

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
21 avril 2016 (21.04.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/059356 A2

- (51) Classification internationale des brevets :
B60W 30/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2015/052787
- (22) Date de dépôt international :
16 octobre 2015 (16.10.2015)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1459987 17 octobre 2014 (17.10.2014) FR
- (71) Déposant : LOHR ELECTROMECHANIQUE [FR/FR];
29 rue du 14 Juillet, 67980 Hangenbieten (FR).
- (72) Inventeurs : VERDIER, Laurent; 8 rue Alfred Kastler,
67114 Eschau (FR). DUMAS, Pierre; 1 rue Saint Florent,
67200 Strasbourg (FR).
- (74) Mandataires : MERCKLING, Norbert et al.; 1a Place
Boecler, CS 10063, 67024 Strasbourg Cedex (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,

AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

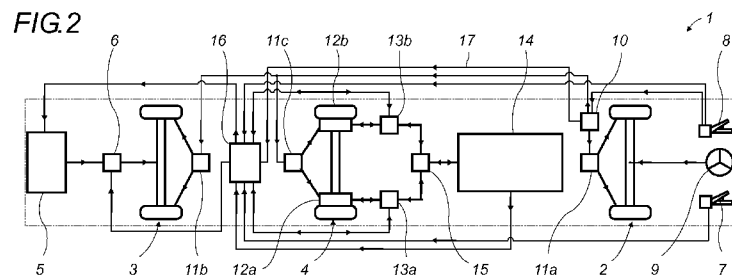
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,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

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)

(54) Title : HYBRID VEHICLE AND VEHICLE HYBRIDIZATION METHOD

(54) Titre : VÉHICULE HYBRIDE ET PROCÉDÉ D'HYBRIDATION D'UN VÉHICULE



(57) Abstract : The invention relates to a vehicle (1) including: - a towing axle (3) connected to a heat engine (5); - a directional axle (2); and - a complementary axle (4) that is neither directional nor motor-driven. When said vehicle is hybridized according to the method of the invention, the wheels of the complementary axle (4) are removed and replaced by in-wheel motors (12a, 12b), each connected with an inverter (13a, 13b) specifically dedicated for supplying electrical power thereto from an electrical power battery (14). A control housing (16) is also provided, that has built-in acceleration control means connected to the accelerator pedal (7), and built-in deceleration control means connected to the brake pedal (8), so as to control and monitor all the means needed for the driver to transparently accelerate and decelerate the vehicle.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2016/059356 A2

Le véhicule (1) comprend un essieu tracteur (3) relié à une motorisation thermique (5), un essieu directionnel (2) et essieu complémentaire (4) ni directeur, ni motorisé. Lorsque ledit véhicule est hybridé selon le procédé de l'invention, les roues de l'essieu complémentaire (4) sont déposées et remplacées par des moteurs-roues (12a, 12b) associés chacun à un onduleur (13a, 13b) qui lui est spécifiquement dédié afin de l'alimenter en énergie électrique provenant d'un accumulateur d'énergie électrique (14). Un boîtier de contrôle (16) est également installé, intégrant des moyens de commande d'accélération reliés à la pédale d'accélérateur (7) et des moyens de commande de décélération reliés à la pédale de frein (8) afin de commander et de surveiller l'ensemble des moyens nécessaires à l'accélération et à la décélération du véhicule de manière transparente pour le conducteur.

VEHICULE HYBRIDE ET PROCEDE D'HYBRIDATION D'UN VEHICULE

Domaine technique

La présente invention se rapporte à un procédé d'hybridation d'un véhicule, par exemple un bus articulé ou un véhicule guidé de transport en commun, comprenant un essieu tracteur à motorisation thermique, un essieu directionnel et un essieu complémentaire en lui intégrant une motorisation électrique alimentée par un accumulateur d'énergie électrique. L'invention concerne également le véhicule hybride ainsi obtenu.

L'invention concerne plus particulièrement un véhicule ainsi hybridé dans lequel la motorisation électrique et les accumulateurs d'énergie électrique occupent un espace minimal dans le véhicule et peuvent être intégrés à un véhicule existant.

Etat de la technique

Pour des raisons d'économie d'énergie et de diminution des émanations de CO₂ et de gaz polluants, il est avantageux de fournir des véhicules hybrides prévus pour utiliser à la fois une motorisation thermique classique et une motorisation électrique alimentée par un accumulateur d'énergie électrique, lequel est notamment rechargé lors des phases de décélération du véhicule.

L'ajout d'une motorisation électrique et d'un accumulateur d'énergie électrique à un bus de transport en commun se traduit cependant par des modifications structurelles importantes.

Il existe donc un besoin pour un véhicule hybride dans lequel la motorisation électrique et l'accumulateur d'énergie électrique occupent un espace minimal à l'intérieur du véhicule.

Avantageusement, la solution technique envisagée doit pouvoir être adaptée facilement et à moindre coût à un véhicule classique à motorisation thermique.

Divulgation de l'invention

L'objet de la présente invention vise par conséquent à pallier les inconvénients de l'art antérieur en proposant un nouveau procédé d'hybridation d'un véhicule.

Les objets assignés à l'invention sont atteints à l'aide d'un procédé d'hybridation d'un véhicule comprenant :

- un système de freinage hydraulique ou pneumatique actionné par une pédale de frein par l'intermédiaire de moyens de commande de freinage ;
 - un essieu tracteur relié à une motorisation thermique à travers une boîte de vitesse intégrant un ralentisseur, la motorisation thermique étant commandée en accélération par une pédale d'accélérateur et le ralentisseur étant commandé en décélération par la pédale de frein ;
 - un essieu directionnel actionné par un volant ; et
 - un essieu complémentaire ;
- caractérisé en ce qu'il consiste :
- à installer un accumulateur d'énergie électrique sur le véhicule ou à bord de celui-ci ;
 - à déposer les roues de l'essieu complémentaire et à les remplacer par des moteurs-roues, chaque moteur-roue étant associé à un onduleur, chaque onduleur étant relié et dédié à un des moteurs-roues afin de l'alimenter en énergie électrique provenant de l'accumulateur d'énergie électrique ;
 - à installer un boîtier de contrôle intégrant des moyens de commande d'accélération reliés à la pédale d'accélérateur et des moyens de commande de décélération reliés à la pédale de frein ;
 - à relier ledit boîtier de contrôle :
 - à la pédale de frein pour recevoir une consigne de décélération de la part de celle-ci ;
 - à la pédale d'accélérateur pour recevoir une consigne d'accélération de la part de celle-ci ;
 - à l'accumulateur d'énergie électrique pour recevoir une information concernant le niveau de charge de celui-ci ;
 - aux onduleurs pour transmettre une consigne de couple d'accélération ou de décélération aux moteurs-roues ;
 - au ralentisseur pour lui transmettre une consigne de décélération ;
 - à la motorisation thermique pour lui transmettre une consigne de couple d'accélération ; et
 - au système de freinage pour recevoir une consigne d'arrêt de traction lors du freinage.

Selon un exemple de mise en œuvre de l'invention, le procédé consiste en outre à installer un échangeur à air ou à eau pour refroidir les onduleurs, les moteurs-roues et l'accumulateur d'énergie électrique.

Selon un autre exemple de mise en œuvre de l'invention dans lequel le véhicule comprend un réseau électrique alimenté en électricité par un

alternateur de la motorisation thermique et un convertisseur de courant relié à l'accumulateur d'énergie électrique, le procédé comprend en outre les étapes suivantes :

- relier le convertisseur de courant au réseau électrique pour alimenter le véhicule en électricité en cas d'arrêt de la motorisation thermique ; et
- relier le boîtier de commande au réseau électrique.

Selon un exemple de mise en œuvre de l'invention, le procédé consiste en outre à disposer l'accumulateur d'énergie électrique sur le toit du véhicule ou à la loger dans une armoire à bord du véhicule.

Selon un exemple supplémentaire de mise en œuvre de l'invention, le procédé consiste en outre à intégrer des batteries de traction ou des batteries de type super-capacité à recharge rapide à l'accumulateur d'énergie électrique.

Selon un exemple de mise en œuvre de l'invention, le procédé consiste en outre à fournir des moyens électriques aux onduleurs, ces moyens électriques étant commandés par le boîtier de contrôle et prévus pour faire fonctionner les moteurs-roues selon un mode de traction et un mode de freinage ;

- en mode de traction, les moteurs-roues participant à la propulsion du véhicule ;
- en mode de freinage, les moteurs-roues rechargeant l'accumulateur d'énergie électrique et ralentissant le véhicule par un effet de freinage électromagnétique.

Selon un autre exemple de mise en œuvre de l'invention, en cas de consigne de décélération reçue par le boîtier de contrôle, ce dernier commande :

- les onduleurs pour faire fonctionner les moteurs-roues en mode de freinage et ralentir le véhicule ;
- le ralentisseur pour ralentir le véhicule ;

le ralentissement global obtenu par les moteurs-roues et le ralentisseur étant conforme à la consigne de décélération reçue par le boîtier de contrôle.

Selon un exemple supplémentaire de mise en œuvre de l'invention, le boîtier de contrôle actionne le ralentisseur lorsque le freinage électromagnétique des moteurs-roues est insuffisant pour satisfaire à la consigne de décélération reçue par le boîtier de contrôle ou lorsque l'accumulateur d'énergie électrique est à pleine charge.

Selon un exemple de mise en œuvre de l'invention, en cas de consigne d'accélération reçue par le boîtier de contrôle, ce dernier commande :

- les onduleurs pour faire fonctionner les moteurs-roues en mode de traction ;
- la motorisation thermique pour lui transmettre une consigne de couple

d'accélération ;

l'accélération globale obtenue par les moteurs-roues et la motorisation thermique étant conforme à la consigne d'accélération reçue par le boîtier de contrôle.

Selon un autre exemple de mise en œuvre de l'invention, le procédé consiste en outre à fournir des moyens de priorisation au boîtier de contrôle, ces moyens de priorisation étant prévus pour choisir si la consigne de couple transmise à la motorisation thermique doit être supérieure à celle transmise aux moteurs-roues, et inversement.

Selon un exemple supplémentaire de mise en œuvre de l'invention, la consigne de couple d'accélération transmise par le boîtier de contrôle à la motorisation thermique dépend de la charge de l'accumulateur d'énergie électrique, de la consigne de couple d'accélération transmise aux moteurs-roues et du couple d'accélération effectif délivré par lesdits moteurs-roues et de la stratégie de fonctionnement retenue.

Selon un exemple de mise en œuvre de l'invention, lorsque l'accumulateur d'énergie électrique est déchargé, les moteurs-roues sont placés en mode de freinage et la motorisation thermique pousse seule le véhicule le temps nécessaire à recharger au moins partiellement l'accumulateur d'énergie électrique.

Selon un autre exemple de mise en œuvre de l'invention, le procédé consiste en outre à ajouter une fonction dite « stop-start » au véhicule, prévue pour faire démarrer ce dernier en utilisant uniquement les moteurs-roues puis, à partir d'une certaine vitesse, à lancer la motorisation thermique par l'intermédiaire de la boîte de vitesse.

Selon un exemple supplémentaire de mise en œuvre de l'invention, lorsque l'accumulateur d'énergie électrique n'est pas assez chargé pour démarrer le véhicule au moyen des moteurs-roues, on démarre celui-ci au moyen de la motorisation thermique et en ce que les moteurs-roues sont alors mis en mode de freinage pour recharger l'accumulateur d'énergie électrique.

Les objets assignés à l'invention sont également atteints à l'aide d'un véhicule hybridé par le procédé d'hybridation d'un véhicule tel que décrit précédemment, dans lequel ledit véhicule est un bus articulé de transport en commun, un véhicule multiarticulé, ou un véhicule guidé de transport en commun.

Les avantages de la présente invention sont particulièrement nombreux.

La motorisation électrique étant intégrée aux roues sous la forme d'un essieu intégrant des moteur-roues, cette motorisation n'occupe aucune place supplémentaire par rapport à l'essieu classique ainsi remplacé.

De même, l'accumulateur d'énergie électrique peut être disposé sur le toit du véhicule et n'occupe ainsi aucun espace prévu pour les passagers.

Outre des économies en carburant d'environ substantielles obtenues de manière classique par l'ajout d'une motorisation électrique à un véhicule, l'invention permet également d'augmenter significativement la durée de vie de la motorisation thermique de celui-ci. En effet, la motorisation thermique moins sollicitée que dans un véhicule classique et lorsqu'un couple important est nécessaire, la motorisation thermique peut être soulagée dans ses efforts par puissance supplémentaire fournie par la motorisation électrique. On considère que le procédé d'hybridation de l'invention permet d'augmenter de 50% la durée de la motorisation thermique d'un véhicule.

En ajoutant une motorisation électrique sur un essieu complémentaire, à savoir un essieu n'étant ni directeur, ni motorisé, le véhicule ainsi hybridé présente une meilleure adhérence à la route et une meilleure tenue de route, ce qui permet notamment d'éviter le phénomène de mise en portefeuille lorsque la partie avant d'un bus articulé commence à déraiper sur la chaussée.

Comportant un boîtier de contrôle intégrant notamment les moyens de commande d'accélération et les moyens de commande de décélération du véhicule, l'invention permet avantageusement de commander de manière intelligente les motorisations du véhicule et ses moyens de décélération, sans intervention du conducteur et de manière totalement transparente pour celui-ci. Ceci permet notamment d'optimiser les consommations électrique et en carburant, et de piloter par exemple les moteur-roues individuellement afin de pouvoir transmettre si nécessaire une consigne de couple d'accélération ou de décélération par exemple différente à chacun des moteurs-roues, ou pour réduire la commande en couple transmise aux deux roues.

L'hybridation d'un véhicule classique se résumant globalement à installer un accumulateur d'énergie électrique sur le véhicule ou à bord de celui-ci et à remplacer les roues d'un essieu complémentaire par des moteurs-roues. L'invention peut être adaptée facilement et à moindre coût à tout véhicule existant comportant un essieu complémentaire non directionnel ou tracteur et comportant des convertisseurs pour piloter les moteurs-roues.

L'invention peut donc s'adapter à des bus, mais également à des véhicules guidés du genre tramway ou des véhicules ferroviaires. Ainsi, grâce à son hybridation, un véhicule guidé peut traverser des zones particulières, en toute autonomie, en coupant le moteur thermique.

Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue de profil d'un bus articulé de transport en commun hybridé selon le procédé de l'invention, dans lequel les moyens de l'invention sont représentés de manière schématique ;
- la figure 2 est une vue de dessus d'un bus articulé de transport en commun hybridé selon le procédé de l'invention, dans lequel les moyens de l'invention sont représentés de manière schématique ; et
- la figure 3 est une vue schématique partielle du réseau électrique d'un véhicule hybridé selon le procédé de l'invention.

Mode(s) de réalisation de l'invention

Les éléments structurellement et fonctionnellement identiques présents sur plusieurs figures distinctes, sont affectés d'une même référence numérique ou alphanumérique.

Sur les figures, les lignes de commande sont représentées en traits fins tandis que les liaisons mécaniques et les lignes de transfert d'énergie électrique sont représentées en traits plus épais.

Dans la suite de ce descriptif, à titre d'exemple uniquement, nous allons nous intéresser à un bus articulé de transport en commun. Il est évident pour l'homme du métier que l'invention peut être adaptée à tout type de véhicule comportant au moins trois essieux dont un essieu non motorisé et non directeur, lequel peut être remplacé par un essieu comportant des moteurs-roues.

Un véhicule (1) tel qu'un bus articulé de transport en commun ou un véhicule guidé de transport en commun comprend habituellement un essieu directionnel (2) généralement situé à l'avant, un essieu tracteur (3) motorisé et généralement situé à l'arrière, ainsi qu'un essieu complémentaire (4), ni directeur, ni motorisé et généralement situé en position centrale.

Dans un tel véhicule, l'essieu tracteur (3) est relié mécaniquement à une motorisation thermique (5) par l'intermédiaire d'une transmission et d'une boîte de vitesse (6) intégrant habituellement un ralentisseur.

La motorisation thermique (5) est commandée en accélération par une pédale d'accélérateur (7) par l'intermédiaire de moyens de commande d'accélération connus, tandis que le ralentisseur est commandé en décélération par

une pédale de frein (8) par l'intermédiaire de moyens de commande de décélération connus.

L'essieu directionnel (2) est actionné par un volant (9) de manière classique.

L'essieu complémentaire (4) est un essieu servant notamment de soutien supplémentaire pour le châssis du véhicule (1). Il est mécaniquement indépendant des autres essieux (2, 3) et ne présente aucune motorisation.

Un véhicule (1) tel qu'un bus articulé ou un véhicule guidé de transport en commun comprend également un système de freinage (10) hydraulique ou pneumatique actionné par la pédale de frein (8) par l'intermédiaire de moyens de commande de freinage. Ce système de freinage (10) commande les freins (11a, 11b, 11c) de sorte qu'ils soient actionnés de manière hydraulique ou pneumatique par des actionneurs de frein mécaniques localisés sur les roues du véhicule (1).

Le système de freinage (10) est par exemple un système de freinage électronique, pilotant le freinage de tous les essieux, connu sous l'acronyme EBS (*Electronic Braking System*) et intégrant un système anti-blocage des roues (ABS), un correcteur électronique de trajectoire (ESP) et un système anti-patinage.

Bien que cela ne soit pas représenté sur les dessins dans un but de simplification, les roues de l'essieu complémentaire (4) comportent des freins commandés par le système de freinage (10) hydraulique ou pneumatique du véhicule (1).

La pédale de frein (8) dispose de deux courses successives. L'angle d'enfoncement correspondant à la première course constitue une consigne de décélération, tandis que l'angle d'enfoncement correspondant à la seconde course constitue une consigne de freinage. La consigne de décélération a pour but de faire ralentir le véhicule (1), tandis que la consigne de freinage a pour but de l'arrêter ou de le faire ralentir très fortement et très rapidement en cas d'urgence.

Dans un véhicule (1), la consigne de décélération est habituellement transmise au ralentisseur de la boîte de vitesse (6) par l'intermédiaire de moyens de commande de décélération, tandis que la consigne de freinage est transmise au système de freinage (10) par l'intermédiaire de moyens de commande de freinage.

De manière classique, l'angle d'enfoncement de la pédale d'accélérateur (7) constitue une consigne d'accélération qui est transmise à la motorisation thermique (5) pour lui transmettre une consigne de couple

d'accélération.

On peut envisager une pédale d'accélérateur (7) disposant de deux courses successives, l'angle d'enfoncement correspondant à la première course constituant une consigne d'accélération normale, correspondant à une accélération douce et progressive, tandis que l'angle d'enfoncement correspondant à la seconde course constitue une consigne d'accélération forte, correspondant à une accélération massive et brutale. Dans ce cas, la consigne d'accélération normale a pour but de faire accélérer le véhicule (1) de manière souple, tandis que la consigne d'accélération forte a pour but de faire accélérer le véhicule (1) très fortement et très rapidement, notamment en cas de dépassement ou en cas d'urgence.

Dans le véhicule (1) hybridé selon le procédé de l'invention, l'essieu complémentaire (4) est un essieu tracteur à motorisation électrique intégrant une paire de moteurs-roues (12a, 12b), chaque moteur-roue (12a, 12b) étant relié à un onduleur (13a, 13b) dédié afin d'être alimenté en énergie électrique par un accumulateur d'énergie électrique (14).

Une unité de distribution de puissance (15) est prévue entre l'accumulateur d'énergie électrique (14) et les onduleurs (13a, 13b). Elle permet notamment de couper l'alimentation électrique des onduleurs (13a, 13b) pour la sécurité des opérateurs devant effectuer une maintenance sur les onduleurs (13a, 13b) et les moteurs-roues (12a, 12b).

De manière optionnelle et non représentée sur les figures, l'accumulateur d'énergie électrique (14) peut également être relié à un hacheur de freinage, lui-même relié à une résistance de freinage.

L'accumulateur d'énergie électrique (14) est préférentiellement disposé sur le toit du véhicule (1) afin de ne pas occuper d'espace réservé aux passagers. Il peut également être logé dans une armoire à bord du véhicule (1). Il peut également être en plusieurs parties réparties en divers endroits du véhicule (1).

L'accumulateur d'énergie électrique (14) comprend préférentiellement des batteries de traction ou des batteries de type super-capacité à recharge rapide.

Les moteurs-roues (12a, 12b) comprennent chacun un moteur électrique incorporé dans une roue. Ils sont particulièrement avantageux car ils présentent un encombrement réduit et ne nécessitent pas de transmission, ce qui permet avantageusement de déposer l'essieu complémentaire (3) d'un véhicule (1) pour le remplacer par un essieu comportant des moteurs-roues (12a, 12b).

Les onduleurs (13a, 13b) comportent des moyens électriques prévus pour faire fonctionner les moteurs-roues (12a, 12b) selon un mode de traction ou selon un mode de freinage.

En mode de traction, les moteurs-roues (12a, 12b) sont alimentés en énergie électrique par l'accumulateur d'énergie électrique (14) et fonctionnent en tant que moteurs pour participer à la propulsion du véhicule (1).

En mode de freinage, les moteurs-roues (12a, 12b) sont entraînés à rotation par l'inertie de déplacement du véhicule (1) et fonctionnent en tant que générateurs de courant électrique. Ils rechargent alors l'accumulateur d'énergie électrique (14) et ralentissent le véhicule (1) par un effet de freinage électromagnétique.

Selon un exemple de stratégie de fonctionnement, si l'accumulateur d'énergie électrique (14) est totalement déchargé, les moteurs-roues (12a, 12b) sont placés en mode de freinage et la motorisation thermique (5) pousse seule le véhicule (1) le temps nécessaire à recharger au moins partiellement l'accumulateur d'énergie électrique (14).

Le véhicule (1) de l'invention comprend un boîtier de contrôle (16) qui comprend toute l'électronique et l'intelligence nécessaire notamment à la surveillance et à la commande de la motorisation thermique (5), du ralentisseur de la boîte de vitesse (6), des onduleurs (13a, 13b) et de l'accumulateur d'énergie électrique (14).

Le boîtier de contrôle (16) est relié :

- à la pédale de frein (8) pour recevoir une consigne de décélération de la part de celle-ci ;
- à la pédale d'accélérateur (7) pour recevoir une consigne d'accélération de la part de celle-ci ;
- à l'accumulateur d'énergie électrique (14) pour recevoir une information concernant le niveau de charge de celui-ci ;
- aux onduleurs (13a, 13b) pour transmettre une consigne de couple d'accélération ou de décélération aux moteurs-roues (12a, 12b) ;
- au ralentisseur pour lui transmettre une consigne de décélération ; et
- à la motorisation thermique (5) pour lui transmettre une consigne de couple d'accélération.

Le boîtier de contrôle (16) est relié aux différents moyens cités plus haut de manière à notamment recevoir des consignes d'accélération et de décélération respectivement de la part de la pédale d'accélérateur (7) et de la pédale de frein (8). Il définit les consignes et les adapte en temps réel à une

stratégie de fonctionnement.

Le boîtier de contrôle (16) permet ainsi d'émuler l'ensemble de manière totalement transparente pour le chauffeur, c'est-à-dire sans que le conducteur ne s'en rende compte car celui-ci sollicite la pédale d'accélérateur (7) et la pédale de frein (8) de manière classique pour faire accélérer ou décélérer le véhicule (1).

Lorsqu'il reçoit une consigne d'accélération, le boîtier de contrôle (16) commande la motorisation thermique (5) pour lui transmettre une consigne de couple d'accélération ainsi que les onduleurs (13a, 13b) pour faire fonctionner les moteurs-roues (12a, 12b) en mode de traction.

La consigne de couple d'accélération transmise aux moteurs-roues (12a, 12b) est compatible avec l'état de charge de l'accumulateur d'énergie électrique (14), de sorte qu'une consigne de couple d'accélération ne soit pas transmise aux onduleurs (13a, 13b) si l'état de charge de l'accumulateur d'énergie électrique (14) est insuffisant.

Selon un exemple de stratégie de fonctionnement, les consignes d'accélération respectives transmises aux onduleurs (13a, 13b) et à la motorisation thermique (5) sont déterminées par le boîtier de contrôle (16) de manière intelligente de manière à soulager la motorisation thermique (5) grâce à la motorisation électrique des moteurs-roues (12a, 12b), tout en veillant à conserver une certaine charge dans l'accumulateur d'énergie électrique (14) dans le cas où la puissance de la motorisation thermique (5) s'avère insuffisante pour répondre à la consigne d'accélération reçue de la part de la pédale d'accélérateur.

Ainsi, le boîtier de contrôle (16) comprend des moyens de priorisation pour choisir si la consigne de couple transmise à la motorisation thermique (5) doit être supérieure à celle transmise aux moteurs-roues (12a, 12b), et inversement.

De manière générale, l'accélération globale obtenue par les moteurs-roues (12a, 12b) et la motorisation thermique (5) est conforme à la consigne d'accélération reçue par le boîtier de contrôle (16).

Dans certains cas, la consigne d'accélération transmise aux onduleurs (13a, 13b) ou à la motorisation thermique (5) peut être nulle, par exemple en cas de défaillance de la motorisation thermique (5) ou dans le cas où l'accumulateur d'énergie électrique (14) est totalement déchargé.

Lorsqu'il reçoit une consigne de décélération, le boîtier de contrôle (16) commande le ralentisseur et les onduleurs (13a, 13b) pour faire fonctionner les moteurs-roues en mode de freinage, ce qui permet de ralentir le véhicule (1).

La consigne de couple de décélération transmise aux onduleurs (13a, 13b) est compatible avec l'état de charge de l'accumulateur d'énergie électrique (14), de sorte qu'une telle consigne ne soit pas transmise si l'état de charge de l'accumulateur d'énergie électrique (14) ne permet pas de recevoir une quantité d'énergie électrique supplémentaire de la part des moteurs-roues (12a, 12b) fonctionnant en générateurs de courant.

Les consignes de décélération respectives transmises au ralentisseur et aux onduleurs (13a, 13b) sont déterminées par le boîtier de contrôle (16) de manière intelligente de manière à favoriser autant que possible le fonctionnement des moteurs-roues en mode de freinage, ce qui permet de recharger l'accumulateur d'énergie électrique (14), tout en veillant à ne pas dépasser la capacité de charge de celui-ci et à actionner le ralentisseur lorsque le freinage électromagnétique des moteurs-roues (12a, 12b) est insuffisant pour satisfaire à la consigne de décélération reçue par le boîtier de contrôle (16).

Dans certains cas, la consigne de décélération transmise au ralentisseur ou aux onduleurs (13a, 13b) peut être nulle, par exemple dans le cas où l'accumulateur d'énergie électrique (14) est à charge maximale.

La consigne de couple d'accélération ou de décélération transmise à chacun des onduleurs (13a, 13b) correspond également à un couple nulle lorsque l'un au moins des moteurs-roues (12a, 12b) transmet au boîtier de contrôle (16) des informations relatives à un défaut d'adhérence du moteur-roue (12a, 12b) concerné. Cette information est alors transmise par l'intermédiaire d'une liaison (17) entre le système de freinage (10) et le boîtier de contrôle (16).

On notera bien que le freinage, utilisé notamment en cas d'urgence, n'est pas piloté par le boîtier de contrôle (16) pour des raisons évidentes de sécurité. Ainsi, en cas de défaillance du boîtier de contrôle (16), le freinage est toujours opérationnel.

Comme cela est représenté sur la figure 3, le véhicule (1) de l'invention comprend un réseau électrique (18) habituellement de 24 Volts. Ce réseau électrique (18) est habituellement alimenté par l'alternateur (19) de la motorisation thermique (5). Or, dans le cas d'un véhicule (1) hybride selon l'invention, la motorisation thermique (5) peut être coupée, aussi est-il nécessaire d'alimenter le réseau électrique (18) du véhicule (1) grâce à l'accumulateur d'énergie électrique (14), par exemple par l'intermédiaire d'un convertisseur de courant (20). On notera que le réseau électrique (18) alimente habituellement les différents moyens électrique du véhicule (1), notamment l'éclairage, la climatisation et, dans le cas de l'invention, le boîtier de contrôle (16).

L'invention concerne un procédé d'hybridation d'un véhicule (1), par exemple un bus de transport en commun articulé ou multiarticulé, tel que décrit précédemment et comprenant un essieu complémentaire non motorisé.

Ce procédé d'hybridation consiste à installer un accumulateur d'énergie électrique (14) sur le véhicule (1) ou à bord de celui-ci, de préférence de manière à ne pas occuper d'espace réservé aux passagers.

Le procédé d'hybridation consiste également à déposer les roues de l'essieu complémentaire (4) et à les remplacer par des moteurs-roues (12a, 12b) reliés chacun à un onduleur (13a, 13b) dédié afin d'être alimentés en énergie électrique par l'accumulateur d'énergie électrique (14).

Un boîtier de contrôle (16) intégrant des moyens de commande d'accélération reliés à la pédale d'accélérateur (7) et des moyens de commande de décélération reliés à la pédale de frein (8) est également installé à bord du véhicule (1).

On raccorde ce boîtier de contrôle (16) à la pédale d'accélérateur (7) et à la pédale de frein (8). Ainsi, le boîtier de contrôle (16) reçoit les consignes de d'accélération et de décélération de la part du conducteur.

On le relie aussi à l'accumulateur d'énergie électrique (14) pour recevoir une information concernant le niveau de charge de celui-ci.

On raccorde également le boîtier de contrôle (16) aux onduleurs (13a, 13b), à la motorisation thermique (5) et au ralentisseur pour leur transmettre à chacun une consigne de couple d'accélération ou de décélération qui est fonction des consignes de d'accélération et de décélération reçues de la part du conducteur par l'intermédiaire des pédales (7, 8).

Ainsi le boîtier de contrôle (16) émule les moyens habituels de de commande d'accélération et de décélération pour piloter les moteurs-roues (12a, 12b), la motorisation thermique (5) et le ralentisseur en fonction des informations transmises aux pédales (7, 8) par le conducteur, sans que celui-ci ne ressente une différence au niveau de la conduite par rapport à la conduite d'un véhicule classique.

Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, le véhicule (1) hybridé selon le procédé de l'invention peut avantageusement comporter une fonction dite « stop-start ». Ainsi, le véhicule (1) hybridé démarre en utilisant uniquement les moteurs-roues (12a, 12b) puis, à partir d'une certaine vitesse, il lance la motorisation thermique (5) par l'intermédiaire de la boîte de vitesse (6), ce qui permet notamment de faire des économies de carburant et de ne pas solliciter le démarreur du véhicule (1).

Dans le cas où l'accumulateur d'énergie électrique (14) n'est plus assez chargé pour démarrer le véhicule (1) au moyen des moteurs-roues (12a, 12b), on démarre celui-ci au moyen de la motorisation thermique (5). Les moteurs-roues (12a, 12b) sont alors mis en mode de freinage afin de recharger l'accumulateur d'énergie électrique (14) de sorte que lors du prochain démarrage, la motorisation thermique (5) ne soit pas sollicitée.

Il est évident que la présente description ne se limite pas aux exemples explicitement décrits, mais comprend également d'autres modes de réalisation et/ou de mise en œuvre. Ainsi, une caractéristique technique décrite peut être remplacée par une caractéristique technique équivalente sans sortir du cadre de la présente invention et une étape décrite de mise en œuvre du procédé peut être remplacée par une étape équivalente sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'hybridation d'un véhicule (1) comprenant :

- un système de freinage (10) hydraulique ou pneumatique actionné par une pédale de frein (8) par l'intermédiaire de moyens de commande de freinage ;
- un essieu tracteur (3) relié à une motorisation thermique (5) à travers une boîte de vitesse (6) intégrant un ralentisseur, la motorisation thermique (5) étant commandée en accélération par une pédale d'accélérateur (7) et le ralentisseur étant commandé en décélération par la pédale de frein (8) ;
- un essieu directionnel (2) actionné par un volant (9) ; et
- un essieu complémentaire (4) ;

caractérisé en ce qu'il consiste :

- à installer un accumulateur d'énergie électrique (14) sur le véhicule (1) ou à bord de celui-ci ;
- à déposer les roues de l'essieu complémentaire (4) et à les remplacer par des moteurs-roues (12a, 12b), chaque moteur-roue (12a, 12b) étant associé à un onduleur (13a, 13b), chaque onduleur (13a, 13b) étant relié et dédié à un des moteurs-roues (12a, 12b) afin de l'alimenter en énergie électrique provenant de l'accumulateur d'énergie électrique (14) ;
- à installer un boîtier de contrôle (16) intégrant des moyens de commande d'accélération reliés à la pédale d'accélérateur (7) et des moyens de commande de décélération reliés à la pédale de frein (8) ;
- à relier ledit boîtier de contrôle (16) :
 - à la pédale de frein (8) pour recevoir une consigne de décélération de la part de celle-ci ;
 - à la pédale d'accélérateur (7) pour recevoir une consigne d'accélération de la part de celle-ci ;
 - à l'accumulateur d'énergie électrique (14) pour recevoir une information concernant le niveau de charge de celui-ci ;
 - aux onduleurs (13a, 13b) pour transmettre une consigne de couple d'accélération ou de décélération aux moteurs-roues (12a, 12b) ;
 - au ralentisseur pour lui transmettre une consigne de décélération ;
 - à la motorisation thermique (5) pour lui transmettre une consigne de couple d'accélération ; et
 - au système de freinage (10) pour recevoir une consigne d'arrêt de traction lors du freinage.

2. Procédé d'hybridation d'un véhicule (1) selon la

revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à installer un échangeur à air ou à eau pour refroidir les onduleurs (13a, 13b), les moteurs-roues (12a, 12b) et l'accumulateur d'énergie électrique (14).

3. Procédé d'hybridation d'un véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, ledit véhicule (1) comprenant un réseau électrique (18) alimenté en électricité par un alternateur (19) de la motorisation thermique (5) et un convertisseur de courant (20) relié à l'accumulateur d'énergie électrique (14), caractérisé en ce que le procédé comprend en outre les étapes suivantes :

- relier le convertisseur de courant (20) au réseau électrique (18) pour alimenter le véhicule (1) en électricité en cas d'arrêt de la motorisation thermique (5) ; et
- relier le boîtier de commande (16) au réseau électrique (18).

4. Procédé d'hybridation d'un véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à disposer l'accumulateur d'énergie électrique (14) sur le toit du véhicule (1) ou à la loger dans une armoire à bord du véhicule (1).

5. Procédé d'hybridation d'un véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à intégrer des batteries de traction ou des batteries de type super-capacité à recharge rapide à l'accumulateur d'énergie électrique (14).

6. Procédé d'hybridation d'un véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à fournir des moyens électriques aux onduleurs (13a, 13b), ces moyens électriques étant commandés par le boîtier de contrôle (16) et prévus pour faire fonctionner les moteurs-roues (12a, 12b) selon un mode de traction et un mode de freinage ;

- en mode de traction, les moteurs-roues (12a, 12b) participant à la propulsion du véhicule (1) ;
- en mode de freinage, les moteurs-roues (12a, 12b) rechargeant l'accumulateur d'énergie électrique (14) et ralentissant le véhicule (1) par un effet de freinage électromagnétique.

7. Procédé d'hybridation d'un véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que, en cas de consigne de décélération reçue par le boîtier de contrôle (16), ce dernier commande :

- les onduleurs (13a, 13b) pour faire fonctionner les moteurs-roues (12a, 12b)

en mode de freinage et ralentir le véhicule (1) ;

- le ralentisseur pour ralentir le véhicule (1) ;

le ralentissement global obtenu par les moteurs-roues (12a, 12b) et le ralentisseur étant conforme à la consigne de décélération reçue par le boîtier de contrôle (16).

8. Procédé d'hybridation d'un véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le boîtier de contrôle (16) actionne le ralentisseur lorsque le freinage électromagnétique des moteurs-roues (12a, 12b) est insuffisant pour satisfaire à la consigne de décélération reçue par le boîtier de contrôle (16) ou lorsque l'accumulateur d'énergie électrique (14) est à pleine charge.

9. Procédé d'hybridation d'un véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que, en cas de consigne d'accélération reçue par le boîtier de contrôle (16), ce dernier commande :

- les onduleurs (13a, 13b) pour faire fonctionner les moteurs-roues (12a, 12b) en mode de traction ;
- la motorisation thermique (5) pour lui transmettre une consigne de couple d'accélération ;

l'accélération globale obtenue par les moteurs-roues (12a, 12b) et la motorisation thermique (5) étant conforme à la consigne d'accélération reçue par le boîtier de contrôle (16).

10. Procédé d'hybridation d'un véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à fournir des moyens de priorisation au boîtier de contrôle (16), ces moyens de priorisation étant prévus pour choisir si la consigne de couple transmise à la motorisation thermique (5) doit être supérieure à celle transmise aux moteurs-roues (12a, 12b), et inversement.

11. Procédé d'hybridation d'un véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la consigne de couple d'accélération transmise par le boîtier de contrôle (16) à la motorisation thermique (5) dépend de la charge de l'accumulateur d'énergie électrique (14), de la consigne de couple d'accélération transmise aux moteurs-roues (12a, 12b) et du couple d'accélération effectif délivré par lesdits moteurs-roues (12a, 12b) et de la stratégie de fonctionnement retenue.

12. Procédé d'hybridation d'un véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que, lorsque

l'accumulateur d'énergie électrique (14) est déchargé, les moteurs-roues (12a, 12b) sont placés en mode de freinage et la motorisation thermique (5) pousse seule le véhicule (1) le temps nécessaire à recharger au moins partiellement l'accumulateur d'énergie électrique (14).

13. Procédé d'hybridation d'un véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à ajouter une fonction dite « stop-start » au véhicule (1), prévue pour faire démarrer ce dernier en utilisant uniquement les moteurs-roues (12a, 12b) puis, à partir d'une certaine vitesse, à lancer la motorisation thermique (5) par l'intermédiaire de la boîte de vitesse (6).

14. Procédé d'hybridation d'un véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que, lorsque l'accumulateur d'énergie électrique (14) n'est pas assez chargé pour démarrer le véhicule (1) au moyen des moteurs-roues (12a, 12b), on démarre celui-ci au moyen de la motorisation thermique (5) et en ce que les moteurs-roues (12a, 12b) sont alors mis en mode de freinage pour recharger l'accumulateur d'énergie électrique (14).

15. Véhicule (1) hybridé par le procédé d'hybridation d'un véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit véhicule (1) est un bus articulé de transport en commun, un véhicule multiarticulé, ou un véhicule guidé de transport en commun.

FIG.3

