

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2024/227995 A1**

(43) Date de la publication internationale  
07 novembre 2024 (07.11.2024)

WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :  
*B60L 15/20* (2006.01)      *H01M 10/643* (2014.01)  
*B60L 50/20* (2019.01)      *H01M 10/6557* (2014.01)  
*B62M 6/45* (2010.01)      *F28F 1/00* (2006.01)  
*F28F 9/02* (2006.01)      *H01M 10/00* (2006.01)  
*F28F 1/08* (2006.01)      *H01M 10/6567* (2014.01)  
*F28F 1/02* (2006.01)      *H01M 50/213* (2021.01)  
*F28D 1/053* (2006.01)      *H01M 50/249* (2021.01)  
*H01M 10/613* (2014.01)      *H01M 10/6555* (2014.01)  
*H01M 10/625* (2014.01)
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
FR2304386      02 mai 2023 (02.05.2023)      FR
- (71) Déposant : CIXI [FR/FR] ; 7 Chemin de Beaulieu, Annecy-le-Vieux, 74940 ANNECY (FR).
- (72) Inventeurs : PION, Benjamin ; 279 route de Vesine, 74540 CHAPEIRY (FR). FRANCIS, Pierre ; 7 Chemin de Beaulieu, Annecy-le-Vieux, 74940 ANNECY (FR). OHL-MANN, Nicolas ; 64 impasse des Crêts, 74330 EPAGNY (FR).
- (74) Mandataire : LASSERE, Gaëtan et al. ; LAURENT ET CHARRAS, Les Pléiades N° 24C, Route de la Bouvarde, 74370 METZ-TESSY (FR).
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR2024/050556
- (22) Date de dépôt international : 30 avril 2024 (30.04.2024)
- (25) Langue de dépôt : français
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,

(54) Title: DEVICE FOR CONTROLLING AT LEAST ONE ELECTRIC MOTOR OF A VEHICLE

(54) Titre : DISPOSITIF DE COMMANDE D'AU MOINS UN MOTEUR ÉLECTRIQUE D'UN VÉHICULE

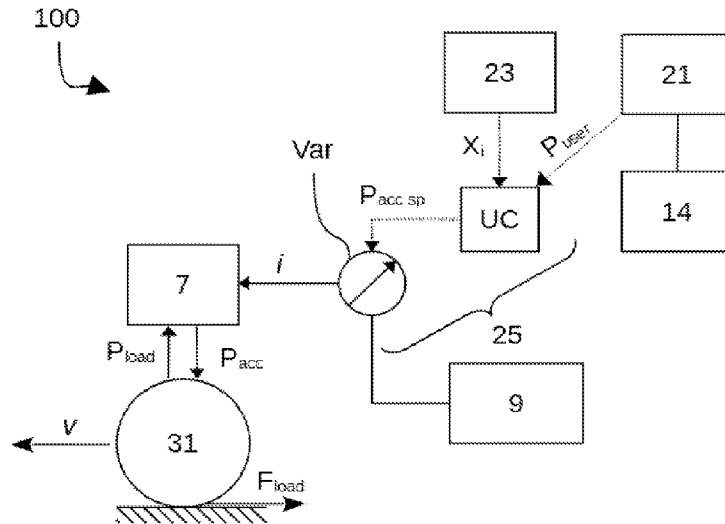


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a device for controlling an electric motor (7) of a vehicle (1), comprising: a pedal assembly (14); means (23) for estimating state variables (Xi) each making it possible to estimate the value of one force from a set of forces (Fload) opposing or contributing to the progress of the vehicle (1); wherein the control means (25) comprise a memory storing a set of steady states (SSmap) of the pedal assembly (14) defining the instantaneous power (Pssp user) for keeping the speed (v) of the vehicle (1) constant according to the values of the state variables (Xi); the control means (25) being configured to accelerate or decelerate the vehicle (1) if the power applied by the user (Puser) is higher or lower, respectively, than the instantaneous power for keeping the speed of the vehicle constant (Pssp user).

(57) Abrégé : L'invention se rapporte à un dispositif de commande d'un moteur électrique (7) d'un véhicule (1) comportant : un pédalier (14); des moyens d'estimation (23) de variables d'état (Xi) permettant chacune d'estimer la valeur d'une force d'un ensemble de forces

AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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.

- (84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasienn (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, ME, 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))

(Fload) s'opposant ou contribuant à l'avancée du véhicule (1); dans lequel les moyens de commande (25) comprennent une mémoire dans laquelle est stockée un ensemble de régimes stationnaires (SSmap) du pédalier 14 définissant la puissance instantanée (Pssp user) pour maintenir constante la vitesse (v) du véhicule (1) en fonction des valeurs des variables d'état (Xi); les moyens de commande (25) étant configurés pour accélérer ou décélérer le véhicule (1) si la puissance appliquée par l'utilisateur (Puser) est respectivement supérieure ou inférieure à la puissance instantanée pour maintenir constante la vitesse du véhicule (Pssp user).

**DISPOSITIF DE COMMANDE D'AU MOINS UN MOTEUR ÉLECTRIQUE D'UN VÉHICULE****DOMAINE TECHNIQUE**

La présente invention se rapporte à un véhicule comportant un pédalier utilisé pour piloter la mise en mouvement du véhicule au moins en partie au moyen d'un moteur électrique. Ainsi, l'invention peut être appliquée pour les véhicules à assistance électrique et des véhicules à propulsion exclusivement électrique.

De préférence, l'invention concerne un véhicule hybride série comportant un pédalier, c'est-à-dire un véhicule à pédales sans transmission mécanique entre le pédalier et la ou les roues motrices, assurant la traction ou la propulsion au moyen d'un moteur électrique. Ces véhicules sont appelés "hybride série" dans certaines classifications pour montrer que les véhicules comportent deux moteurs électriques montés en "série" : un moteur fonctionnant principalement en générateur au niveau du pédalier et un moteur associé à la roue motrice. Le terme "hybride" révèle que l'énergie utilisée pour déplacer les véhicules provient à la fois de l'énergie mécanique appliquée sur le pédalier et de l'énergie électrique contenue dans une batterie.

Ainsi, l'invention concerne le domaine technique du transport terrestre et peut être mise en œuvre pour des véhicules de loisir, de sport ou utilitaires, par exemple pour des véhicules de livraison.

**ART ANTERIEUR**

Les véhicules à pédales connaissent aujourd'hui un essor important avec le développement des solutions d'assistance électrique.

Les véhicules à assistance électrique sont généralement composés d'un pédalier, d'une roue motrice assurant la traction ou la propulsion du véhicule, d'une transmission mécanique reliant le pédalier à la roue motrice, d'un moteur électrique et d'une batterie alimentant le moteur électrique.

Ainsi, au sens de l'invention, un véhicule à assistance électrique intègre toujours une transmission mécanique reliant le pédalier à la roue motrice, par exemple une chaîne ou une courroie. L'assistance électrique peut être utilisée pour limiter les efforts nécessaires afin d'entraîner en rotation la roue motrice ou le pédalier.

Avec une assistance électrique, il est possible d'obtenir des cycles ou des vélomobiles de poids et volume faible pouvant peser moins de 50 kg, typiquement entre 30 et 50 kg. Pour ces véhicules, la puissance de l'assistance électrique s'élève à quelques centaines de Watts, typiquement 200 à 300 W. Leur vitesse est relativement faible, inférieure ou  
5 proche de 25 km/h. Ces véhicules sont prévus pour emprunter les pistes et voies réservées aux cycles.

Il existe également des véhicules hybride série, souvent réalisés sous la forme de vélomobiles. Ces véhicules n'intègrent pas de transmission mécanique reliant le pédalier à la roue motrice et au moins un moteur électrique assure la traction. Le pédalier est  
10 utilisé en générateur pour recharger une batterie d'alimentation du moteur électrique. En outre, le pédalier est également utilisé pour contrôler la vitesse du véhicule.

Ces véhicules hybride série présentent des poids et volumes importants et pèsent généralement plusieurs centaines de kilogrammes. La propulsion de ces véhicules se fait de façon donc exclusivement en énergie électrique, leur pédalier n'étant alors présent que  
15 pour le contrôle de l'accélération et éventuellement pour la recharge d'une batterie alimentant le moteur électrique du vélomobile.

La propulsion électrique se fait au moyen d'un ou plusieurs moteurs avec une puissance totale de plusieurs kilowatts. Leur vitesse est relativement élevée, la plupart des modèles étant conçus pour circuler à 80-120km/h. Ces vélomobiles circulent sur les  
20 voies automobiles, comme une automobile classique.

Le document EP3154815 décrit par exemple un tel véhicule.

La légèreté de ces vélomobiles leur permet, à poids d'emport de batteries égal, d'avoir une plus grande autonomie par rapport à une voiture électrique.

Le contrôle de la vitesse peut être effectué par le conducteur au moyen du pédalier.  
25 La consigne appliquée au moteur de propulsion est par exemple fonction de la cadence de rotation du pédalier, et elle est déterminée afin que le moteur accélère la rotation de la roue par le couple moteur qu'il génère.

La puissance appliquée par le moteur aux roues peut atteindre plusieurs milliers de watts, et jusqu'à 10 ou 12 kilowatts notamment, pour permettre une circulation sur la  
30 chaussée normalement réservée aux voitures.

L'utilisateur du pédalier ne peut atteindre une puissance que de quelques centaines de watts, et un utilisateur moyen aura du mal à maintenir une puissance supérieure à 250 watts sur la durée.

5 Une simple proportionnalité entre les deux puissances, du moteur et du pédalier, ne permet pas une conduite confortable et précise. Aux faibles puissances, le contrôle de la vitesse n'est pas précis, et aux fortes vitesses la puissance importante développée ne peut être maintenue par l'utilisateur. En outre, les variations naturelles de la puissance développée par l'utilisateur sur le pédalier entraînent des variations de puissance importantes au niveau du moteur et donc une vitesse non uniforme qui nuit au confort et  
10 à la qualité perçue du véhicule.

On connaît du document EP3978345 un dispositif et procédé de contrôle à proportionnalité variable, le coefficient de proportionnalité variant avec la sélection d'un rapport de vitesse parmi une sélection, émulant ainsi un cycle avec différents plateaux et pignons par exemple.

15 L'utilisateur doit cependant manuellement sélectionner le rapport, et le changement est discret et s'accompagne d'une discontinuité de puissance.

Cette même problématique peut être posée pour un véhicule à assistance électrique qui utilise un rapport d'assistance électrique très important, typiquement supérieur à 50%.

20 Il existe donc un besoin pour un procédé de contrôle de propulsion de véhicule électrique, à assistance électrique ou hybride série, au moyen d'un pédalier permettant : de contrôler précisément la puissance du moteur, de réduire les variations de puissance au niveau du moteur, et de maintenir une vitesse importante sur une durée importante sans effort excessif de l'utilisateur.

## 25 **EXPOSE DE L'INVENTION**

Afin de répondre à ce besoin, l'invention propose un dispositif de commande d'au moins un moteur électrique d'un véhicule électrique à propulsion ou traction électrique piloté par un pédalier.

30 Plus précisément, l'invention propose de mettre en œuvre un contrôle en puissance d'accélération avec une comparaison entre la puissance appliquée par l'utilisateur et une puissance attendue, obtenue à partir d'un ensemble de régimes stationnaires du pédalier

définissant la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur sur le pédalier nécessaire pour maintenir la vitesse du véhicule.

A cet effet, le véhicule comporte :

- 5 - au moins un pédalier associé à des moyens d'estimation de la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur sur le pédalier ;
- des moyens d'estimation de variables d'état, typiquement mais pas forcément ni exclusivement la vitesse et la pente, permettant chacune d'estimer la valeur d'une force d'un ensemble de forces s'opposant ou contribuant à l'avancée du véhicule, et
- des moyens de commande de la puissance appliquée à l'au moins un moteur électrique.

10 Le véhicule selon l'invention se caractérise en ce que lesdits moyens de commandes comprennent une mémoire électronique dans laquelle est stockée un ensemble de régimes stationnaires du pédalier définissant la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur sur le pédalier nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule en fonction des valeurs des variables d'état.

15 Les moyens de commandes sont alors configurés pour :  
estimer les variables d'état et en déduire la puissance instantanée à appliquer par l'utilisateur sur le pédalier pour maintenir la vitesse du véhicule,  
accélérer le véhicule si la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur sur le pédalier est supérieure à la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse  
20 du véhicule au niveau du pédalier ; et  
décélérer le véhicule si la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur sur le pédalier est inférieure à la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule au niveau du pédalier.

25 Le moteur commandé au moyen du module de commande tel que décrit peut alors être piloté en accélération au moyen du pédalier sur une grande plage de vitesses du véhicule, et donc de puissances du moteur, sans pour autant dépasser les capacités de pédalage de l'utilisateur. L'invention propose donc d'améliorer la commande du moteur électrique par un pédalier d'un véhicule à assistance électrique ou hybride série.

30 Le dispositif de commande peut en outre présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.

L'ensemble des régimes stationnaires peut être tel que pour les ensembles de variables d'état pour lesquels la puissance à appliquer par l'utilisateur sur le pédalier pour maintenir la vitesse du véhicule est nulle, la puissance nécessaire au moteur pour maintenir la vitesse du véhicule est nulle aussi.

5 Cette égalité permet de modéliser le comportement naturel d'un cycle se trouvant en roue libre sans retour haptique direct entre le moteur électrique et le pédalier.

L'accélération ou la décélération du véhicule peut se faire simplement en imposant une consigne de puissance d'accélération respectivement positive ou négative.

10 Le dispositif peut comporter en outre des moyens d'estimation d'une puissance de charge correspondant à la puissance exercée par un ensemble de forces s'opposant ou contribuant à l'avancée du véhicule, et lorsque la puissance de charge mesurée est estimée positive et que la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur est supérieure à la puissance instantanée nécessaire pour maintenir la vitesse du véhicule, la consigne de puissance d'accélération est le produit d'un coefficient d'accélération et de la  
15 différence entre la puissance appliquée par l'utilisateur et la puissance à appliquer par l'utilisateur sur le pédalier pour maintenir constante la vitesse du véhicule.

Ce fonctionnement permet un pilotage en puissance sans passage de rapports et avec un effort continu et ressenti comme naturel.

20 Lorsque la puissance mesurée de l'ensemble de forces s'opposant ou contribuant à l'avancée du véhicule est estimée positive, que la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule est positive, et que la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur au pédalier est strictement inférieure à la puissance instantanée nécessaire pour maintenir la vitesse  $v$  du véhicule, la consigne en puissance d'accélération est égale au produit de la puissance  
25 mesurée de l'ensemble de forces s'opposant ou contribuant à l'avancée du véhicule multiplié par la différence entre la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur et la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule, divisé par la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule.

30 Lors de la décélération par diminution de la puissance de pédalage, l'utilisateur ressent alors les forces qui s'opposent à l'avancée du véhicule, au niveau du pédalier.

Lorsque la puissance de charge mesurée et/ou la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule est négative, la consigne de puissance

d'accélération est égale à la différence entre d'une part le produit du coefficient d'accélération et de la puissance développée par l'utilisateur et de la puissance de charge mesurée.

L'utilisateur ressent alors l'effet moteur des forces. Les trois formules appliquées dans  
5 les conditions données dans les paragraphes précédents, lorsqu'utilisées en combinaison, forment un pilotage à efforts continus lors de la progression avec variation des variables d'état, et donnent un ressenti naturel et agréable au niveau du pédalier pour l'utilisateur.

Le coefficient d'accélération peut notamment être égal au quotient entre d'une part la  
10 différence entre une puissance maximale du moteur du véhicule et la puissance instantanée du moteur nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule, et d'autre part la différence entre une puissance maximale développée par l'utilisateur et la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule.

La gamme accessible de puissances du moteur est alors indexée sur la gamme de puissances développables par l'utilisateur.

15 Les variables d'état peuvent comporter en outre au moins un paramètre parmi la pente et la vitesse du véhicule.

Avec ces deux seules variables d'état un comportement satisfaisant est obtenu, permettant une conduite agréable avec des sensations de pédalage réalistes.

Les variables d'état peuvent, en outre, comporter au moins un paramètre parmi : le  
20 poids total du véhicule, le type de route sur lequel évolue le véhicule, la vitesse du vent relatif par rapport au véhicule etc.

Le comportement du véhicule peut alors être modélisé et rendu avec plus de précision.

L'invention concerne aussi le véhicule de type vélomobile, comportant un dispositif  
25 de commande tel que décrit et au moins un moteur électrique commandé par ledit dispositif de commande.

## BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

L'invention sera bien comprise à la lecture de la description qui suit, dont les détails sont donnés uniquement à titre d'exemple, et développée en relation avec les figures annexées, dans lesquelles des références identiques se rapportent à des éléments identiques :

- la figure 1 est une vue de côté d'un véhicule selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;

- la figure 2 est une vue en coupe du véhicule de la figure 1,

10 - la figure 3 est une représentation en organigramme des composants principaux du dispositif de commande du véhicule des figures précédentes,

- la figure 4 est un graphe de lignes isométriques de puissances à fournir au moteur pour maintenir un régime stationnaire en fonction de la pente et de la vitesse du véhicule,

15 - la figure 5 est un graphe de lignes isométriques de puissances à fournir par l'utilisateur pour maintenir un régime stationnaire en fonction de la pente et de la vitesse du véhicule construit à partir du graphe de la figure 4.

Les modes de réalisation des figures sont donnés à titre illustratif et non limitatif, d'autres modes de réalisation sont aisément déductibles de ceux qui sont représentés par combinaison et variations.

20 D'autres avantages et caractéristiques de l'invention, ainsi que des modes de réalisation différents sont dans la description détaillée ci-après.

## DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

La figure 1 est une vue de côté d'un véhicule 1 de type vélomobile selon l'invention.

25 Le véhicule 1 comprend un habitacle 10, comportant une carrosserie fermant l'habitacle 10. L'habitacle 10 présente une forme générale semblable à celle d'une voiture monoplace, avec des portières latérales 11 et des fenêtres 12 comprenant un pare-brise à l'avant du véhicule 1.

Les fenêtres 12 et le pare-brise sont découpés dans des panneaux les portant, et éventuellement fermés avec des vitres. Le conducteur bénéficie, par ces fenêtres 12 et

par le pare-brise, d'un champ de vision dépendant notamment du contour extérieur des fenêtres 12 et du pare-brise, ainsi que de la position relative de sa tête par rapport aux fenêtres ou au pare-brise.

Le véhicule 1 comporte des roues 31, 33, au nombre de trois, avec préférentiellement  
5 une roue arrière 31 motrice et deux roues 33 avant directrices (seule une des deux roues avant 33 est visible). D'autres modes de réalisation peuvent utiliser deux ou quatre roues. En outre, une ou deux roues avant peuvent être motrices en supplément ou en alternative à la motricité d'une ou plusieurs roues arrière.

La figure 2 est une vue en coupe du véhicule de la figure 1. En figure 2 apparaît  
10 notamment l'intérieur de l'habitacle 10.

La roue arrière 31 est reliée à un dispositif d'entraînement 5 tel qu'une courroie, une chaîne ou un engrenage. Le dispositif d'entraînement 5 est relié à son tour à un moteur électrique 7 qui met en mouvement la roue arrière 31, à partir d'énergie électrique stockée dans des batteries 9, ici situées dans un plancher de l'habitacle 10.

15 Le moteur électrique 7, et donc la mise en mouvement des roues 31, 33, est commandé au moyen d'un pédalier 14. Une unité de contrôle (non représentée) pilote le moteur électrique 7, par exemple en augmentant son régime et donc la vitesse des roues 31, 33 et du véhicule 1 de façon croissante avec la puissance de pédalage au niveau du pédalier 14.

20 Selon une variante, en l'absence de moteur électrique 7 ou en complément de celui-ci, une partie de l'énergie mécanique appliquée au pédalier 14 est directement transmise aux roues 31, 33. Le moteur électrique 7 peut alors être une simple assistance électrique, exerçant un couple d'assistance à celui que le conducteur exerce directement au moyen du pédalier 14.

25 Le pédalier 14 peut en complément ou en alternative comporter un générateur ou un fonctionnement en mode générateur, dans lequel le couple appliqué par le conducteur est transmis à la batterie 9 pour être restitué plus tard sous forme d'accélération des roues 31, 33.

30 Un fonctionnement en mode générateur est rencontré dans les pédaliers 14 ou moteurs à induction. Dans ce mode de fonctionnement, le pédalier 14 est connecté à la

batterie 9, et fournit un couple résistant. En surmontant ce couple résistant, le conducteur induit un courant électrique chargeant la batterie 9.

Le pédalier 14 est situé à l'avant de l'habitacle 10, devant un siège, et au-dessus d'une assise du siège. Le pédalier 14 se situe à une distance comprise entre 60 et 100 cm du  
5 siège, correspondant à la longueur attendue des jambes du conducteur.

Le siège repose sur un rail ou sur un moyen de guidage en translation équivalent. Le rail repose à son tour sur une base de siège qui est solidaire du plancher de l'habitacle 10 du véhicule 1.

L'assise du siège est sensiblement plane, et orientée vers l'axe du pédalier 14. En  
10 orientant ainsi le plan de l'assise, celle-ci ne gêne pas pendant le pédalage, en ce qu'elle ne forme pas de butée. En outre, l'angle de pédalage, c'est-à-dire l'inclinaison de l'axe allant de l'articulation de la hanche à l'axe de rotation du pédalier 14, reste constant quelle que soit la position longitudinale du siège.

Un guidon est positionné entre l'assise, avec une forme en U, dont le fond est situé  
15 sous la position attendue des jambes du conducteur et comportant des poignées latérales situées au-dessus des jambes du conducteur ou à la hauteur de celles-ci. Le guidon permet de braquer les roues 31, 33, au moins à l'avant, afin de tourner lors de la circulation. Le guidon est notamment solidaire en translation et mobile en rotation par rapport à un pivot, qui est lui-même solidaire du siège ou de moyens de positionnement du guidon  
20 dédiés.

Le guidon peut notamment être pivoté dans le plan transverse par action sur les poignées avec une rotation comprise entre deux angles de braquage extrêmes de l'ordre de plus ou moins 20 à 30° par rapport à une position de repos dans laquelle la roue arrière 31 est droite.

25 Selon une variante, la roue arrière 31 peut être inclinée par actionnement du guidon, et les roues avant 33 sont mises en mouvement par le moteur électrique 7.

Le moteur électrique 7 est contrôlé par le conducteur au moyen d'un dispositif de commande 100, dont les principaux composants sont représentés sous forme d'organigramme en figure 3.

30 En figure 3, le pédalier 14 reçoit une puissance instantanée  $P_{\text{user}}$  de la part du conducteur, et les moyens de contrôle exercent une accélération  $a$  par l'application d'une

puissance de consigne moteur  $P_{tot\ sp}$  au niveau du moteur électrique 7 pour modifier la vitesse  $v$  du véhicule 1.

La vitesse  $v$  peut notamment être déduite de la vitesse de rotation des roues 31, 33, mesurée par exemple au moyen de capteurs de position angulaire desdites roues 31, 33.

5 La puissance instantanée  $P_{user}$  développée par l'utilisateur est estimée par des moyens d'estimation de puissance appropriés situés au niveau du pédalier 14, par exemple un moyen d'estimation du couple résistif exercé par le pédalier 14 coopérant avec des moyens de mesure 21 de la cadence de pédalage appliquée par l'utilisateur sur le pédalier 14.

10 Le dispositif de commande 100 comporte des moyens d'estimation 23 ou de mesure de la valeur de variables d'état  $X_i$  permettant de remonter à la valeur de chacune des forces d'un ensemble de forces  $F_{load}$  s'opposant ou contribuant à l'avancée du véhicule 1.

Lesdits moyens d'estimation 23 peuvent notamment comporter des moyens d'estimation de la variable d'état  $X_i$  qu'est la vitesse  $v$  du véhicule pour remonter à la traînée dans l'air ou encore un anémomètre, pour la mesure directe de la vitesse de l'écoulement d'air au niveau du véhicule, et permettant de tenir compte du vent en plus de la vitesse  $v$  du véhicule 1, et des moyens d'estimation de la pente  $S_{lo}$  sur laquelle évolue le véhicule 1, pour remonter à la force exercée par la gravité, mesurée par exemple au moyen d'accéléromètres.

20 La demanderesse a notamment constaté que ces deux variables d'état  $X_i$  (pente  $S_{lo}$  et vitesse  $v$ ) permettent à eux seuls d'obtenir une sensation de conduite naturelle, mais d'autres variables d'état  $X_i$  mesurées au moyen des capteurs correspondants peuvent également être prises en compte : poids du véhicule 1, type de surface de la route, pression des pneumatiques des roues 31, 33, pression atmosphérique, type de roues 31, 33 etc.

La puissance totale  $P_{tot}$  délivrée par le moteur 7 est la somme de la puissance  $P_{acc}$  servant à accélérer le véhicule 1 et la puissance de charge  $P_{load}$  exercée par l'ensemble de forces  $F_{load}$  qui doit être fournie pour maintenir la vitesse constante :

$$P_{tot} = P_{acc} + P_{load}$$

30 Le dispositif comporte aussi un moyen d'estimation de la puissance de charge réelle ou mesurée  $P_{load}(t)$  correspondant à la puissance exercée par l'ensemble de forces  $F_{load}$ .

Par exemple, la puissance de charge réelle  $P_{load}(t)$  peut être déduite de la puissance totale  $P_{tot}$  exercée par le moteur 7, à laquelle est retranchée la puissance d'accélération  $P_{acc}$  convertie en énergie cinétique, produit de la masse du véhicule  $m$ , de la vitesse  $v$  et de l'accélération  $a$  :

$$5 \quad P_{load}(t) = P_{tot} - \frac{d}{dt} \left( \frac{1}{2} m v^2 \right) = P_{tot} - m v a$$

Une puissance positive est considérée motrice tandis qu'une puissance négative aboutit à un freinage puis une accélération en reculant du véhicule 1 en marche arrière. La puissance d'accélération  $P_{acc}$  correspond à une variation de puissance totale du moteur 7 transmise à la roue 31, 33.

10 Une unité de contrôle UC est connectée aux moyens d'estimation 21, 23, ainsi qu'à un variateur de puissance Var, qui contrôle la puissance  $P_{tot}$  délivrée par le moteur électrique 7 via le courant  $i$  issu de la batterie 9. L'unité de contrôle UC et le variateur Var forment des moyens de contrôle de la puissance électrique 25 fournie au moteur électrique 7, c'est-à-dire la puissance totale  $P_{tot}$  et donc de l'accélération  $a$ .

15 L'unité de contrôle UC comprend notamment une mémoire électronique dans laquelle est stockée un ensemble de régimes stationnaires  $SS_{map}$  du pédalier 14 définissant, pour chaque ensemble de valeurs des variables d'état  $X_i$  issues des capteurs 23, une puissance instantanée appliquée par l'utilisateur  $P_{ssp\_user}$  sur le pédalier 14, définie comme la puissance  $P_{ssp\_user}$  nécessaire pour maintenir constante la vitesse  $v$  du véhicule 1.

20 La figure 4 est un exemple du graphe de la valeur de puissance nécessaire au moteur 7 pour maintenir constante la vitesse du véhicule  $P_{ssp\_mot}$  qui correspond à la puissance théorique  $P_{load}(X_i)$  de charge en fonction des seules forces correspondant aux variables d'état  $X_i$  retenues représentatives de l'ensemble des forces  $F_{load}$  : la pente  $S_{lo}$  et la vitesse  $v$ .

25 La puissance nécessaire au moteur 7 pour maintenir constante la vitesse du véhicule  $P_{load}(X_i)$  est notamment calculable et calculée à partir des valeurs estimées des variables d'état  $X_i$  mesurées.

30 La Demanderesse a notamment constaté que le choix des seules pente  $S_{lo}$  et vitesse  $v$ , correspondant aux charges de la gravité et de la traînée dans l'air permettent d'obtenir un comportement agréable et réaliste du véhicule 1.

La figure 4 montre des lignes isométriques de la valeur de ladite puissance  $P_{load}(X_i)$  nécessaire pour maintenir constante la vitesse  $v$  du véhicule 1 dans le plan indexé par la vitesse  $v$  en abscisses et la pente  $S_{i0}$  en ordonnées. Plusieurs lignes sont représentées, correspondant à des valeurs de puissance  $P_1, P_2, P_3, P_4$  différentes. Le long d'une de ces

5 lignes isométriques, la puissance nécessaire au moteur 7 pour maintenir constante la vitesse du véhicule  $P_{load}(X_i)$  est égale à la valeur notée sur la ligne :  $P_1, P_2, P=0, P_3, P_4$ .

La puissance nécessaire au moteur 7 pour maintenir la vitesse  $P_{load}(X_i)$  est notamment croissante avec la pente  $S_{i0}$  et la vitesse  $v$ . Les lignes isométriques les plus proches du coin supérieur droit correspondent donc aux fortes puissances, les lignes les plus proches du

10 coin inférieur gauche correspondent aux faibles puissances. On a donc  $P_1 > P_2 > 0 > P_3 > P_4$ .

Une des lignes est la ligne de roue libre FW ( $P_{acc} = 0$ ). Elle débute, à vitesse nulle, à une valeur de pente  $S_{i0}$  légèrement inférieure à 0 (ligne  $S_{i0} = 0$  représentée en pointillés), et descend vers les valeurs de pente  $S_{i0}$  négatives lorsque la vitesse  $v$  augmente.

15 Cette ligne de roue libre FW correspond aux états où le véhicule 1 conserve sa vitesse  $v$  constante en l'absence de puissance fournie par le moteur 7 ( $P_{load}(X_i) = 0$ ). La roue FW libre démarre, pour une vitesse  $v$  nulle, à une pente  $S_{i0}$  légèrement négative et suffisante pour surmonter les couples résistifs liés aux frottements mécaniques. La ligne de roue libre FW descend lorsque la vitesse  $v$  augmente, du fait de la traînée dans l'air qui

20 augmente avec ladite vitesse  $v$  et doit être compensée.

À cette cartographie de la puissance est associée une cartographie de la puissance de pédalage  $P_{ssp\_user}$  à appliquer sur le pédalier 14 pour maintenir constante la vitesse  $v$  du véhicule 1 en fonction des mêmes variables d'état  $X_i$ , ici la pente  $S_{i0}$  et la vitesse  $v$  du véhicule 1.

25 Plusieurs lignes sont représentées, correspondant à des valeurs de puissance  $P_{U1}, P_{U2}, P_{U3}, P_{U4}$  différentes. Le long d'une de ces lignes isométriques, la puissance nécessaire au pédalier 14 pour maintenir la puissance  $P_{ssp\_user}$  est égale à la valeur notée sur la ligne :  $P_{U1}, P_{U2}, P=0, P_{U3}, P_{U4}$ .

La puissance nécessaire au pédalier 14 pour maintenir constante la vitesse du

30 véhicule  $P_{ssp\_user}$  est notamment croissante avec la pente  $S_{i0}$  et la vitesse  $v$  comme dans le cas de la puissance du moteur 7. Les lignes isométriques les plus proches du coin

supérieur droit correspondent donc aux fortes puissances, les lignes les plus proches du coin inférieur gauche correspondent aux faibles puissances. On a donc :  $P_{U1} > P_{U2} > 0 > P_{U3} > P_{U4}$ .

Une puissance négative correspond à une puissance de freinage, freinage déclenché par exemple par rétro-pédalage ou par actionnement d'une commande de frein dédiée, la puissance de freinage étant proportionnelle au niveau d'actionnement de la commande de frein.

Selon un mode de réalisation précis, le freinage se fait par actionnement en sens inverse des pédales du pédalier 14, la puissance de freinage étant proportionnelle à l'angle en sens inverse adopté par les pédales du pédalier 14. Un vélo dit « Hollandais » est ainsi simulé.

La figure 5 montre les lignes isométriques de puissance de pédalage  $P_{ssp\ user}$  requise pour maintenir constante la vitesse  $v$  du véhicule 1, dans le plan indexé par la vitesse  $v$  en abscisses et la pente  $S_{l0}$  en ordonnées.

Les lignes isométriques de puissance de pédalage  $P_{ssp\ user}$  nécessaire pour maintenir la vitesse  $v$  sont globalement de même forme que les lignes isométriques de puissance  $P_{ssp}$  du moteur 7, avec une valeur croissante avec la pente  $S_{l0}$  et la vitesse  $v$ .

Une des lignes isométriques de puissance de pédalage correspond à un effort nul de l'utilisateur ( $P_{ssp\ user} = 0$ ), et est donc la ligne de roue libre FW du pédalier 14.

En faisant correspondre les deux lignes de roue libre FW, du moteur 7 et du pédalier 14, un comportement proche de celui d'un vrai cycle à propulsion musculaire est émulé à faible puissance  $P_{user}$ .

Lesdites lignes isométriques de puissance de pédalage  $P_{ssp\ user}$  peuvent notamment être identiques en forme aux lignes isométriques de puissance du moteur  $P_{ssp\ mot} = P_{load}(X_i)$ . A l'inverse, il est possible d'ajuster le comportement du moteur 7 en fonction de la puissance de pédalage  $P_{user}$ .

Par exemple, dans le domaine autour de la ligne de roue libre FW, le gradient de puissance de pédalage  $P_{ssp\ user}$  peut être plus important, avec des lignes isométriques plus rapprochées (« pincement » en direction de la ligne FW) dans le graphe de puissance de la puissance de pédalage  $P_{ssp\ user}$  nécessaire au maintien de la vitesse  $v$ .

Ainsi, dans la gamme de puissances fournies par l'utilisateur  $P_{\text{user}}$  et par le moteur 7 faibles, la gamme de puissances fournies par l'utilisateur  $P_{\text{user}}$  étant relativement plus étalée que la gamme de puissances correspondantes du moteur 7, une grande précision dans le pilotage en vitesse  $v$  est possible : à une grande variation de puissance de pédalage  $P_{\text{user}}$  correspond alors une faible variation de puissance  $P_{\text{tot}}$  au niveau du moteur 7.

À l'inverse, dans la gamme de grandes puissances fournies par l'utilisateur  $P_{\text{user}}$  et du moteur 7, le contrôle en puissance peut être moins précis : à une faible variation de puissance de pédalage  $P_{\text{user}}$  correspond alors une grande variation de puissance  $P_{\text{tot}}$  délivrée au niveau du moteur 7.

Ainsi, la sensibilité de l'effort demandé au conducteur en fonction de la vitesse  $v$  ou de la pente  $S_{10}$  varie grandement entre les faibles et les grandes vitesses. Il en résulte que pour les manœuvres et la circulation à faible vitesse  $v$ , le contrôle de la vitesse  $v$  au moyen de la puissance appliquée au pédalier  $P_{\text{user}}$  est plus précis.

À l'inverse, à grande vitesse  $v$ , lorsque la précision du contrôle de la vitesse  $\theta'$  est moins importante, le contrôle est moins précis mais permet toutefois d'atteindre une gamme importante de vitesses  $v$ .

La puissance de pédalage  $P_{\text{user}}$  s'étale sur une gamme de valeurs inférieure à celle de la puissance du moteur 7, le moteur 7 pouvant fournir une puissance de l'ordre de quelques milliers de watts, tandis que l'utilisateur ne peut fournir une puissance maximale que de quelques centaines de watts.

Les moyens de commandes 25 sont configurés pour accélérer le véhicule 1, en imposant une consigne de puissance d'accélération  $P_{\text{tot sp}}$  plus importante que la consigne précédente, si la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur  $P_{\text{user}}$  sur le pédalier est supérieure à la puissance instantanée  $P_{\text{ssp user}}$  nécessaire pour maintenir constante la vitesse  $v$  du véhicule 1.

À l'inverse, les moyens de commande 25 sont configurés pour décélérer le véhicule, en imposant une consigne de puissance d'accélération  $P_{\text{tot sp}}$  inférieure à la consigne précédente, si la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur  $P_{\text{user}}$  sur le pédalier est inférieure à la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule  $P_{\text{ssp user}}$ .

Selon un mode de réalisation particulier, lorsque la puissance mesurée de l'ensemble de forces  $P_{load}(t)$  s'opposant ou contribuant à l'avancée du véhicule est positive, que la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule  $P_{ssp\ user}$  est positive, et que la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur  $P_{user}$  est supérieure à la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule  $P_{ssp\ user}$

$$P_{user} \geq P_{ssp\ user}$$

la consigne en puissance d'accélération  $P_{acc\ sp}$  suit la relation suivante, dans laquelle la consigne de puissance d'accélération  $P_{acc, sp}$  est le produit d'un coefficient d'accélération  $A$  et de la différence entre la puissance appliquée par l'utilisateur  $P_{user}$  et la puissance  $P_{ssp\ user}$  à appliquer par l'utilisateur sur le pédalier 14 pour maintenir constante la vitesse  $v$  du véhicule 1 :

$$P_{acc\ sp} = A * (P_{user} - P_{ssp\ user})$$

Pour maintenir constante la vitesse  $v$  l'utilisateur doit appliquer une puissance de pédalage  $P_{user}$  rigoureusement égale à la valeur de puissance de l'ensemble  $SS_{map}$  de régimes stationnaires.

Dans ce mode de réalisation, si l'utilisateur arrête de pédaler ( $P_{user} = 0$ ), le moteur 7 va décélérer le véhicule 1 avec une consigne de puissance d'accélération négative proportionnelle à la puissance de pédalage  $P_{ssp\ user}$  nécessaire pour maintenir la vitesse du véhicule 1.

Le coefficient d'accélération  $A$  est avantageusement égal au quotient entre d'une part la différence entre une puissance maximale du moteur du véhicule  $P_{max\ vehicle}$  et la puissance instantanée du moteur 7 nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule  $P_{load}(t)$ , et d'autre part la différence entre une puissance maximale développée par l'utilisateur  $P_{max\ user}$  et la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule  $P_{ssp\ user}$  :

$$A = \frac{P_{max\ vehicle} - P_{load}(t)}{P_{max\ user} - P_{ssp\ user}}$$

Avec cette formule, le coefficient d'accélération  $A$  est de plus en plus important lorsque la puissance à développer par l'utilisateur pour maintenir constante la vitesse  $P_{ssp\ user}$  approche la puissance maximale développable par l'utilisateur  $P_{max\ user}$  et devient

faible à l'inverse lorsque la puissance du moteur 7 pour maintenir constante la vitesse  $P_{load}(X_i)$  approche la puissance maximale développable par le moteur  $P_{max\ vehicle}$ .

Selon un mode de réalisation alternatif, le coefficient d'accélération peut être fixe, et valoir par exemple le quotient entre la puissance maximale développable par le moteur

5  $P_{max\ vehicle}$  et la puissance maximale développable par l'utilisateur  $P_{max\ user}$  :

$$A = \frac{P_{max\ vehicle}}{P_{max\ user}}$$

La puissance maximale développable par le moteur  $P_{max\ vehicle}$  est une donnée par le constructeur du moteur 7, et correspond notamment à une valeur de puissance que le moteur 7 peut maintenir en toute sécurité sans dommages. La puissance maximale  
10 développable par l'utilisateur  $P_{max\ user}$  est en revanche à évaluer et/ou à paramétrer.

Par exemple, lorsqu'un utilisateur utilise le véhicule 1 pour la première fois, il peut soit entrer un estimatif de son niveau sportif, principalement en cyclisme, notamment en plaçant ses capacités sur une échelle de 1 à 10 par exemple, où 10 serait un sportif confirmé et 1 un débutant, ainsi que d'autres données telles que sa taille, son âge etc. La  
15 puissance maximale développable par l'utilisateur  $P_{max\ user}$  est alors déduite d'une table en fonction des valeurs données par l'utilisateur.

En alternative, la puissance maximale développable par l'utilisateur  $P_{max\ user}$  peut être déterminée lors d'une étape préalable d'étalonnage, véhicule 1 à l'arrêt. Lors de cet étalonnage, l'utilisateur doit maintenir une cadence fixe alors qu'un couple résistif  
20 croissant est appliqué au pédalier 14. L'unité de contrôle UC enregistre alors la puissance à laquelle la cadence décroît et en déduit une valeur de puissance maximale développable par l'utilisateur.

Lorsque la puissance mesurée de l'ensemble de forces  $P_{load}(t)$  s'opposant ou contribuant à l'avancée du véhicule est positive, que la puissance instantanée nécessaire  
25 pour maintenir constante la vitesse du véhicule  $P_{ssp\ user}$  est positive, que la puissance de charge mesurée  $P_{load}(t)$  est positive, et que la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur au pédalier 14 est strictement inférieure à la puissance instantanée  $P_{ssp\ user}$  nécessaire pour maintenir la vitesse  $v$  du véhicule 1,

$$P_{user} < P_{ssp\ user}$$

la consigne en puissance d'accélération  $P_{acc\ sp}$  est égale au produit de la puissance mesurée  $P_{load}(t)$  de l'ensemble de forces  $F_{load}$  s'opposant ou contribuant à l'avancée du véhicule multiplié par la différence entre la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur  $P_{user}$  et la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule  $P_{ssp\ user}$ , divisé par la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule  $P_{ssp}$  :

$$P_{acc\ sp} = \frac{P_{load}(t)}{P_{ssp\ user}} * (P_{user} - P_{ssp\ user})$$

Ainsi, lorsque la puissance développée par l'utilisateur est égale à la puissance nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule  $P_{user} = P_{ssp}$  on a bien une consigne d'accélération en puissance nulle, dans la continuité de la précédente formule.

Lorsque la puissance  $P_{user}$  développée par l'utilisateur est nulle (arrêt du pédalage), la consigne en puissance vaut l'opposé de la puissance de charge  $P_{load}(t)$  et la vitesse  $v$  du véhicule 1 est maintenue.

Dans ce mode de réalisation, lorsque la puissance de charge  $P_{load}(t)$  mesurée et/ou la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule  $P_{ssp\ user}$  est négative, la consigne de puissance d'accélération  $P_{acc\ sp}$  est égale à la différence entre d'une part le produit du coefficient d'accélération  $A$  et de la puissance développée par l'utilisateur  $P_{user}$  et de la puissance de charge  $P_{load}(t)$  mesurée :

$$P_{acc\ sp} = A * P_{user} - P_{load}(t)$$

Avec ces trois formules, l'accélération est continue sur l'ensemble des valeurs des variables d'état  $X_i$  avec un comportement proche de celui d'un cycle de facture classique, sans passage de rapports, et l'utilisateur ressent les forces  $F_{load}$  s'opposant ou contribuant à l'avancée du véhicule 1. Les puissances atteignables par le moteur 7 sont en outre indexées sur les puissances développables par l'utilisateur au niveau du pédalier 14.

Le dispositif de commande 100 selon l'invention permet un contrôle continu de la vitesse  $v$  du véhicule 1, avec notamment un contrôle sans changement ressenti de rapports, sur une grande plage de vitesses  $v$ .

### Notations

- [1]  $P_{\text{tot}}$  puissance totale exercée par le moteur 7 sur les roues (connue via courant  $i$ )
- [2]  $P_{\text{acc}}$  part de la puissance consacrée à l'accélération du véhicule
- [3]  $P_{\text{tot sp}}$  consigne de puissance totale
- 5 [4]  $P_{\text{acc sp}}$  consigne de puissance d'accélération
- [5]  $P_{\text{load}}(t)$  puissance de charge, exercée par  $F_{\text{load}}$  l'ensemble de forces sur le moteur 7 (donnée par  $P_{\text{tot}} - mva$ )
- [6]  $P_{\text{ssp mot}} = P_{\text{load}}(X_i)$  puissance théorique du moteur 7 à appliquer pour maintenir la vitesse  $v$  à un ensemble de variables d'état  $X_i$  donné
- 10 [7]  $P_{\text{ssp user}}$  puissance de pédalage sur le pédalier 14 à appliquer par l'utilisateur pour maintenir la vitesse  $v$
- [8]  $P_{\text{acc sp}}$  puissance d'accélération du moteur de consigne
- [9]  $P_{\text{user}}$  puissance exercée par l'utilisateur sur le pédalier 14
- [10]  $P_{\text{max vehicle}}$  puissance maximale du moteur 7
- 15 [11]  $P_{\text{max user}}$  puissance maximale de pédalage de l'utilisateur
- [12]  $X_i$  variables d'état représentant les  $F_{\text{load}}$
- [13]  $v$  vitesse (élément de  $X_i$ ), représente la traînée dans l'air
- [14]  $S_{\text{lo}}$  pente (élément de  $X_i$ ), représente les changements de potentiel gravitationnel
- [15]  $a$  accélération ( $dv/dt$ ),  $m$  masse du véhicule,  $mva = P_{\text{acc}}$  part de puissance  $P_{\text{tot}}$
- 20 convertie en énergie cinétique ( $d(\frac{1}{2} mv^2)/dt$ )
- [16] FW ligne, i.e. un ensemble continu de jeux de variables d'état  $X_i$ , de roue libre où  $P_{\text{ssp user}}=0$  et/ou  $P_{\text{load}}(X_i)=0$
- [17]  $P_1 ; P_2 ; P_3 ; P_4$  valeurs de puissance  $P_{\text{load}}(X_i)$  à appliquer par le moteur 7 pour maintenir la vitesse  $v$  pour les lignes isométriques de Fig. 4
- 25 [18]  $P_{U1} ; P_{U2} ; P_{U3} ; P_{U4}$  valeurs de puissance  $P_{\text{ssp user}}$  à appliquer par l'utilisateur au pédalier 14 pour maintenir la vitesse  $v$  pour les lignes isométriques de Fig. 5

## **REVENDICATIONS**

1. Dispositif de commande d'au moins un moteur électrique (7) d'un véhicule (1), le véhicule (1) comportant :

- au moins un pédalier (14) associé à des moyens d'estimation de la puissance instantanée ( $P_{user}$ ) appliquée par un utilisateur (U) sur le pédalier (14) ;
- des moyens d'estimation (23) de variables d'état ( $X_i$ ) représentatives de la valeur de forces s'opposant ou contribuant à l'avancée du véhicule (1) et
- des moyens de commande (25) de la puissance appliquée à l'au moins un moteur électrique (7);

10 **caractérisé en ce que** les moyens de commande (25) comprennent une mémoire électronique dans laquelle est stockée un ensemble de régimes stationnaires ( $SS_{map}$ ) du pédalier 14 définissant la puissance instantanée ( $P_{ssp\ user}$ ) à appliquer par l'utilisateur sur le pédalier (14) pour maintenir constante la vitesse ( $v$ ) du véhicule (1) en fonction des valeurs des variables d'état ( $X_i$ ) ;

15 **et en ce que** les moyens de commande (25) sont configurés pour :  
\* estimer les variables d'état ( $X_i$ ) et en déduire la puissance instantanée ( $P_{ssp\ user}$ ) à appliquer par l'utilisateur sur le pédalier (14) pour maintenir la vitesse ( $v$ ) du véhicule (1),

20 \* accélérer le véhicule (1) si la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur ( $P_{user}$ ) sur le pédalier (14) est supérieure à la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule ( $P_{ssp\ user}$ ) au niveau du pédalier (14) ; et

\* décélérer le véhicule (1) si la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur ( $P_{user}$ ) sur le pédalier (14) est inférieure à la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule ( $P_{ssp\ user}$ ) au niveau du pédalier (14).

25

2. Dispositif de commande d'au moins un moteur électrique d'un véhicule selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'ensemble de régimes stationnaires ( $SS_{map}$ ) est tel que pour les ensembles de variables d'état ( $X_i$ ) pour lesquels la puissance ( $P_{ssp\ user}$ ) à appliquer par l'utilisateur sur le pédalier (14) pour maintenir la vitesse du véhicule (1) est nulle (FW), la puissance ( $P_{load}(X_i)$ ) nécessaire au moteur (7) pour maintenir constante la vitesse ( $v$ ) du véhicule (1) est nulle aussi.

30

3. Dispositif de commande d'au moins un moteur électrique d'un véhicule selon la revendication 1, **dans lequel** l'accélération ou la décélération du véhicule (1) se fait en imposant une consigne de puissance d'accélération ( $P_{acc\ sp}$ ) respectivement positive ou négative.

5

4. Dispositif de commande d'au moins un moteur électrique d'un véhicule selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre des moyens d'estimation d'une puissance de charge ( $P_{load}(t)$ ) correspondant à la puissance exercée par un ensemble forces ( $F_{load}$ ) s'opposant ou contribuant à l'avancée du véhicule (1) et **dans**

10 **lequel**

lorsque la puissance de charge ( $P_{load}(t)$ ) est estimée positive et que

la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur ( $P_{user}$ ) est supérieure à la puissance instantanée nécessaire pour maintenir la vitesse du véhicule ( $P_{ssp}$ ),

15 la consigne de puissance d'accélération ( $P_{acc, sp}$ ) est le produit d'un coefficient d'accélération ( $A$ ) et de la différence entre la puissance appliquée par l'utilisateur ( $P_{user}$ ) et la puissance ( $P_{ssp\ user}$ ) à appliquer par l'utilisateur sur le pédalier (14) pour maintenir constante la vitesse ( $v$ ) du véhicule (1).

5. Dispositif selon la revendication 4, **dans lequel**,

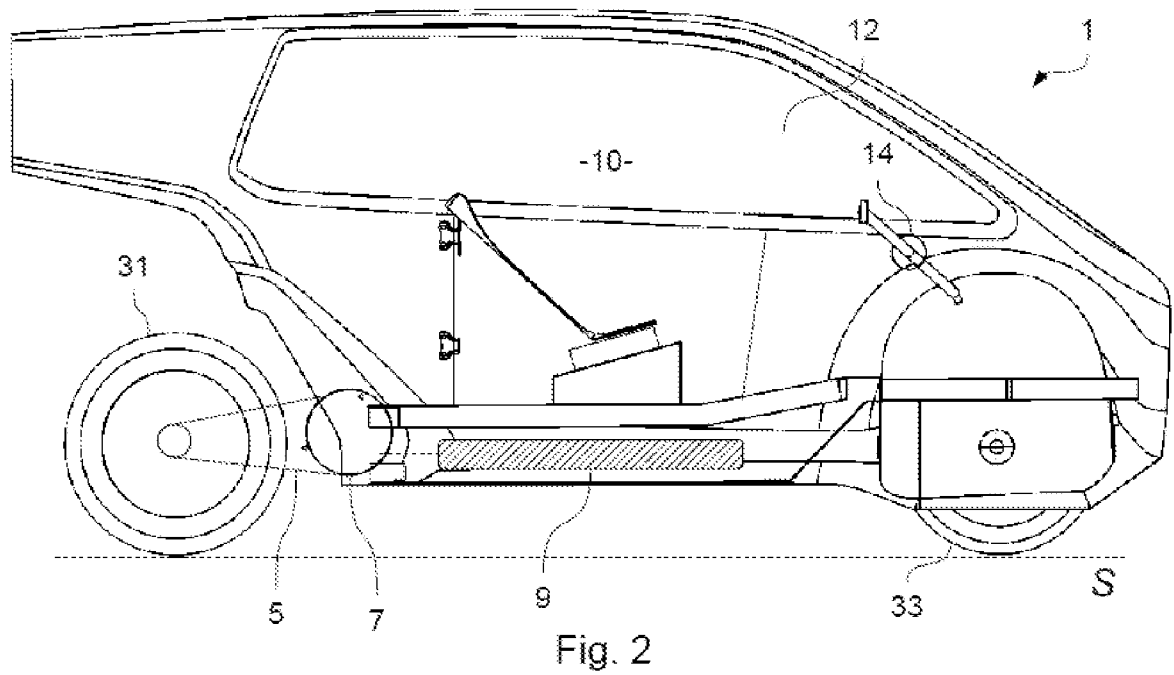
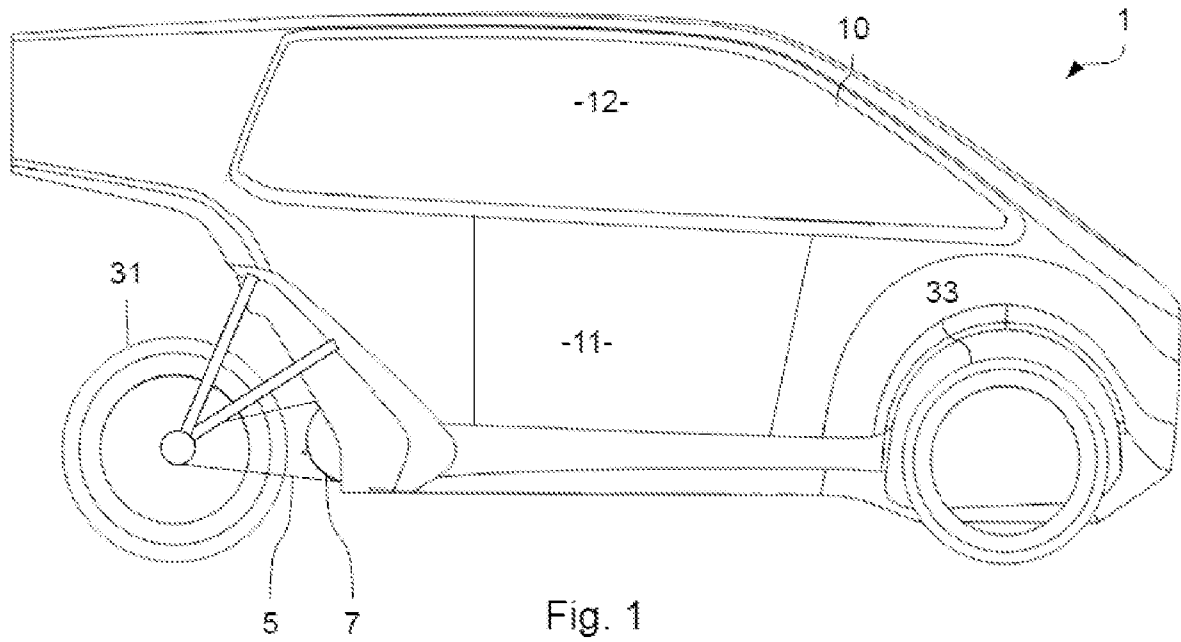
20 lorsque la puissance mesurée de l'ensemble de forces ( $P_{load}(t)$ ) s'opposant ou contribuant à l'avancée du véhicule est estimée positive,

que la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule ( $P_{ssp\ user}$ ) est positive, et que

25 la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur ( $U$ ) au pédalier (14) est strictement inférieure à la puissance instantanée ( $P_{ssp\ user}$ ) nécessaire pour maintenir la vitesse  $v$  du véhicule (1),

30 la consigne en puissance d'accélération ( $P_{acc\ sp}$ ) est égale au produit de la puissance mesurée ( $P_{load}(t)$ ) de l'ensemble de forces ( $F_{load}$ ) s'opposant ou contribuant à l'avancée du véhicule multiplié par la différence entre la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur ( $P_{user}$ ) et la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule ( $P_{ssp\ user}$ ), divisé par la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule ( $P_{ssp}$ ).

6. Dispositif de commande selon l'une des revendications 4 ou 5, **dans lequel** lorsque la puissance de charge ( $P_{load}(t)$ ) mesurée et/ou la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule ( $P_{ssp\ user}$ ) est négative, la consigne de puissance d'accélération ( $P_{acc\ sp}$ ) est égale à la différence entre d'une part le produit du coefficient d'accélération ( $A$ ) et de la puissance développée par l'utilisateur ( $P_{user}$ ) et de la puissance de charge ( $P_{load}(t)$ ) mesurée.
7. Dispositif de commande selon l'une des revendications 4 à 6, **dans lequel** le coefficient d'accélération ( $A$ ) est égal au quotient entre d'une part la différence entre une puissance maximale du moteur du véhicule ( $P_{max\ vehicle}$ ) et la puissance de charge ( $P_{load}(t)$ ), et d'autre part la différence entre une puissance maximale développée par l'utilisateur ( $P_{max\ user}$ ) et la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule ( $P_{ssp\ user}$ ) au niveau du pédalier (14).
8. Dispositif de commande selon l'une des revendications précédentes, **dans lequel** les variables d'état ( $X_i$ ) comportent au moins un paramètre parmi la pente ( $S_{lo}$ ) et la vitesse ( $v$ ) du véhicule (1).
9. Dispositif de commande selon la revendication précédente, **dans lequel** les variables d'état ( $X_i$ ) comportent en outre au moins un paramètre parmi : le poids total du véhicule (1), le type de route sur lequel évolue le véhicule (1), et la vitesse du vent relatif par rapport au véhicule (1).
10. Véhicule de type vélomobile, **caractérisé en ce qu'il** comporte un dispositif de commande (100) selon l'une des revendications précédentes et au moins un moteur électrique (7) commandé par ledit dispositif de commande (100).



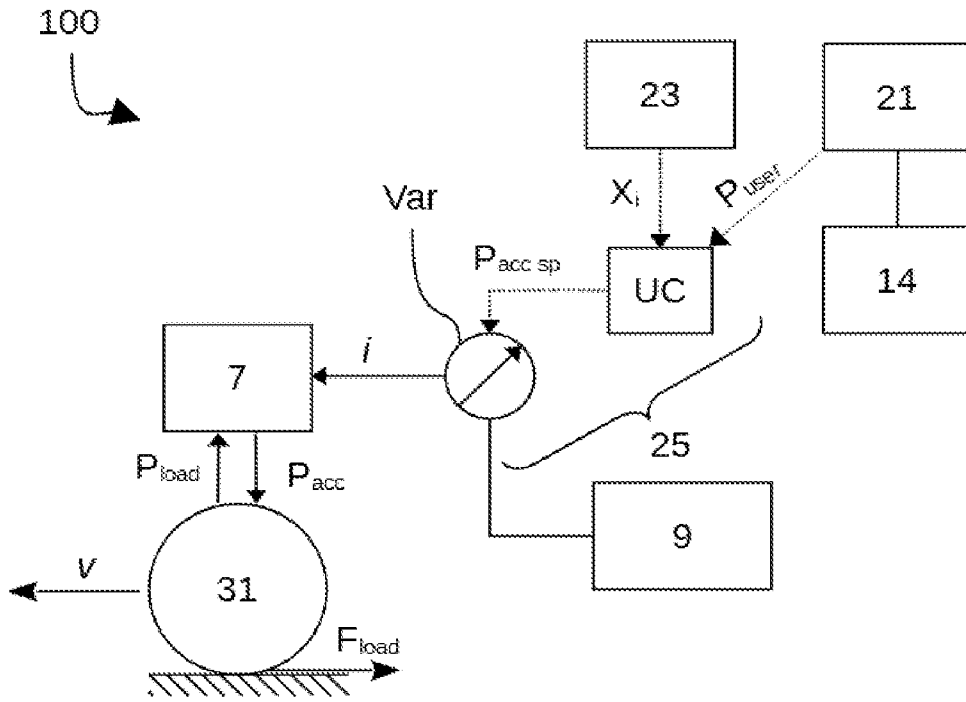


Fig. 3

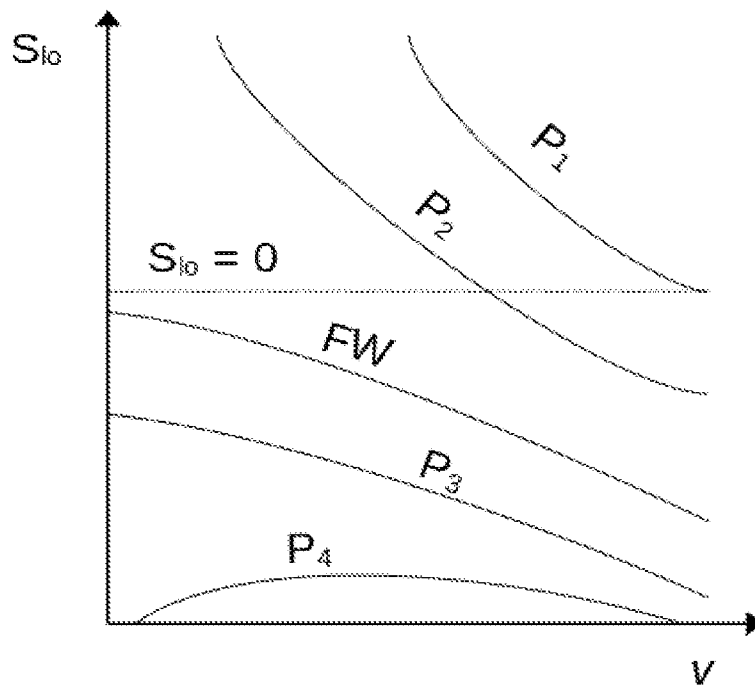


Fig. 4

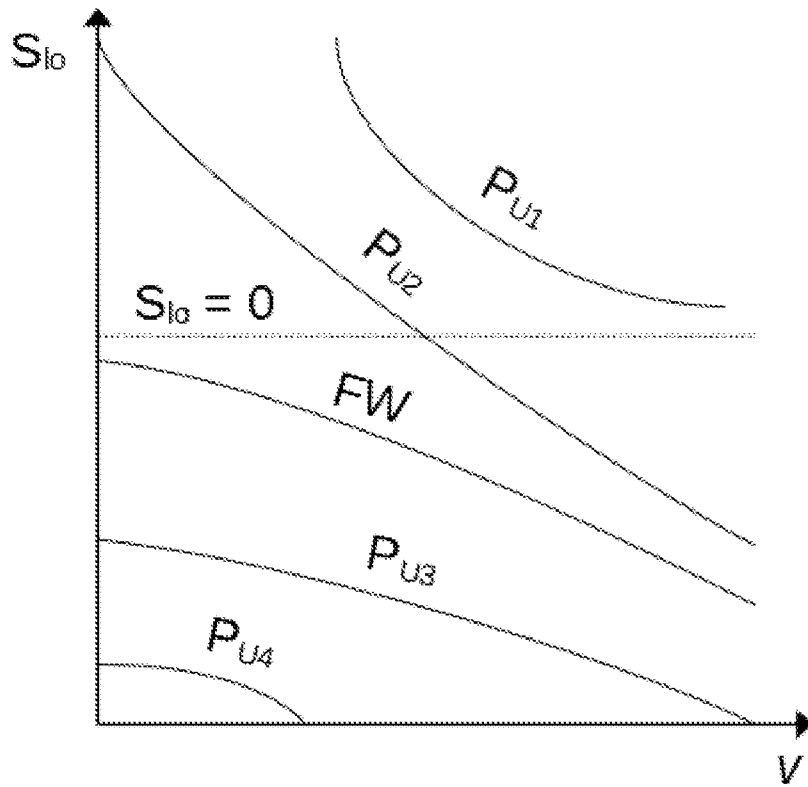


Fig. 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/FR2024/050556**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>B60L 15/20</i> (2006.01)i; <i>B60L 50/20</i> (2019.01)i; <i>B62M 6/45</i> (2010.01)i; <i>F28F 9/02</i> (2006.01)i; <i>F28F 1/08</i> (2006.01)i; <i>F28F 1/02</i> (2006.01)i; <i>F28D 1/053</i> (2006.01)i; <i>H01M 10/613</i> (2014.01)i; <i>H01M 10/625</i> (2014.01)i; <i>H01M 10/643</i> (2014.01)i; <i>H01M 10/6557</i> (2014.01)i; <i>F28F 1/00</i> (2006.01)i; <i>H01M 10/00</i> (2006.01)i; <i>H01M 10/6567</i> (2014.01)i; <i>H01M 50/213</i> (2021.01)i; <i>H01M 50/249</i> (2021.01)i; <i>H01M 10/6555</i> (2014.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B60L; 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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	US 2019299797 A1 (HASUMI MITSU HARU [JP]) 03 October 2019 (2019-10-03) paragraph [0043] - paragraph [0232]; figures 1-3; tables 1-17	1-4,8-10 7 5,6
X Y	US 2022119073 A1 (ZUBIETA ANDUEZA MIKEL [ES] ET AL) 21 April 2022 (2022-04-21) paragraph [0092] - paragraph [0146]; claims 1-7; figures 4-12	1,3,8-10 7
X	WO 2015017456 A2 (MOTIV TECHNOLOGY INC [US]) 05 February 2015 (2015-02-05) page 18 - page 32; claims 1-30; figures 6-12	1,3,10
A	US 2023025393 A1 (RECK JOSEPH [DE]) 26 January 2023 (2023-01-26) paragraph [0031] - paragraph [0051]; claims 1-10; figures 1-4	1-10
A	WO 2021255637 A1 (ZEHUS S P A [IT]) 23 December 2021 (2021-12-23) the whole document	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>18 July 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>29 July 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the)</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Koutsorodis, Dafni</b> Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/FR2024/050556**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 9896153 B2 (MICROSPACE CORP [JP]; TAIYO YUDEN KK [JP]) 20 February 2018 (2018-02-20) the whole document	1-10
-----		

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/FR2024/050556**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2019299797	A1	03 October 2019	CN	110121460	A	13 August 2019
				EP	3564111	A1	06 November 2019
				JP	6805269	B2	23 December 2020
				JP	WO2018123161	A1	31 October 2019
				TW	201823091	A	01 July 2018
				US	2019299797	A1	03 October 2019
				WO	2018123161	A1	05 July 2018
-----							
US	2022119073	A1	21 April 2022	CN	113226831	A	06 August 2021
				EP	3674130	A1	01 July 2020
				US	2022119073	A1	21 April 2022
				WO	2020136171	A1	02 July 2020
-----							
WO	2015017456	A2	05 February 2015	NONE			
-----							
US	2023025393	A1	26 January 2023	DE	102021208022	A1	26 January 2023
				JP	2023017742	A	07 February 2023
				US	2023025393	A1	26 January 2023
-----							
WO	2021255637	A1	23 December 2021	EP	4171988	A1	03 May 2023
				US	2023219428	A1	13 July 2023
				WO	2021255637	A1	23 December 2021
-----							
US	9896153	B2	20 February 2018	CN	105377619	A	02 March 2016
				EP	3009295	A1	20 April 2016
				JP	6408985	B2	17 October 2018
				JP	6619836	B2	11 December 2019
				JP	2018133991	A	23 August 2018
				JP	WO2014200081	A1	23 February 2017
				US	2016121963	A1	05 May 2016
				US	2017247079	A1	31 August 2017
				WO	2014200081	A1	18 December 2014
-----							

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2024/050556

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV.	B60L15/20	B60L50/20	B62M6/45	F28F9/02	F28F1/08
	F28F1/02	F28D1/053	H01M10/613	H01M10/625	H01M10/643
	H01M10/6557	F28F1/00	H01M10/00	H01M10/6567	H01M50/213

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)

**B60L 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
X	US 2019/299797 A1 (HASUMI MITSU HARU [JP]) 3 octobre 2019 (2019-10-03)	1-4, 8-10
Y	alinéa [0043] - alinéa [0232]; figures	7
A	1-3; tableaux 1-17	5, 6
	-----	
X	US 2022/119073 A1 (ZUBIETA ANDUEZA MIKEL [ES] ET AL) 21 avril 2022 (2022-04-21)	1, 3, 8-10
Y	alinéa [0092] - alinéa [0146]; revendications 1-7; figures 4-12	7
	-----	
X	WO 2015/017456 A2 (MOTIV TECHNOLOGY INC [US]) 5 février 2015 (2015-02-05) page 18 - page 32; revendications 1-30; figures 6-12	1, 3, 10
	-----	
	- / - -	

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

**18 juillet 2024**

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

**29/07/2024**

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

**Koutsorodis, Dafni**

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2023/025393 A1 (RECK JOSEPH [DE]) 26 janvier 2023 (2023-01-26) alinéa [0031] - alinéa [0051]; revendications 1-10; figures 1-4 -----	1-10
A	WO 2021/255637 A1 (ZEHUS S P A [IT]) 23 décembre 2021 (2021-12-23) le document en entier -----	1-10
A	US 9 896 153 B2 (MICROSPACE CORP [JP]; TAIYO YUDEN KK [JP]) 20 février 2018 (2018-02-20) le document en entier -----	1-10

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2024/050556

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2019299797 A1	03-10-2019	CN 110121460 A	13-08-2019
		EP 3564111 A1	06-11-2019
		JP 6805269 B2	23-12-2020
		JP WO2018123161 A1	31-10-2019
		TW 201823091 A	01-07-2018
		US 2019299797 A1	03-10-2019
		WO 2018123161 A1	05-07-2018
US 2022119073 A1	21-04-2022	CN 113226831 A	06-08-2021
		EP 3674130 A1	01-07-2020
		US 2022119073 A1	21-04-2022
		WO 2020136171 A1	02-07-2020
WO 2015017456 A2	05-02-2015	AUCUN	
US 2023025393 A1	26-01-2023	DE 102021208022 A1	26-01-2023
		JP 2023017742 A	07-02-2023
		US 2023025393 A1	26-01-2023
WO 2021255637 A1	23-12-2021	EP 4171988 A1	03-05-2023
		US 2023219428 A1	13-07-2023
		WO 2021255637 A1	23-12-2021
US 9896153 B2	20-02-2018	CN 105377619 A	02-03-2016
		EP 3009295 A1	20-04-2016
		JP 6408985 B2	17-10-2018
		JP 6619836 B2	11-12-2019
		JP 2018133991 A	23-08-2018
		JP WO2014200081 A1	23-02-2017
		US 2016121963 A1	05-05-2016
		US 2017247079 A1	31-08-2017
WO 2014200081 A1	18-12-2014		