

(19)



(11)

EP 4 150 214 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
12.06.2024 Bulletin 2024/24

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
F04C 18/12 ^(2006.01) **F04C 25/02** ^(2006.01)
F04C 29/00 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **21725142.0**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F04C 18/12; F04C 25/02; F04C 29/005;
F04C 2220/12; F04C 2220/30

(22) Date de dépôt: **10.05.2021**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2021/062383

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2021/228793 (18.11.2021 Gazette 2021/46)

(54) **POMPE À VIDE SÈCHE**

TROCKENVAKUUMPUMPE

DRY VACUUM PUMP

(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

- **ILTCHEV, Théodore**
90600 Grandvillars (FR)
- **BACHMANN, Artur**
79689 Maulburg (DE)

(30) Priorité: **11.05.2020 PCT/EP2020/063009**

(74) Mandataire: **BOVARD AG**
Patent- und Markenanwälte
Optingenstrasse 16
3013 Bern (CH)

(43) Date de publication de la demande:
22.03.2023 Bulletin 2023/12

(73) Titulaire: **Ateliers Busch S.A.**
2906 Chevenez (CH)

(56) Documents cités:
WO-A1-2018/224409 DE-C1- 3 706 588
JP-A- H05 231 366 US-A1- 2006 120 890

(72) Inventeurs:
• **MÜLLER, Didier**
2800 Delémont (CH)

EP 4 150 214 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne une pompe à vide sèche, telle qu'une pompe à vide à compression sèche que l'on utilise par exemple dans les salles dites blanches ou propres. Plus spécifiquement, la présente invention se rapporte à une pompe à vide sèche comprenant un entraînement par courroie. De manière encore plus spécifique, la présente invention concerne une pompe à vide sèche, par exemple de type à déplacement positif, en particulier sous forme d'une pompe Roots, qui comprend un dispositif d'entraînement qui garantit une synchronisation optimale de la rotation des rotors sans toutefois nécessiter l'utilisation d'un liquide lubrifiant.

Etat de la technique

[0002] Des pompes à vide sèches telles que les pompes Roots sont bien connues de l'art antérieur. De telles pompes comprennent généralement deux éléments de rotor disposés dans une chambre de pompage qui dans les pompes Roots sont conçus comme des éléments rotors en forme de lobes. Chaque élément de rotor est supporté par un arbre de rotor qui est entraîné en rotation par un dispositif d'entraînement.

[0003] Dans la plupart des pompes connues de l'art antérieur, le dispositif d'entraînement se constitue de deux roues dentées montées chacune sur un des arbres de rotor et qui s'engrènent l'une avec l'autre. Un seul des deux arbres est entraîné en rotation par un moteur, par exemple un moteur électrique, entraînant par l'intermédiaire des roues dentées le deuxième arbre rotor.

[0004] Les dispositifs d'entraînement comprenant des roues dentées qui transmettent le couple d'entraînement d'un arbre rotor à l'autre arbre rotor ont l'avantage que l'utilisation de telles roues permet une synchronisation automatique de la rotation des deux arbres rotors. Afin d'obtenir un processus de compression efficace et un bon débit, il est nécessaire de réduire les écarts entre les éléments rotors, ce qui nécessite une synchronisation très précise. De plus, lors de l'arrêt de la pompe, qu'il soit intentionnel ou dû à une panne, les roues dentées font office de « landing gear » ce qui permet d'éviter l'endommagement des éléments de rotors.

[0005] Le désavantage de ce genre de dispositif réside dans le contact permanent, et nécessaire pour la transmission du couple d'entraînement, qui existe entre les roues dentées ce qui demande une lubrification. En effet, sans lubrification les roues dentées voudraient s'user rapidement ce qui résulterait en un manque de synchronisation des arbres rotors, une diminution de l'efficacité de la pompe et finalement dans l'endommagement des éléments de rotors. Malheureusement, dans beaucoup d'applications, l'utilisation de liquide lubrifiant est indésirable car elle mène à la contamination de la chambre à vide évacuée. Ceci est par exemple un problème récur-

rent dans le domaine des semi-conducteurs où de telles contaminations ne sont tout simplement pas compatibles avec les processus de fabrication employés.

[0006] Une autre approche permettant la synchronisation des arbres rotors d'une pompe à vide est présentée dans la demande de brevet européen EP1054160A1. Celle-ci concerne une pompe à vis sèche dont les arbres rotors sont entraînés chacun par leur propre moteur électrique, les positions angulaires des arbres étant déterminées par des résolveurs. Sur la base des signaux des résolveurs les moteurs des arbres rotors sont synchronisés électroniquement. Bien que cette approche permette de synchroniser efficacement les arbres rotors, elle demande l'utilisation de deux moteurs distincts et d'un système électronique ce qui est n'est pas favorable dans un grand nombre d'application.

[0007] Dans la demande internationale de brevet n° WO 2018/224409 A1, il est proposé d'utiliser pour l'entraînement des arbres rotors d'une pompe à vis sèche une courroie dentée qui est elle-même mise en mouvement par la roue dentée d'un dispositif d'entraînement. Ceci à l'avantage de permettre de découpler les roues dentées montées sur les arbres rotors. Sans contact entre les roues dentées, il n'est plus nécessaire de prévoir une lubrification.

[0008] Néanmoins, ce type d'entraînement par courroie dentée a le désavantage majeur qu'il ne permet d'obtenir une synchronisation suffisante en rotation des arbres rotors. Afin d'éviter l'endommagement des éléments rotor dû à la désynchronisation des arbres rotors, il est proposé dans cette demande internationale d'employer des éléments rotors dont le jeu est plus important. Malheureusement, ceci implique que les pompes qui emploient un tel type d'entraînement ne peuvent pas obtenir les mêmes taux de compression que les pompes usuelles sans prévoir des éléments rotors beaucoup plus longs et possédant un plus grand nombre de poches de compression.

[0009] L'objectif de la présente invention est donc de proposer une pompe à vide sèche possédant un dispositif d'entraînement qui ne nécessite pas de lubrification tout en garantissant une synchronisation suffisante des arbres rotors pour que ce dispositif puisse être utilisé dans des pompes à vide sèches conventionnelles, telles que des pompes Roots.

Exposé sommaire de l'invention

[0010] La présente invention a pour but principal de proposer une pompe à vide sèche ayant un mécanisme d'entraînement des rotors plus performant que celui des pompes de l'art antérieur.

[0011] Selon l'invention, ces buts sont atteints grâce aux objets de la revendication indépendante. Les aspects plus spécifiques de la présente invention sont décrits dans les revendications dépendantes ainsi que dans la description.

[0012] De manière plus spécifique, un but de l'inven-

tion est atteint grâce à une pompe à vide sèche comprenant :

- un dispositif d'entraînement comprenant un arbre d'entraînement à une extrémité duquel est fixée au moins une roue d'entraînement prévue pour mettre en mouvement au moins une courroie ;
- au moins deux rotors parallèles comportant chacun un arbre de rotor pourvu d'un élément de rotor, cet arbre de rotor pouvant être entraîné en rotation par la courroie et étant muni à l'une de ses extrémités axiales d'une roue dentée, cette pompe se distinguant en ce que :

la roue d'entraînement et la courroie sont lisses;

chaque arbre de rotor comporte au moins un tronçon lisse agencé pour coopérer avec la courroie et

les roues dentées des arbres de rotor sont dimensionnées et agencées pour s'engrener l'une avec l'autre.

[0013] L'entraînement par courroie et la synchronisation automatique des rotors grâce aux roues dentées permet de prévoir un jeu minimal entre les éléments rotors ce qui garantit une efficacité maximale de la pompe, en particulier son taux de compression, sans devoir modifier les rotors, les éléments rotors et/ou le stator de la pompe. En d'autres termes, le dispositif d'entraînement de la présente invention peut être intégré à des pompes existantes sans modifications des éléments rotors et stators sans perte d'efficacité.

[0014] En effet, les roues dentées des arbres de rotor permettent une synchronisation automatique des rotations des arbres de rotors. En cas de désynchronisation des arbres rotors, par exemple à cause du glissement de la courroie, les roues dentées permettent de resynchroniser automatiquement les arbres rotors. Comme les roues dentées, ne sont soumises à une charge que lorsqu'une resynchronisation est nécessaire, il n'est pas nécessaire de prévoir une lubrification pour ces roues. Lorsque les deux arbres sont synchrones, les roues dentées, bien qu'engrenées l'une dans l'autre, ne sont pas soumises à une charge, ce qui évite une usure des roues dentées. En effet, le couple en rotation est transmis par la courroie et non par les roues dentées contrairement aux pompes connues de l'art antérieur.

[0015] En outre, l'engrenage constitué par les roues dentées des arbres rotors permet, par exemple en cas de rupture de la courroie, à ces deux arbres de rester solidaires en rotation. Les roues dentées font donc office de « landing gear », ou d'engrenage de sécurité. En cas de défaillance de la courroie, les roues dentées permettent à la pompe de descendre en vitesse jusqu'à s'immobiliser sans que les rotors ne se touchent et sans provoquer de dégâts.

[0016] Grâce à une pompe selon la présente invention, il est donc possible d'éliminer le besoin de lubrification tout en garantissant une synchronisation optimale des arbres rotors. Finalement, une pompe selon la présente invention permet d'éviter un endommagement des éléments rotors même en cas d'arrêt brutal de l'entraînement de la pompe, par exemple en cas de rupture de la courroie ou de coupure d'électricité. Il est important de noter qu'une pompe selon la présente invention peut comprendre tout type de moteur pour l'entraînement de la roue d'entraînement. Ce moteur peut par exemple être électrique ou thermique.

[0017] Dans un mode de réalisation préféré de la présente invention, les roues dentées sont agencées pour que les dents des roues dentées respectives soient soumises à une charge uniquement lorsque les arbres rotors sont entraînés en rotations de manière asynchrone. Ceci permet de garantir une usure minimale des roues dentées et donc une durée de vie du dispositif d'entraînement plus longue.

[0018] Dans un autre mode de réalisation préféré de la présente invention, le jeu angulaire des roues dentées est inférieur à celui des éléments rotors. Cela permet de garantir que les roues dentées soient soumises à une charge avant que les éléments rotors ne se touchent et donc de garantir que les éléments rotors ne soient pas endommagés même en cas d'arrêt soudain de la pompe.

[0019] Dans un mode de réalisation préféré suivant de la présente invention, le tronçon lisse de chaque arbre de rotor est situé à une extrémité de cet arbre. Ceci permet de facilement séparer une zone de compression dans laquelle le fluide à évacuer est effectivement transporté et comprimé par les éléments rotors supportés par les arbres rotors et une zone d'entraînement comprenant le dispositif d'entraînement des arbres rotors et en particulier le tronçon lisse de chaque arbre de rotor ainsi que la courroie. Ceci permet d'éviter que la zone de compression puisse être contaminée par l'intermédiaire de la zone d'entraînement.

[0020] Dans un autre mode de réalisation préféré de la présente invention, sur chaque arbre de rotor, le tronçon lisse a un diamètre inférieur à celui de la roue dentée.

[0021] Dans un mode de réalisation préféré suivant de la présente invention, les deux roues dentées sont de même diamètre et les deux tronçons lisses sont de même diamètre. Ceci permet de faciliter la synchronisation de la rotation des arbres rotors. En effet, en prévoyant des diamètres identiques, il est plus facile de garantir que les arbres rotors tournent à la même vitesse.

[0022] Dans encore un autre mode de réalisation préféré de la présente invention, la courroie entoure partiellement l'un des tronçons lisses et est appuyée vers le bas par l'autre. Ceci permet d'entraîner facilement en rotation en sens inverse les deux arbres rotors. Comme les pompes à vide sèches connues de l'art antérieur, comme par exemple des pompes à vis, des pompes Roots, ou des pompes à ergots, emploient normalement des arbres rotors prévus pour être entraîné en rotation

en sens inverse l'un par rapport à l'autre, le dispositif d'entraînement d'une pompe selon la présente invention peut être adapté pour entraîner des pompes connues de l'art antérieur.

[0023] Dans un autre mode de réalisation préféré de la présente invention, la roue dentée et le tronçon lisse d'un arbre de rotor sont situés au niveau d'une même extrémité axiale de cet arbre. Ceci permet de prévoir une géométrie de la courroie simple ce qui évite les pertes énergétiques et le risque de rupture de celle-ci.

[0024] Dans un autre mode de réalisation préféré de la présente invention, chaque tronçon lisse se situe sur la surface circonférentielle d'une partie discoïde. Ceci permet notamment d'augmenter la surface de contact entre la courroie et l'arbre rotor et ainsi d'optimiser l'entraînement des arbres rotors par la courroie. De plus, le risque de glissement de la courroie par rapport au tronçon lisse est réduit ce qui permet de diminuer le risque de désynchronisation des arbres rotors.

[0025] Dans un mode de réalisation préféré suivant de la présente invention, les parties discoïdes et la roue d'entraînement sont sensiblement dans un même plan. Ceci permet de prévoir une courroie qui se trouve elle-même dans un seul plan ce qui diminue le risque de rupture de la courroie.

[0026] Dans un autre mode de réalisation préféré de la présente invention, les points issus de la projection des axes de rotation des arbres de rotors et de l'arbre d'entraînement sont alignés sur un plan qui leur est perpendiculaire. Grâce à ceci la pression de la courroie sur les tronçons lisses des arbres rotors est égale ce qui permet de garantir une synchronisation d'entraînement optimale.

[0027] Dans encore un autre mode de réalisation préféré de la présente invention, la distance entre l'arbre d'entraînement et l'arbre de rotor qui lui est le plus proche est réglable. Ceci permet d'ajuster la tension de la courroie d'entraînement et d'optimiser l'entraînement des arbres rotors. En ajustant la tension de la courroie, il est possible de minimiser le risque de désynchronisation des arbres rotors et ainsi d'éviter que les roues dentées ne doivent entrer en contact afin de rétablir la synchronisation.

[0028] Dans encore un autre mode de réalisation préféré de la présente invention, la pompe à vide sèche est une pompe à vide sèche où les éléments rotors ont la forme de lobes et sont imbriqués l'un dans l'autre.

[0029] Dans un mode de réalisation préféré suivant de la présente invention, la pompe à vide est une pompe roots, une pompe à vis ou une pompe à ergots.

[0030] Dans un autre mode de réalisation préféré de la présente invention, la pompe à vide est mono-étagée ou multi-étagée.

[0031] Finalement, dans un autre mode de réalisation préféré de la présente invention, le dispositif d'entraînement comprend un arbre d'entraînement à une extrémité duquel est fixée au moins une roue d'entraînement prévue pour mettre en mouvement deux courroies.

Brève description des dessins

[0032] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention vont maintenant être décrits en détail dans l'exposé suivant qui est donné en référence aux figures annexées, lesquelles représentent schématiquement :

- figure 1 : une pompe à vide sèche, ici une pompe Roots sèche, selon un premier mode de réalisation préféré de la présente invention, en vue de dessus en perspective ;
- figure 2 : une partie de la pompe à vide de la figure 1 ;
- figure 3 : une partie de la pompe à vide de la figure 1 dans laquelle le carter de la pompe est caché ;
- figure 4 : une vue de face de la pompe à vide des figures 1 à 3 ;
- figure 5 : une pompe à vide sèche, ici une pompe Roots sèche, selon un deuxième mode de réalisation préféré de la présente invention, en vue de dessus et en perspective ;
- figure 6 : une vue de face de la pompe à vide de la figure 5 ;
- figure 7 : une vue de dessus de la pompe à vide de la figure 5 ; et
- figure 8 : une vue de face de la pompe à vide en coupe transversale selon le plan A-A de la figure 7.

Exposé détaillé de l'invention

[0033] La pompe à vide sèche selon la présente invention est un ensemble comprenant un dispositif d'entraînement 1 comportant un moteur 2, généralement électrique, entraînant en rotation un arbre d'entraînement 3 à l'extrémité avant duquel est fixée au moins une roue d'entraînement 4 prévue pour mettre en mouvement au moins une courroie 5.

[0034] La pompe à vide sèche, selon un premier mode de réalisation préféré de la présente invention, ici sous la forme d'une pompe Roots sèche et représentée sur la figure 1, est un ensemble comprenant un dispositif d'entraînement 1 comportant un moteur 2, généralement électrique, entraînant en rotation un arbre d'entraînement 3 à l'extrémité avant duquel est fixée une roue d'entraînement 4 prévue pour mettre en mouvement une courroie 5.

[0035] A côté du dispositif d'entraînement 1 est fixé un carter comprenant une partie inférieure 6 et une partie supérieure (non représentée) et dans lequel sont montés libres en rotation, au moins deux rotors 7, 8. Chaque rotor 7, 8 comporte un arbre rotor 9, 10 pourvu d'un élément rotor, ici sous la forme d'un lobe 11, 12, et destiné

à être entraîné en rotation par la courroie 5. Chaque arbre rotor 9, 10 est muni à l'une de ses extrémités axiales d'une roue dentée 13, 14, de préférence du côté avant.

[0036] Comme on peut mieux le voir sur la figure 2, les axes de rotation des arbres rotors 9, 10 des deux rotors 7, 8 sont parallèles entre eux et généralement également parallèles à l'axe de rotation de l'arbre d'entraînement 3.

[0037] Les lobes 11, 12 sont généralement identiques et la distance entre les axes de rotation des arbres rotors 9, 10 des rotors 7, 8 est choisie de sorte que ces lobes 11, 12 puissent interagir de façon à pouvoir créer un déplacement positif et une compression du fluide à évacuer comme il est bien connu d'un homme du métier. Du fait que les rotors 7, 8 sont prévus pour tourner en sens inverse, leurs lobes 11, 12 sont tournés l'un par rapport à l'autre d'un angle de 90° (cf. figure 3).

[0038] Un orifice d'entrée (non représenté) d'un fluide tel que l'air est prévu à l'arrière du carter et un orifice de sortie (non représenté) de ce fluide est prévu à l'avant. Ainsi, la rotation des lobes 11, 12 provoque la circulation et la compression du fluide.

[0039] Selon l'invention, la courroie 5 est lisse, tout comme la roue d'entraînement 4, ceci voulant dire que cette roue d'entraînement 4 comporte une surface circonférentielle axiale lisse 15.

[0040] La roue d'entraînement lisse 4 est destinée à coopérer avec la courroie 5 qui adhère sur elle et peut, grâce à cela, être mise en mouvement par la rotation de l'arbre 3 du moteur 2.

[0041] La courroie 5 étant également prévue pour agir sur les arbres rotors 9, 10 des rotors 7, 8 en les faisant tourner, ces arbres rotors 9, 10 ont des tronçons dont les surfaces circonférentielles axiales sont lisses pour recevoir la courroie 5 et la faire adhérer. Ces tronçons lisses 16, 17 sont donc situés à l'extrémité avant des arbres 9, 10 des rotors 7, 8.

[0042] Comme on peut le voir en particulier sur la figure 4, la courroie 5 forme une boucle allant de la roue d'entraînement 4 au premier arbre rotor, c'est-à-dire l'arbre rotor 9 le plus éloigné de la roue d'entraînement 4. La courroie 5 repose donc sur la surface circonférentielle axiale lisse 15 de la roue d'entraînement 4 et le tronçon lisse 16 de l'arbre rotor 9 et elle est tendue entre cet arbre rotor 9 et cette roue d'entraînement 4.

[0043] Cependant, afin de pouvoir entraîner également le deuxième arbre rotor 10 situé entre le premier arbre rotor 9 et la roue d'entraînement 4, la courroie 5 doit entrer en contact avec le tronçon lisse 17 de ce deuxième arbre rotor 10 et adhérer sur celui-ci. Ceci est obtenu en déformant la trajectoire de la courroie 5 qui serait trapézoïdale s'il n'y avait qu'un seul arbre. Ainsi, on infléchit la trajectoire de la courroie 5 en la forçant à passer sous le tronçon lisse 17 du deuxième arbre rotor 10.

[0044] La courroie 5 entoure donc partiellement la roue 4 du dispositif d'entraînement 1 et le tronçon lisse 16 du premier arbre rotor 9 et elle est pressée vers le bas par le tronçon lisse 17 du deuxième arbre rotor 10.

[0045] De préférence, les points issus de la projection des axes de rotation des arbres rotors 9, 10 des rotors 7, 8 et de l'arbre d'entraînement 3 sont alignés sur un plan qui leur est perpendiculaire, comme le montre la ligne L tracée sur la figure 4.

[0046] La longueur de la courroie 5 et/ou la distance entre le dispositif d'entraînement 1 et le carter sont/est donc choisie(s) de telle manière que la courroie 5 reste suffisamment tendue pour pouvoir remplir son rôle d'entraînement en rotation du premier 9 et du deuxième 10 arbres rotors des rotors 7, 8.

[0047] Avantagusement, on peut prévoir que la distance entre le dispositif d'entraînement 1 (ou l'arbre d'entraînement 3) et le carter (ou le deuxième arbre rotor 10 du rotor 8) soit réglable, ce qui permet d'utiliser des courroies de longueur variable et de régler de manière optimale la tension de la courroie 5.

[0048] Afin de faciliter leur entraînement en rotation, les arbres rotors 9, 10 des rotors 7, 8 comportent de préférence chacun une partie discoïde 19, 20 augmentant leur diamètre et dont la surface circonférentielle axiale est lisse et constitue alors le tronçon lisse 16, 17 de l'arbre considéré rotor 9, 10. De préférence, les parties discoïdes sont des poulies. Les parties discoïdes 19, 20 et la roue d'entraînement 4 sont sensiblement dans un même plan, de manière à pouvoir coopérer efficacement avec la courroie 5. Leurs épaisseurs axiales sont généralement au moins égales à celle de la courroie 5.

[0049] Selon l'invention, les roues dentées 13, 14 portées par les arbres rotors 9, 10, de préférence aux extrémités avant de ceux-ci, sont dimensionnées pour s'engrener l'une avec l'autre et situées dans un même plan. La somme des rayons de ces roues dentées 13, 14 est donc sensiblement égale à la distance entre les deux axes de rotation des arbres rotors 9, 10 des rotors 7, 8, en tenant en compte des dimensions des dents.

[0050] Il est important de noter que selon l'invention, les roues dentées 13, 14 sont dimensionnées de telle sorte que les dents de ces roues soient soumises à une charge uniquement lorsque la rotation des arbres rotors 9, 10 est asynchrone. Le reste du temps les roues dentées 13, 14 s'engrènent bien l'une dans l'autre mais leurs dents ne subissent pas de charge. En effet, l'engrenage formé par les roues dentées 13, 14 n'a pas pour fonction de transmettre un couple d'un arbre de rotor à l'autre, contrairement aux pompes connues de l'art antérieur. Les roues dentées 13, 14 ont uniquement une fonction de synchronisation automatique de la rotation des arbres rotors 9, 10. Les roues dentées 13, 14 n'ont donc pas besoin d'être lubrifiées et tout le dispositif d'entraînement de la pompe peut se passer de liquide lubrifiant.

[0051] La garantie d'une synchronisation optimale des arbres rotors 9, 10 et donc des rotors 7, 8, permet de prévoir des éléments rotors 11, 12 avec un jeu réduit entre eux et entre le carter de la pompe, plus spécifiquement la partie stator de la pompe, en comparaison au jeu existant dans les pompes de l'art antérieur équipées de courroies dentées. Un jeu réduit entre les éléments

rotors 11, 12 permet finalement d'atteindre des chambres de compression créées par la rotation des éléments rotors 11, 12 dont les fuites sont moins importantes et ainsi un taux de compression plus grand pour une même taille de la pompe.

[0052] En outre, en cas de rupture de la courroie 5 ou en cas d'arrêt de la pompe, l'engrenage formé par les roues dentées 13, 14 fait office de « landing-gear » ce qui permet d'éviter l'endommagement des lobes 11, 12 en les empêchant de frotter l'un contre l'autre. En effet, les roues dentées 13, 14 permettent un arrêt des rotors 7, 8 synchronisés sans que ceux-ci ne soient endommagés.

[0053] De préférence, les tronçons lisses 16, 17 des arbres rotors 9, 10 des rotors 7, 8 ont des diamètres inférieurs à ceux des roues dentées 13, 14 portées par ces arbres 9, 10.

[0054] Les roues dentées 13, 14 sont généralement de même diamètre et les deux tronçons lisses 16, 17, qu'ils se trouvent ou non sur des parties discoïdes 19, 20, sont également en général de même diamètre.

[0055] Selon un deuxième mode de réalisation préféré de la présente invention, la pompe à vide sèche, représentée sous la forme d'une pompe Roots sèche sur la figure 5, est un ensemble comprenant un dispositif d'entraînement 1 comportant un moteur 2, généralement électrique, entraînant en rotation un arbre d'entraînement 3 à l'extrémité avant duquel est fixée au moins une roue d'entraînement 4 prévue pour mettre en mouvement deux courroies 5a, 5b.

[0056] Selon ce mode de réalisation, les deux courroies 5a, 5b sont lisses, tout comme la roue d'entraînement 4, ceci voulant dire que cette roue d'entraînement 4 comporte une surface circonférentielle axiale lisse 15.

[0057] La roue d'entraînement lisse 4 est destinée à coopérer avec les deux courroies 5a, 5b qui adhèrent sur elle en parallèle et peuvent, grâce à cela, être mises en mouvement par la rotation de l'arbre 3 du moteur 2. Dans ce mode de réalisation, la roue d'entraînement lisse 4 comporte une gorge de dégagement délimitant deux zones lisses destinées à recevoir et retenir chacune des deux courroies 5a, 5b axialement.

[0058] Selon une variante, le dispositif d'entraînement 1 comporte un arbre d'entraînement 3 à l'extrémité avant duquel est fixée deux roues d'entraînement 4 prévues pour mettre en mouvement les deux courroies 5a, 5b.

[0059] Les deux courroies 5a, 5b étant également prévues pour agir sur les arbres rotors 9, 10 des rotors 7, 8 en les faisant tourner, ces arbres rotors 9, 10 ont des tronçons dont les surfaces circonférentielles axiales sont lisses pour recevoir les deux courroies 5a, 5b en parallèle et les faire adhérer. Ces tronçons lisses 16, 17 sont donc situés à l'extrémité avant des arbres 9, 10 des rotors 7, 8, et comportent une gorge de dégagement délimitant deux tronçons lisses pour chaque arbre rotor 9, 10 destinés à recevoir et retenir chacune des deux courroies 5a, 5b axialement.

[0060] Comme on peut le voir en particulier sur la figure

5, les deux courroies 5a, 5b forment chacune en parallèle une boucle allant de la roue d'entraînement 4 au premier arbre rotor, c'est-à-dire l'arbre rotor 9 le plus éloigné de la roue d'entraînement 4. Les deux courroies 5a, 5b reposent donc chacune en parallèle sur la surface circonférentielle axiale lisse 15 de la roue d'entraînement 4 et des tronçons lisses 16 de l'arbre rotor 9 et elles sont tendues entre cet arbre rotor 9 et cette roue d'entraînement 4.

10 **[0061]** Cependant, afin de pouvoir entraîner également le deuxième arbre rotor 10 situé entre le premier arbre rotor 9 et la roue d'entraînement 4, les deux courroies 5a, 5b doivent entrer en contact avec les tronçons lisses 17 de ce deuxième arbre rotor 10 et adhérer en parallèle sur celui-ci. Ceci est obtenu en déformant la trajectoire des deux courroies 5a, 5b qui serait trapézoïdale s'il n'y avait qu'un seul arbre. Ainsi, on infléchit la trajectoire des deux courroies 5a, 5b en les forçant à passer sous les tronçons lisses 17 du deuxième arbre rotor 10 (cf. figures 5 et 6).

15 **[0062]** Les courroies 5a, 5b entourent donc partiellement la roue 4 du dispositif d'entraînement 1 et les tronçons lisses 16 du premier arbre rotor 9 et elles sont pressées vers le bas par les tronçons lisses 17 du deuxième arbre rotor 10 (cf. figure 6).

20 **[0063]** Afin de faciliter leur entraînement en rotation, les arbres rotors 9, 10 des rotors 7, 8 comportent de préférence chacun une partie discoïde 19, 20 augmentant leur diamètre, dont la surface circonférentielle axiale est lisse et comporte une gorge de dégagement délimitant deux zones lisses destinées à recevoir et retenir chacune des deux courroies 5a, 5b axialement. Les parties discoïdes 19, 20 constituent alors les tronçons lisses 16, 17 de l'arbre rotor 9, 10 considéré (cf. figure 7).

25 **[0064]** Selon une variante, les arbres rotors 9, 10 des rotors 7, 8 comportent chacun deux parties discoïdes 19, 20.

30 **[0065]** Les parties discoïdes 19, 20 et la roue d'entraînement 4 sont sensiblement dans un même plan, de manière à pouvoir coopérer efficacement avec les deux courroies 5a, 5b. Leurs épaisseurs axiales sont généralement au moins égales à celle de deux courroies 5a, 5b (cf. figure 7).

35 **[0066]** Dans le mode de réalisation représenté aux figures 6 et 8, les parties discoïdes 19, 20 comportent des roulements 21a, 21b, tels que des roulements étanches, des roulements à billes, ou des roulements à billes à gorges profondes.

40 **[0067]** Généralement, le risque de glissement d'une courroie est fonction du couple et de l'angle d'emprise de la courroie sur les parties discoïdes. De façon avantageuse, selon le deuxième mode de réalisation préféré de l'invention, chacune des deux courroies 5a, 5b encourt un risque de glissement de façon indépendante permettant de réduire d'autant plus le travail de resynchronisation des roues dentées. La compensation du risque de glissement à l'aide de deux courroies 5a, 5b permet ainsi de diminuer et limiter le risque de désynchro-

nisation des roues dentées et leur usure.

[0068] Il est évident que la présente invention est sujette à de nombreuses variations quant à sa mise en oeuvre. Bien que deux modes de réalisation non limitatifs aient été décrit à titre d'exemple, on comprend bien qu'il n'est pas concevable d'identifier de manière exhaustive toutes les variations possibles. Il est bien sûr envisageable de remplacer un moyen décrit par un moyen équivalent sans sortir du cadre de la présente invention. Toutes ces modifications font partie des connaissances communes d'un homme du métier dans le domaine des pompes à vide. En particulier, un homme du métier reconnaitra sans peine que le dispositif d'entraînement par courroie de la présente invention peut être utilisé dans n'importe quel type de pompes à déplacement positif employant deux rotors entraînés en rotation, tel que par exemple une pompe à vis ou une pompe à ergots, qu'elles soient lubrifiées ou sèches, ou qu'elles soient mono-étagées ou multi-étagées.

Revendications

1. Pompe à vide sèche comprenant :

- un dispositif d'entraînement (1) comprenant un arbre d'entraînement (3) à une extrémité duquel est fixée au moins une roue d'entraînement (4) prévue pour mettre en mouvement au moins une courroie (5);
- au moins deux rotors (7, 8) parallèles comportant chacun un arbre rotor (9, 10) pourvu d'un élément rotor (11, 12), cet arbre rotor (9, 10) pouvant être entraîné en rotation par la courroie (5) et étant muni à l'une de ses extrémités axiales d'une roue dentée (13, 14),

caractérisée en ce que

la roue d'entraînement (4) et la courroie (5) sont lisses;
chaque arbre (9, 10) de rotor (7, 8) comporte au moins un tronçon lisse (16, 17) agencé pour coopérer avec la courroie (5) et
les roues dentées (13, 14) des arbres (9, 10) de rotor (7, 8) sont dimensionnées et agencées pour s'engrener l'une avec l'autre.

2. Pompe à vide selon la revendication 1, dans laquelle les roues dentées (13, 14) sont agencées pour que les dents des roues dentées respectives soient soumises à une charge uniquement lorsque les arbres rotors (9, 10) sont entraînés en rotations de manière asynchrone.
3. Pompe à vide selon une des revendications 1 ou 2, dans laquelle le jeu angulaire des roues dentées (13,14) est inférieur à celui des éléments rotors

(11,12).

4. Pompe à vide selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le tronçon lisse (16, 17) de chaque arbre (9, 10) de rotor (7, 8) est situé à une extrémité de cet arbre (9, 10).
5. Pompe à vide selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle, sur chaque arbre (9, 10) de rotor (7, 8), le tronçon lisse (16, 17) a un diamètre inférieur à celui de la roue dentée (13, 14).
6. Pompe à vide selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les deux roues dentées (13, 14) sont de même diamètre et les deux tronçons lisses (16, 17) sont de même diamètre.
7. Pompe à vide selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la courroie (5) entoure partiellement l'un (16) des tronçons lisses (16, 17) et est appuyée vers le bas par l'autre (17).
8. Pompe à vide selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la roue dentée (13, 14) et le tronçon lisse (16, 17) d'un arbre (9, 10) de rotor (7, 8) sont situés au niveau d'une même extrémité axiale de cet arbre (9,10).
9. Pompe à vide selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle chaque tronçon lisse (16, 17) se situe sur la surface circonférentielle d'une partie discoïde (19, 20).
10. Pompe à vide selon la revendication 9, dans laquelle les parties discoïdes (19, 20) et la roue d'entraînement (4) sont sensiblement dans un même plan.
11. Pompe à vide selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les points issus de la projection des axes de rotation des arbres (9, 10) des rotors (7, 8) et de l'arbre d'entraînement (3) sont alignés sur un plan qui leur est perpendiculaire.
12. Pompe à vide selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la distance entre l'arbre d'entraînement (3) et l'arbre de rotor (10) qui lui est le plus proche est réglable.
13. Pompe à vide selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la pompe est une pompe à vide sèche où les éléments rotors (11, 12) ont la forme de lobes imbriqués l'un dans l'autre.
14. Pompe à vide selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans laquelle la pompe à vide est une pompe roots, une pompe à vis ou une pompe à ergots.

15. Pompe à vide selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la pompe à vide est mono-étagée ou multi-étagée.
16. Pompe à vide selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le dispositif d'entraînement (1) comprend un arbre d'entraînement (3) à une extrémité duquel est fixée au moins une roue d'entraînement (4) prévue pour mettre en mouvement deux courroies (5a, 5b).

Patentansprüche

1. Trockenvakuumpumpe, umfassend:

- eine Antriebsvorrichtung (1), umfassend eine Antriebswelle (3), an deren einem Ende mindestens ein Antriebsrad (4) befestigt ist, das dazu vorgesehen ist, mindestens einen Riemen (5) in Bewegung zu setzen;
- mindestens zwei parallele Rotoren (7, 8), die jeder eine Rotorwelle (9, 10) aufweisen, die mit einem Rotorelement (11, 12) versehen ist, wobei diese Rotorwelle (9, 10) durch den Riemen (5) in Drehung versetzbar ist und an einem ihrer axialen Enden mit einem Zahnrad (13, 14) ausgestattet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das Antriebsrad (4) und der Riemen (5) glatt sind;
- jede Welle (9, 10) eines Rotors (7, 8) mindestens ein glattes Teilstück (16, 17) aufweist, das so ausgelegt ist, um mit dem Riemen (5) zusammenzuwirken, und
- die Zahnräder (13, 14) der Wellen (9, 10) eines Rotors (7, 8) so bemessen und ausgelegt sind, um ineinander zu greifen.

2. Vakuumpumpe nach Anspruch 1, in der die Zahnräder (13, 14) so ausgelegt sind, dass die Zähne der jeweiligen Zahnräder nur dann belastet werden, wenn die Rotorwellen (9, 10) asynchron in Drehung versetzt werden.
3. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 oder 2, in der das Winkelspiel der Zahnräder (13, 14) geringer als das der Rotorelemente (11, 12) ist.
4. Vakuumpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das glatte Teilstück (16, 17) von jeder Welle (9, 10) eines Rotors (7, 8) an einem Ende dieser Welle (9, 10) angeordnet ist.
5. Vakuumpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei auf jeder Welle (9, 10) eines Rotors

(7, 8) das glatte Teilstück (16, 17) einen Durchmesser hat, der geringer als der des Zahnrads (13, 14) ist.

6. Vakuumpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die beiden Zahnräder (13, 14) den gleichen Durchmesser aufweisen und die beiden glatten Teilstücke (16, 17) den gleichen Durchmesser aufweisen.
7. Vakuumpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Riemen (5) das eine (16) der glatten Teilstücke (16, 17) teilweise umgibt und von dem anderen (17) nach unten gedrückt wird.
8. Vakuumpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Zahnrad (13, 14) und das glatte Teilstück (16, 17) von einer Welle (9, 10) eines Rotors (7, 8) an dem gleichen axialen Ende dieser Welle (9, 10) angebracht ist.
9. Vakuumpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei jedes glatte Teilstück (16, 17) auf der Umfangsfläche eines scheibenförmigen Bereichs (19, 20) angeordnet ist.
10. Vakuumpumpe nach Anspruch 9, wobei die scheibenförmigen Bereiche (19, 20) und das Antriebsrad (4) im Wesentlichen auf einer gleichen Ebene liegen.
11. Vakuumpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Punkte aus der Projektion der Drehachsen der Wellen (9, 10) der Rotoren (7, 8) und der Antriebswelle (3) in einer Ebene ausgerichtet sind, die senkrecht zu ihnen verläuft.
12. Vakuumpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Abstand zwischen der Antriebswelle (3) und der ihr am nächsten gelegenen Rotorwelle (10) einstellbar ist.
13. Vakuumpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Pumpe eine Trockenvakuumpumpe ist, in der die Rotorelemente (11, 12) die Form von Kolben haben, die ineinandergreifen.
14. Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Vakuumpumpe eine Rootspumpe, eine Schraubenpumpe oder eine Klauenpumpe ist.
15. Vakuumpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Vakuumpumpe einstufig oder mehrstufig ist.
16. Vakuumpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Antriebsvorrichtung (1) eine Antriebswelle (3) umfasst, an deren einem Ende mindestens ein Antriebsrad (4) befestigt ist, mit welchem

zwei Riemen (5a, 5b) in Bewegung versetzbar sind.

Claims

1. Dry vacuum pump comprising:

- a drive device (1) comprising a drive shaft (3) at one end of which is fixed at least one drive wheel (4) provided to set in motion at least one belt (5);
- at least two parallel rotors (7, 8) each having a rotor shaft (9, 10) provided with a rotor element (11, 12), this rotor shaft (9, 10) being able to be driven in rotation by the belt (5) and being equipped at one of its axial ends with a toothed wheel (13, 14),

characterized in that

the drive wheel (4) and the belt (5) are smooth; each shaft (9, 10) of the rotor (7, 8) comprises at least one smooth section (16, 17) arranged to co-operate with the belt (5), and the toothed wheels (13, 14) of the shafts (9, 10) of the rotor (7, 8) are dimensioned and arranged to mesh with one another.

2. Dry vacuum pump according to claim 1, wherein the toothed wheels (13, 14) are arranged so that the teeth of the respective toothed wheels are subjected to a load only when the rotor shafts (9, 10) are driven in rotation asynchronously.
3. Dry vacuum pump according to one of the claims 1 or 2, wherein the angular play of the toothed wheels (13, 14) is less than that of the rotor elements (11, 12).
4. Dry vacuum pump according to any one of the preceding claims, wherein the smooth section (16, 17) of each shaft (9, 10) of the rotor (7, 8) is situated at one end of this shaft (9, 10).
5. Dry vacuum pump according to any one of the preceding claims, wherein, on each shaft (9, 10) of the rotor (7, 8), the smooth section (16, 17) has a diameter less than that of the toothed wheel (13, 14).
6. Dry vacuum pump according to any one of the preceding claims, wherein the two toothed wheels (13, 14) are of the same diameter and the two smooth sections (16, 17) are of the same diameter.
7. Dry vacuum pump according to any one of the preceding claims, wherein the belt (5) surrounds partially one (16) of the smooth sections (16, 17) and is pushed downward by the other (17).

8. Dry vacuum pump according to any one of the preceding claims, wherein the toothed wheel (13, 14) and the smooth section (16, 17) of a shaft (9, 10) of a rotor (7, 8) are located at the same axial end of this shaft (9, 10).
9. Dry vacuum pump according to any one of the preceding claims, wherein each smooth section (16, 17) is situated on the circumferential surface of a discoid part (19, 20).
10. Dry vacuum pump according to claim 9, wherein the discoid parts (19, 20) and the drive wheel (4) are substantially in the same plane.
11. Dry vacuum pump according to any one of the preceding claims, wherein the points coming from the projection of the axes of rotation of the shafts (9, 10) of the rotors (7, 8) and of the drive shafts (3) are aligned on a plane which is perpendicular to them.
12. Dry vacuum pump according to any one of the preceding claims, wherein the distance between the drive shaft (3) and the rotor shaft (10) closest to it is adjustable.
13. Dry vacuum pump according to any one of the preceding claims, wherein the pump is a dry vacuum pump where the rotor elements (11, 12) have the form of lobes fitted into one another.
14. Dry vacuum pump according to any one of the claims 1 to 12, wherein the vacuum pump is a Roots pump, a screw pump or a claw pump.
15. Dry vacuum pump according to any one of the preceding claims, wherein the vacuum pump is single-staged or multi-staged.
16. Dry vacuum pump according to any one of the preceding claims, wherein the drive device (1) comprises a drive shaft (3) at one end of which is fixed at least one drive wheel (4) provided to set in motion two belts (5a, 5b).

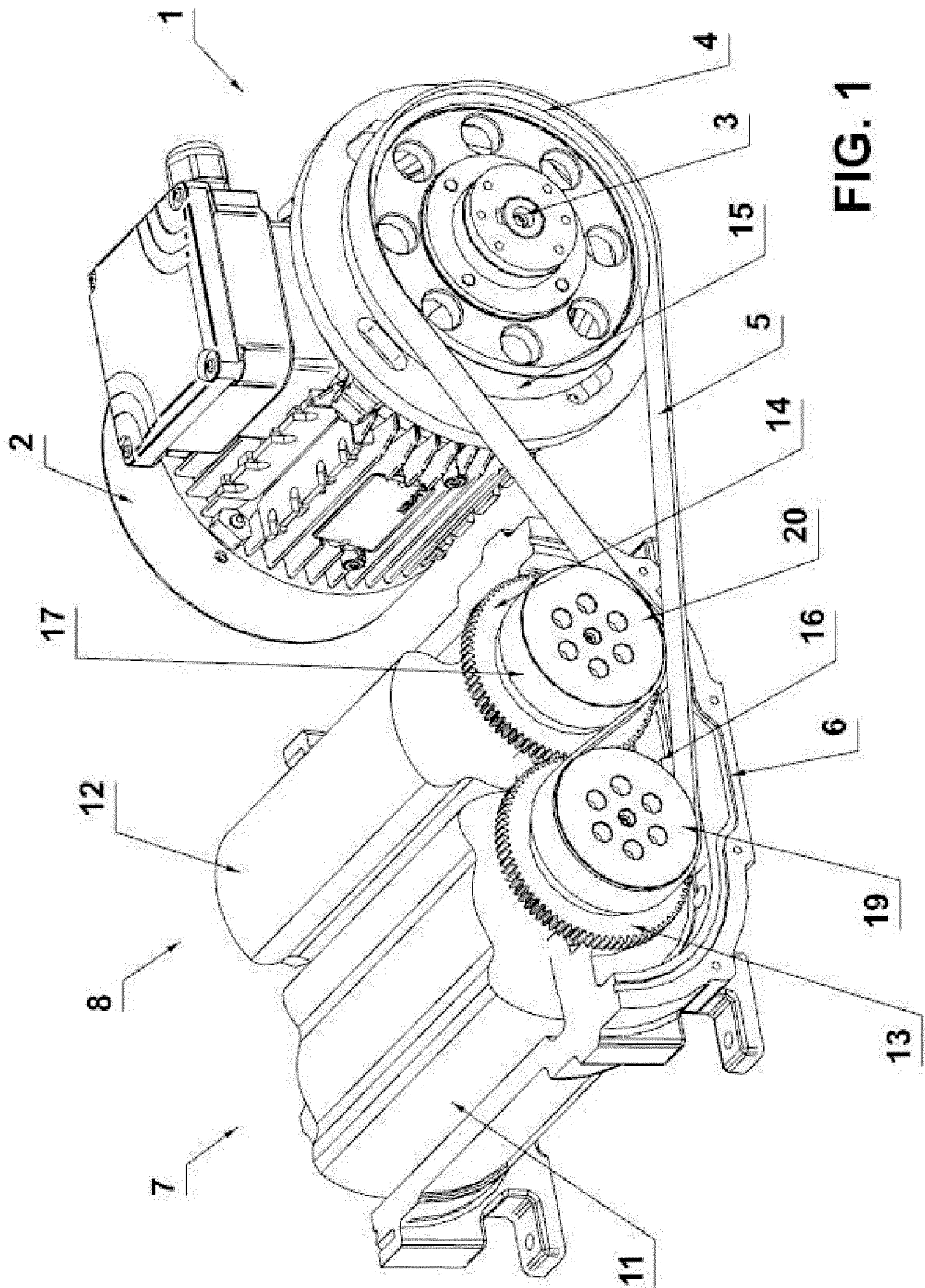


FIG. 1

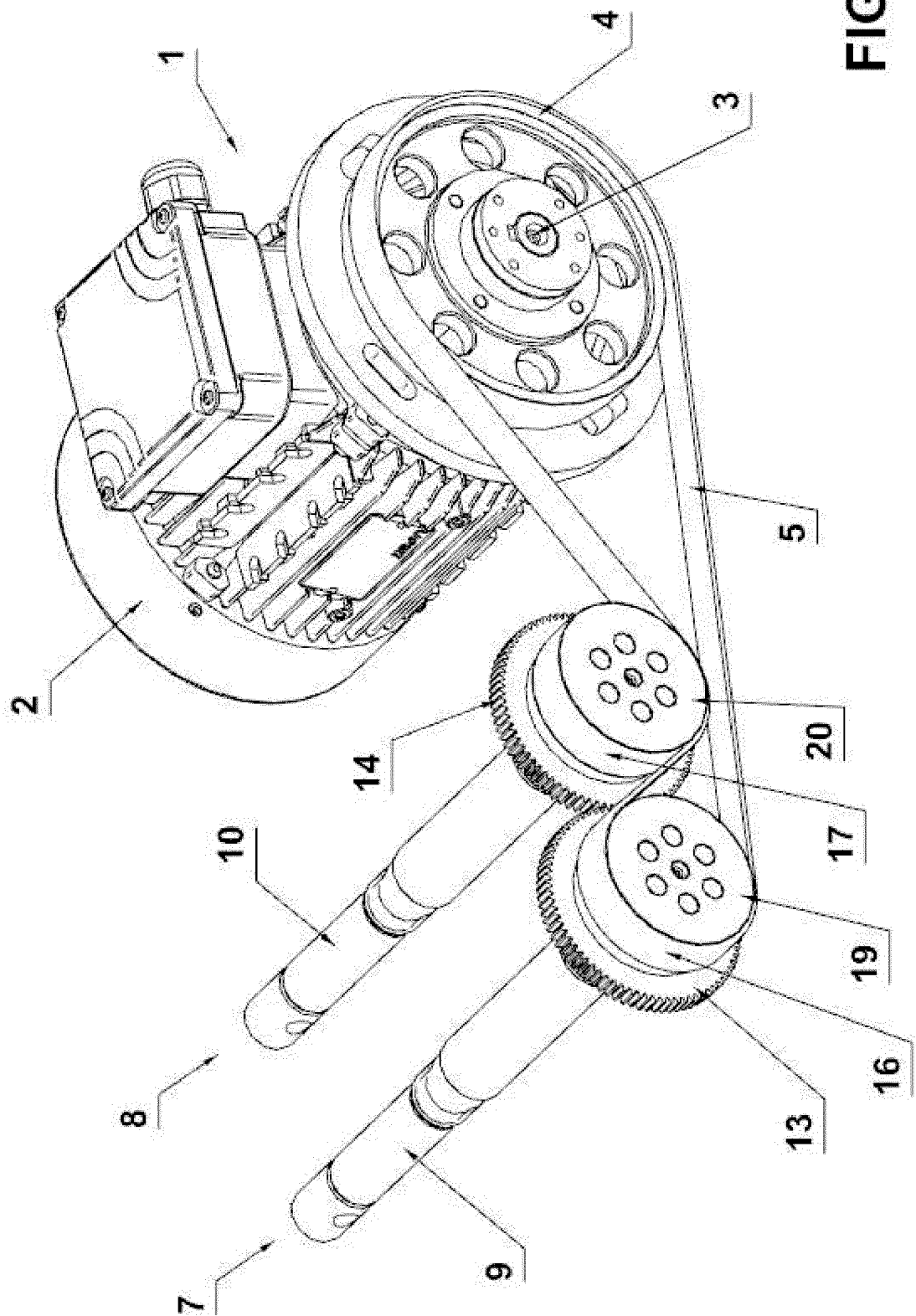


FIG. 2

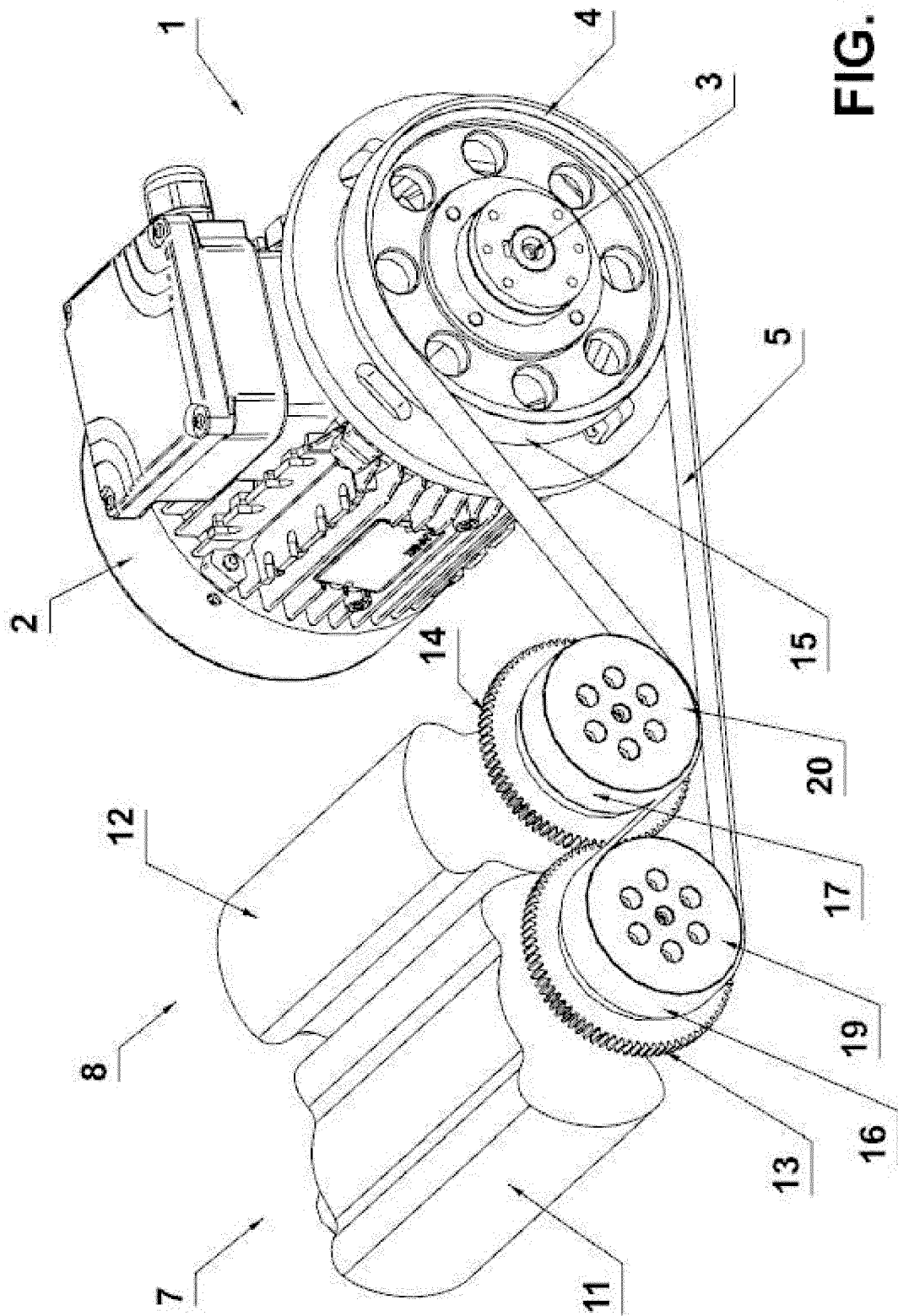


FIG. 3

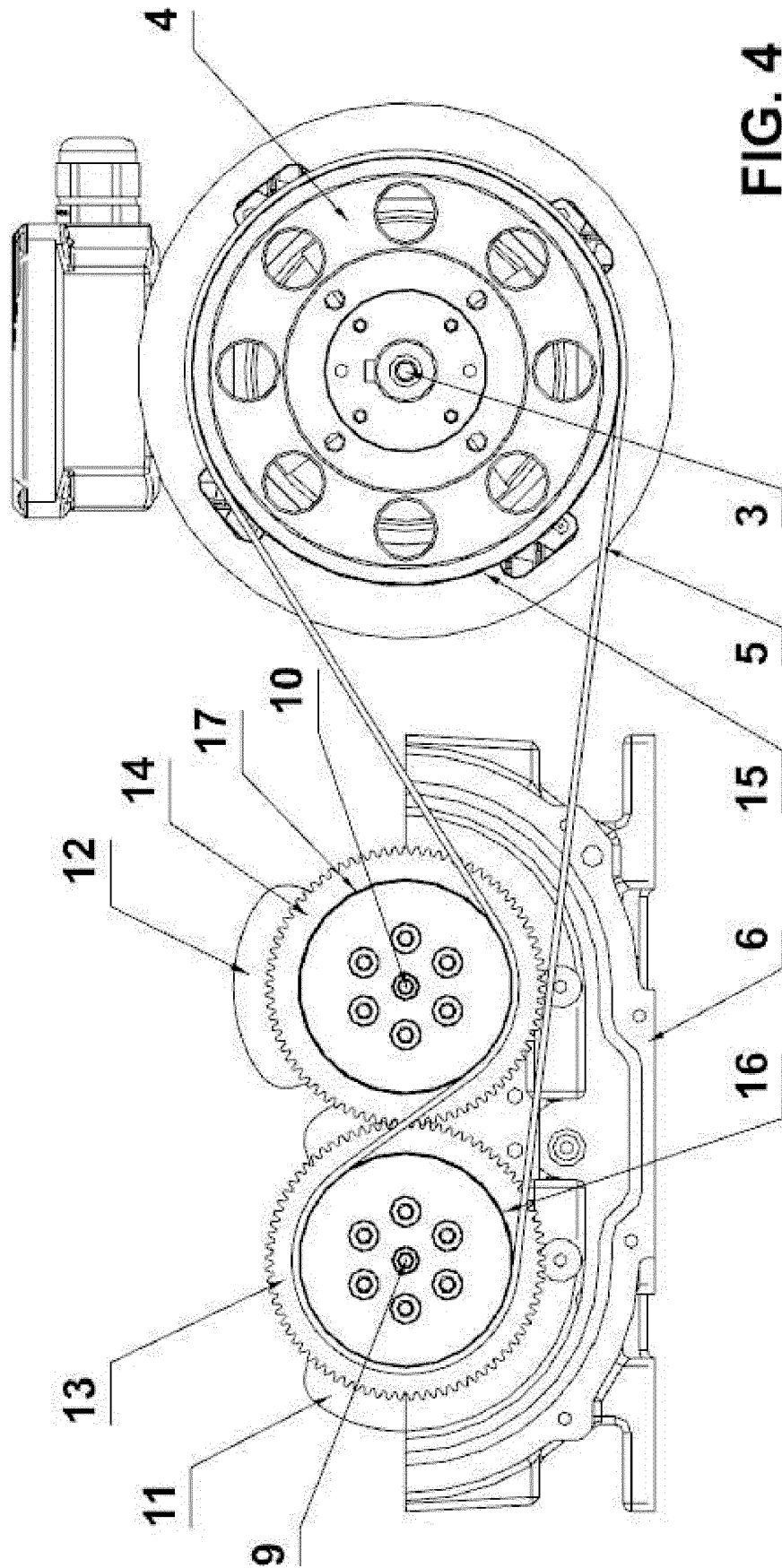


FIG. 4

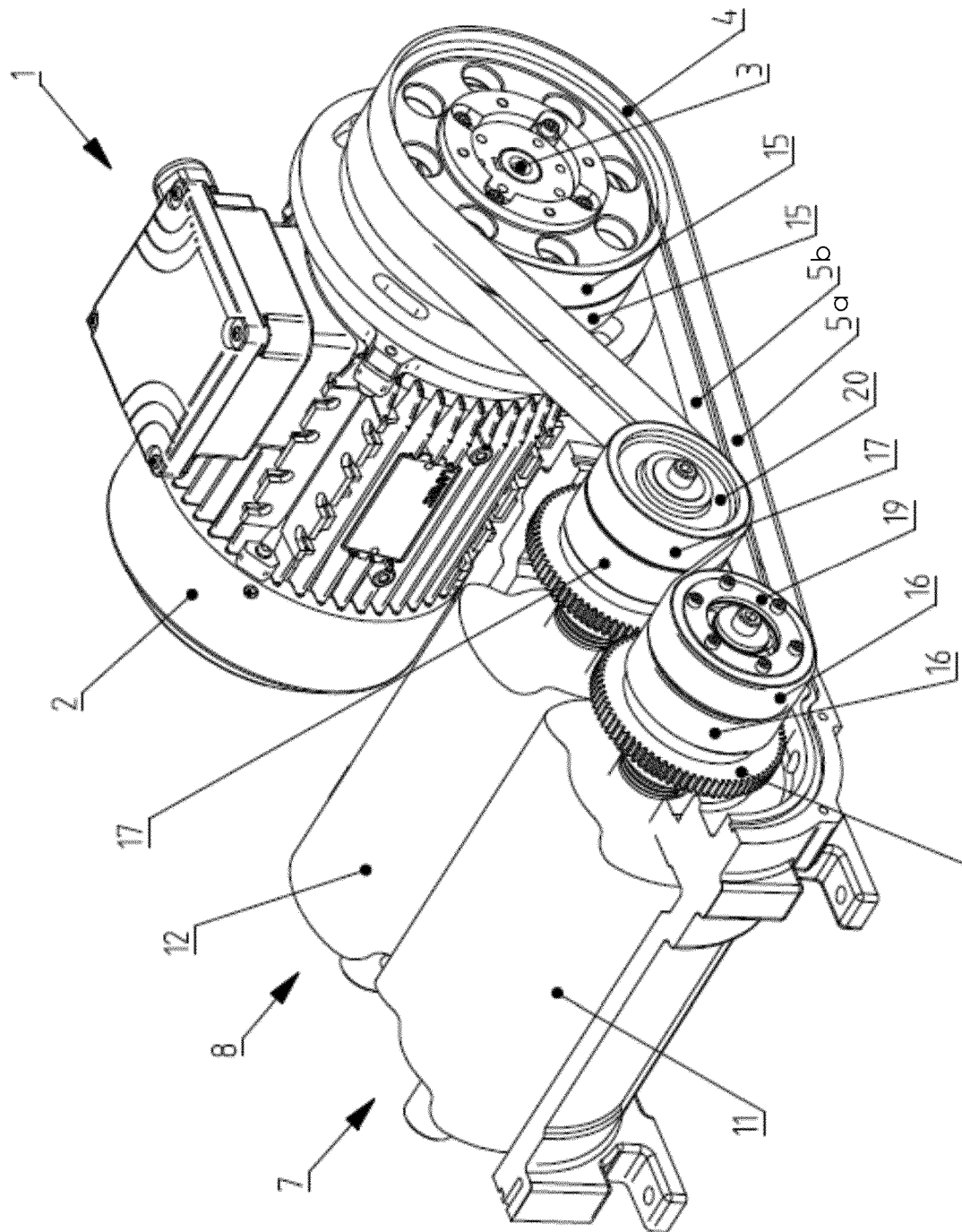


FIG. 5

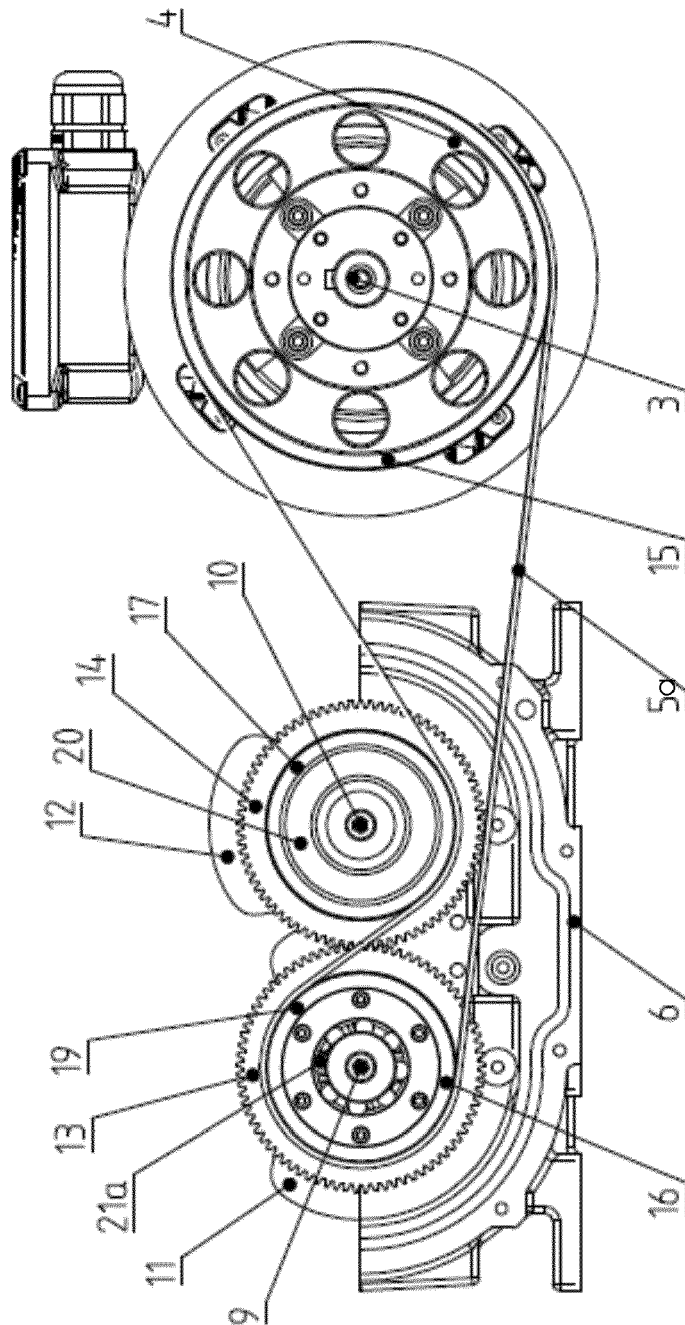


FIG. 6

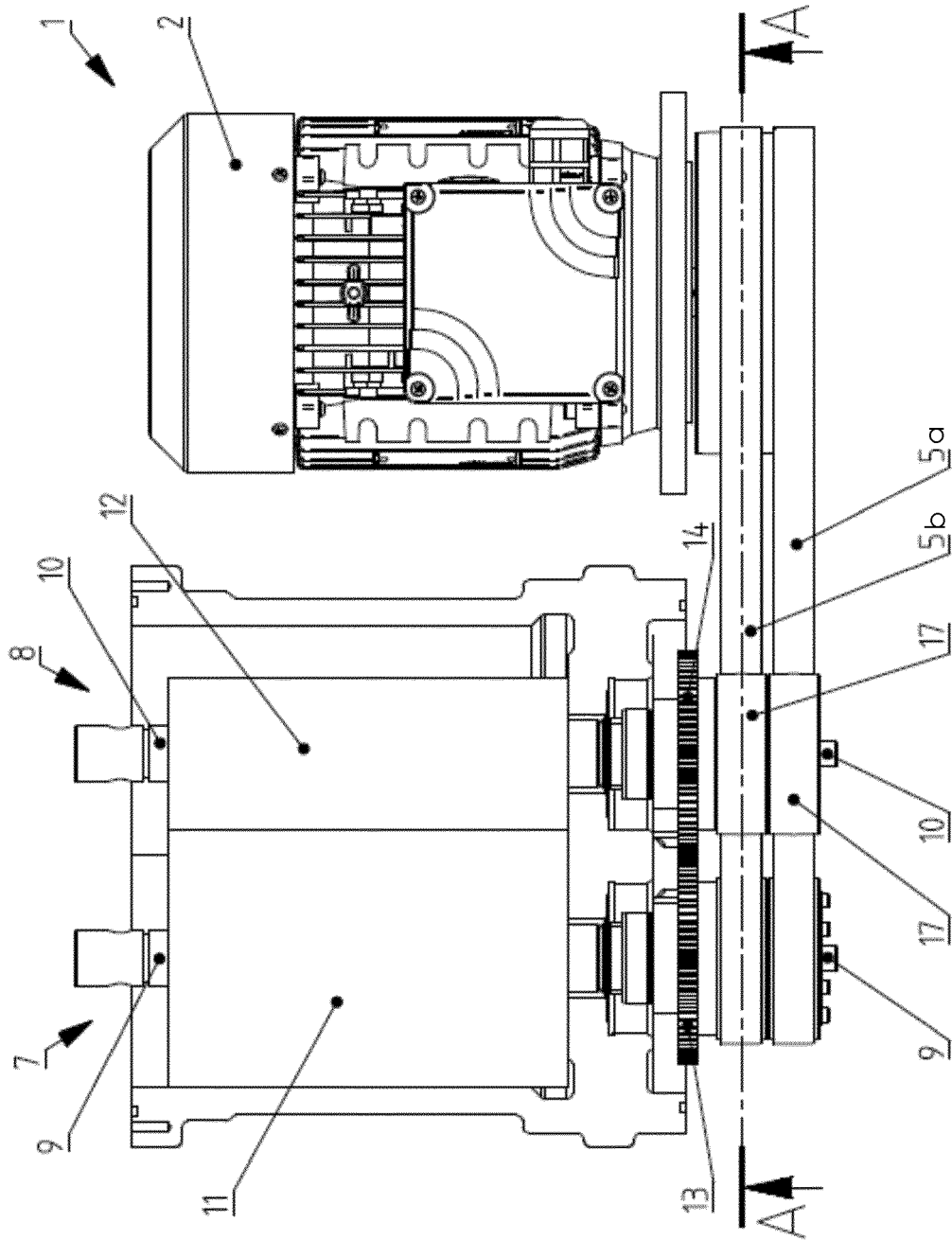


FIG. 7

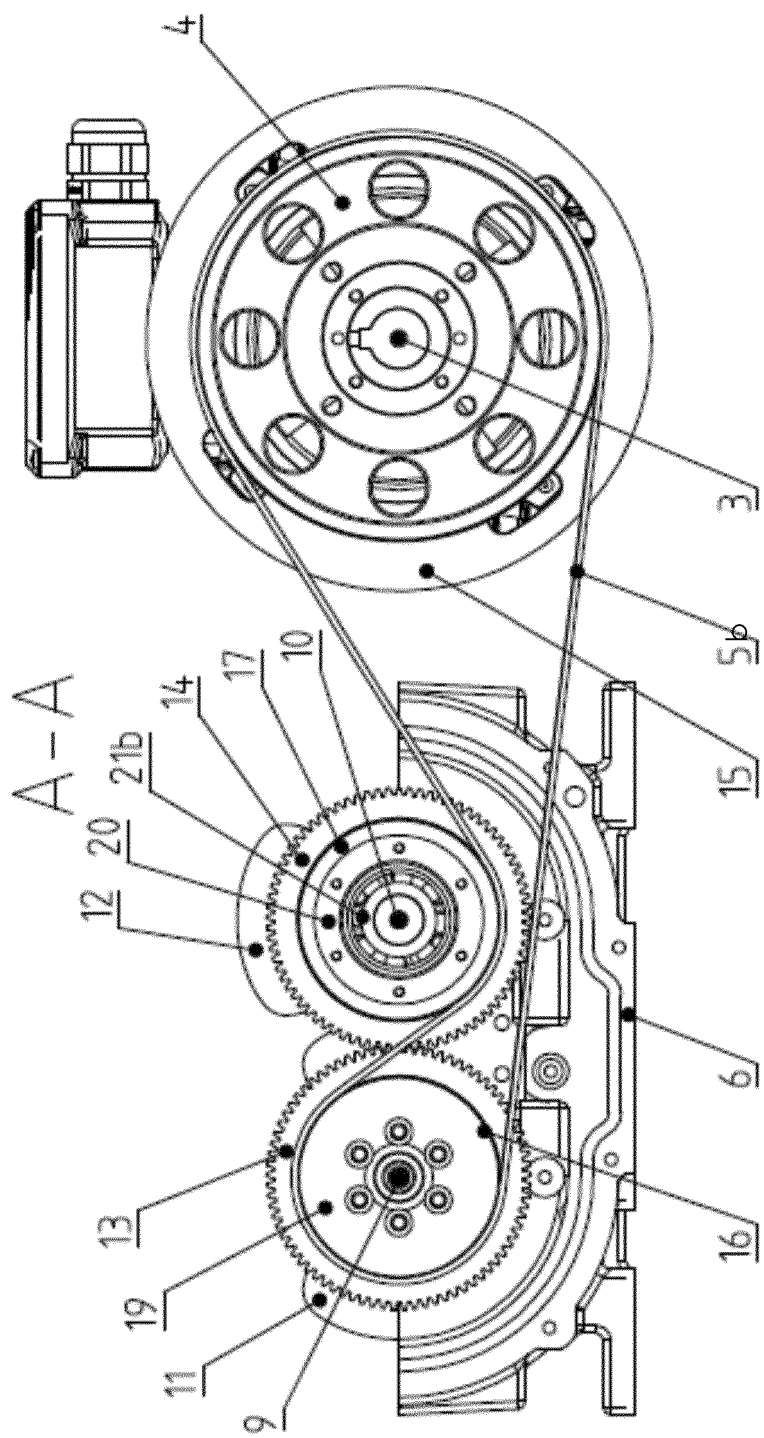


FIG. 8

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

- EP 1054160 A1 [0006]
- WO 2018224409 A1 [0007]