçant l'une des poulies circulaires par la poulie de l'invention.

[0024] L'invention n'alourdit ainsi pas ou peu le système en place et n'en modifie pas ou peu l'encombrement. L'invention limite également un risque de modification de l'inertie dudit système.

[0025] Optionnellement la transmission mécanique comporte une deuxième poulie non circulaire à laquelle est relié l'élément de liaison.

[0026] Optionnellement les deux poulies non circulaires sont portées par le même axe.

[0027] Optionnellement la transmission mécanique comporte une deuxième poulie circulaire.

[0028] Optionnellement δ est de la forme $\delta = a + b \cdot \cos(q)$.

- [0029] Optionnellement la poulie non circulaire a une section de forme ovoïdale.
- [0030] Optionnellement la partie de périmètre du contour externe s'étend sur un secteur angulaire qui correspond à un débattement angulaire souhaité pour la transmission mécanique.
- [0031] Optionnellement la partie de périmètre du contour externe s'étend sur un secteur angulaire compris entre 100 et 200 degrés.
- [0032] L'invention concerne également un dispositif comprenant au moins deux transmissions mécaniques telles que précitées.
- [0033] Optionnellement, les deux transmissions mécaniques sont agencées en série.
- [0034] De la sorte, l'invention permet d'obtenir un effet multiplicateur des rapports de transmission variables de chaque transmission mécanique et donc une plus grande amplitude de variation du rapport de transmission total du dispositif, sur le même principe que celui des trains d'engrenage.
- [0035] L'invention concerne également un système robotique comprenant au moins une telle transmission mécanique.
- [0036] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation particuliers non limitatifs de l'invention.

Brève description des dessins

- [0037] L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description qui suit en référence aux figures annexées parmi lesquelles :
- [0038] [fig.1] la figure 1 est une vue simplifiée d'une partie d'un système robotique selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- [0039] [fig.2] la figure 2 est un schéma simplifié d'une partie d'une transmission mécanique d'un système robotique selon un deuxième mode de réalisation de l'invention,
- [0040] [fig.3] la figure 3 est un schéma de principe permettant d'explicitier les grandeurs géométriques indiquées à la figure 2.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

- [0041] En référence à la figure 1 et selon un premier mode de réalisation de l'invention, le système robotique 1 comporte une transmission mécanique 2 comprenant au moins une poulie circulaire 3, une poulie non circulaire 4 et un élément de liaison des poulies entre elles.
- [0042] La transmission mécanique 2 est agencée dans le système robotique 1 au niveau d'une zone articulée dudit système. Typiquement la poulie circulaire 3 est portée par un arbre d'entrée de ladite zone et la poulie non circulaire 4 est portée par un arbre de sortie de la même zone.
- [0043] La transmission mécanique 2 peut être actionnée de différente manière : par rotation de l'arbre d'entrée, par traction de l'élément de liaison (par exemple par l'intermédiaire

d'un vérin à câbles) ...

- [0044] La poulie circulaire 3 tourne autour d'un premier axe A1 et la poulie non circulaire 4 autour d'un deuxième axe A2 parallèle au premier axe A1.
- [0045] L'élément de liaison peut être un câble ou tout autre élément tel qu'une courroie ou un ruban ou encore une courroie crantée.
- [0046] L'élément de liaison comporte un brin 5 attaché à une première extrémité à la poulie circulaire 3 et à une deuxième extrémité à la poulie non circulaire 4. Le brin 5 est donc tangent à la fois à la poulie non circulaire 4 et à la poulie circulaire 3. La poulie circulaire 3 permet de maintenir l'élément de transmission en tension malgré la présence de la poulie non circulaire 4 et d'assurer la tangence de l'élément de transmission sur les deux poulies 3, 4.
- [0047] Optionnellement, la transmission mécanique 2 est conformée de manière que l'élément de liaison puisse tourner dans les deux sens de rotation. En conséquence, l'élément de liaison comporte un deuxième brin 6, indépendant du premier brin 5, attaché à une première extrémité à la poulie circulaire 3 et à une deuxième extrémité à une deuxième poulie non circulaire 7.
- [0048] La poulie circulaire 3 comporte par exemple deux éléments montés mobiles entre eux et autour du premier axe A1 pour assurer une mise en tension des deux brins 5, 6 sur les poulies auxquelles ils sont chacun attachés.
- [0049] Les deux poulies non circulaires 4, 7 sont montées pivotantes dans la transmission mécanique 2 selon le même axe de rotation A2. Les deux poulies non circulaires 4, 7 ne présentent pas de mobilités relatives entre elles. Les deux poulies non circulaires 4, 7 sont ainsi par exemple d'une seule pièce ou bien sont rigidement fixées entre elles par tout moyen connu comme par vissage par exemple.
- [0050] Par ailleurs, les deux poulies 4, 7 présentent des profils différents.
- [0051] De préférence, la transmission mécanique 2 comporte une deuxième poulie circulaire 8 agencée sur le trajet du deuxième brin 6 de l'élément de liaison, entre la première poulie circulaire 3 et la deuxième poulie non circulaire 7.
- [0052] Le deuxième brin 6 s'appuie ainsi sur la deuxième poulie circulaire 8. Le deuxième brin 6 est donc tangent à la fois à la deuxième poulie non circulaire 7, à la deuxième poulie circulaire 8 et à la première poulie circulaire 3.
- [0053] Cette deuxième poulie circulaire 8 permet de positionner le deuxième brin 6 afin qu'il s'étende de manière rectiligne sur une partie de sa longueur. Ceci facilite l'implantation, dans le système robotique 1, d'un actionneur permettant d'exercer une force de traction sur le deuxième brin 6 comme par exemple un vérin à câble. La deuxième poulie circulaire 8 est ainsi appelée poulie de déviation.
- [0054] On va à présent décrire la poulie non circulaire 4.
- [0055] Pour la suite de la description on se place dans un plan de coupe de normale selon le

deuxième axe A2.

[0056] Dans ce plan de coupe, la poulie non circulaire 4 a une section définie par un contour externe fermé.

[0057] Sur une partie seulement de son périmètre, le contour externe fermé a pour équation :

[0058]

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho = \sqrt{\delta^2 + \frac{\left(\frac{d\delta}{dq}\right)^2}{\left(\frac{\frac{d\delta}{dq}}{d\sqrt{1 - \frac{(\delta+r)^2}{d^2}} - 1}\right)^2}} \\ \theta = \arccos\left(\frac{\delta+r}{d}\right) - q + \frac{\pi}{2} - \arctan\left(\frac{\delta}{\frac{d\delta}{dq} * \left(\frac{\frac{d\delta}{dq}}{d\sqrt{1 - \frac{(\delta+r)^2}{d^2}} - 1}\right)}\right) \end{array} \right.$$

[0059] Avec :

[0060] – d la distance séparant les centres de rotation de la poulie circulaire 3 et de la poulie non circulaire 4,

– r le rayon de la poulie circulaire 3,

– δ étant la distance d'un segment s'étendant entre le centre de la poulie non circulaire 4 et un point appartenant à l'élément de liaison tel que le segment soit perpendiculaire à l'élément de liaison en ce point,

[0061] - q étant l'angle entre un repère fixe, lié par exemple à un bâti du système robotique 1, et un repère lié à la poulie non circulaire 4.

[0062] Par la suite on appelle « partie de travail » la partie du périmètre du contour externe fermé définie par l'équation précitée.

[0063] On rappelle que ρ et θ correspondent aux coordonnées polaires d'un point M de ladite partie de travail dans le repère mobile lié à la poulie non circulaire 4.

[0064] En réalité, comme détaillé ci-dessous, δ est le rayon polaire d'une podaire dont l'antipodaire définit ladite partie de travail.

[0065] Par ailleurs δ correspond à un bras de levier qui est fonction de l'angle de rotation q et qui est fixé par les contraintes liées au système robotique 1 : en fonction des besoins de transmission du système robotique 1 (en vitesse, en couple ...) il convient de faire varier δ pour obtenir un rapport variable avec la transmission mécanique 2.

[0066] On s'appuie donc sur δ pour définir la partie de travail afin que ladite partie de travail permette de réaliser le bras de levier visé pendant que la poulie non circulaire 4 tourne autour de son axe de rotation A2 qui est fixe par rapport au repère lié au bâti du système robotique 1.

[0067] On définit par exemple le bras de levier par :

[0068] $\delta = a + b \cdot \cos(q)$

- [0069] avec a et b des paramètres prédéterminés en fonction du rapport variable que l'on souhaite obtenir. Les valeurs a et b sont ici fixées et en particulier indépendantes de la valeur de q.
- [0070] Le reste de la courbe externe permet de refermer ladite courbe externe de sorte que la section de la poulie non circulaire 4 présente une forme ovoïdale.
- [0071] Optionnellement, la partie de travail formant globalement la base de ladite forme ovoïdale est la portion élargie de ladite forme.
- [0072] En référence aux figures 2 et 3, un deuxième mode de réalisation va être à présent décrit permettant de mieux comprendre le principe de fonctionnement du premier mode de réalisation. On retient donc que les figures 2 et 3 ainsi que les équations qui suivent aident à la compréhension générale de l'invention et notamment du principe podaire/antipodaire et non pas seulement du deuxième mode de réalisation.
- [0073] En réalité le deuxième mode de réalisation est identique à celui du premier mode de réalisation à la différence que la podaire est une droite (de sorte que l'on n'a pas $\delta = a + b \cdot \cos(q)$) et l'antipodaire est par conséquence une parabole).
- [0074] Pour le reste et comme déjà indiqué la partie de travail est définie par l'antipodaire Γ de la podaire Γ_0 au centre de rotation O de la poulie non circulaire 4, le rayon polaire ρ_0 de la podaire Γ_0 étant le bras de levier δ .
- [0075] Ainsi, si M0 est le point courant de Γ_0 , le point courant M de l'antipodaire Γ par rapport au centre de rotation O est défini par :

[0076]

$$\overrightarrow{OM} = \overrightarrow{OM_0} + \frac{\overrightarrow{OM_0} \cdot \frac{d\overrightarrow{OM_0}}{dt}}{\det(\overrightarrow{OM_0}, \frac{d\overrightarrow{OM_0}}{dt})} \cdot \pi/2(\overrightarrow{OM_0})$$

- [0077] Dès lors, l'abscisse du point courant de l'antipodaire M s'exprime dans le plan complexe :

[0078]

$$z = 2 \frac{Z_0^* \cdot \overline{Z_0}'}{Z_0 \cdot \overline{Z_0}' - Z_0' \cdot \overline{Z_0}}$$

- [0079] ce qui donne en coordonnées polaires dans le repère lié à la poulie non circulaire 4 $(0, \vec{k}, \vec{l})$:

[0080]

$$\begin{cases} \rho = \frac{\rho_0}{\sin(\psi_0)} = \sqrt{\rho_0^2 - \rho_0'^2} \\ \theta = \theta_0 + (\frac{\pi}{2} - \psi_0) \end{cases}$$

- [0081] avec :

- [0082] (ρ, θ) les coordonnées polaires du point M

- [0083] ψ l'angle tangentiel polaire lié à l'antipodaire défini par les vecteurs $\overrightarrow{OM}$ et $\vec{l}$ le

vecteur tangent à l'antipodaire au point M

[0084] (ρ_0, θ_0) les coordonnées polaires du point M0

[0085] ψ_0 l'angle tangentiel polaire lié à la podaire défini par les vecteurs $\vec{OM}_0$ et $\vec{T}_0$ le

vecteur tangent à la podaire au point M0

[0086] Par ailleurs, la poulie non circulaire 4 tourne autour de son centre O.

[0087] A la figure 2 la poulie non circulaire 4 est ainsi représentée dans deux positions distinctes : on y voit bien que le bras de levier prend une valeur différente pour chaque position de la poulie non circulaire 4 ce qui permet de manière continue de faire varier le rapport de la transmission mécanique et de s'adapter aux besoins du système robotique 1 (en couple, en vitesse ...).

[0088] En conséquence, la podaire Γ_0 et l'antipodaire Γ sont, tout comme le bras de levier δ , dépendants de l'angle q :

[0089] On a ainsi :

[0090]
$$\begin{aligned} \rho_0 &= \delta(q) \\ \text{et} \\ \theta_{M_0} &= \theta_0 + q \end{aligned}$$

[0091] On sait en outre que :

[0092] – l'angle tangentiel polaire ψ_0 est défini par la relation : $\tan(\psi_0) = \frac{\rho_0}{\rho_0'}$

– on a égalité des angles tangentiels polaires de l'antipodaire et de la podaire : $\psi = \psi_0$

[0093] Exprimée en polaire, l'antipodaire Γ est donc définie dans le repère fixe $(O, \vec{i}, \vec{j})$ lié au bâti du système robotique 1 par :

[0094]
$$\begin{cases} \rho = \frac{\delta}{\sin(\psi_0)} = \sqrt{\delta^2 - \delta'^2} \\ \theta = \theta_{M_0} - q + \left(\frac{\pi}{2} - \arctan\left(\frac{\delta}{\delta'}\right) \right) \end{cases}$$

[0095] Or

[0096]
$$\delta = d \cdot \cos(\theta_{M_0}) - r \text{ ou } \theta_{M_0} = \arccos\left(\frac{\delta+r}{d}\right)$$

[0097] Et donc

[0098]
$$\theta_0 = \arccos\left(\frac{\delta+r}{d}\right) - q$$

[0099] Ainsi

[0100]

$$\delta' = \frac{d\delta}{d\theta_s} = \frac{\frac{d\delta}{dq}}{\frac{d(\arccos(\frac{\delta+r}{d}) - q)}{dq}} = \frac{\frac{d\delta}{dq}}{\frac{\frac{d\delta}{dq}}{d\sqrt{1 - \frac{(\delta+r)^2}{d^2}}} - 1}$$

[0101] Finalement, on obtient l'équation précitée :

[0102]

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho = \sqrt{\delta^2 + \frac{\left(\frac{d\delta}{dq}\right)^2}{\left(\frac{\frac{d\delta}{dq}}{d\sqrt{1 - \frac{(\delta+r)^2}{d^2}}} - 1\right)^2}} \\ \theta = \arccos\left(\frac{\delta+r}{d}\right) - q + \frac{\pi}{2} - \operatorname{atan}\left(\frac{\delta}{\frac{d\delta}{dq} * \left(\frac{\frac{d\delta}{dq}}{d\sqrt{1 - \frac{(\delta+r)^2}{d^2}}} - 1\right)}\right) \end{array} \right.$$

[0103] Pour les deux modes de réalisation, une longueur de l'élément de liaison entre le point d'ancrage sur la poulie circulaire et le point de d'ancrage sur la poulie non circulaire associée doit rester identique pour toute la rotation utile de la partie de travail de la poulie non circulaire.

[0104] Ainsi, sur une partie seulement de son périmètre, le contour externe fermé de la partie de travail d'une poulie non circulaire est défini par la poulie circulaire associée à ladite poulie non circulaire. La poulie circulaire et la poulie non circulaire forment ainsi un couple rappelant l'association podaire-antipodaire.

[0105] Ainsi, si l'on revient au premier mode de réalisation, en ce qui concerne la poulie non circulaire 7, le même principe s'applique à la différence que l'on va s'appuyer sur la poulie circulaire 8 et non plus sur la poulie circulaire 3 pour définir la poulie non circulaire 7. Il n'est en effet pas possible d'associer la poulie non circulaire 7 à la poulie circulaire 3 pour des questions de tangence de l'élément de liaison vis-à-vis de ces différents éléments. De la même manière, on ne peut associer la poulie circulaire 8 à la poulie non circulaire 4.

[0106] Pour la suite de la description on se place dans un plan de coupe de normale selon le deuxième axe A2.

[0107] Dans ce plan de coupe, la poulie non circulaire 7 a une section définie par un contour externe fermé.

[0108] Sur une partie seulement de son périmètre, le contour externe fermé a pour équation :

[0109]

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_7 = \sqrt{\delta_7^2 + \frac{\left(\frac{d\delta_7}{dq_7}\right)^2}{\left(\frac{\frac{d\delta_7}{dq_7}}{d_7 \sqrt{1 - \frac{(\delta_7 + r_7)^2}{d_7^2}}} - 1\right)^2}} \\ \theta_7 = \arccos\left(\frac{\delta_7 + r_7}{d_7}\right) - q_7 + \frac{\pi}{2} - \arctan\left(\frac{\frac{\delta_7}{\frac{d\delta_7}{dq_7}} * \left(\frac{\frac{d\delta_7}{dq_7}}{d_7 \sqrt{1 - \frac{(\delta_7 + r_7)^2}{d_7^2}}} - 1\right)}{\right)} \end{array} \right.$$

[0110] Avec :

- [0111] – d_7 la distance séparant les centres de rotation de la poulie circulaire 8 et de la poulie non circulaire 7,
- r_7 le rayon de la poulie circulaire 8,
- δ_7 étant la distance d'un segment s'étendant entre le centre de la poulie non circulaire 7 et un point appartenant à l'élément de liaison tel que le segment soit perpendiculaire à l'élément de liaison en ce point,

[0112] – q_7 étant l'angle entre le repère fixe, lié par exemple à un bâti du système robotique 1, et un repère lié à la poulie non circulaire 7.

[0113] Par la suite on appelle « partie de travail » la partie du périmètre du contour externe fermé définie par l'équation précitée.

[0114] On rappelle que ρ_7 et θ_7 correspondent aux coordonnées polaires d'un point M_7 de ladite partie de travail dans le repère mobile lié à la poulie non circulaire 7.

[0115] Dans le cas présent q_7 et q sont identiques, les deux poulies non circulaires 4 et 7 n'ayant pas de mouvement relatif entre elles.

[0116] De même, on choisit δ_7 afin qu'il soit identique à δ .

[0117] Ceci permet de pouvoir inverser le sens de rotation du système robotique plus facilement puisque l'on s'affranchit alors de problème de discontinuité de vitesse et de couple entre les deux couples de poulies 3 et 4 d'une part et 7 et 8 d'autre part.

[0118] En revanche ici d_7 est différent de d et r_7 est différent de r de sorte que les poulies non circulaires 4 et 7 n'ont pas le même contour externe.

[0119] Le reste de la courbe externe permet de refermer ladite courbe externe de sorte que la section de la poulie non circulaire 7 présente une forme ovoïdale.

[0120] Optionnellement, la partie de travail formant globalement la base de ladite forme ovoïdale est la portion élargie de ladite forme.

[0121] Bien entendu l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et on peut y apporter des variantes sans sortir du cadre de l'invention tel que défini par les reven-

dications.

- [0122] En particulier, la transmission mécanique de l'invention pourra être mise en œuvre dans tout type de système robotique comme dans un autre dispositif qu'un système robotique. A titres d'exemples non limitatifs on pourra mettre l'invention en œuvre dans un bras robotique comme un bras robotique de manipulation... ; dans un système de locomotion comme dans un robot bipède, un exosquelette, un hexapode ...; dans un véhicule terrestre, aérien ou nautique ; dans une presse ; dans une pince de serrage ...
- [0123] Bien que le dispositif décrit ne comporte qu'une seule transmission mécanique, le dispositif pourra comporter un plus grand nombre de transmission mécanique et par exemple deux transmission mécaniques ou plus.
- [0124] Les transmissions mécaniques seront potentiellement agencées en série afin de pouvoir bénéficier d'une multiplication des rapports de transmission des différentes transmissions mécaniques.
- [0125] La transmission mécanique pourra être différente de ce qui a été indiqué. Par exemple la transmission mécanique pourra ne fonctionner que dans un seul sens de rotation et/ou pourra ne pas comporter de deuxième poulie non circulaire et/ou pourra ne pas comporter de deuxième poulie circulaire. Si la transmission mécanique comporte deux poulies non circulaires celles-ci pourront avoir des profils identiques. De la même manière, l'élément de liaison pourra ne comporter qu'un seul brin. Par ailleurs la transmission mécanique pourra comporter un nombre différent de poulie circulaire, de poulie non circulaire, de brins d'élément de liaison, d'élément de liaison que ce qui a été indiqué.
- [0126] La deuxième poulie non circulaire pourra ne pas être montée pivotante sur le même axe que la première poulie non circulaire.
- [0127] On pourra aussi avoir une poulie non circulaire de forme différente de ce qui a été décrit. En particulier, en place d'avoir une poulie non circulaire de section ovoïde ou en secteur angulaire, on pourra avoir une poulie non circulaire d'une autre section comme de forme globalement elliptique, de forme globalement circulaire ... Le contour externe pourra ainsi comporter une partie reliant les deux extrémités de la partie de travail qui soit de forme circulaire, elliptique, arrondie, définie par une ou des courbes et/ou une ou des droites ...
- [0128] Le bras de levier δ ou δ_7 pourra être défini par une autre équation que celle évoquée. En réalité le bras de levier sera fonction de l'angle de rotation q (ou q_7) et sera fixé par les contraintes liées au dispositif concerné : en fonction des besoins du dispositif (en vitesse, en couple ...) il conviendra de faire varier le bras de levier pour obtenir un rapport variable avec la transmission mécanique. Afin de répondre à ce besoin, le bras de levier pourra donc présenter n'importe quelle autre forme d'équation à condition que celle-ci conduise à une antipodaire industrialisable.

Revendications

- [Revendication 1] Transmission mécanique comprenant au moins une poulie circulaire (3), une poulie non circulaire (4) et un élément de liaison des poulies entre elles, la poulie non circulaire étant conformée pour présenter une section dont un contour externe a pour équation au moins sur une partie de son périmètre :

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho = \sqrt{\delta^2 + \frac{\left(\frac{d\delta}{dq}\right)^2}{\left(\frac{\frac{d\delta}{dq}}{d\sqrt{1 - \frac{(\delta+r)^2}{d^2}}} - 1\right)^2}} \\ \theta = \arccos\left(\frac{\delta+r}{d}\right) - q + \frac{\pi}{2} - \arctan\left(\frac{\frac{\delta}{d} + \left(\frac{\frac{d\delta}{dq}}{d\sqrt{1 - \frac{(\delta+r)^2}{d^2}}} - 1\right)}{\frac{d\delta}{dq}}\right) \end{array} \right.$$

d étant la distance séparant les centres de rotation des deux poulies,

r étant le rayon de la poulie circulaire,

δ étant la distance d'un segment s'étendant entre le centre de la poulie non circulaire et un point appartenant à l'élément de liaison tel que le segment soit perpendiculaire à l'élément de liaison en ce point,

q étant l'angle entre un repère fixe et un repère lié à la poulie non circulaire.

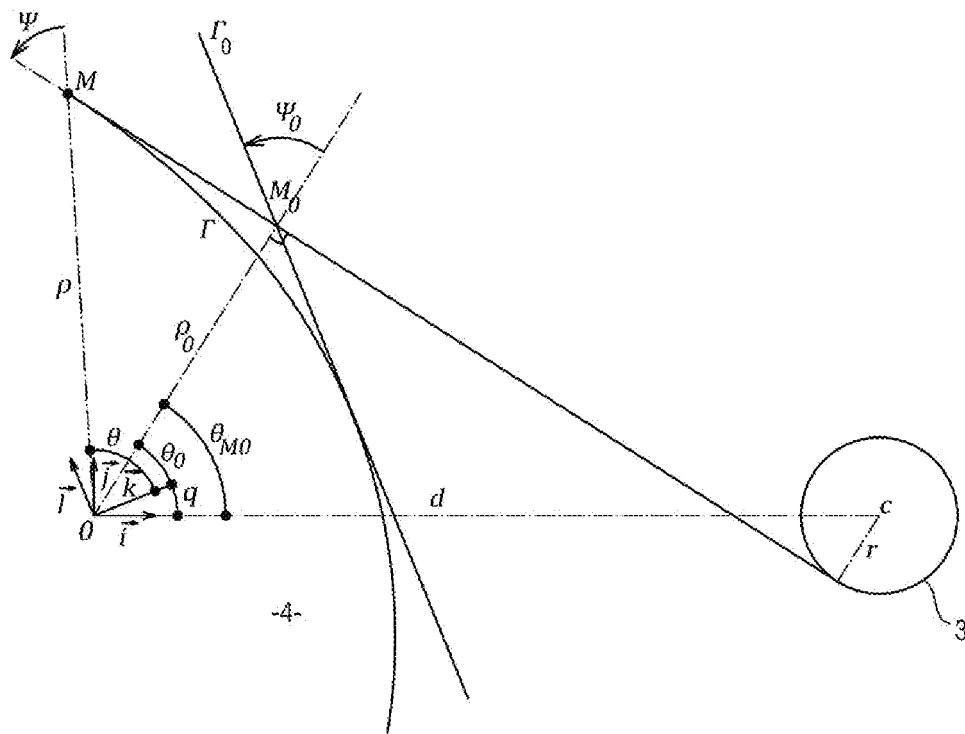
- [Revendication 2] Transmission mécanique selon la revendication 1, comprenant une deuxième poulie non circulaire (7) à laquelle est relié l'élément de liaison.
- [Revendication 3] Transmission mécanique selon la revendication 2, dans laquelle les deux poulies non circulaires (4, 7) sont portées par le même axe (A2).
- [Revendication 4] Transmission mécanique selon l'une des revendications précédentes, comprenant une deuxième poulie circulaire (8).
- [Revendication 5] Transmission mécanique selon l'une des revendications précédentes dans lequel δ est de la forme $\delta = a + b.\cos(q)$
- [Revendication 6] Transmission mécanique selon l'une des revendications précédentes dans laquelle la poulie non circulaire (4) a une section de forme ovoïdale.
- [Revendication 7] Dispositif comprenant au moins une première transmission mécanique selon l'une des revendications précédentes et au moins une deuxième transmission mécanique selon l'une des revendications précédentes.
- [Revendication 8] Dispositif selon la revendication 7, dans lequel les au moins trans-

missions mécaniques sont agencées en série.

[Revendication 9]

Système robotique comprenant une transmission mécanique selon l'une des revendications 1 à 6.

[Fig. 3]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 875896
FR 1915478

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2008/108464 A1 (GAJEWSKI WITOLD [CA] ET AL) 8 mai 2008 (2008-05-08) * alinéas [0006] - [0052]; figures 1-15 *	1,4-9	F16H55/52
X	US 2007/037649 A1 (PFLUG RAINER [DE]) 15 février 2007 (2007-02-15) * alinéas [0012] - [0054]; figure 1 *	1,5-9	
X	CN 2 549 260 Y (XIANG RUXIANG [CN]) 7 mai 2003 (2003-05-07) * alinéas [0004] - [0010]; figures 1-4 *	1-9	
A	WO 2006/005411 A1 (INA SCHAEFFLER KG [DE]; HARTMANN BERND [DE]) 19 janvier 2006 (2006-01-19) * pages 2-6; figures 1,2 *	1-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F16H
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
28 avril 2020		Ismail, Youssef	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1915478 FA 875896

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **28-04-2020**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2008108464 A1		08-05-2008	CA 2560324 A1	13-10-2005
			DE 112005000567 T5	08-02-2007
			JP 2007530888 A	01-11-2007
			US 2008108464 A1	08-05-2008
			WO 2005095826 A1	13-10-2005

US 2007037649 A1		15-02-2007	AUCUN	

CN 2549260 Y		07-05-2003	AUCUN	

WO 2006005411 A1		19-01-2006	AUCUN	
