

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 02.05.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 08.11.24 Bulletin 24/45.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : CIXI société par actions simplifiée —
FR.

72 Inventeur(s) : PION Benjamin, FRANCIS Pierre et
OHLMANN Nicolas.

73 Titulaire(s) : CIXI société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : LAURENT ET CHARRAS.

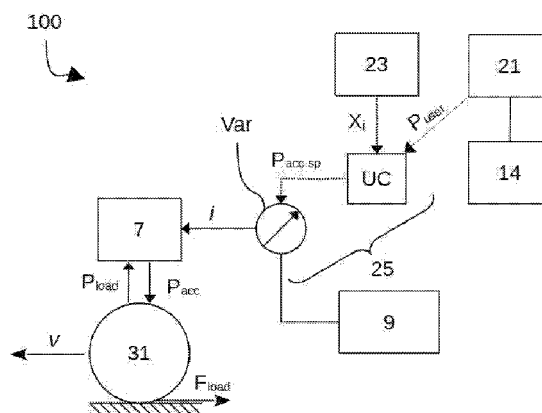
54 DISPOSITIF DE COMMANDE D'AU MOINS UN MOTEUR ÉLECTRIQUE D'UN VÉHICULE.

57 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 (X_i) permettant chacune d'estimer la valeur d'une force d'un ensemble de forces (F_{load}) 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 ($P_{ssp\ user}$) pour maintenir constante la vitesse (v) du véhicule (1) en fonction des valeurs des variables d'état (X_i) ; les moyens de commande (25) étant configurés pour accélérer ou décélérer le véhicule (1) si la puissance appliquée par l'utilisateur (P_{user}) est respectivement supérieure ou inférieure à la puissance instantanée pour maintenir constante la vitesse du véhicule ($P_{ssp\ user}$).

Figure pour l'abrégé : Fig 3.



Description

Titre de l'invention : DISPOSITIF DE COMMANDE D'AU MOINS UN MOTEUR ÉLECTRIQUE D'UN VÉHICULE

Domaine technique

- [0001] 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.
- [0002] 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.
- [0003] 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 Antérieur

- [0004] Les véhicules à pédales connaissent aujourd'hui un essor important avec le développement des solutions d'assistance électrique.
- [0005] 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.
- [0006] 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.
- [0007] Avec une assistance électrique, il est possible d'obtenir des cycles ou des vélos 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 proche de 25 km/h. Ces véhicules sont prévus pour emprunter les

pistes et voies réservées aux cycles.

- [0008] Il existe également des véhicules hybride série, souvent réalisés sous la forme de vé-
lomobiles. 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
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.
- [0009] Ces véhicules hybride série présentent des poids et volumes importants et pèsent gé-
néralement 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 pour le contrôle de l'accélération et éventuellement pour la recharge d'une batterie
alimentant le moteur électrique du vélomobile.
- [0010] 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 voies automobiles, comme une automobile classique.
- [0011] Le document EP3154815 décrit par exemple un tel véhicule.
- [0012] 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.
- [0013] Le contrôle de la vitesse peut être effectué par le conducteur au moyen du pédalier.
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.
- [0014] 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
chaussée normalement réservée aux voitures.
- [0015] 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.
- [0016] 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 im-
portantes au niveau du moteur et donc une vitesse non uniforme qui nuit au confort et à
la qualité perçue du véhicule.
- [0017] On connaît du document EP3978345 un dispositif et procédé de contrôle à propor-
tionnalité 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.

[0018] L'utilisateur doit cependant manuellement sélectionner le rapport, et le changement est discret et s'accompagne d'une discontinuité de puissance.

[0019] 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%.

[0020] 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.

Exposé de l'invention

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] A cet effet, le véhicule comporte :

- 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.

[0024] 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.

[0025] 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 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.

- [0026] 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.
- [0027] Le dispositif de commande peut en outre présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes.
- [0028] 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.
- [0029] 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.
- [0030] L'accélération ou la décélération du véhicule peut se faire simplement en imposant une consigne de puissance d'accélération respectivement positive ou négative.
- [0031] Le dispositif peut comporter en outre des moyens d'estimation d'une puissance de charge et lorsque la puissance de charge mesurée est 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 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.
- [0032] Ce fonctionnement permet un pilotage en puissance sans passage de rapports et avec un effort continu et ressenti comme naturel.
- [0033] Lorsque la puissance mesurée de l'ensemble de forces s'opposant ou contribuant à l'avancée du véhicule est 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 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.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] L'utilisateur ressent alors l'effet moteur des forces. Les trois formules appliquées dans 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.

[0037] Le coefficient d'accélération peut notamment être égal au quotient entre d'une part la 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.

[0038] La gamme accessible de puissances du moteur est alors indexée sur la gamme de puissances développables par l'utilisateur.

[0039] Les variables d'état peuvent comporter en outre au moins un paramètre parmi la pente et la vitesse du véhicule.

[0040] Avec ces deux seules variables d'état un comportement satisfaisant est obtenu, permettant une conduite agréable avec des sensations de pédalage réalistes.

[0041] Les variables d'état peuvent, en outre, comporter au moins un paramètre parmi : le poids total du véhicule, le type de route sur lequel évolue le véhicule, la vitesse du vent relatif par rapport au véhicule etc.

[0042] Le comportement du véhicule peut alors être modélisé et rendu avec plus de précision.

[0043] L'invention concerne aussi le véhicule de type vélomobile, comportant un dispositif de commande tel que décrit et au moins un moteur électrique commandé par ledit dispositif de commande.

Brève description des figures

- [0044] 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 :
- [0045] [Fig.1] est une vue de côté d'un véhicule selon un mode de réalisation particulier de l'invention ;
- [0046] [Fig.2] est une vue en coupe du véhicule de la [Fig.1],
- [0047] [Fig.3] est une représentation en organigramme des composants principaux du dispositif de commande du véhicule des figures précédentes,
- [0048] [Fig.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,
- [0049] [Fig.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 [Fig.4].
- [0050] 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.
- [0051] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention, ainsi que des modes de réalisation différents sont dans la description détaillée ci-après.

Description détaillée de l'invention

- [0052] La [Fig.1] est une vue de côté d'un véhicule 1 de type vélomobile selon l'invention.
- [0053] 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.
- [0054] 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.
- [0055] Le véhicule 1 comporte des roues 31, 33, au nombre de trois, avec préférentiellement 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.
- [0056] La [Fig.2] est une vue en coupe du véhicule de la [Fig.1]. En [Fig.2] apparaît notamment l'intérieur de l'habitacle 10.

- [0057] 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.
- [0058] 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.
- [0059] 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.
- [0060] 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.
- [0061] 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 résistif. En surmontant ce couple résistif, le conducteur induit un courant électrique chargeant la batterie 9.
- [0062] 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 siège, correspondant à la longueur attendue des jambes du conducteur.
- [0063] 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.
- [0064] L'assise du siège est sensiblement plane, et orientée vers l'axe du pédalier 14. En 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.
- [0065] Un guidon est positionné entre l'assise, avec une forme en U, dont le fond est situé 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 dédiés.

- [0066] 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.
- [0067] 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.
- [0068] 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 [Fig.3].
- [0069] En [Fig.3], le pédalier 14 reçoit une puissance instantanée P_{user} de la part du conducteur, et les moyens de contrôle exercent une accélération a par l'application d'une puissance de consigne moteur $P_{\text{tot sp}}$ au niveau du moteur électrique 7 pour modifier la vitesse v du véhicule 1.
- [0070] 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.
- [0071] 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.
- [0072] 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.
- [0073] 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.
- [0074] 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.

[0075] 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 :

[0076]
$$P_{tot} = P_{acc} + P_{load}$$

[0077] 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 :

[0078]
$$P_{load}(t) = P_{tot} - \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}mv^2\right) = P_{tot} - mva$$

[0079] 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.

[0080] 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 .

[0081] 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.

[0082] La [Fig.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 .

[0083] 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.

[0084] 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.

- [0085] La [Fig.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_{lo} 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 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 : $P_1, P_2, P=0, P_3, P_4$.
- [0086] La puissance nécessaire au moteur 7 pour maintenir la vitesse $P_{load}(X_i)$ est notamment croissante avec la pente S_{lo} 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 coin inférieur gauche correspondent aux faibles puissances. On a donc $P_1 > P_2 > 0 > P_3 > P_4$.
- [0087] Une des lignes est la ligne de roue libre FW ($P_{acc} = 0$). Elle débute, à vitesse nulle, à une valeur de pente S_{lo} légèrement inférieure à 0 (ligne $S_{lo} = 0$ représentée en pointillés), et descend vers les valeurs de pente S_{lo} négatives lorsque la vitesse v augmente.
- [0088] 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_{lo} 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 augmente avec ladite vitesse v et doit être compensée.
- [0089] 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_{lo} et la vitesse v du véhicule 1.
- [0090] 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 : $P_{U1}, P_{U2}, P=0, P_{U3}, P_{U4}$.
- [0091] La puissance nécessaire au pédalier 14 pour maintenir constante la vitesse du véhicule $P_{ssp\ user}$ est notamment croissante avec la pente S_{lo} 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 :
- $$P_{U1} > P_{U2} > 0 > P_{U3} > P_{U4}.$$
- [0092] Une puissance négative correspond à une puissance de freinage, freinage déclenché par exemple par rétropédalage ou par actionnement d'une commande de frein dédiée,

la puissance de freinage étant proportionnelle au niveau d'actionnement de la commande de frein.

- [0093] 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.
- [0094] La [Fig.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_{lo} en ordonnées.
- [0095] 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_{lo} et la vitesse v .
- [0096] 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.
- [0097] 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} .
- [0098] 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} .
- [0099] 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 .
- [0100] Ainsi, dans la gamme de puissances fournies par l'utilisateur P_{user} et par le moteur 7 faibles, la gamme de puissances fournies par l'utilisateur P_{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_{user} correspond alors une faible variation de puissance P_{tot} au niveau du moteur 7.
- [0101] À l'inverse, dans la gamme de grandes puissances fournies par l'utilisateur P_{user} et du moteur 7, le contrôle en puissance peut être moins précis : à une faible variation de puissance de pédalage P_{user} correspond alors une grande variation de puissance P_{tot} délivrée au niveau du moteur 7.
- [0102] Ainsi, la sensibilité de l'effort demandé au conducteur en fonction de la vitesse v ou de la pente S_{lo} 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_{user} est plus précis.

- [0103] À l'inverse, à grande vitesse v , lorsque la précision du contrôle de la vitesse θ' est moins importante, le contrôle est moins précis mais permet toutefois d'atteindre une gamme importante de vitesses v .
- [0104] La puissance de pédalage P_{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.
- [0105] Les moyens de commandes 25 sont configurés pour accélérer le véhicule 1, en imposant une consigne de puissance d'accélération $P_{tot\ sp}$ plus importante que la consigne précédente, si la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur P_{user} sur le pédalier est supérieure à la puissance instantanée $P_{ssp\ user}$ nécessaire pour maintenir constante la vitesse v du véhicule 1.
- [0106] À l'inverse, les moyens de commande 25 sont configurés pour décélérer le véhicule, en imposant une consigne de puissance d'accélération $P_{tot\ sp}$ inférieure à la consigne précédente, si la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur P_{user} sur le pédalier est inférieure à la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule $P_{ssp\ user}$.
- [0107] 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 $P_{ssp\ user}$
- [0108] $P_{user} \geq P_{ssp\ user}$
- [0109] 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 :
- [0110] $P_{acc\ sp} = A * (P_{user} - P_{ssp\ user})$
- [0111] 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.
- [0112] 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.

[0113] Le coefficient d'accélération A est avantageusement égal au quotient entre d'une part la différence entre une puissance maximale du moteur du véhicule $P_{\max \text{ vehicle}}$ et la puissance instantanée du moteur 7 nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule $P_{\text{load}}(t)$, et d'autre part la différence entre une puissance maximale développée par l'utilisateur $P_{\max \text{ user}}$ et la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule $P_{\text{ssp user}}$:

$$[0114] \quad A = \frac{P_{\max \text{ vehicle}} - P_{\text{load}}(t)}{P_{\max \text{ user}} - P_{\text{ssp user}}}$$

[0115] 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 $P_{\text{ssp user}}$ approche la puissance maximale développable par l'utilisateur $P_{\max \text{ user}}$ et devient faible à l'inverse lorsque la puissance du moteur 7 pour maintenir constante la vitesse $P_{\text{load}}(X_i)$ approche la puissance maximale développable par le moteur $P_{\max \text{ vehicle}}$.

[0116] 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 $P_{\max \text{ vehicle}}$ et la puissance maximale développable par l'utilisateur $P_{\max \text{ user}}$:

$$[0117] \quad A = \frac{P_{\max \text{ vehicle}}}{P_{\max \text{ user}}}$$

[0118] La puissance maximale développable par le moteur $P_{\max \text{ vehicle}}$ 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 développable par l'utilisateur $P_{\max \text{ user}}$ est en revanche à évaluer et/ou à paramétrer.

[0119] 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 puissance maximale développable par l'utilisateur $P_{\max \text{ user}}$ est alors déduite d'une table en fonction des valeurs données par l'utilisateur.

[0120] En alternative, la puissance maximale développable par l'utilisateur $P_{\max \text{ user}}$ 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 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.

[0121] Lorsque la puissance mesurée de l'ensemble de forces $P_{\text{load}}(t)$ s'opposant ou contribuant à l'avancée du véhicule est positive, que la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule $P_{\text{ssp user}}$ est positive, que la puissance de charge mesurée $P_{\text{load}}(t)$ est positive, et que la puissance instantanée appliquée par l'utilisateur au pédalier 14 est strictement inférieure à la puissance ins-

stantanée $P_{ssp\ user}$ nécessaire pour maintenir la vitesse v du véhicule 1,

[0122] $P_{user} < P_{ssp\ user}$

[0123] 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} :

[0124]
$$P_{acc\ sp} = \frac{P_{load}(t)}{P_{ssp\ user}} * (P_{user} - P_{ssp\ user})$$

[0125] 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.

[0126] 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.

[0127] 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 :

[0128]
$$P_{acc\ sp} = A * P_{user} - P_{load}(t)$$

[0129] 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.

[0130] 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

[0131] P_{tot} puissance totale exercée par le moteur 7 sur les roues (connue via courant i)

[0132] P_{acc} part de la puissance consacrée à l'accélération du véhicule

[0133] $P_{tot\ sp}$ consigne de puissance totale

[0134] $P_{acc\ sp}$ consigne de puissance d'accélération

[0135] $P_{load}(t)$ puissance de charge, exercée par F_{load} l'ensemble de forces sur le moteur 7

(donnée par $P_{\text{tot}} - mva$)

- [0136] $P_{\text{ssp mot}} = P_{\text{load}}(X_i)$ puissance théorique du moteur 7 à appliquer pour maintenir la vitesse v à un ensemble de variables d'état X_i donné
- [0137] $P_{\text{ssp user}}$ puissance de pédalage sur le pédalier 14 à appliquer par l'utilisateur pour maintenir la vitesse v
- [0138] $P_{\text{acc sp}}$ puissance d'accélération du moteur de consigne
- [0139] P_{user} puissance exercée par l'utilisateur sur le pédalier 14
- [0140] $P_{\text{max vehicle}}$ puissance maximale du moteur 7
- [0141] $P_{\text{max user}}$ puissance maximale de pédalage de l'utilisateur
- [0142] X_i variables d'état représentant les F_{load}
- [0143] v vitesse (élément de X_i), représente la traînée dans l'air
- [0144] S_{lo} pente (élément de X_i), représente les changements de potentiel gravitationnel
- [0145] a accélération (dv/dt), m masse du véhicule, $mva = P_{\text{acc}}$ part de puissance P_{tot} convertie en énergie cinétique ($d(1/2 mv^2)/dt$)
- [0146] 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 $P_{\text{load}}(X_i)=0$
- [0147] $P_1 ; P_2 ; P_3 ; P_4$ 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]
- [0148] $P_{U1} ; P_{U2} ; P_{U3} ; P_{U4}$ 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

[Revendication 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);

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 ($P_{\text{ssp user}}$) 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) ;

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 ($P_{\text{ssp user}}$) à appliquer par l'utilisateur sur le pédalier (14) pour maintenir la vitesse (v) du véhicule (1),
- * 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 ($P_{\text{ssp user}}$) 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 ($P_{\text{ssp user}}$) au niveau du pédalier (14).

[Revendication 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 ($P_{\text{ssp user}}$) à appliquer par l'utilisateur sur le pédalier (14) pour maintenir la vitesse du véhicule (1) est nulle (FW), la puissance ($P_{\text{load}}(X_i)$) nécessaire au moteur (7) pour maintenir constante la vitesse (v) du véhicule (1) est nulle aussi.

[Revendication 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.

[Revendication 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 ($P_{load}(t)$) et **dans lequel** lorsque la puissance de charge ($P_{load}(t)$) est 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}),

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).

[Revendication 5]

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

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

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}).

[Revendication 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.

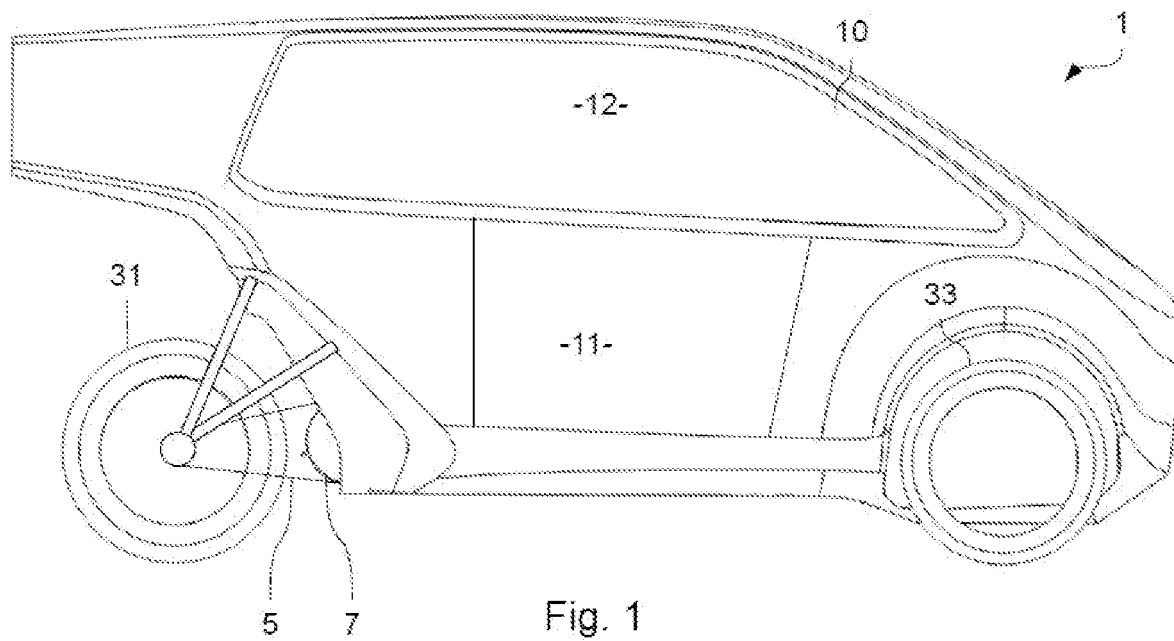
[Revendication 7]

Dispositif de commande selon l'une des revendications 4 à 6, **dans**

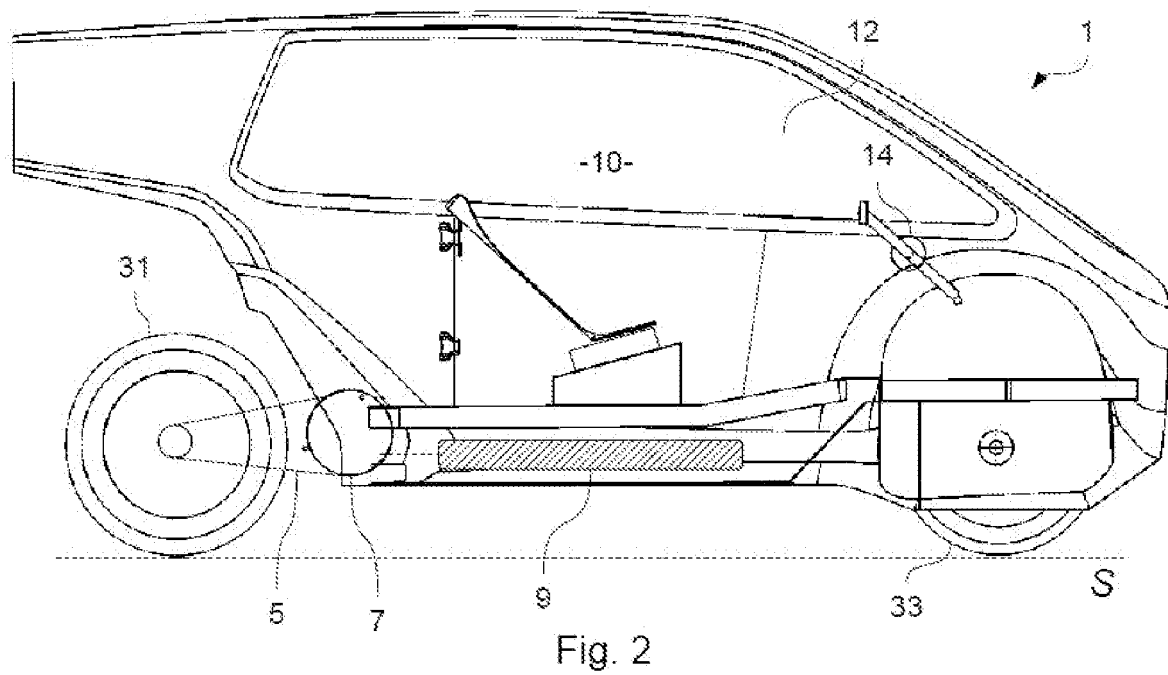
lequel le coefficient d'accélération (A) est égal au quotient entre d'une part la différence entre une puissance maximale du moteur du véhicule ($P_{\max \text{ vehicle}}$) et la puissance de charge ($P_{\text{load}}(t)$), et d'autre part la différence entre une puissance maximale développée par l'utilisateur ($P_{\max \text{ user}}$) et la puissance instantanée nécessaire pour maintenir constante la vitesse du véhicule ($P_{\text{ssp user}}$) au niveau du pédalier (14).

- [Revendication 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_{10}) et la vitesse (v) du véhicule (1).
- [Revendication 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).
- [Revendication 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. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]

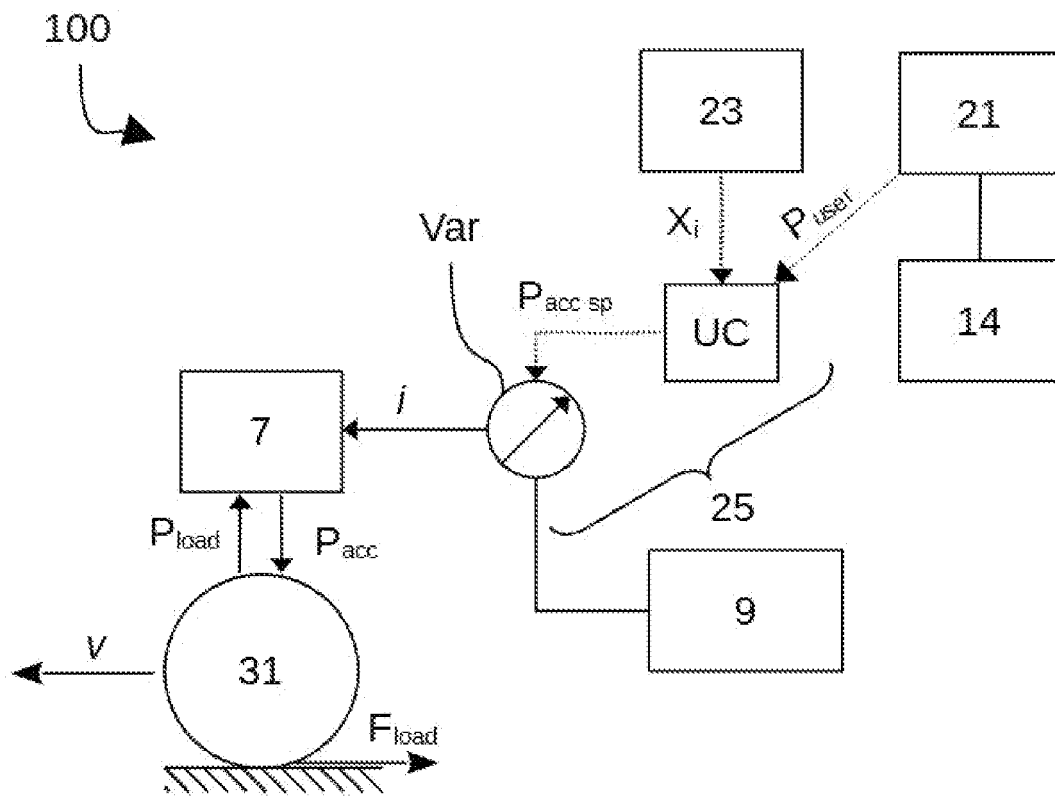


Fig. 3

[Fig. 4]

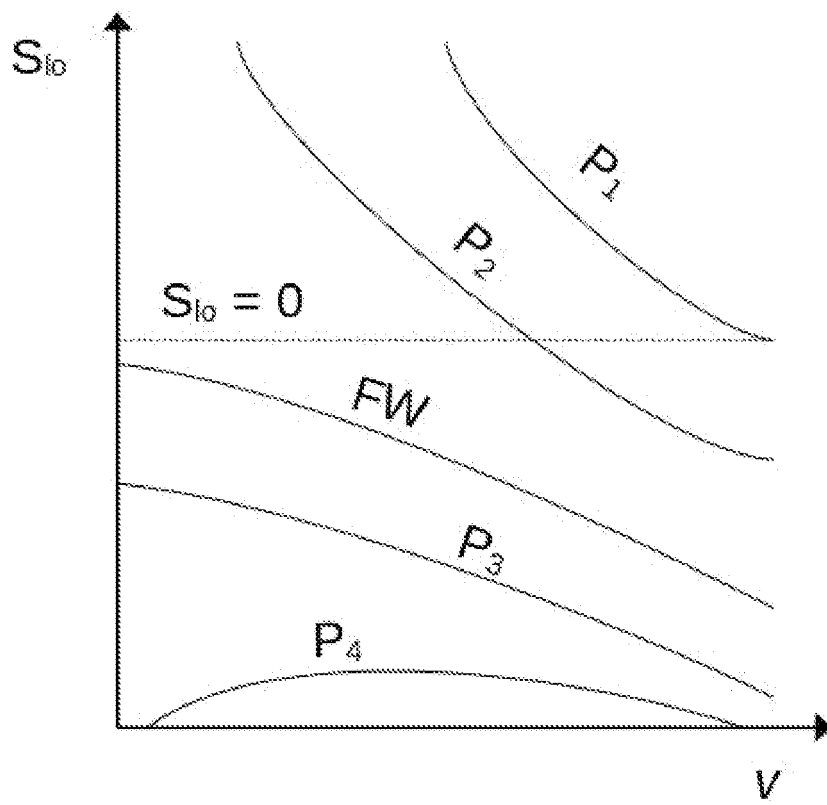


Fig. 4

[Fig. 5]

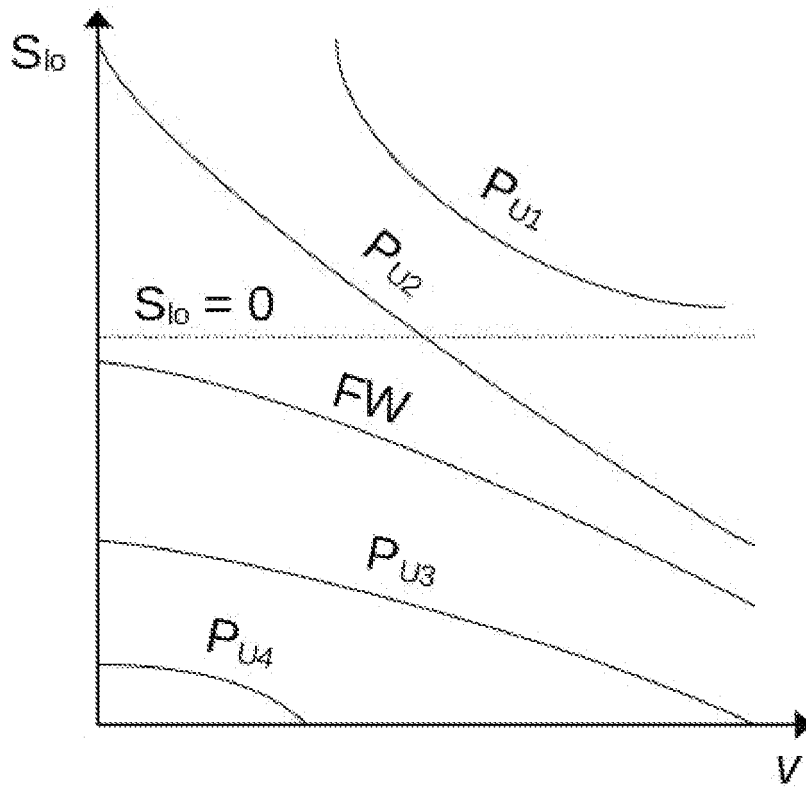


Fig. 5

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 919812
FR 2304386

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2019/299797 A1 (HASUMI MITSU HARU [JP]) 3 octobre 2019 (2019-10-03)	1-4, 8-10	B60W 30/18 B62M 6/45
Y	* alinéa [0043] – alinéa [0232];	7	
A	revendications 1-17; figures 11-3 * -----	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];	7	
	revendications 1-7; figures 4-12 * -----		
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	

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	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)

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	B60L B62M

Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 décembre 2023		Koutsorodis, Dafni	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2304386 FA 919812**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **14-12-2023**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2019299797 A1	03-10-2019	CN	110121460 A	13-08-2019
		EP	3564111 A1	06-11-2019
		JP	6805269 B2	23-12-2020
		JP WO	2018123161 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 WO	2014200081 A1	23-02-2017
		US	2016121963 A1	05-05-2016
		US	2017247079 A1	31-08-2017
		WO	2014200081 A1	18-12-2014
