

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
25 juin 2020 (25.06.2020)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/126481 A1

(51) Classification internationale des brevets :

F16H 19/06 (2006.01) B25J 9/00 (2006.01)
F16H 7/08 (2006.01) B25J 9/10 (2006.01)
F16H 25/20 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2019/083511

(22) Date de dépôt international :

03 décembre 2019 (03.12.2019)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1873025 17 décembre 2018 (17.12.2018) FR

(71) Déposant : COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES
[FR/FR] ; 25 rue Leblanc - Bâtiment le Ponant D, 75015
PARIS (FR).

(72) Inventeur : GARREC, Philippe ; 10 Résidence les Fonds-
Fanettes, 91190 GIF-SUR-YVETTE (FR).

(74) Mandataire : PROUVEZ, Julien et al. ; c/o CABINET
BOETTCHER, 16 rue Médéric, 75017 PARIS (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,

(54) Title: ACTUATOR WITH AUTOMATIC PRELOADING ADJUSTMENT DEVICE

(54) Titre : ACTIONNEUR A DISPOSITIF D'AJUSTEMENT AUTOMATIQUE DE PRECHARGE

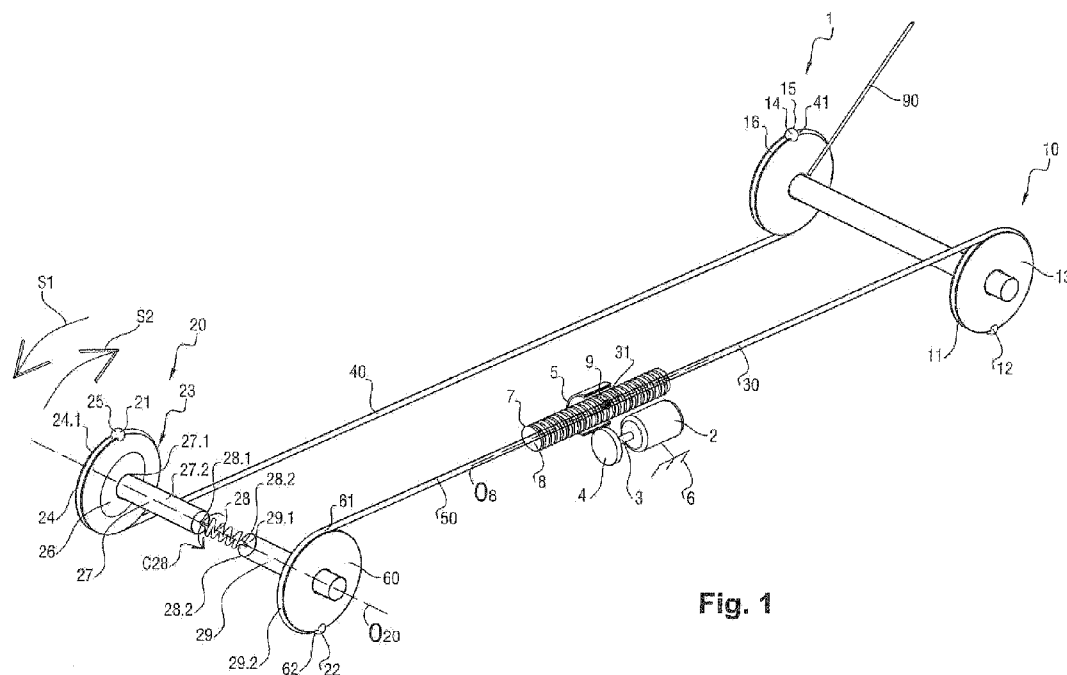


Fig. 1

(57) Abstract: Disclosed is an actuator comprising: - a first portion (30), a second portion (40) and a third portion (50) of a mechanical transmission element (30, 40, 50); - a device (20) for adjusting the preload provided with means (28) for elastically connecting the second portion (40) and the third portion (50) - the preload adjustment device (20) also comprising a non-return device (23). Also disclosed are an exoskeleton comprising such an actuator (1) and a method for recharging such an actuator (1).

(57) Abrégé : Actionneur comprenant : - une première portion (30), une deuxième portion (40) et une troisième portion (50) d'élément de transmission mécanique (30, 40, 50); - un dispositif (20) d'ajustement de la précharge pourvu de moyens (28) de relier élastiquement la deuxième portion (40) et la troisième portion (50) - le dispositif (20) d'ajustement de la précharge comprenant également un dispositif

[Suite sur la page suivante]

MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

**Actionneur à dispositif d'ajustement automatique de
précharge**

DOMAINE DE L'INVENTION

L'invention concerne le domaine des actionneurs et
5 plus particulièrement le domaine des actionneurs comprenant un élément de transmission réalisant une boucle continue ou non.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

Il est connu des actionneurs comprenant une unité de
10 motorisation pour mettre en mouvement une vis et un écrou coopérant avec la vis pour être déplacé le long de la vis sous l'effet de la rotation de la vis. Un tel actionneur comprend également une boucle de câble comprenant une première portion de câble qui s'étend entre une l'écrou et un
15 premier point de liaison à une première poulie. Cette première portion de câble est généralement appelé branche courte de l'actionneur. La boucle de câble comprend également une deuxième portion de câble qui s'étend entre un deuxième point de liaison à la première poulie et la sortie
20 de l'unité de motorisation, la deuxième portion de câble coopérant avec une deuxième poulie. La deuxième portion de câble est généralement appelée branche longue de l'actionneur. La première poulie est classiquement reliée à un élément que l'on souhaite actionner en rotation.

25 Dans le but d'améliorer la linéarité de la loi de raideur de l'actionneur, on réalise fréquemment une précharge de chaque branche de la boucle de câble. Cette précharge doit être réglée périodiquement, notamment en raison de l'apparition d'un « jeu de câble » résultant du glissement des torons de câble entre eux et/ou d'un fluage du
30 câble. Pour des opérations où l'actionneur est également utilisé pour effectuer un retour d'effort vers un

utilisateur, les opérations de réglage doivent avoir lieu à chaque utilisation, et il arrive même de constater que, au cours d'une utilisation prolongée, la tension de précharge évolue, dégradant alors la précision et la fiabilité de mesure de l'actionneur. Cette dégradation de précision est préjudiciable à la diffusion de tels actionneurs pour des applications dans lesquelles l'accès à l'actionneur est difficilement comme par exemple les applications spatiales ou les environnements hostiles tels que les environnements nucléaires.

OBJET DE L'INVENTION

Un but de l'invention est d'améliorer la linéarité de la loi de raideur d'un actionneur.

RESUME DE L'INVENTION

Dans ce but, on prévoit un actionneur comprenant un dispositif d'ajustement automatique de la précharge d'un élément de transmission mécanique reliant fonctionnellement une première poulie et une sortie d'une unité de motorisation, l'actionneur comprend une première portion d'élément de transmission qui coopère avec la première poulie et qui s'étend entre la sortie de l'unité de motorisation et un premier point de la liaison de la première portion de l'élément de transmission à la première poulie. L'actionneur comprend également une deuxième portion d'élément de transmission qui s'étend entre un deuxième point de liaison à la première poulie et un troisième point de liaison au dispositif d'ajustement automatique de la précharge ainsi qu'une troisième portion d'élément de transmission qui s'étend entre la sortie de l'unité de motorisation et un quatrième point de liaison au dispositif d'ajustement automatique de la précharge. Selon l'invention, le dispositif d'ajustement de la précharge est pourvu de moyens de relier élastiquement le troisième point de liaison et le quatrième point de liaison afin d'exercer un

effort de rappel tendant à provoquer un déplacement relatif du troisième point de liaison et du quatrième point de liaison dans un premier sens. Le dispositif d'ajustement de la précharge comprend également un dispositif d'anti-retour pour autoriser un déplacement relatif du quatrième point de liaison relativement au troisième point de liaison dans le premier sens et pour bloquer un déplacement relatif du quatrième point de liaison relativement au troisième point de liaison dans un deuxième sens opposé au premier sens.

Ainsi, l'élément élastique couplé au dispositif d'anti-retour absorbe le jeu apparaissant dans l'élément de transmission mécanique au fur et à mesure qu'il apparaît et la précharge dans les éléments de transmission est maintenue. La linéarité de la loi de raideur de l'actionneur est stabilisée et la fiabilité de l'actionneur est ainsi améliorée.

La compacité du dispositif est améliorée lorsque le dispositif d'anti-retour comprend une roue libre. La sensibilité du dispositif d'anti-retour est améliorée lorsque la roue libre est une roue libre à cames.

Avantageusement, l'effort de rappel est un couple.

Selon un mode de réalisation particulier, l'actionneur comprend un ressort hélicoïdal.

On obtient un actionneur compact et puissant lorsque l'unité de motorisation comprend un mécanisme vis-écrou dont la vis ou l'écrou est lié à la sortie de l'unité de motorisation et/ou lorsque l'élément de transmission mécanique comprend un câble.

L'invention concerne également un exosquelette comprenant un actionneur tel que décrit ci-dessus.

L'invention concerne également un procédé de mise en précharge d'un élément de transmission mécanique à une précharge de référence d'un actionneur selon l'invention, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- bloquer une rotation de la première poulie ;
 - commander l'unité de motorisation pour appliquer un effort provoquant une augmentation de la tension dans la première portion d'élément de transmission jusqu'à une
- 5 valeur de consigne sensiblement égale à :
- $$(1 + (K_1/K_{2-3})) * T_0$$

dans lequel

K_1 correspond à la raideur de la première portion d'élément de transmission,

10 K_{2-3} correspond à la raideur totale de la deuxième et troisième portion d'élément de transmission,

T_0 correspond à la valeur de la précharge de référence

- commander l'unité de motorisation pour qu'elle cesse d'appliquer un effort.

15 Au sens de la présente demande, la raideur K d'un élément de transmission correspond au rapport entre l'effort F appliqué sur cet élément de transmission et la déformation x que cette force engendre sur ledit élément de transmission ($K=F/x$). La raideur d'un brin de câble étant

20 proportionnelle à sa longueur (toutes choses étant égales par ailleurs : matériau, section, etc...), le rapport entre la raideur d'un premier brin de câble et la raideur d'un deuxième brin de câble est égal au rapport entre la longueur du premier brin et la longueur du deuxième brin. Dans

25 le cadre de la présente demande de brevet, les éléments de transmission fonctionnent essentiellement en traction et la déformation, et x correspond à l'allongement longitudinal de l'élément de traction.

30 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit d'un mode de réalisation particulier non limitatif de l'invention.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

35 Il sera fait référence aux figures annexées parmi lesquelles :

[Fig. 1] La figure 1 est une représentation schématique en perspective d'un actionneur selon l'invention.

[Fig. 2] La figure 2 est une vue analogue à la figure 1 de l'actionneur dans une première étape de mise en précharge.

5 [Fig. 3] La figure 3 est une vue analogue à la figure 1 de l'actionneur dans une deuxième étape de mise en précharge.

[Fig. 4] La figure 4 est une vue analogue à la figure 1 de l'actionneur en fonctionnement.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

10 En référence à la figure 1, l'actionneur selon l'invention, et généralement désigné 1, comprend un motoréducteur 2 électrique dont l'arbre de sortie 3 est pourvu d'un pignon 4 engrenant avec un écrou 5. L'écrou 5 est monté à rotation sur un châssis 6 -auquel est également fixé le
15 motoréducteur 2- et coopère avec une vis 7 pourvue d'un logement tubulaire 8 longitudinal et munie de moyens d'anti rotation de la vis autour de son axe longitudinal O_8 .

L'actionneur 1 comprend également une première poulie 10 montée à rotation sur le châssis 6 autour d'un premier
20 axe de rotation O_{10} et un dispositif 20 d'ajustement de la précharge monté à rotation sur le châssis 6 autour d'un deuxième axe de rotation O_{20} . Un bras 90 d'un exosquelette non représenté est solidaire en rotation de la première poulie 10.

25 Un premier brin de câble 30 comprend une première extrémité 31 fixée par une première sertissure 9 dans le logement tubulaire 8. Le premier brin de câble 30 s'étend depuis la sertissure 9 jusqu'à une première gorge 11 de la première poulie 10 avec laquelle elle coopère. Le premier
30 brin de câble 30 est relié à la première poulie 10 en un premier point 12 de liaison à l'aide d'une deuxième sertissure 13.

Un deuxième brin de câble 40 comprend une première extrémité 41 fixée en un deuxième point de liaison 14 par

une troisième sertissure 15 à une deuxième gorge 16 de la première poulie 10. Le deuxième brin de câble 40 s'étend depuis le deuxième point de liaison 14 jusqu'à un troisième point de liaison 21 au dispositif 20 d'ajustement de la précharge.

Un troisième brin de câble 50 s'étend depuis un quatrième point de liaison 22 du dispositif 20 d'ajustement automatique de la précharge jusqu'à la première sertissure 9.

Le dispositif 20 d'ajustement de la précharge comprend une roue libre 23 à cames montée à rotation sur le châssis 6 autour d'un deuxième axe O_{20} . La couronne extérieure 24 de la roue libre 23 comprend une gorge 24.1 avec laquelle coopère le deuxième brin de câble 40 et qui porte une quatrième sertissure 25 de liaison avec le troisième point de liaison 21. La couronne intérieure 26 de la roue libre 23 est reliée à une première extrémité 27.1 d'un premier arbre 27. La deuxième extrémité 27.2 du premier arbre 27 est reliée à une spire d'entrée 28.1 d'un ressort 28 hélicoïdal de torsion. La spire de sortie 28.2 du ressort 28 est reliée à une première extrémité 29.1 d'un deuxième arbre 29. La deuxième extrémité 29.2 du deuxième arbre 29 est reliée à une deuxième poulie 60. Une gorge 61 de la deuxième poulie 60 accueille le troisième brin de câble 50. Le quatrième point de liaison 22 est serti sur la deuxième poulie 60 par une cinquième sertissure 62.

La raideur K_{28} en torsion du ressort 28 est choisie de manière à ce que le ressort 28 applique entre le premier arbre 27 et le deuxième arbre 29 un couple C_{28} supérieur à un couple résistant C_R au moins égal à au couple seuil C_{s23} de frottement de la roue libre 23 augmenté du couple nécessaire à l'application d'une tension t_m de montage dans le premier brin de câble 30, le deuxième brin de câble 40 et le troisième brin de câble 50. La tension de montage t_m correspond à la tension minimale requise pour que le

premier brin de câble 30, le deuxième brin de câble 40 et le troisième brin de câble 50 soient maintenus enroulés sur la première poulie 10 et la deuxième poulie 20 et n'échappent pas des gorges 11, 24.1 et 61. Cette tension de montage t_m dépend de plusieurs facteurs comprenant notamment la profondeur des gorges 11, 24.1 et 61, le rayon des poulies 10 et 20 et le matériau des premier brin de câble 30, deuxième brin de câble 40 et troisième brin de câble 50. La tension de montage t_m est également appelée tension de conformation ou tension de flexion (terme employé par exemple par le fabricant de courroies métalliques Belt Tech).

La tension de montage t_m est proche de vingt-cinq Newtons pour un brin de câble en acier de 1.6 mm de diamètre et avoisine deux-cent cinquante Newtons pour un brin de câble de 6.35 mm de diamètre.

Le ressort 28 exerce un couple C28 de rappel-ici dans un sens antihoraire selon la représentation de la figure 1- qui tend à provoquer un déplacement du quatrième point de liaison 22 relativement au troisième point de liaison 21 dans un premier sens S_1 .

Au sens de la présente demande, un déplacement du quatrième point relativement au troisième point selon le premier sens, signifie que le troisième point de liaison 21 étant immobilisé, le quatrième point de liaison 22 peut se déplacer dans le premier sens S_1 .

La roue libre 23 est orientée pour bloquer un déplacement de la couronne intérieure 26 relativement à la couronne extérieure 24 dans un deuxième sens S_2 opposé au premier sens S_1 . Ainsi, une rotation du quatrième point de liaison 22 relativement au troisième point de liaison 21 dans le deuxième sens S_2 est bloquée.

La mise en service de l'actionneur 1 est préférablement précédée d'une phase de mise en précharge des premier brin de câble 30, deuxième brin de câble 40 et troisième

brin de câble 50 à une précharge de référence T_0 . Selon une première étape représentée en figure 2, on commande le motoréducteur 2 pour amener le bras 90 au contact d'une butée 91 afin de bloquer une rotation de la première poulie
5 10 dans le sens S_1 .

Selon une seconde étape représentée en figure 3, on commande le motoréducteur 2 pour appliquer un effort F provoquant une augmentation de la tension T dans le premier brin de câble 30 jusqu'à une valeur de consigne T_c sensiblement égale à :

$$(1 + (K_1/K_{2-3})) * T_0$$

Dans lequel

K_1 correspond à la raideur de la première portion d'élément de transmission (en N/m) ;

15 K_{2-3} correspond à la raideur totale de la deuxième et troisième portion d'élément de transmission (en N/m) ;

T_0 correspond à la valeur de la précharge de référence (en N).

La valeur de consigne T_c peut également être corrigée pour y intégrer la tension de montage t_m voire une marge de sécurité pour prévenir le risque éventuel de détente complète d'un brin de câble dû à une prise de « jeu » dans le câble qui pourrait soit endommager le câble par accrochage des flancs de gorges de poulies soit provoquer un
25 déraillement.

Corrélativement la tension dans le deuxième brin de câble 40 et le troisième brin de câble 50 baisse. Lorsqu'elle baisse en dessous de la tension de montage t_m , le couple C_{28} appliqué par le ressort 28 devient suffisant
30 pour vaincre la résistance de déblocage (frottement) de la roue libre 23 ce qui a pour effet d'établir la tension dans le deuxième brin de câble 40 et le troisième brin de câble 50 à une valeur sensiblement constante légèrement inférieure à t_m .

35 Au cours d'une troisième étape, on commande le

motoréducteur 2 pour faire décroître l'effort sur la première sertissure 9. Le premier brin de câble 30 se détend et corrélativement la tension dans le deuxième brin de câble 40 et le troisième brin de câble 50 augmente ce qui
5 a pour effet de bloquer la roue libre 23. Lorsque le motoréducteur 2 n'applique plus d'effort sur la première sertissure 9, le bras 90 n'applique plus aucun effort sur la butée 91. Les tensions dans le premier brin de câble 30, le deuxième brin de câble 40 et le troisième brin de câble
10 50 s'établissent alors à la valeur de la tension de précharge T_0 .

De même, en cours de fonctionnement, lorsque le deuxième brin de câble 40 et le troisième brin de câble 50 se détendent en dessous de la tension de montage t_m , le couple
15 C_{28} de torsion produit par le ressort 28 devient suffisant pour provoquer une rotation relative de la couronne extérieure 24 par rapport à la couronne intérieure 26 ce qui amène la tension dans le brin de câble concerné à une valeur sensiblement constante légèrement inférieure à t_m .
20 La roue libre 23 en se bloquant permet de maintenir la tension dans le deuxième brin de câble 40 et le troisième brin de câble 50, cette tension étant la somme de la valeur de précharge T_0 augmentée de la tension produite par le motoréducteur 2.

25 Le fonctionnement du dispositif 20 d'ajustement automatique de la précharge va être décrit dans le cadre d'une détente du troisième brin de câble 50. Le fonctionnement est similaire lors d'une détente du deuxième brin de câble 40.

30 Comme visible en figure 4, une détente du troisième brin de câble 50 provoque un déséquilibre entre la tension T_{21} appliquée au troisième point de liaison 21 et la tension T_{22} appliquée au quatrième point de liaison 22. Un déséquilibre apparaît entre les efforts appliqués sur la
35 spire d'entrée 28.1 et la spire de sortie 28.2 du ressort

28. Le ressort 28 applique alors un couple qui provoque un déplacement de la deuxième poulie 60 dans le sens S_1 jusqu'à ce que le déséquilibre entre la spire d'entrée 28.1 et la spire de sortie 28.2 soit résorbé, établissant la tension de précharge dans le troisième brin de câble 50 à la valeur de la tension de précharge de référence T_0 .

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits mais englobe toute variante entrant dans le champ de l'invention.

En particulier,

- bien qu'ici l'actionneur comprenne un motoréducteur électrique, l'invention s'applique également à d'autres types d'unités de motorisation comme par exemple un moteur hydraulique, pneumatique ou un actionneur linéaire ;

- bien qu'ici le motoréducteur entraîne en rotation un écrou qui déplace une vis, l'invention s'applique également à d'autres types de mécanismes vis-écrou comme par exemple un motoréducteur qui entraîne en rotation une vis sur laquelle est montée un écrou bloqué en rotation ;

- bien qu'ici le premier brin de câble soit serti à l'intérieur du logement tubulaire de la vis, l'invention s'applique également à d'autres types de point de liaison à la sortie de l'unité d'actionnement comme par exemple une boucle de câble passée dans un œillet rapporté par soudage sur la vis, un ou plusieurs tours mors, voire un nœud ;

- bien qu'ici le deuxième et le troisième brin de câble soit serti sur les poulies et roue libre, l'invention s'applique également à d'autres types de point de liaison comme par exemple une boucle de câble passée dans un œillet, un ou plusieurs tours mors, voire un nœud ;

- bien qu'ici l'actionneur comprenne un premier, un deuxième et un troisième brin de câble représentés comme ayant tous la même section, l'invention s'applique également à des portions d'autres types d'éléments de

transmission mécanique comme par exemple une ou plusieurs bielle, des câbles de section différente, une ou plusieurs sangles, un ou plusieurs rubans métallique ou en matériau composite, un élément de transmission mixte comprenant des portions réalisées dans des matériaux et sous des formes (ruban, bielle, sangle, câble) différentes ;

- bien que représentées sous la forme de deux poulie distinctes reliées par un arbre, les gorges de la première poulie peuvent être rassemblées dans une première poulie à deux gorges ou dans une poulie à gorge unique dans laquelle le premier point de liaison et le deuxième point de liaison peuvent être ou non confondus ;

- bien qu'ici le dispositif d'ajustement de la précharge comprenne une roue libre à cames, l'invention s'applique également à d'autres types de dispositifs d'anti-retour comme par exemple une roue libre à cliquet, une roue libre à rouleaux ;

- bien qu'ici le dispositif d'ajustement de la précharge comprenne un ressort hélicoïdal, l'invention s'applique également à d'autres moyens de relier élastiquement le troisième et le quatrième point de liaison pour appliquer un effort de rappel comme par exemple une barre de torsion, un ressort linéaire reliant le troisième et quatrième point, un ressort en spirale, un bloc de caoutchouc, un ressort à gaz ;

- bien qu'ici le ressort exerce un couple de rappel, l'invention s'applique également à d'autres types d'effort de rappel comme par exemple une force de rappel ;

- bien qu'ici l'effort exercé par le ressort provoque une rotation du troisième point de liaison relativement au quatrième point de liaison, l'invention s'applique également à d'autres types de déplacements comme par exemple une translation du troisième point de liaison relativement au quatrième point de liaison ;

- bien qu'ici le ressort de torsion soit relié à la

- roue libre par un premier arbre et à la deuxième poulie par un deuxième arbre, l'invention s'applique également à un dispositif dans lequel l'une des couronnes de la roue libre est confondue avec la deuxième poulie et dans lequel
- 5 le ressort de torsion est intégré à la deuxième poulie ;
- bien qu'ici un bras d'exosquelette soit solidaire en rotation de la première poulie, l'invention s'applique également à d'autres type d'éléments actionnés comme par exemple une jambe, une hanche ou un genou d'un exosque-
- 10 lette, ou d'un robot collaboratif. L'élément actionné pouvant être alternativement solidaire d'un élément solidaire en rotation de la première poulie tel qu'un arbre, ou solidaire d'un des éléments de transmission mécanique comme une sertissure sur le deuxième brin de câble par exemple ;
- 15 - bien qu'ici la rotation de la première poulie soit bloquée par amenée du bras contre une butée, l'invention s'applique également à d'autre façons de bloquer la rotation de la première poulie comme par exemple une goupille traversant la première poulie et la solidarisant au bâti,
- 20 une venue en butée d'un élément solidaire de l'un des brins de câble.

REVENDICATIONS

1. Actionneur (1) comprenant une première poulie (10) , une unité de motorisation (2), un élément de transmission mécanique (30, 40, 50) reliant fonctionnellement la première poulie (10) et une sortie (9) de l'unité de motorisation (2) ainsi qu'un dispositif (20) d'ajustement automatique de la précharge d'un élément de transmission mécanique (30, 40, 50), l'actionneur (1) comprenant également:

- une première portion (30) d'élément de transmission mécanique (30, 40, 50) qui coopère avec la première poulie (10) et qui s'étend entre la sortie (9) de l'unité de motorisation (2) et un premier point de la liaison (13) de la première portion (30) de l'élément de transmission mécanique (30, 40, 50) à la première poulie (10);

- une deuxième portion (40) d'élément de transmission mécanique (30, 40, 50) qui s'étend entre un deuxième point de liaison (14) à la première poulie (10) et un troisième point de liaison (21) au dispositif (20) d'ajustement automatique de la précharge ;

- une troisième portion (50) d'élément de transmission mécanique (30, 40, 50) qui s'étend entre la sortie (9) de l'unité de motorisation (2) et un quatrième point de liaison (22) au dispositif (20) d'ajustement automatique de la précharge ;

le dispositif (20) d'ajustement de la précharge étant pourvu de moyens (28) de relier élastiquement le troisième point de liaison (21) et le quatrième point de liaison (22) afin d'exercer un effort de rappel tendant à provoquer un déplacement relatif du troisième point de liaison (21) et du quatrième point de liaison (22) dans un premier sens (S_1),

le dispositif (20) d'ajustement de la précharge comprenant également un dispositif d'anti-retour (23) pour autoriser un déplacement relatif du quatrième point de

liaison (22) relativement au troisième point de liaison (21) dans le premier sens (S_1) et pour bloquer un déplacement relatif du quatrième point de liaison (22) relativement au troisième point de liaison (21) dans un deuxième sens (S_2) opposé au premier sens (S_1).

2. Actionneur (1) selon la revendication 1, dans lequel le dispositif d'anti-retour (23) comprend une roue libre (23).

3. Actionneur (1) selon la revendication 2, dans lequel la roue libre (23) est une roue libre à cames (23).

4. Actionneur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'effort de rappel est un couple.

5. Actionneur (1) selon la revendication 1, dans lequel l'élément élastique (28) comprend un ressort hélicoïdal (28).

6. Actionneur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'unité de motorisation (2) comprend un mécanisme vis-écrou dont la vis (7) ou l'écrou (5) est lié à la sortie (9) de l'unité de motorisation (2).

7. Exosquelette comprenant un actionneur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'élément de transmission mécanique (30, 40, 50) comprend un câble (30, 40, 50).

8. Procédé de mise en précharge d'un élément de transmission mécanique (30, 40, 50) à une précharge de référence (T_0) d'un actionneur (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- bloquer une rotation de la première poulie (10) ;
- commander l'unité de motorisation (2) pour appliquer un effort provoquant une augmentation de la tension dans la première portion (30) d'élément de transmission mécanique (30, 40, 50) jusqu'à une valeur de consigne

sensiblement égale à :

$$(1 + (K_1/K_{2-3})) * T_0$$

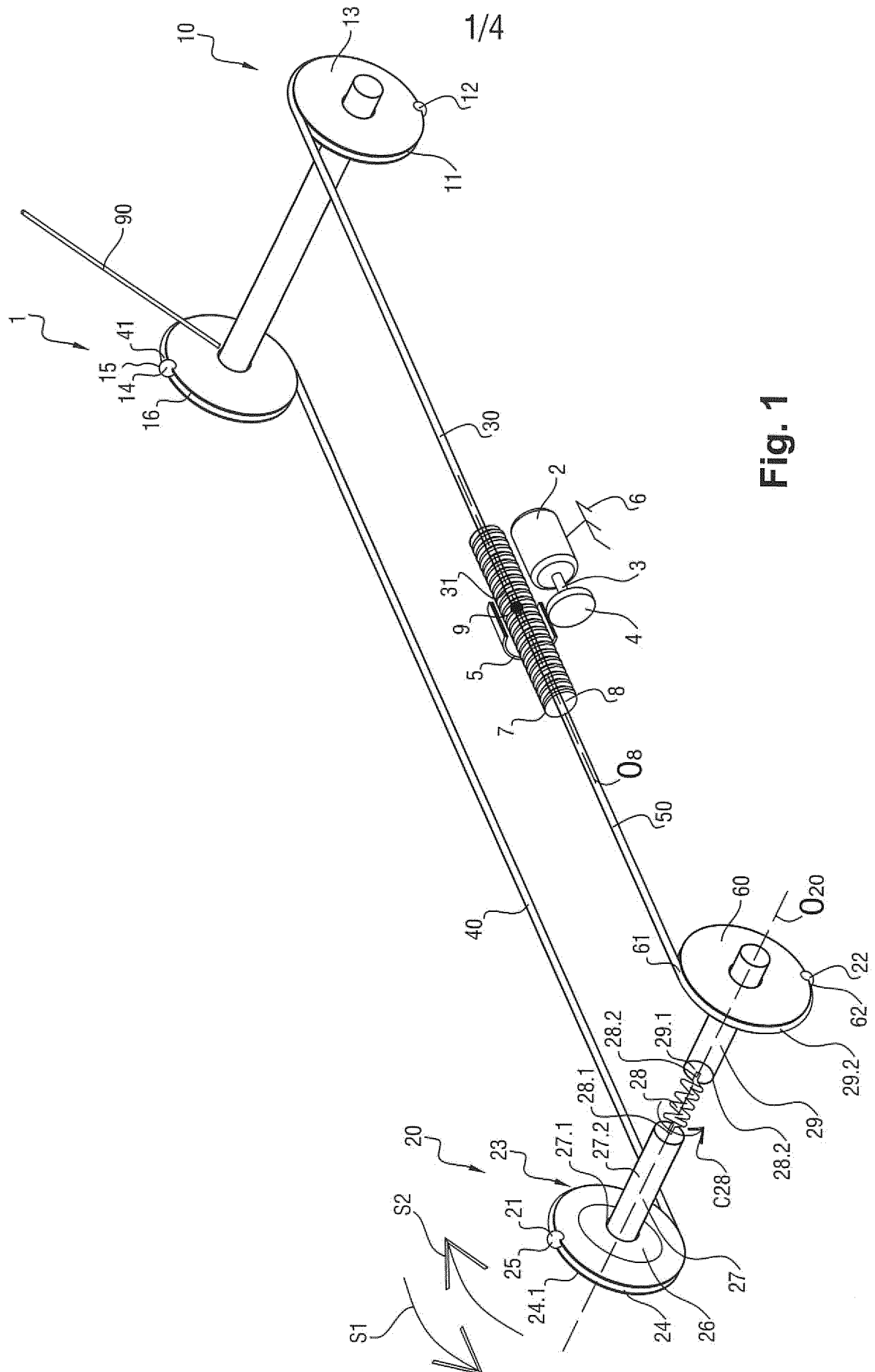
dans lequel

5 K_1 correspond à la raideur de la première portion
(30) d'élément de transmission mécanique (30, 40, 50),

K_{2-3} correspond à la raideur totale de la deuxième
(40) et troisième portion (50) d'élément de transmission
mécanique (30, 40, 50),

10 T_0 correspond à la valeur de la précharge de réf-
érence ;

 - commander l'unité de motorisation (2) pour qu'elle
cesse d'appliquer un effort.



1. **g.**
F.

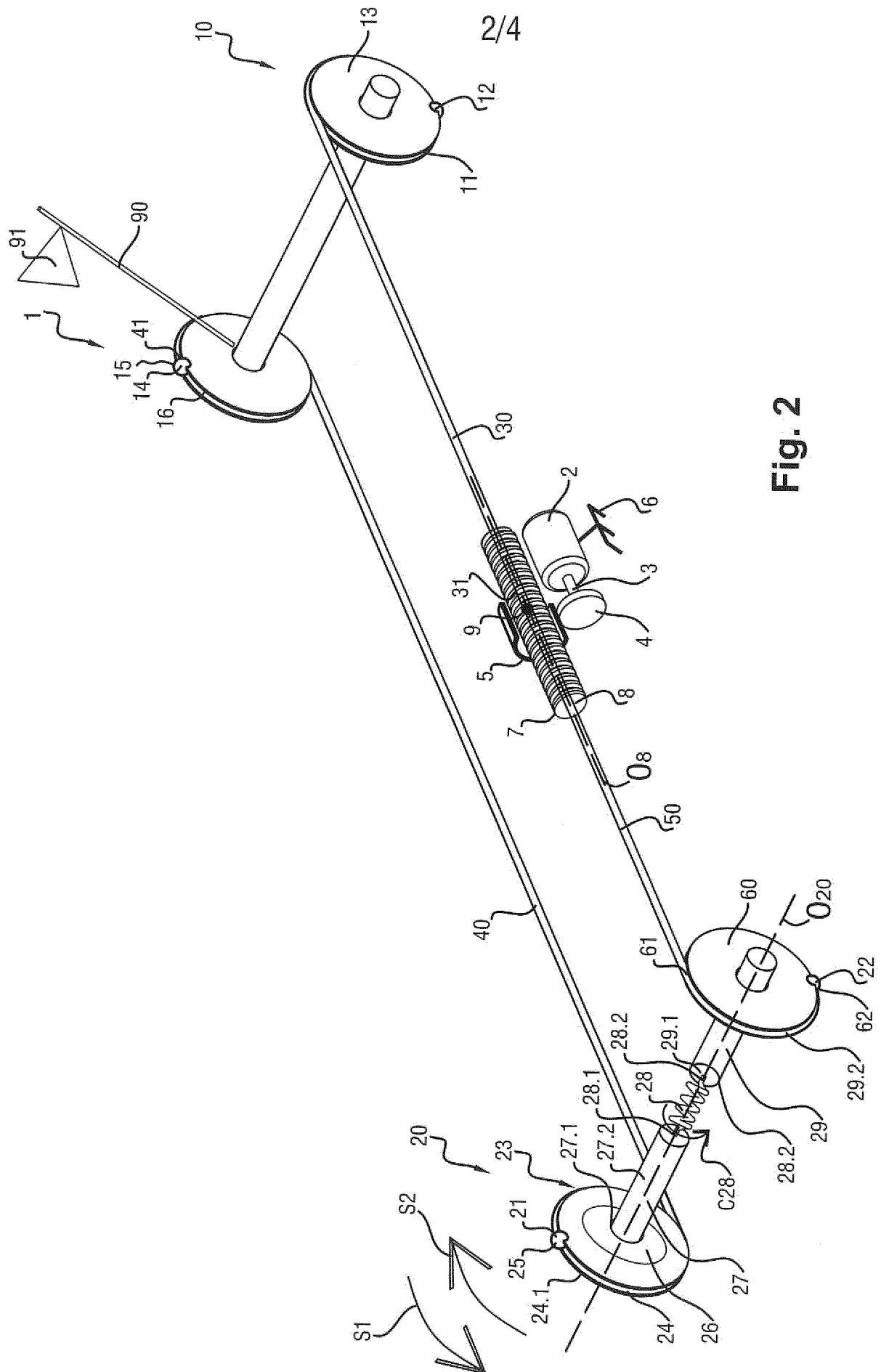


Fig. 2

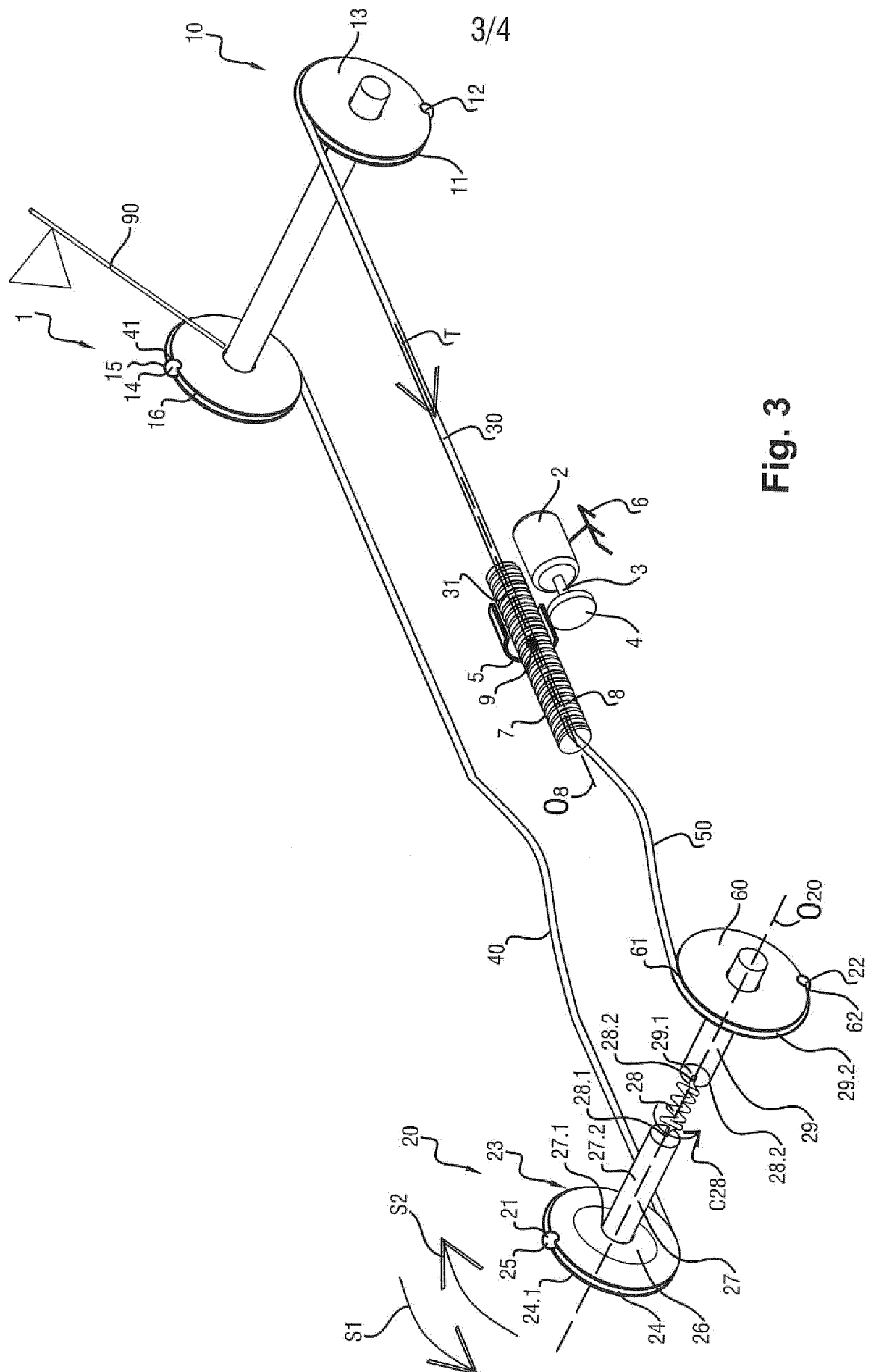


Fig. 3

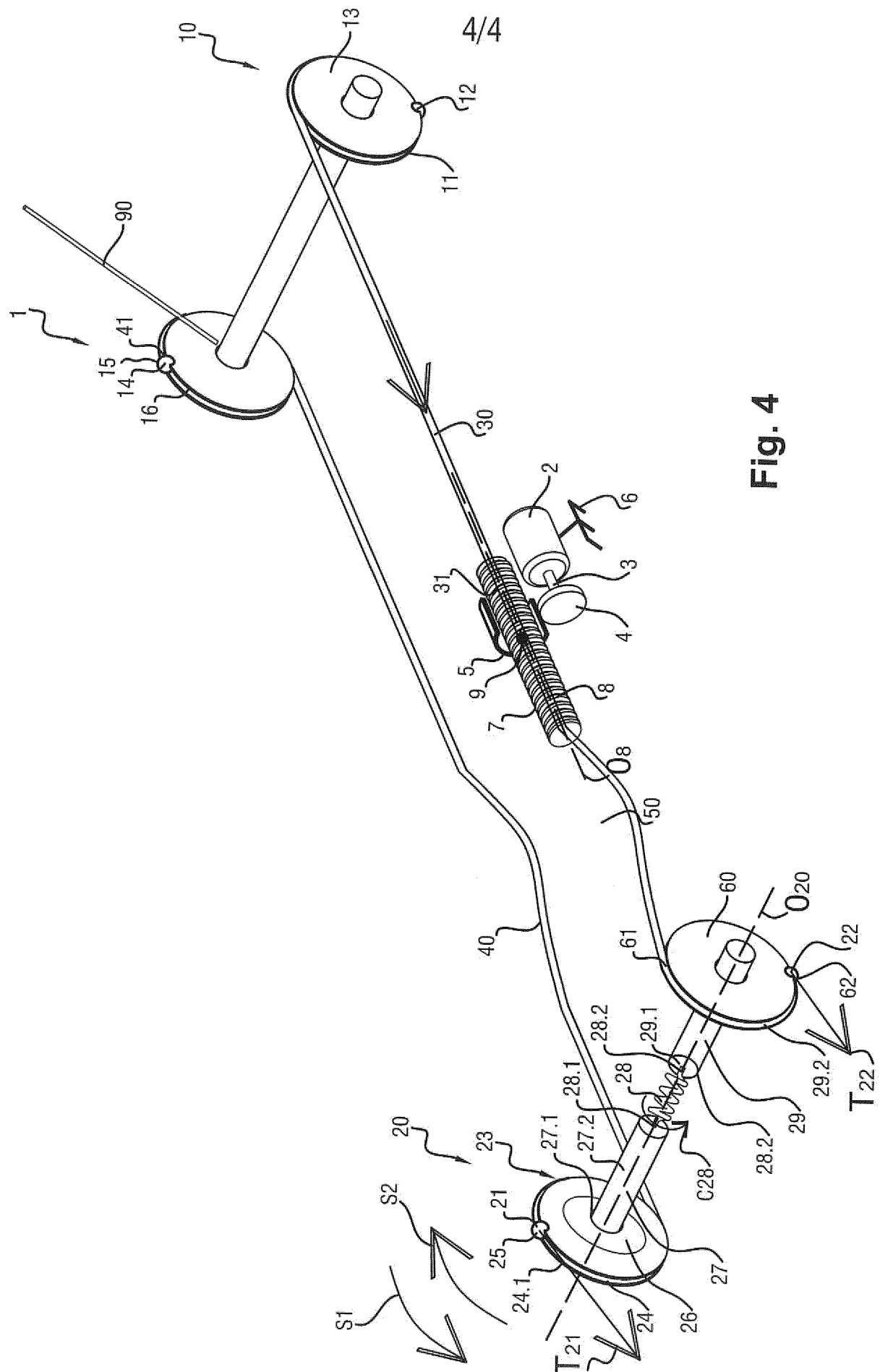


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/083511

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*F16H 19/06*(2006.01)i; *F16H 7/08*(2006.01)n; *F16H 25/20*(2006.01)n; *B25J 9/00*(2006.01)n; *B25J 9/10*(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16H; B25J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 923268 A (SOC OPTIQUE MEC HAUTE PREC) 10 April 1963 (1963-04-10) page 1, line 78 - page 2, line 7; figure 1	1-8
A	FR 2991224 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 06 December 2013 (2013-12-06) figure 1	1,5,7
A	WO 2008046030 A2 (INTUITIVE SURGICAL INC [US]) 17 April 2008 (2008-04-17) figures 3,4	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 January 2020

Date of mailing of the international search report

05 February 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Revilla, Xavier

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/083511

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
GB	923268	A	10 April 1963	CH	377166	A	30 April 1964
				FR	1274566	A	27 October 1961
				GB	923268	A	10 April 1963
FR	2991224	A1	06 December 2013	EP	2855103	A1	08 April 2015
				FR	2991224	A1	06 December 2013
				JP	6006403	B2	12 October 2016
				JP	2015517338	A	22 June 2015
				US	2015119998	A1	30 April 2015
				WO	2013182452	A1	12 December 2013
WO	2008046030	A2	17 April 2008	US	2008087871	A1	17 April 2008
				US	2010219388	A1	02 September 2010
				WO	2008046030	A2	17 April 2008

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2019/083511

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F16H19/06 ADD. F16H7/08 F16H25/20 B25J9/00 B25J9/10		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F16H B25J		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	GB 923 268 A (SOC OPTIQUE MEC HAUTE PREC) 10 avril 1963 (1963-04-10) page 1, ligne 78 - page 2, ligne 7; figure 1	1-8
A	FR 2 991 224 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 6 décembre 2013 (2013-12-06) figure 1	1,5,7
A	WO 2008/046030 A2 (INTUITIVE SURGICAL INC [US]) 17 avril 2008 (2008-04-17) figures 3,4	1
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 22 janvier 2020		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 05/02/2020
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Revilla, Xavier

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2019/083511

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 923268	A	10-04-1963	CH 377166 A	30-04-1964
			FR 1274566 A	27-10-1961
			GB 923268 A	10-04-1963

FR 2991224	A1	06-12-2013	EP 2855103 A1	08-04-2015
			FR 2991224 A1	06-12-2013
			JP 6006403 B2	12-10-2016
			JP 2015517338 A	22-06-2015
			US 2015119998 A1	30-04-2015
			WO 2013182452 A1	12-12-2013

WO 2008046030	A2	17-04-2008	US 2008087871 A1	17-04-2008
			US 2010219388 A1	02-09-2010
			WO 2008046030 A2	17-04-2008
