

(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 février 2021 (25.02.2021)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2021/032548 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B62M 6/55 (2010.01) *B62M 11/14* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2020/072563

(22) Date de dépôt international :
12 août 2020 (12.08.2020)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
BE2019/5533 16 août 2019 (16.08.2019) BE

(71) Déposant : **E2 DRIVES** [BE/BE] ; Avenue Gevaert 249,
1332 GENVAL (BE).

(72) Inventeur : **DELEVAL, Arthur** ; Kasteelstraat 73, 3090
Overijse (BE).

(74) Mandataire : **GEVERS PATENTS** ; Holidaystraat 5,
1831 Diegem (BE).

(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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: ELECTRICALLY-ASSISTED VEHICLE PROPULSION SYSTEM

(54) Titre : SYSTEME DE PROPULSION POUR VEHICULE A ASSISTANCE ELECTRIQUE

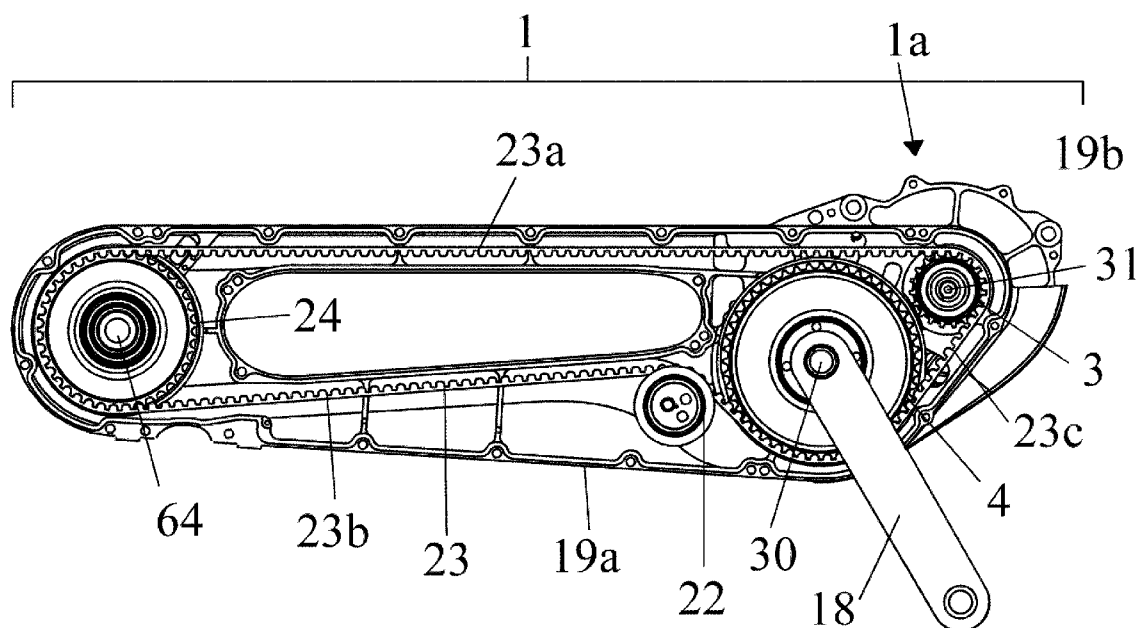


Fig. 5

(57) Abstract: The invention relates to a propulsion system (1) for a pedal vehicle. The propulsion system (1) comprises a power unit (1) allowing the power originating from a bottom-bracket axle (2) to be combined with the power from two motors (40, 50), a first deformable transmission element (23) allowing the transmission of power to the rear wheel (73) and a casing assembly (19) enclosing particularly the first deformable transmission element (23) and the power unit (1), with the exception of part of the bottom-bracket axle (2).

(57) Abrégé : La présente invention concerne un système de propulsion (1) pour véhicule à pédales. Le système de propulsion (1) comprend un groupe motopropulseur (1) permettant de combiner la puissance provenant d'un axe de pédalier (2) et de deux moteurs

[Suite sur la page suivante]

(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))

(40, 50), un premier élément de transmission déformable (23) permettant la transmission de puissance vers la roue arrière (73) et un ensemble carter (19) enfermant notamment le premier élément de transmission déformable (23) et le groupe motopropulseur (1), à l'exception d'une partie de l'axe de pédalier (2).

Système de propulsion pour véhicule à assistance électrique

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un système de propulsion pour véhicule à pédales, en particulier pour vélo ou vélo électrique. Le système
5 de propulsion comprend un groupe motopropulseur et un système de transmission pour transférer de la puissance vers la roue arrière du véhicule.

Art antérieur

[0002] Le document WO2019043123 décrit un groupe motopropulseur
10 pour vélo. Ce groupe motopropulseur comprend un train épicycloïdal, un axe de pédalier, un plateau de sortie, un premier moteur et un deuxième moteur. Le train épicycloïdal comprend une couronne, un planétaire et un porte-satellite.

[0003] Dans ce groupe motopropulseur, un étage de réduction est présent
15 entre la sortie du train planétaire et le plateau de sortie du groupe motopropulseur. Cet étage de réduction génère des pertes de transmission. De plus, il ajoute du poids et de l'encombrement au groupe motopropulseur. En outre, dans ce groupe motopropulseur, la puissance est transmise depuis le plateau de sortie jusqu'au pignon de roue arrière à
20 travers une chaîne ou une courroie apparente. Cette chaîne ou courroie est exposée à l'encrassement ce qui réduit la durée de vie de la transmission et augmente son entretien. De plus, le passage de cette chaîne ou courroie à proximité de la jambe du cycliste peut s'avérer salissante et/ou dangereuse.

Résumé de l'invention

[0004] Un des buts de l'invention est de fournir un système de propulsion pour véhicule à pédales, intégrant un groupe motopropulseur et le système de transmission vers la roue arrière, simple de fabrication, offrant un excellent niveau de sécurité, léger, robuste, de faible encombrement et de rendement particulièrement élevé.

[0005] A cet effet, l'invention propose, un système de propulsion pour un véhicule à pédales et comprenant:

– un premier élément de transmission déformable agencé pour entraîner une roue arrière du véhicule à pédales;

– un groupe motopropulseur comprenant :

- un axe de pédalier agencé de façon à tourner autour d'un premier axe de rotation,
- un plateau de sortie principal agencé pour entraîner le premier élément de transmission déformable,
- un premier moteur,
- un deuxième moteur,
- un train épicycloïdal comprenant un premier élément d'entrée, un élément de sortie et un planétaire,

l'axe de pédalier et le deuxième moteur étant reliés au train épicycloïdal via le premier élément d'entrée de façon à former une première entrée du train épicycloïdal,

le premier moteur étant relié au train épicycloïdal via le planétaire de façon à former une deuxième entrée du train épicycloïdal,

l'élément de sortie reliant le train épicycloïdal au plateau de sortie principal de façon à former une sortie du train épicycloïdal, et

le premier élément de transmission déformable étant agencé pour transmettre de la puissance entre le groupe motopropulseur et la roue arrière du véhicule à pédales ;

– un ensemble carter ;

- un pignon arrière (24) ;
caractérisé en ce que
 - le plateau de sortie principal, le premier élément d'entrée, l'élément de sortie et le planétaire sont agencés de façon à tourner autour d'un même
 - 5 deuxième axe de rotation différent du premier axe de rotation ;
 - le groupe motopropulseur comprend :
 - un plateau de sortie secondaire agencé pour tourner autour du premier axe de rotation et engrené sur le premier élément de transmission déformable,
 - 10 • un système de démultiplication de vitesse conservant le sens de rotation pour transmettre une rotation entre l'axe de pédalier et le premier élément d'entrée ; et
 - le premier élément de transmission déformable, une partie de l'axe de pédalier, le plateau de sortie principal, le premier moteur, le deuxième
 - 15 moteur, le train épicycloïdal, le plateau de sortie secondaire, et le pignon arrière sont à l'intérieur de l'ensemble carter.

[0006] Dans le groupe motopropulseur selon l'invention, le plateau de sortie principal, le premier élément d'entrée, l'élément de sortie et le planétaire ont un axe de rotation décalé spatialement de l'axe de rotation de l'axe du pédalier. Cela permet que la taille du planétaire soit indépendante du

20 diamètre de l'axe du pédalier. Cela permet alors d'installer un planétaire de plus petit diamètre et donc d'augmenter la raison du train épicycloïdal. Il est donc possible d'obtenir une raison suffisante pour le train épicycloïdal sans utiliser de satellites doubles. Cela permet que le groupe motopropulseur

25 soit plus facile à fabriquer, à monter et revienne moins cher.

[0007] Le groupe motopropulseur selon l'invention permet aussi d'obtenir un grand rapport de réduction entre le premier moteur et le plateau de sortie. En effet, ce rapport de réduction dépend de la raison du train épicycloïdal, du rapport de démultiplication entre l'axe de pédalier et la

première entrée du train épicycloïdal ainsi que du rapport du nombre de dents entre le plateau de sortie secondaire et principal.

[0008] L'ensemble carter protégeant le premier élément de transmission déformable à proximité de la manivelle droite permet d'éviter que le passage de celui-ci entre le plateau de sortie principal et le plateau de sortie secondaire ne heurte la jambe du cycliste ou ses vêtements. En outre, il permet de dissimuler les deux plateaux de sortie, qui ne sont pas conventionnels sur les vélos et risquent de perturber l'utilisateur. En outre, puisque l'ensemble carter enferme la transmission du pédalier jusqu'à la roue arrière, il permet une sécurité et une propreté particulièrement grandes.

[0009] Un ensemble carter enfermant le premier élément de transmission déformable, tel que celui de l'invention, ne serait pas possible avec un véhicule comprenant un dérailleur. En effet, un dérailleur crée de grands déplacements verticaux du premier élément de transmission déformable, qui sont incompatibles avec un ensemble carter de taille raisonnable. Par conséquent, le groupe motopropulseur selon l'invention, qui permet de changer les vitesses sans utiliser de dérailleur, est particulièrement en adéquation avec l'ensemble carter selon l'invention.

[0010] L'ensemble carter entoure les éléments assurant la transmission du couple depuis le plateau de sortie principal et/ou le plateau de sortie secondaire jusqu'au pignon de roue arrière, entraînant à son tour la roue arrière. Par exemple, le plateau de sortie principal, le plateau de sortie secondaire, le pignon de roue arrière, ainsi que la chaîne ou la courroie de transmission sont enfermés dans un premier carter, qui forme un ensemble carter avec un ou plusieurs autres carter(s) entourant le groupe motopropulseur.

[0011] L'enfermement du système de propulsion, en particulier des plateaux de sortie et du premier élément de transmission déformable, offre un double avantage. Premièrement, il permet de protéger les pièces

intérieures à l'ensemble carte de l'encrassement et de l'humidité, afin d'augmenter significativement la durée de vie et réduire ou complètement supprimer l'entretien de la transmission. Dans le cas d'une transmission par chaîne, cela permet de garder la graisse à l'intérieur pour conserver la
5 lubrification de la chaîne. Deuxièmement, il permet de protéger le cycliste de blessures ou de tâche causées par le contact d'une pièce de la transmission avec celui-ci.

[0012] Un autre avantage est que le système propulsion est regroupé en un seul boîtier démontable du reste du véhicule. Cet ensemble regroupe
10 l'essentiel de la partie technique, et donc l'essentiel de la valeur du véhicule électrique. En cas de panne, il est possible de l'enlever facilement et de le remplacer par un nouveau.

[0013] « L'ensemble carter » forme une enveloppe du système de propulsion. Il comprend préférentiellement plusieurs carters, notamment le
15 carter de transmission qui enferme le premier élément de transmission déformable et le carter moteur qui enferme le groupe motopropulseur. Le carter de transmission peut comprendre plusieurs carters. Le carter moteur peut comprendre plusieurs carters. Le carter de transmission peut comprendre un boîtier et un couvercle fermant le boîtier. Le boîtier est de
20 préférence situé entre la roue arrière et le couvercle.

[0014] Les carters compris dans l'ensemble carter sont préférentiellement moulés en alliage léger (aluminium ou magnésium par exemple) et s'assemblent par exemple à l'aide de vis. L'ensemble carter permet notamment de guider les différents axes de rotation, notamment l'axe de
25 pédalier, les axes des deux moteurs et l'axe de roue arrière. L'ensemble carter assure également l'étanchéité du système. L'ensemble carter comprend des ouvertures, notamment une ou deux ouverture(s) pour faire passer l'axe de pédalier et deux ouvertures pour faire passer l'axe de la roue arrière.

- [0015]** Comme l'axe du pédalier est différent de l'axe du premier élément d'entrée, il y a une première démultiplication entre le pédalier et le premier élément d'entrée. Cela permet de réduire le couple dans le train épicycloïdal tout en augmentant sa vitesse de rotation. Par conséquent, les exigences de robustesse du train épicycloïdal sont diminuées et un train épicycloïdal plus léger est possible. En outre, la rotation plus rapide des éléments du train épicycloïdal permet qu'il soit compatible avec des moteurs de plus petite taille, qui typiquement tourne plus vite et avec moins de couple que des moteurs plus grands.
- 10 **[0016]** Le plateau de sortie secondaire peut également transmettre une partie de la puissance si le couple instantané sur le pédalier dépasse un certain seuil et que le premier moteur sature à son couple maximal. Pendant la durée de cette poussée sur la pédale, la valeur instantanée du rapport de vitesse du groupe motopropulseur diminue, et par exemple si le
- 15 rapport de vitesse programmé est faible, il se peut que la première roue libre se mette en action et entraîne le plateau de sortie secondaire qui transmet alors le couple excédentaire du cycliste au premier élément de transmission déformable. Lorsque cela se produit, ce qui peut arriver lorsque l'assistance est activée, le premier élément de transmission
- 20 déformable reçoit de la puissance d'une part via le train épicycloïdal et le plateau de sortie principal et d'autre part via le plateau de sortie secondaire. La présence du plateau de sortie secondaire et de la première roue libre empêche ainsi le rapport de vitesse du groupe motopropulseur d'être inférieure à un.
- 25 **[0017]** Le système de propulsion décrit dans le présent document est notamment prévu pour que le groupe motopropulseur soit celui décrit dans le document PCT/EP2019/053386.
- [0018]** Dans le cadre du présent document, un élément de transmission déformable peut être notamment une chaîne, une courroie ou une bande
- 30 flexible. Si c'est une courroie, elle préférentiellement faite dans un matériau

souple et est préférentiellement dentée ou crantée sur sa surface intérieure.

[0019] Il est intéressant de noter que le groupe motopropulseur a un mode de fonctionnement, qui peut être appelé « mode de fonctionnement normal », dans lequel l'entièreté de la puissance, ce qui équivaut à la somme des puissances des deux moteurs et de la puissance du cycliste est fournie au plateau de sortie principal. Ce plateau de sortie principal transmet la puissance via le premier élément de transmission déformable à la roue arrière. Ce mode de fonctionnement est celui le plus souvent utilisé par les cyclistes utilisant un vélo électrique.

[0020] Dans le groupe motopropulseur selon l'invention, une transmission par un système de démultiplication de vitesse conservant le sens de rotation existe entre l'axe de pédalier et la première entrée du train épicycloïdal. Ce système de démultiplication de vitesse permet une démultiplication de la vitesse angulaire, ce qui est particulièrement intéressant car la vitesse du pédalier est beaucoup plus faible que celle d'un moteur électrique.

[0021] Dans le cadre du présent document, le sens normal de pédalage est le sens de rotation de l'axe du pédalier qui correspond à un mouvement vers l'avant du véhicule à pédales.

[0022] Dans le cadre du présent document, un « plateau de sortie » est un plateau de sortie du groupe motopropulseur et qui est prévu pour entraîner le premier élément de transmission déformable.

[0023] Les différentes caractéristiques du groupe motopropulseur selon l'invention permettent que les éléments de celui-ci aient des rapports de réduction/démultiplication mécanique particulièrement grands tout en gardant un nombre d'étages de transmission relativement petit. Ainsi, le groupe motopropulseur fournit un excellent rendement tout en gardant une taille et un poids faibles.

[0024] Un faible nombre d'étages de transmission permet d'optimiser le rendement de transmission. En outre, cela permet de diminuer le jeu de transmission entre les éléments du groupe motopropulseur, ce qui peut améliorer la précision du contrôle du groupe motopropulseur. Cette

5 précision de contrôle est notamment particulièrement utile si le premier moteur est contrôlé en vitesse sur base de la vitesse du deuxième moteur.

[0025] Un avantage du groupe motopropulseur est qu'il permet de placer une démultiplication entre l'axe du pédalier et le premier élément d'entrée du train épicycloïdal. Tous les éléments du train épicycloïdal tournent donc

10 plus vite et avec moins de couple. Cela diminue les contraintes mécaniques qu'ils subissent. Un autre avantage du groupe motopropulseur selon l'invention est qu'il fournit un rapport de transmission variable de façon continue.

[0026] Préférentiellement, le groupe motopropulseur comprend une unité

15 de contrôle permettant de contrôler le premier et le deuxième moteurs.

[0027] Le fait que l'axe du pédalier et le plateau de sortie secondaire aient le même axe de rotation permet que l'axe de pédalier ne soit pas dans le chemin du premier élément de transmission déformable qui permet de relier le plateau de sortie principal à la roue arrière.

[0028] Dans le cadre du présent document, deux éléments connectés ou reliés peuvent être connectés ou reliés directement ou indirectement. Ils peuvent, par exemple, être engrenés directement ou indirectement via au moins une roue dentée intermédiaire, une courroie et/ou un galet.

20

[0029] Dans le cadre du présent document, les termes « entrée » et

25 « sortie » doivent être compris dans le sens d'une entrée et d'une sortie dans une chaîne cinématique. Une entrée est préférentiellement une entrée en puissance mécanique et une sortie est préférentiellement une sortie en puissance mécanique.

[0030] Dans le cadre du présent document, un véhicule à pédales peut par

30 exemple être un vélo, un vélomoteur, un tricycle.

[0031] Dans le cadre du présent document, « le rapport de vitesse du groupe motopropulseur » est défini comme étant le rapport entre la vitesse du plateau de sortie secondaire et la vitesse de l'axe du pédalier. Il peut aussi être appelé « paramètre de rapport de vitesses ». C'est un paramètre
5 qui peut être commandé manuellement par le cycliste via une interface de contrôle ou calculé automatiquement par l'unité de contrôle en fonction d'autres paramètres.

[0032] Dans le cadre du présent document, un élément "agencé de façon à tourner autour d'un axe de rotation" est préférentiellement un élément
10 essentiellement symétrique autour de cet axe.

[0033] Dans le cadre du présent document, un "rapport fixe" entre deux objets signifie que leurs vitesses de rotation sont dans un rapport constant.

[0034] Dans le cadre du présent document, le « niveau d'assistance du groupe motopropulseur » désigne la portion de puissance donnée par
15 l'assistance électrique par rapport à la puissance donnée par le cycliste. Il peut être calculé comme étant la puissance de l'ensemble des deux moteurs divisée par la somme de la puissance de l'ensemble des deux moteurs et de la puissance du cycliste. Il peut aussi être appelé
« paramètre de niveau d'assistance ». C'est un paramètre qui peut être
20 commandé manuellement par le cycliste via une interface de contrôle ou calculé automatiquement par l'unité de contrôle en fonction d'autres paramètres.

[0035] Dans le cadre du présent document, une mesure de position angulaire est équivalente à une mesure de vitesse angulaire. En effet, le
25 groupe motopropulseur selon l'invention comprend préférentiellement un moyen pour déterminer la vitesse angulaire d'un des moteurs à partir de la position angulaire de ce moteur.

[0036] Dans le cadre du présent document, une mesure de courant est équivalente à une mesure de couple. En effet, le groupe motopropulseur

selon l'invention comprend préférentiellement un moyen pour déterminer le couple d'un des moteurs à partir du courant fourni à ce moteur.

[0037] Le train épicycloïdal comprend une couronne, un porte-satellite et un planétaire.

- 5 **[0038]** La transmission entre l'axe du pédalier et le premier élément d'entrée se fait via un mécanisme de transmission tel que le premier élément d'entrée tourne dans le même sens que l'axe de pédalier.

[0039] Préférentiellement, le plateau de sortie principal et le plateau de sortie secondaire sont reliés à la roue arrière du véhicule à pédales par
10 l'intermédiaire d'une chaîne de transmission de sortie ou d'une courroie de transmission de sortie.

[0040] La rotation de l'axe du pédalier provient du mouvement de pédalage d'un cycliste utilisant le véhicule à pédales. L'utilisation d'un train épicycloïdal prenant en entrée l'axe du pédalier permet un changement du
15 rapport de vitesse entre la rotation de l'axe de pédalier et la rotation du plateau de sortie principal, ainsi que la rotation du plateau de sortie secondaire.

[0041] Préférentiellement, le contrôle des moteurs est un contrôle avec retour d'information, aussi appelé contrôle en boucle fermée (feed back
20 control en anglais).

[0042] Le groupe motopropulseur selon l'invention peut fonctionner en frein à rétropédalage, ce qui permet de récupérer l'énergie de freinage pour recharger la batterie. Préférentiellement, le groupe motopropulseur est alors agencé de façon à ce que la roue arrière soit capable d'entraîner le
25 premier élément de transmission déformable pour transmettre le mouvement sur le plateau de sortie principal. Cela peut par exemple se faire en installant le pignon de la roue arrière de manière fixe sur un moyeu de la roue arrière. Par conséquent, si le véhicule à pédale descend une pente, le premier élément de transmission déformable tourne en entraînant
30 le plateau de sortie principal. Cela aura pour conséquence de faire tourner

le premier moteur et/ou le deuxième moteur. Il suffit d'appliquer une consigne de couple négative au premier et/ou au deuxième moteur afin de freiner le véhicule et récupérer une partie de l'énergie pour recharger la batterie. La commande de ce frein moteur peut se faire de plusieurs
5 manières. Ce frein moteur pourrait par exemple être actionné par le cycliste via une commande au guidon, via le/les levier(s) de frein ou via le rétropédalage des manivelles.

[0043] Dans un mode de réalisation de l'invention, le système de propulsion comprend en outre un galet tendeur agencé pour tendre le
10 premier élément de transmission déformable, et qui est préférentiellement situé à l'intérieur de l'ensemble carter.

[0044] Dans un mode de réalisation de l'invention, l'ensemble carter comprend un carter de transmission qui enferme le premier élément de transmission déformable, le carter de transmission étant agencé pour être
15 situé d'un seul côté de la roue arrière.

[0045] Ainsi, l'ensemble carter comprend un mono-bras. En particulier, le carter de transmission peut former un mono-bras. Le mono-bras est préférentiellement situé du côté droit de la roue. Le mono-bras permet de démonter le pneu du vélo (en cas de crevaisson), sans démonter la roue
20 arrière. Préférentiellement, le mono-bras est composé de deux parties moulées en alliage léger (par exemple aluminium ou alliage de magnésium) qui s'assemblent par des vis de fixation. Le moulage permet d'obtenir des coques à parois fines et nervurées afin d'obtenir un mono-bras résistant et léger. Cela permet aussi de réduire le cout de fabrication à
25 grande échelle. Un autre avantage du moulage est qu'il permet d'intégrer de nombreuses fonctions dans le même moule, telles que des points de fixation pour un système de freinage, une béquille, un garde-boue, un porte-bagage, ou un attache-remorque.

[0046] Le mono-bras peut-être par exemple fixé de manière fixe sur le
30 cadre du vélo, ou par l'intermédiaire d'un amortisseur. Il peut être connecté

via un pivot sur le cadre, en particulier s'il est fixé sur le cadre par l'intermédiaire d'un amortisseur.

[0047] Dans un mode de réalisation de l'invention, l'ensemble carter est agencé pour assurer seul la fixation mécanique entre la roue arrière et un
5 cadre du véhicule à pédales. En particulier, le carter de transmission est préférentiellement agencé pour assurer seul la fixation mécanique entre la roue arrière et un cadre du véhicule à pédales.

[0048] En d'autres termes, le carter de transmission est autoportant dans le sens où il permet, à lui seul, d'assurer le couplage mécanique entre la
10 roue arrière et cadre du véhicule à pédales. Ainsi, le carter de transmission forme la structure arrière du véhicule, guidant notamment l'axe de roue arrière. Cela offre l'avantage de réduire la taille du cadre du véhicule.

[0049] Dans un mode de réalisation de l'invention, le deuxième moteur est connecté au premier élément d'entrée du train épicycloïdal via un troisième
15 élément de transmission déformable, préférentiellement une courroie crantée.

[0050] Ce troisième élément de transmission déformable forme de préférence l'ensemble de cette connexion mécanique. Cela permet qu'il n'y ait qu'un seul étage de réduction, et de conserver le sens de rotation entre
20 l'axe du deuxième moteur et le premier élément d'entrée. Cela permet de réduire le jeu de transmission, améliorant ainsi la qualité du contrôle en vitesse du premier moteur. Cela permet aussi d'augmenter la distance d'entraxe entre l'axe du deuxième moteur et l'axe du premier moteur sans modifier le rapport de réduction et sans augmenter l'encombrement radial
25 des éléments de transmission, et de ce fait cela permet d'avoir plus de place pour l'installation du deuxième moteur côte à côte avec le premier moteur.

[0051] Dans un mode de réalisation de l'invention, le système de propulsion comprend en outre un capteur arrière agencé pour mesurer la
30 vitesse de la roue arrière et situé à l'intérieur de l'ensemble carter.

Préférentiellement, le capteur arrière est agencé pour détecter un passage d'un élément agencé pour tourner avec la roue arrière.

[0052] Ce capteur sert à mesurer la vitesse du vélo quand le pédalier est à l'arrêt et que le vélo roule en roue libre. De préférence, un capteur équipé
5 d'un aimant et de capteur à effet Hall est utilisé pour détecter le passage des branches ferromagnétiques du disque de frein, augmentant ainsi la robustesse du système ainsi que la bande passante du signal. En effet, cette solution évite de placer un aimant sur une partie tournante de la roue.

[0053] Dans un mode de réalisation de l'invention, le plateau de sortie
10 principal est solidaire de l'élément de sortie. La solidarisation du plateau de sortie principal avec l'élément de sortie permet que la sortie du train épicycloïdal entraîne le plateau de sortie principal sans réduction de vitesse. Cela permet un assemblage particulièrement aisé du groupe motopropulseur, et le rend particulièrement léger et peu volumineux. De
15 plus, cela permet d'obtenir un rendement particulièrement élevé.

[0054] Dans un mode de réalisation de l'invention, le système de propulsion comprend en outre une première roue libre agencée pour empêcher le plateau de sortie secondaire de tourner moins vite que l'axe de pédalier lorsque l'axe de pédalier tourne dans le sens normal de
20 pédalage.

[0055] La première roue libre est préférentiellement située à l'intérieur de l'ensemble carter. La première roue libre est agencée pour permettre une transmission de puissance mécanique depuis l'axe de pédalier vers le plateau de sortie secondaire. La première roue libre est disposée,
25 préférentiellement directement, entre l'axe de pédalier et le plateau de sortie secondaire. En position bloquée, l'axe de pédalier entraîne directement le plateau de sortie secondaire. En position libre, le plateau de sortie secondaire peut tourner plus vite que l'axe de pédalier. Cette position de la roue libre permet d'atteindre un premier rapport de vitesse du groupe
30 motopropulseur particulièrement faible.

[0056] En outre, la première roue libre permet que, sous certaines conditions, l'axe de pédalier entraîne directement le plateau de sortie secondaire, qui lui-même entraîne le premier élément de transmission déformable qui entraîne la roue arrière. Toute la puissance du pédalage
5 est alors directement transmise au premier élément de transmission déformable via le plateau de sortie secondaire. Le reste du système de propulsion, dont le train épicycloïdal, n'est donc pas chargé, ce qui permet un haut rendement mécanique. Cela se produit par exemple si le système électrique du groupe motopropulseur est mis hors tension ou si l'assistance
10 est désactivée et que le plus petit rapport de vitesse du groupe motopropulseur est sélectionné.

[0057] Dans un mode de réalisation de l'invention, le groupe motopropulseur comprend en outre une deuxième roue libre agencée pour empêcher un entraînement de l'axe de pédalier par le deuxième moteur
15 dans un direction de rotation correspondant à un mouvement vers l'avant du véhicule à pédales.

[0058] Dans un mode de réalisation de l'invention, le groupe motopropulseur comprend en outre une roue libre de roue arrière agencée pour empêcher le pignon arrière de tourner plus vite que la roue arrière
20 quand l'axe de pédalier tourne dans le sens normal de pédalage qui correspond à un mouvement vers l'avant du véhicule à pédales.

[0059] Dans un mode de réalisation de l'invention, le plateau de sortie principal est plus petit que le plateau de sortie secondaire.

[0060] Dans un mode de réalisation de l'invention, le pignon arrière est plus
25 petit que le plateau de sortie secondaire et plus grand que le plateau de sortie principal.

[0061] Dans un premier mode de réalisation de l'invention, le premier élément d'entrée est une couronne du train épicycloïdal et l'élément de sortie est un porte-satellite du train épicycloïdal.

[0062] Selon un exemple préféré de ce mode de réalisation, l'axe du pédalier est relié, avec un rapport fixe, à la couronne; le rotor du deuxième moteur est relié, avec un rapport fixe, à la couronne; le rotor du premier moteur est relié, avec un rapport fixe, au planétaire; la couronne forme la première entrée du train épicycloïdal et le planétaire forme la deuxième entrée du train épicycloïdal; le porte-satellite forme une sortie du train épicycloïdal; le porte-satellite est solidaire du plateau de sortie principal. Plus préférentiellement, le rotor du premier moteur est solidaire du planétaire.

10 **[0063]** Dans un deuxième mode de réalisation de l'invention, le premier élément d'entrée est un porte-satellite du train épicycloïdal et l'élément de sortie est une couronne du train épicycloïdal.

[0064] Dans un deuxième mode de réalisation de l'invention, l'axe de pédalier et le premier élément d'entrée sont reliés de façon à ce que le premier élément d'entrée tourne plus vite que l'axe de pédalier.

15 **[0065]** Préférentiellement, le système de démultiplication de vitesse conservant le sens de rotation comprend un deuxième élément de transmission déformable, par exemple une chaîne ou une courroie. L'utilisation d'un deuxième élément de transmission déformable permet aussi de diminuer les jeux de transmission par rapport à l'utilisation d'engrenages.

[0066] En outre, l'utilisation d'un deuxième élément de transmission déformable pour démultiplier la vitesse de l'axe du pédalier jusqu'à la première entrée du train épicycloïdal permet d'obtenir un écart particulièrement grand entre l'axe de pédalier et l'axe du train épicycloïdal. Il est ainsi possible d'augmenter la taille de la couronne du train épicycloïdal pour en augmenter sa raison. Le but d'augmenter la raison du train épicycloïdal et d'augmenter la vitesse des deux moteurs électriques et d'ainsi diminuer la taille de ces moteurs. Cela réduit le poids et le volume du groupe motopropulseur. De cette manière, il est possible de réduire le

20
25
30

diamètre des deux moteurs électriques, ce qui permet de les positionner tous les deux du même côté du groupe motopropulseur. Le deuxième élément de transmission déformable permet d'isoler le pédalier des vibrations pouvant venir des moteurs électriques ou de la transmission. Elle amortit ainsi les vibrations ressenties par le cycliste dans les pieds, améliorant ainsi son confort.

[0067] Préférentiellement, le premier moteur est solidaire du planétaire. Préférentiellement, le premier moteur et le deuxième moteur sont situés d'un même côté du train épicycloïdal. Cette conception permet de diminuer le volume du groupe motopropulseur et de faciliter l'assemblage car les deux moteurs sont ainsi proches d'une même carte électronique à laquelle ils peuvent être tous les deux connectés. Préférentiellement, les moteurs sont situés du côté du groupe motopropulseur opposé à celui des plateaux de sortie.

[0068] Préférentiellement, le groupe motopropulseur comprend en outre :

- un élément de mesure de position angulaire du premier moteur,
- un élément de mesure de position angulaire du deuxième moteur,
- un élément de mesure de courant du premier moteur,
- un élément de mesure de courant du deuxième moteur,
- une unité de contrôle connectée au premier moteur, au deuxième moteur, et agencée pour contrôler le premier moteur et le deuxième moteur sur base de la position angulaire du premier moteur, de la position angulaire du deuxième moteur, du courant du premier moteur et du courant du deuxième moteur, l'unité de contrôle étant agencée pour contrôler le deuxième moteur selon un contrôle en courant ou en couple et pour contrôler le premier moteur selon un contrôle en position angulaire ou en vitesse angulaire.

[0069] Préférentiellement, le premier moteur a pour rôle de gérer le rapport de vitesse du groupe motopropulseur. Une de ses fonctions est d'offrir un rapport de transmission donné. Ce rapport de transmission est le rapport

entre la vitesse angulaire de l'axe du pédalier et la vitesse angulaire du plateau de sortie secondaire. Ce rapport de transmission peut par exemple être déterminé sur base d'un paramètre de rapport de vitesses fourni par l'utilisateur du véhicule à pédales ou déterminé par l'unité de contrôle afin d'offrir un changement de vitesse automatique au cycliste. Cette détermination peut notamment être calculée sur base d'un paramètre de cadence de pédalage, défini par l'utilisateur. Le premier moteur est préférentiellement contrôlé en position angulaire ou en vitesse angulaire, par exemple via l'unité de contrôle qui contrôle le premier moteur de telle sorte qu'une consigne de position angulaire ou de vitesse angulaire soit respectée.

[0070] Préférentiellement, le deuxième moteur a pour rôle de gérer le bon niveau d'assistance du groupe motopropulseur. Une de ses fonctions est d'assister le mouvement du cycliste en ajoutant du couple sur le pédalier. Préférentiellement, le niveau d'assistance est déterminé par l'unité de contrôle sur base notamment d'un paramètre de niveau d'assistance. Le paramètre de niveau d'assistance peut être déterminé par l'utilisateur ou de façon automatique par l'unité de contrôle du groupe motopropulseur. Il est préféré que le niveau d'assistance soit indépendant du rapport de vitesse du groupe motopropulseur. Le deuxième moteur est préférentiellement contrôlé en courant ou en couple, par exemple via l'unité de contrôle qui contrôle le deuxième moteur de telle sorte qu'une consigne de courant ou de couple soit respectée.

[0071] Préférentiellement, l'unité de contrôle est connectée électriquement à l'élément de mesure d'une position angulaire du premier moteur, à l'élément de mesure d'une position angulaire du deuxième moteur, à l'élément de mesure d'un courant du premier moteur, et à l'élément de mesure d'un courant du deuxième moteur.

[0072] Il est intéressant de noter qu'il n'y a pas de différence fondamentale entre un contrôle en position et un contrôle en vitesse car il existe un lien

mathématique direct entre les deux valeurs. La vitesse angulaire est la dérivée temporelle de la position angulaire. Par exemple, contrôler un moteur pour qu'il tourne à une vitesse angulaire constante revient à contrôler un moteur pour qu'il suive une position angulaire évoluant
5 linéairement en fonction du temps.

[0073] L'invention propose en outre une méthode de fabrication comprenant un assemblage d'un système de propulsion tel que décrit dans le présente document, et une méthode d'utilisation d'un système de propulsion tel que décrit dans le présente document.

10 **[0074]** L'invention propose en outre un véhicule à pédales comprenant un système de propulsion selon l'un quelconque des modes de réalisation de l'invention, un cadre, et une roue arrière.

[0075] Dans un mode de réalisation de l'invention, la connexion mécanique entre la roue arrière et le groupe motopulseur ne passe que d'un seul
15 côté de la roue arrière et comprend le système de propulsion. En d'autres termes, le véhicule à pédales est de type monobras. En effet, un côté de la roue arrière est libre de toute connexion mécanique entre le cadre et l'axe de roue arrière.

[0076] Dans un mode de réalisation de l'invention, le véhicule à pédales
20 comprend en outre un élément agencé pour tourner avec la roue arrière et être détecté par un capteur arrière agencé pour mesurer la vitesse de la roue arrière et situé à l'intérieur de l'ensemble carter.

Breve description des figures

[0077] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à
25 la lecture de la description détaillée qui suit pour la compréhension de laquelle on se reportera aux figures annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 illustre une vue tridimensionnelle d'un véhicule équipé d'un système de propulsion dans lequel le carter de transmission forme un mono-bras auto-portant;

- la figure 2 illustre une coupe schématique d'une première variante du premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 3 illustre une coupe schématique d'une deuxième variante du premier mode de réalisation de l'invention ;
- 5 - la figure 4 illustre très schématiquement une chaîne cinématique interne d'un groupe motopropulseur selon un mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 5 illustre une vue latérale du système de transmission intégré dans un carter de transmission selon un mode de réalisation de l'invention.

Modes de réalisation de l'invention

- 10 **[0078]** La présente invention est décrite avec des réalisations particulières et des références à des figures mais l'invention n'est pas limitée par celles-ci. Les dessins ou figures décrits ne sont que schématiques et ne sont pas limitants. Dans le contexte du présent document, les termes « premier » et « deuxième » servent uniquement à différencier les différents éléments et
- 15 n'impliquent pas d'ordre entre ces éléments. Sur les figures, les éléments identiques ou analogues peuvent porter les mêmes références.

[0079] La figure 1 illustre une vue tridimensionnelle d'un véhicule 79 équipé d'un système de propulsion selon un mode de réalisation de l'invention. Le véhicule 79 comprend un cadre 80, auquel est fixé le

20 système de propulsion 1. Le système de propulsion 1 comprend un groupe motopropulseur 1a et un premier élément de transmission déformable 23 (visible aux figures 2 à 4) enfermés dans un ensemble carter 19. L'ensemble carter 19 comprend de préférence un carter moteur 19b et un carter de transmission 19a (visibles figure 5). Dans le mode de réalisation

25 illustré, le carter de transmission forme un mono-bras. Il est autoportant et assure la fixation de la roue arrière 72 au cadre 80. La figure 1 illustre aussi une manivelle 18, un disque de frein 82 et un étrier de frein 83

[0080] La figure 2 illustre une coupe schématique d'une première variante du premier mode de réalisation de l'invention.

[0081] Le groupe motopropulseur 1a comprend un axe de pédalier 2 et un plateau de sortie secondaire 4 de même axe de rotation. Cet axe peut être appelé premier axe de rotation 30. Préférentiellement, l'axe de pédalier 2 est fixé à deux manivelles 18. Préférentiellement, le groupe
5 motopropulseur 1a comprend un ensemble carter 19, formant un enveloppe entourant le premier élément de transmission déformable 23 et le groupe motopropulseur 1a, excepté les extrémités de l'axe de pédalier 2. Le premier élément de transmission déformable 23 assure la transmission de couple depuis le premier 3 et/ou le deuxième plateau de sortie 4
10 jusqu'au pignon de roue arrière 24.

[0082] Le groupe motopropulseur 1a comprend un plateau de sortie principal 3 fixé au porte-satellite 6, préférentiellement à une extrémité du porte-satellite 6, de façon à tourner avec le porte-satellite 6.

[0083] Le groupe motopropulseur 1a comprend également un plateau de
15 sortie secondaire 4, fixé sur un arbre creux de sortie secondaire 25 traversant la paroi latérale de l'ensemble carter 19. L'arbre creux de sortie secondaire 25 est monté sur roulement autour de l'axe de pédalier 2. Une première roue libre 16 est installée entre l'axe de pédalier 2 et l'arbre creux de sortie secondaire 25 de manière à ce que le plateau de sortie
20 secondaire 4 ne puisse pas tourner moins vite que l'axe de pédalier 2 lorsque l'axe de pédalier 2 est actionné dans le sens normal de pédalage.

[0084] Le groupe motopropulseur 1a comprend un premier moteur 40 et un deuxième moteur 50. Le premier moteur 40 comprend un stator 46 et un rotor 47 qui comprend préférentiellement des aimants 48. Le rotor 47 est
25 agencé pour tourner autour d'un deuxième axe de rotation 31. Le couple du rotor 47 est transmis par l'axe du rotor 43 à un planétaire 5. Le deuxième moteur 50 comprend un stator 56 et un rotor 57 qui comprend préférentiellement des aimants 58. Le rotor 57 est agencé pour tourner autour d'un troisième axe de rotation 32. Le couple du rotor 57 est transmis
30 par l'axe du rotor 53 à une troisième poulie 12.

[0085] Une fonction de la première roue libre 16 est de permettre une transmission de puissance purement mécanique depuis l'axe de pédalier 2 vers le premier élément de transmission déformable 23, même si les moteurs 40, 50 ne sont pas alimentés. En position bloquée, la roue libre 16 rend l'axe de pédalier 2 solidaire du plateau de sortie secondaire 4. En position libre, le plateau de sortie 4 est libre de tourner plus vite que l'axe de pédalier 2 lorsque l'axe de pédalier 2 est actionné dans le sens normal de pédalage.

[0086] Le groupe motopropulseur 1a comprend préférentiellement un élément de mesure de courant du premier moteur 40 et un élément de mesure de courant du deuxième moteur 50. Le groupe motopropulseur 1a comprend en outre préférentiellement une unité de contrôle, préférentiellement fixée à une carte de circuit imprimé 20. La carte de circuit imprimé 20 est préférentiellement située perpendiculairement aux deuxième 31 et au troisième 32 axes de rotation.

[0087] Préférentiellement, un premier aimant de mesure 42 est fixé à une extrémité d'un arbre 43 du premier moteur 40 et un deuxième aimant de mesure 52 est fixé à une extrémité d'un arbre 53 du deuxième moteur 50. Préférentiellement, un premier capteur 41 est fixé à la carte de circuit imprimé 20, approximativement dans l'axe du deuxième axe de rotation 31. Le premier capteur 41 et le premier aimant de mesure 42 font partie d'un élément de mesure de position angulaire du rotor 47 du premier moteur 40. Préférentiellement, un deuxième capteur 51 est fixé à la carte de circuit imprimé 20, approximativement dans l'axe du troisième axe de rotation 32. Le deuxième capteur 51 et le deuxième aimant de mesure 52 font partie d'un élément de mesure de position angulaire du rotor 57 du deuxième moteur 50.

[0088] L'unité de contrôle contrôle le premier moteur 40 et le deuxième moteur 50 sur base de la position angulaire du premier moteur 40, de la position angulaire du deuxième moteur 50, du courant du premier moteur

40 et du courant du deuxième moteur 50, ces informations lui ayant été fournies par les éléments de mesures. L'unité de contrôle contrôle le deuxième moteur 50 en courant ou en couple. L'unité de contrôle contrôle le premier moteur 40 en position angulaire ou en vitesse angulaire.

- 5 **[0089]** Le groupe motopropulseur 1a comprend un train épicycloïdal qui comprend un premier élément d'entrée, un élément de sortie et le planétaire 5.

[0090] Le groupe motopropulseur 1a comprend en outre un deuxième élément de transmission déformable 15, par exemple une chaîne ou une
10 courroie, permettant de transmettre une rotation entre l'axe de pédalier 2 et le premier élément d'entrée. Ce deuxième élément de transmission déformable 15 forme un système de démultiplication de vitesse conservant le sens de rotation.

[0091] Dans le premier mode de réalisation de l'invention, qui est celui
15 illustré aux figures 2 et 3, le premier élément d'entrée est une couronne 9 et l'élément de sortie est un porte-satellite 6. Préférentiellement, le porte-satellite 6 comprend au moins un satellite 8 agencé pour tourner autour d'un axe de satellite 7. Préférentiellement, la couronne 9 est engrenée sur au moins un satellite 8 via sa denture interne 10. Préférentiellement, le
20 planétaire 5 est engrené sur le au moins un satellite 8.

[0092] Dans un mode de réalisation de l'invention, une première poulie 13 est solidaire de l'axe de pédalier 2. La première poulie 13 est reliée à une deuxième poulie 14 par le deuxième élément de transmission déformable 15. La deuxième poulie 14 est solidaire de la couronne 9.
25 Préférentiellement, la première poulie 13 a un diamètre supérieur à celui de la deuxième poulie 14 afin d'augmenter la vitesse de rotation par rapport à celle de l'axe de pédalier 2. Par exemple le diamètre de la première poulie 13 peut être entre 1,5 et 3 fois plus grand que celui de la deuxième poulie 14.

[0093] En mode de fonctionnement normal, le groupe motopropulseur 1a selon le premier mode de réalisation de l'invention fonctionne de la façon suivante. L'axe de pédalier 2 et le deuxième moteur 50 entraînent la couronne 9, l'entraînement entre l'axe de pédalier 2 et la couronne 9 passant par le deuxième élément de transmission déformable 15. La couronne 9 est une première entrée du train épicycloïdal. Le premier moteur 40 entraîne le planétaire 5, qui est une deuxième entrée du train épicycloïdal. La couronne 9 et le planétaire 5 entraînent le porte-satellite 6, qui est une sortie du train épicycloïdal. Le porte-satellite 6 entraîne le plateau de sortie principal 3. La vitesse de rotation du plateau de sortie principal sera égale à une somme pondérée de la vitesse de rotation de la couronne 9 et de la vitesse de rotation du planétaire 5. En augmentant la vitesse de rotation du planétaire 5, il est donc possible d'augmenter la vitesse du plateau de sortie principal 3, en gardant une vitesse de rotation constante au niveau de l'axe de pédalier 2. Il s'agit donc bien d'une transmission continuellement variable (CVT).

[0094] Le système de propulsion 1 comprend en outre un troisième élément de transmission déformable 61, par exemple une chaîne ou une courroie, permettant de transmettre une rotation entre la troisième poulie 12, qui est solidaire du rotor 57 du deuxième moteur 50, et une denture externe 11 de la couronne 9. Ce troisième élément de transmission déformable 61 forme un système de démultiplication de vitesse conservant le sens de rotation. La troisième poulie 12 a un diamètre inférieur à celui de la couronne 9, le but étant de diminuer la vitesse de rotation par rapport à celle du moteur.

[0095] Le planétaire 5 est solidaire du rotor 47 du premier moteur 40 de façon à tourner avec ce rotor 47. Le porte-satellite 6 est solidaire du plateau de sortie principal 3.

[0096] Le premier élément de transmission déformable 23 est logé dans le carter de transmission 19a. La puissance de sortie du groupe

motopropulseur 1a est transmise via le premier élément de transmission déformable 23 jusqu'à un pignon arrière 24. Le pignon arrière 24 transmet le couple à un axe de roue arrière 64 par l'intermédiaire d'une roue libre de roue arrière 65. Cette roue libre 65 est positionnée de manière à ce que le pignon arrière 24 ne puisse pas tourner plus vite que la roue arrière 72 quand l'axe de pédalier 2 tourne dans le sens normal de pédalage. Elle est agencée pour transmettre le couple du pignon de roue arrière à la roue arrière quand le pédalier est actionné dans son sens normal. Cette roue libre 24 a pour rôle de permettre au cycliste d'avancer sans pédaler, par exemple en descente. Un moyeu 67 de la roue arrière 72 est fixé de manière solidaire sur l'axe de roue arrière 64 grâce à un écrou 66. Le moyeu 67 transmet le couple au pneu arrière 71 via les rayons 68 et la jante 70.

[0097] La première roue libre 16 empêche le plateau de sortie secondaire 4 de tourner moins vite que l'axe de pédalier 2 quand l'axe de pédalier 2 tourne dans le sens normal de pédalage. Le but de cette roue libre 16 est que rapport de vitesse du groupe motopropulseur 1a ne puisse être inférieure à 1 :1.

[0098] La figure 3 illustre une variante du groupe motopropulseur 1a dans lequel une deuxième roue libre 17 est installée entre l'axe de pédalier 2 et la première poulie 13. Cette roue libre 17 a pour fonction d'empêcher le deuxième moteur 50 d'entraîner l'axe de pédalier 2 lorsque l'axe de pédalier 2 est actionné dans le sens normal de pédalage.

[0099] La deuxième roue libre 17 entraîne la première poulie 13 lorsque l'axe de pédalier 2 est actionné dans le sens normal de pédalage, mais la première poulie 13 ne peut pas entraîner l'axe de pédalier 2 lorsque l'axe de pédalier 2 est actionné dans le sens normal de pédalage.

[0100] La variante de la figure 3 illustre un montage de roue arrière qui ne contient pas de roue libre de roue arrière 65. Dans cette variante, le pignon de roue arrière 24 est monté de manière solidaire à l'axe de roue arrière

64. Cela permet notamment d'utiliser le groupe motopropulseur 1a pour freiner le véhicule 79. En effet, l'énergie cinétique peut être transmise depuis la roue arrière 72 jusqu'au plateau de sortie principal 3, de manière à entraîner le premier moteur 40 et/ou le deuxième moteur 50. Le ou les
- 5 moteurs sont ainsi pilotés en frein pour recharger la batterie. Ce frein moteur peut par exemple être activé par une commande manuelle au guidon, ou par le rétropédalage. Il est intéressant de noter que l'entraînement de la roue arrière ne fera pas tourner le pédalier durant le frein moteur, grâce à la présence de la deuxième roue libre 17.
- 10 **[0101]** La figure 4 illustre très schématiquement une chaîne cinématique interne d'un groupe motopropulseur 1a selon un mode de réalisation de l'invention. Selon cette chaîne cinématique, le cycliste fournit une puissance en entrée du système via des pédales 21, entraînant l'axe de pédalier 2 via les manivelles 18. La première poulie 13, solidaire de l'axe de
- 15 pédalier 2 entraîne, via le deuxième élément de transmission déformable 15, la couronne 9, de manière à ce que cette dernière tourne plus vite que l'axe de pédalier 2. La troisième poulie 12, solidaire du rotor 57 du deuxième moteur (non représenté sur ce schéma simplifié), entraîne, via un troisième élément de transmission déformable 61 la denture externe 11 de
- 20 la couronne 9, de manière à ce que cette dernière tourne moins vite que la troisième poulie 12. La couronne 9 constitue la première entrée du train épicycloïdal. Le planétaire 5, solidaire du rotor 47 du premier moteur (non représenté sur ce schéma simplifié), constitue la deuxième entrée du train épicycloïdal. Le planétaire 5 et la couronne 9 sont connectés ensemble par
- 25 le biais du porte-satellite 6 comprenant au moins un satellite 8. Le ou les satellites 8 sont maintenus, libres en rotation, par des axes 7 du porte-satellite 6. Le porte-satellite 6 constitue la sortie du train épicycloïdal.
- [0102]** Les flèches de la figure 4 montrent le sens de rotation des différents organes en fonctionnement normal du groupe motopropulseur 1a. Par
- 30 souci de simplification et de visibilité du schéma représenté à la figure 4, les

différents organes de transmission (roue, pignon, courroie) apparaissent lisses et peuvent faire penser à une transmission par frottement. Cela n'écarte évidemment pas l'utilisation de dentures pour en faire des roues dentées ou des courroies crantées.

5 **[0103]** La figure 5 illustre une vue latérale du système de propulsion 1 selon un mode de réalisation de l'invention. Dans cette vue, le couvercle du carter de transmission 19a a été volontairement masqué pour faire apparaître la transmission interne.

[0104] La figure 5 illustre un groupe motopropulseur 1a, un premier
10 élément de transmission déformable 23, un pignon 24 de roue arrière et un galet tendeur 22. Le premier élément de transmission déformable 23 comprend un brin supérieur 23a, un brin inférieur 23b et un brin intermédiaire 23c. Le brin intermédiaire 23c est la partie du premier élément de transmission déformable 23 se trouvant entre le plateau de
15 sortie principal 3 et le plateau de sortie secondaire 4.

[0105] Le rôle du galet tendeur 22 est d'appliquer le bon niveau de pré-tension dans le premier élément de transmission déformable 23, afin que celui-ci ne soit pas trop détendu, une fois mis sous haute charge. Le galet tendeur 22 peut être monté fixe ou monté par l'intermédiaire d'un ressort
20 (non représenté sur la figure 5) afin de reprendre le mou du premier élément de transmission déformable 23 quand la transmission est mise sous charge. Il permet que le brin intermédiaire 23c reste tendu. Ce galet tendeur 22 peut être intégré dans l'ensemble carter 19 du groupe motopropulseur 1a. Il est placé de façon à être en contact avec le brin
25 inférieur 23b. Il est également possible d'envisager un fonctionnement fixe sans galet tendeur 22.

[0106] Dans le mode de fonctionnement normal du groupe motopropulseur 1a, le plateau de sortie principal 3 entraîne le premier élément de transmission déformable 23. Le plateau de sortie secondaire 4, étant
30 préférentiellement engrené sur le même premier élément de transmission

déformable 23 que le plateau de sortie principal 3, tourne à vide à une vitesse plus élevée que l'axe de pédalier 2. Le plateau de sortie secondaire 4 est désolidarisé de l'axe de pédalier 2 par l'intermédiaire de la première roue libre 16.

5 **[0107]** Dans certains modes de fonctionnement particuliers, différents du mode de fonction normal du groupe motopropulseur 1a, la première roue libre 16 se bloque et empêche le plateau de sortie secondaire 4 de tourner moins vite que l'axe du pédalier 2. Dans ce cas, le plateau de sortie secondaire 4 entraîne, en tout ou en partie, le premier élément de
10 transmission déformable 23, et donc également le plateau de sortie principal 3. Si le système électrique est mis hors-tension et/ou si l'assistance est désactivée et que le plus petit rapport de vitesse du groupe motopropulseur 1a est sélectionné (soit par l'utilisateur soit par le système de contrôle), toute la puissance du cycliste est alors transmise au premier
15 élément de transmission déformable 23 via le plateau de sortie secondaire 4. Le reste de la transmission n'est donc pas chargé et la transmission est à haut rendement mécanique.

[0108] De préférence, le plateau de sortie principal 3 est plus petit que le plateau de sortie secondaire 4. De préférence, le pignon arrière 24 est plus
20 petit que le plateau de sortie secondaire 4 et plus grand que le plateau de sortie principal 3.

[0109] Il est intéressant de noter que l'agencement du groupe motopropulseur 1a selon l'invention est compatible avec les variantes de groupes motopropulseur décrites dans le document WO2013/160477 ou
25 dans le document WO2016/034574 ou avec d'autres variantes de groupes motopropulseurs connus.

[0110] En d'autres termes, l'invention se rapporte à un système de propulsion 1 pour véhicule à pédales. Le système de propulsion 1 comprend un groupe motopropulseur 1a permettant de combiner la
30 puissance provenant d'un axe de pédalier 2 et de deux moteurs 40, 50, un

premier élément de transmission déformable 23 permettant la transmission de puissance vers la roue arrière 73 et un ensemble carter 19 enfermant notamment le premier élément de transmission déformable 23 et le groupe motopropulseur 1a, à l'exception d'une partie de l'axe de pédalier.

- 5 **[0111]** La présente invention a été décrite en relation avec des modes de réalisations spécifiques, qui ont une valeur purement illustrative et ne doivent pas être considérés comme limitatifs. D'une manière générale, la présente invention n'est pas limitée aux exemples illustrés et/ou décrits ci-dessus. L'usage des verbes « comprendre », « inclure », « comporter », ou
- 10 toute autre variante, ainsi que leurs conjugaisons, ne peut en aucune façon exclure la présence d'éléments autres que ceux mentionnés. L'usage de l'article indéfini « un », « une », ou de l'article défini « le », « la » ou « l' », pour introduire un élément n'exclut pas la présence d'une pluralité de ces éléments. Les numéros de référence dans les revendications ne limitent
- 15 pas leur portée.

Revendications

1. Système de propulsion (1) pour un véhicule à pédales et comprenant:
 - un premier élément de transmission déformable (23) agencé pour
 - 5 entraîner une roue arrière (72) du véhicule à pédales;
 - un groupe motopropulseur (1a) comprenant :
 - un axe de pédalier (2) agencé de façon à tourner autour d'un premier axe de rotation (30),
 - un plateau de sortie principal (3) agencé pour entraîner le premier
 - 10 élément de transmission déformable (23),
 - un premier moteur (40),
 - un deuxième moteur (50),
 - un train épicycloïdal comprenant un premier élément d'entrée, un élément de sortie et un planétaire (5),
 - 15 l'axe de pédalier (2) et le deuxième moteur (50) étant reliés au train épicycloïdal via le premier élément d'entrée de façon à former une première entrée du train épicycloïdal,
 - le premier moteur (40) étant relié au train épicycloïdal via le planétaire (5) de façon à former une deuxième entrée du train épicycloïdal,
 - 20 l'élément de sortie reliant le train épicycloïdal au plateau de sortie principal (3) de façon à former une sortie du train épicycloïdal, et
 - le premier élément de transmission déformable (23) étant agencé pour transmettre de la puissance entre le groupe motopropulseur et la roue arrière (72) du véhicule à pédales; et
 - 25 – un ensemble carter (19) ;
 - un pignon arrière (24) ;
 - caractérisé en ce que :
 - le plateau de sortie principal (3), le premier élément d'entrée, l'élément de sortie et le planétaire (5) sont agencés de façon à tourner autour

d'un même deuxième axe de rotation (31) différent du premier axe de rotation (30) ;

- le groupe motopropulseur (1a) comprend :
 - un plateau de sortie secondaire (4) agencé pour tourner autour du premier axe de rotation (30) et engrené sur le premier élément de transmission déformable (23),
 - un système de démultiplication de vitesse conservant le sens de rotation pour transmettre une rotation entre l'axe de pédalier (2) et le premier élément d'entrée ; et
- le premier élément de transmission déformable (23), une partie de l'axe de pédalier (2), le plateau de sortie principal (3), le premier moteur (40), le deuxième moteur (50), le train épicycloïdal, le plateau de sortie secondaire (4), et le pignon arrière (24) sont à l'intérieur de l'ensemble carter (19).

15

2. Système de propulsion (1) selon la revendication 1, comprenant en outre un galet tendeur (22) agencé pour tendre le premier élément de transmission déformable (23).

- 20 3. Système de propulsion (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'ensemble carter comprend un carter de transmission (19a) qui enferme le premier élément de transmission déformable (23), le carter de transmission (19a) étant agencé pour être situé d'un seul côté de la roue arrière (72).

25

4. Système de propulsion (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'ensemble carter (19) est agencé pour assurer seul la fixation mécanique entre la roue arrière (72) et un cadre (80) du véhicule à pédales.

30

5. Système de propulsion (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le deuxième moteur (50) est connecté au premier élément d'entrée du train épicycloïdal via un troisième élément de transmission déformable (61).

5

6. Système de propulsion (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre un capteur arrière agencé pour mesurer la vitesse de la roue arrière et situé à l'intérieur de l'ensemble carter (19).

10 7. Système de propulsion (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le plateau de sortie principal (3) est solidaire de l'élément de sortie.

15 8. Système de propulsion (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre une première roue libre (16) agencée pour empêcher le plateau de sortie secondaire (4) de tourner moins vite que l'axe de pédalier (2) lorsque l'axe de pédalier (2) tourne dans le sens normal de pédalage.

20 9. Système de propulsion (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le groupe motopropulseur (1a) comprend en outre une deuxième roue libre (17) agencée pour empêcher un entraînement de l'axe de pédalier (2) par le deuxième moteur (50) dans un direction de rotation correspondant à un mouvement vers l'avant du
25 véhicule à pédales.

10. Système de propulsion (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le groupe motopropulseur (1a) comprend en outre une roue libre de roue arrière (65) agencée pour empêcher le pignon arrière
30 (24) de tourner plus vite que la roue arrière (72) quand l'axe de pédalier (2)

tourne dans le sens normal de pédalage qui correspond à un mouvement vers l'avant du véhicule à pédales.

11. Système de propulsion (1) selon l'une quelconque des revendications
5 précédentes, dans lequel le plateau de sortie principal (3) est plus petit que le plateau de sortie secondaire (4).

12. Système de propulsion (1) selon la revendication précédente, dans
lequel le pignon arrière (24) est plus petit que le plateau de sortie
10 secondaire (4) et plus grand que le plateau de sortie principal (3).

13. Système de propulsion (1) selon l'une quelconque des revendications
précédentes, dans lequel le premier élément d'entrée est une couronne (9)
du train épicycloïdal et l'élément de sortie est un porte-satellite (6) du train
15 épicycloïdal.

14. Système de propulsion (1) selon l'une quelconque des revendications
1 à 12, dans lequel le premier élément d'entrée est un porte-satellite (6) du
train épicycloïdal et l'élément de sortie est une couronne (9) du train
20 épicycloïdal.

15. Système de propulsion (1) selon l'une quelconque des revendications
précédentes, dans lequel le premier moteur (40) est solidaire du planétaire.

25 16. Système de propulsion (1) selon l'une quelconque des revendications
précédentes, dans lequel l'axe de pédalier (2) et le premier élément
d'entrée sont reliés de façon à ce que le premier élément d'entrée tourne
plus vite que l'axe de pédalier (2).

17. Véhicule à pédales comprenant un système de propulsion (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, un cadre (80), et une roue arrière (72).

- 5 18. Véhicule à pédales selon la revendication précédente, dans lequel la connexion mécanique entre la roue arrière (72) et le groupe motopropulseur (1a) ne passe que d'un seul côté de la roue arrière (72) et comprend le système de propulsion (1).

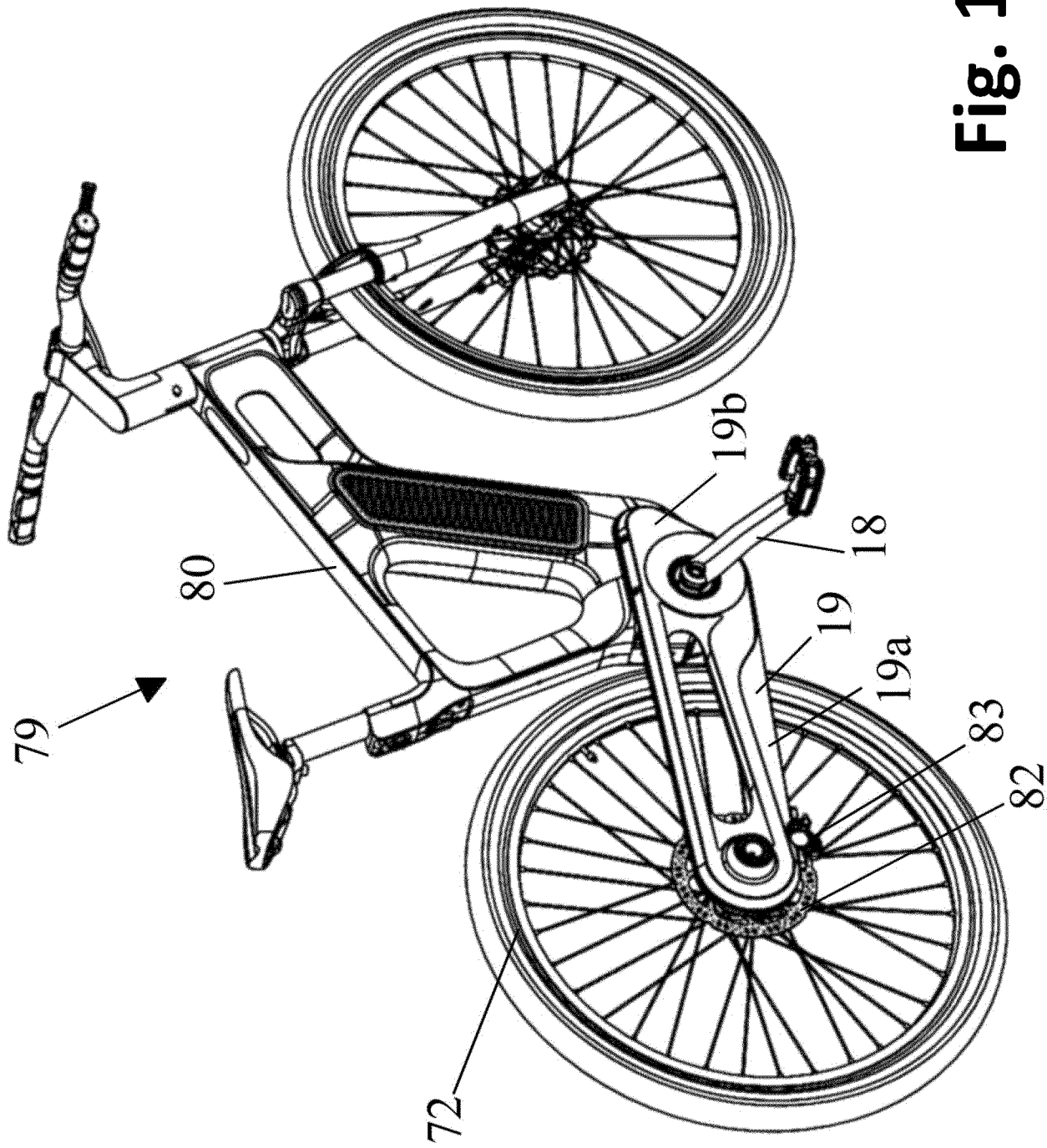
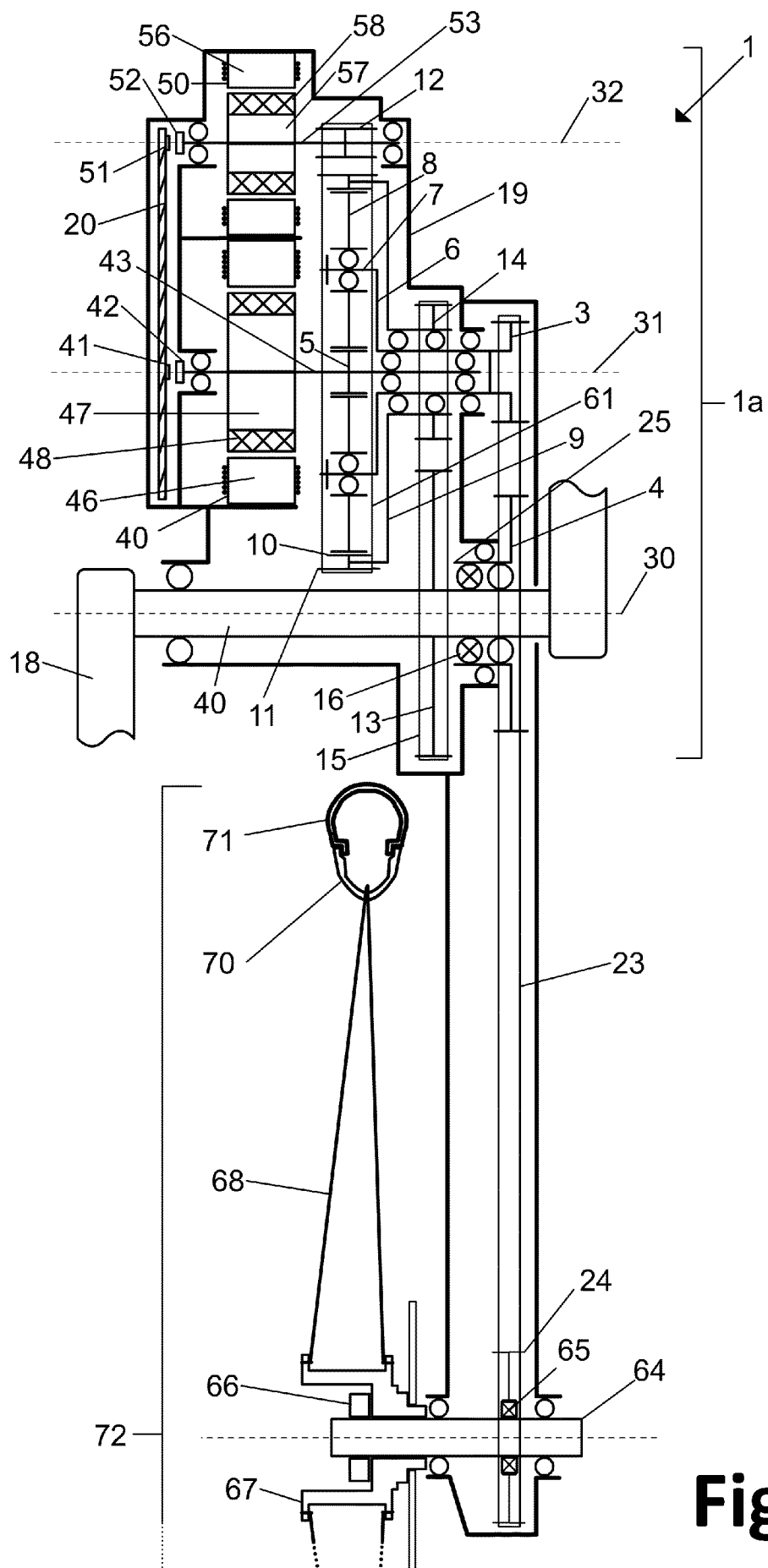


Fig. 1

**Fig. 2**

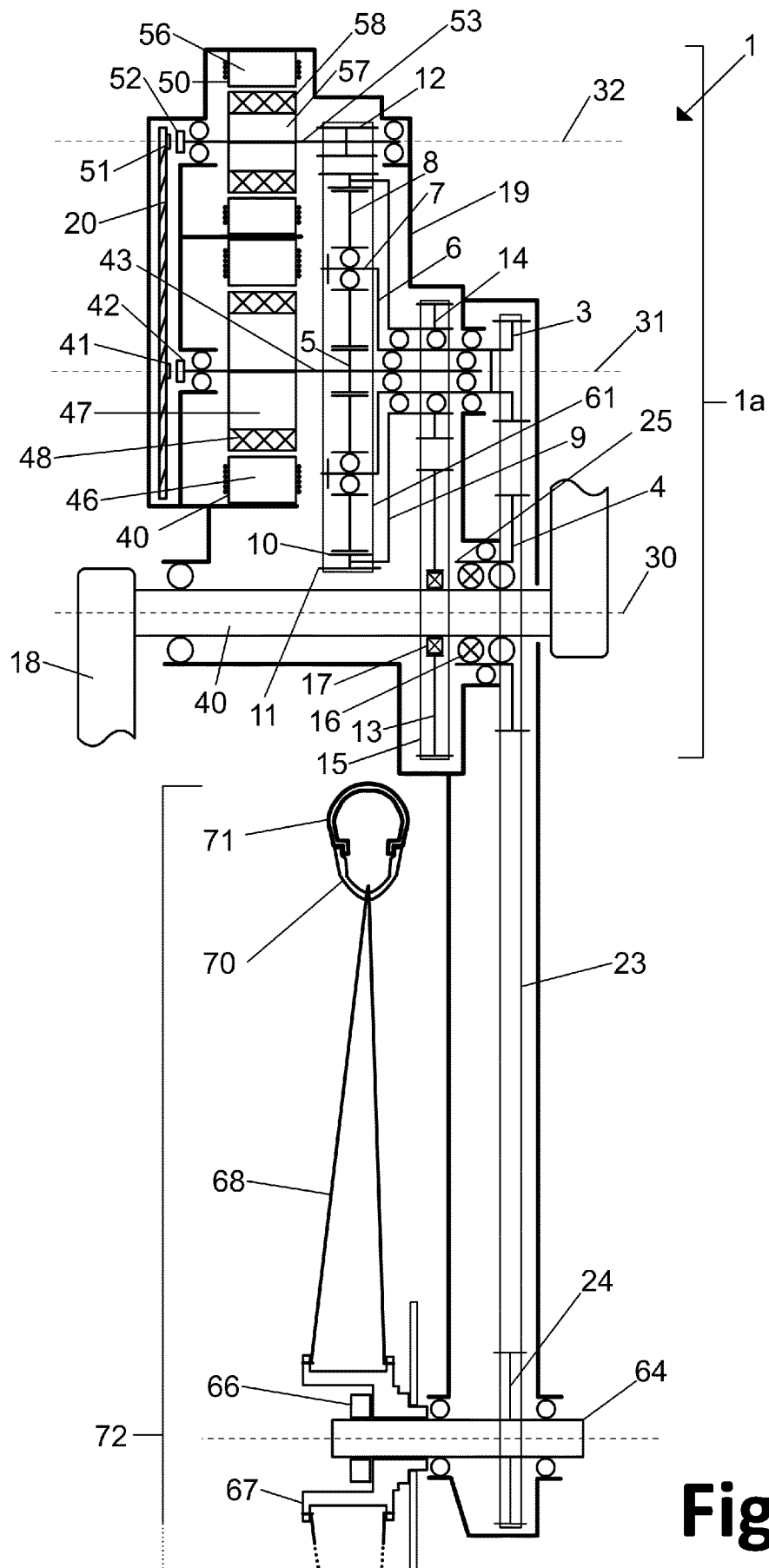
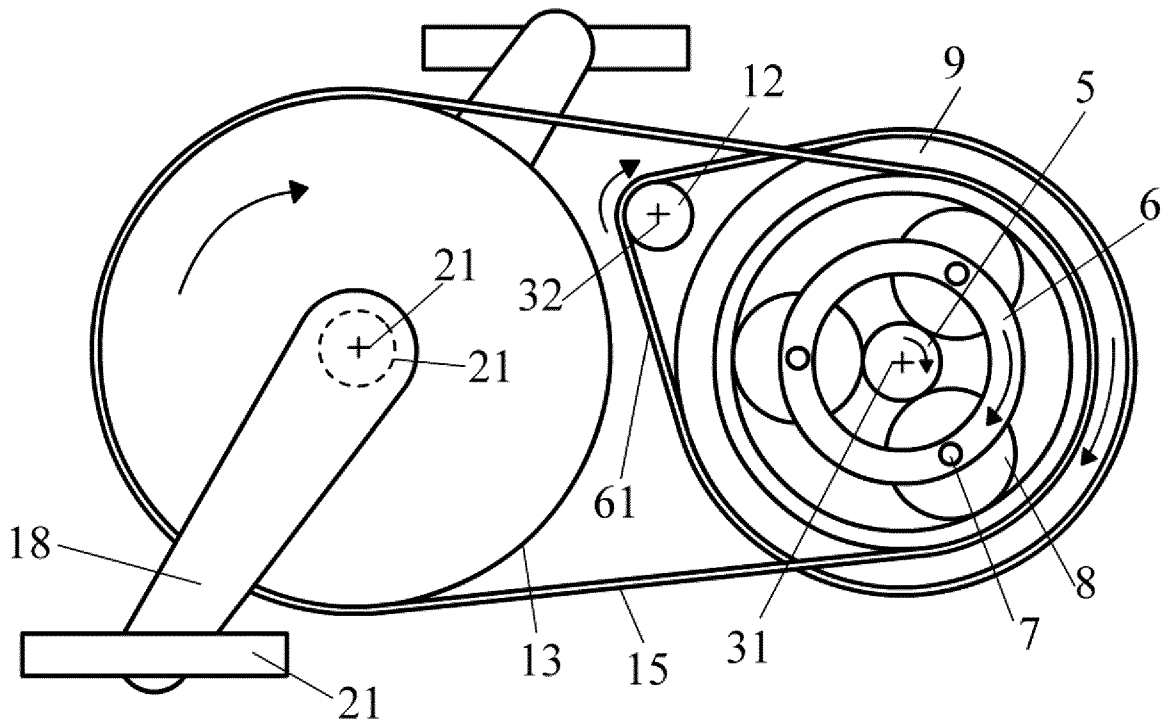
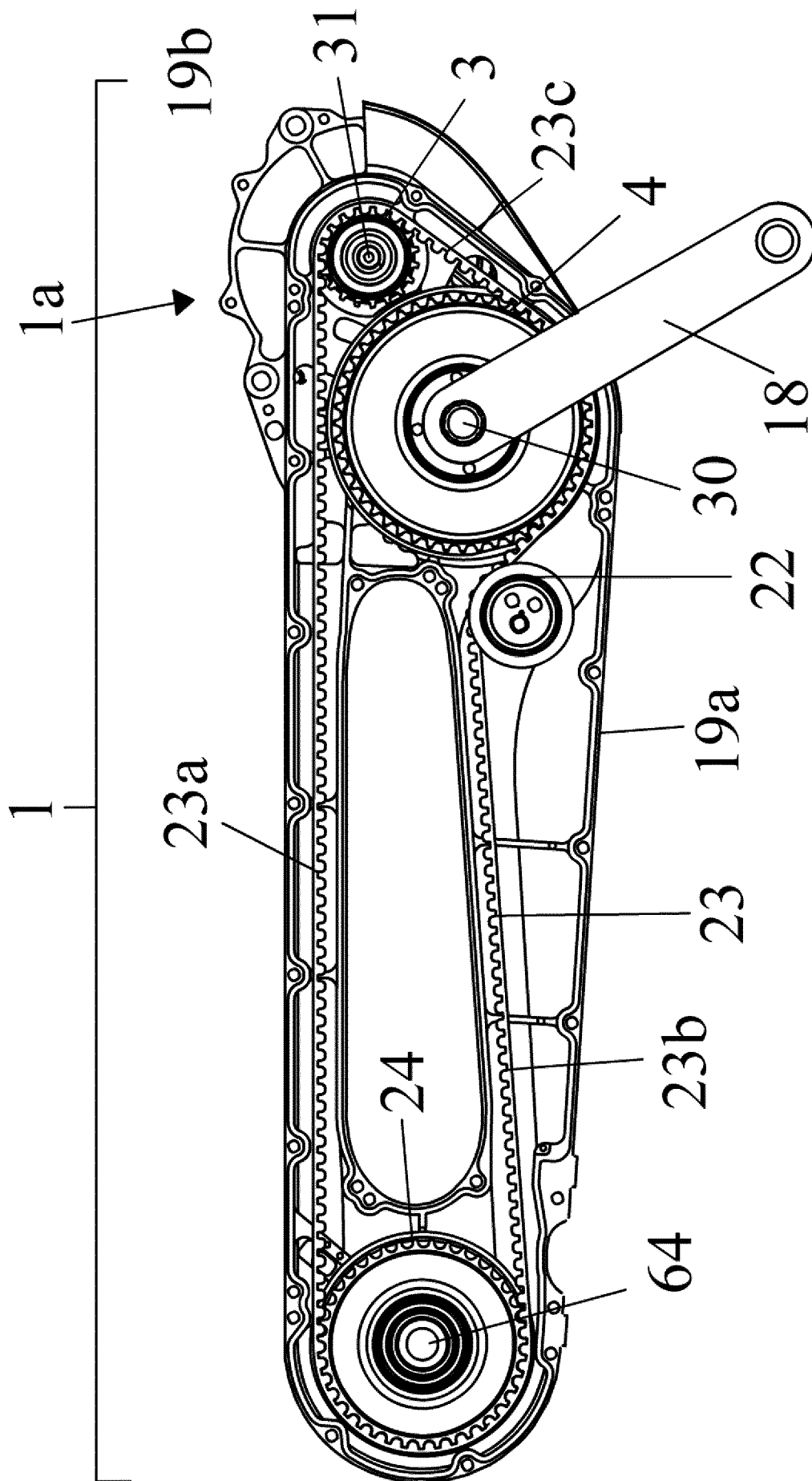


Fig. 3

**Fig. 4**



Fi 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/072563

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B62M 6/55**(2010.01)i; **B62M 11/14**(2006.01)i

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)

B62M

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	WO 2016034574 A1 (E2 DRIVES SA [BE]) 10 March 2016 (2016-03-10) cited in the application page 15, lines 3-23 figure 6	1-18
X,P	BE 1026017 A1 (E2 DRIVES SA [BE]) 10 September 2019 (2019-09-10) paragraphs [0088] - [0125] figures 1-6	1-18
X,P	BE 1026057 A1 (E2 DRIVES SA [BE]) 25 September 2019 (2019-09-25) paragraphs [0081] - [0130] figures 1-4	1-18



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

28 September 2020

Date of mailing of the international search report

08 October 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

Fernández Plaza, P

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/072563

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2016034574	A1	10 March 2016	CN	107074320	A	18 August 2017
				EP	3188957	A1	12 July 2017
				JP	6588968	B2	09 October 2019
				JP	2017525615	A	07 September 2017
				TW	201615481	A	01 May 2016
				US	2017291660	A1	12 October 2017
				WO	2016034574	A1	10 March 2016
BE	1026017	A1	10 September 2019	BE	1026017	A1	10 September 2019
				CN	111683867	A	18 September 2020
				WO	2019158503	A1	22 August 2019
BE	1026057	A1	25 September 2019	BE	1026057	A1	25 September 2019
				WO	2019166402	A1	06 September 2019

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2020/072563

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B62M6/55 B62M11/14 ADD.		
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) B62M		
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	WO 2016/034574 A1 (E2 DRIVES SA [BE]) 10 mars 2016 (2016-03-10) cité dans la demande page 15, lignes 3-23 figure 6	1-18
X,P	----- BE 1 026 017 A1 (E2 DRIVES SA [BE]) 10 septembre 2019 (2019-09-10) alinéas [0088] - [0125] figures 1-6	1-18
X,P	----- BE 1 026 057 A1 (E2 DRIVES SA [BE]) 25 septembre 2019 (2019-09-25) alinéas [0081] - [0130] figures 1-4 -----	1-18
☐ 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 28 septembre 2020		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 08/10/2020
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 Fernández Plaza, P

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2020/072563

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2016034574 A1	10-03-2016	CN 107074320 A EP 3188957 A1 JP 6588968 B2 JP 2017525615 A TW 201615481 A US 2017291660 A1 WO 2016034574 A1	18-08-2017 12-07-2017 09-10-2019 07-09-2017 01-05-2016 12-10-2017 10-03-2016
BE 1026017 A1	10-09-2019	BE 1026017 A1 CN 111683867 A WO 2019158503 A1	10-09-2019 18-09-2020 22-08-2019
BE 1026057 A1	25-09-2019	BE 1026057 A1 WO 2019166402 A1	25-09-2019 06-09-2019