

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 141 138**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **22 11020**

⑤1 Int Cl⁸ : **B 62 D 6/00 (2022.01), B 62 D 7/14, 101/00, 113/00, 117/00**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 24.10.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 26.04.24 Bulletin 24/17.

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) : *PSA AUTOMOBILES SA Société par actions simplifiée (SAS) — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : MEGY ARTHUR, COSQUERIC PAUL et ROCHEREAU XAVIER.

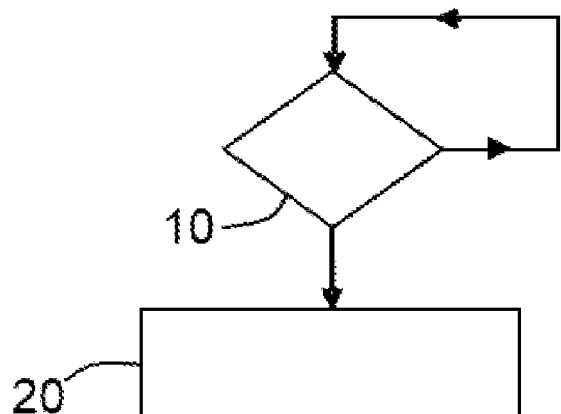
⑦3 Titulaire(s) : STELLANTIS AUTO SAS Société par actions simplifiée.

⑦4 **CONTRÔLE** : DYNAMIQUE DE L'ANGLE DE BRAQUAGE DE ROUES D'UN VÉHICULE TERRESTRE À DIRECTION PILOTÉE.

⑤7 Un procédé de contrôle est mis en œuvre dans un véhicule terrestre comprenant une direction pilotée comportant un volant de direction ayant un angle de rotation mesurable, et des roues ayant un angle de braquage mesurable et variable. Ce procédé comprend une étape (10-20) dans laquelle on fait converger l'angle de braquage vers une consigne d'angle

de braquage égale à l'angle de rotation mesuré divisé par un rapport de démultiplication choisi, et lorsqu'au moins un paramètre de fonctionnement choisi du véhicule satisfait une condition associée choisie, on remplace la consigne d'angle de braquage par une valeur représentative de l'angle de braquage mesuré ou le rapport de démultiplication choisi par un rapport de démultiplication corrigé égal à l'angle de rotation mesuré divisé par l'angle de braquage mesuré.

Figure 3



FR 3 141 138 - A1



Description

Titre de l'invention : CONTRÔLE DYNAMIQUE DE L'ANGLE DE BRAQUAGE DE ROUES D'UN VÉHICULE TERRESTRE À DIRECTION PILOTÉE

Domaine technique de l'invention

[0001] L'invention concerne les véhicules terrestres à direction pilotée contrôlant l'angle de braquage des roues, et plus précisément le contrôle de cet angle de braquage.

Etat de la technique

[0002] Certains véhicules terrestres, généralement de type automobile, comprennent une direction pilotée comportant un volant de direction ayant un angle de rotation qui est mesurable par au moins un capteur, et des roues ayant un angle de braquage qui est mesurable et variable par action d'un moteur électrique.

[0003] On entend ici par « direction pilotée » une direction dans laquelle il y a un rapport de démultiplication (défini par l'angle de rotation du volant de direction divisé par l'angle de braquage des roues) qui est variable. Une telle direction pilotée peut, par exemple, être de type dit à commande électrique (ou « steer-by-wire ») ou de type dit « active » (« Active Front Steering (ou AFS) »).

[0004] Actuellement, le rapport de démultiplication varie généralement en fonction de la vitesse en cours du véhicule (terrestre). Lorsque l'angle de rotation du volant est constant, plus le rapport de démultiplication est faible plus l'angle de rotation des roues est important, ce qui est destiné à améliorer la manœuvrabilité du véhicule. En effet, pour effectuer une même manœuvre, plus le rapport de démultiplication est faible moins le conducteur a besoin de tourner le volant de direction. Mais, plus le rapport de démultiplication est faible plus la puissance nécessaire au moteur électrique (généralement couplé à la crémaillère) pour braquer les roues doit être importante pour un même angle de rotation du volant de direction.

[0005] Par conséquent, si le moteur électrique n'est pas suffisamment puissant, on peut avoir :

[0006] - dans un véhicule à commande électrique (ou steer-by-wire), un retard entre la rotation du volant et le braquage des roues lorsque la vitesse de variation de la consigne d'angle de braquage des roues (destinée au moteur électrique de crémaillère et résultant de l'action du conducteur sur le volant de direction) dépasse les capacités de ce moteur électrique,

[0007] - dans un véhicule à direction active (ou AFS), une augmentation de l'effort que le conducteur doit exercer sur le volant de direction lorsque les capacités d'assistance du moteur électrique sont dépassées.

[0008] Pour éviter les inconvénients précités, et donc respecter la contrainte qui est imposée par des rapports de démultiplication plus faibles, on peut augmenter la puissance du moteur électrique qui assure ou assiste le braquage des roues. Cependant, cela augmente notablement le coût et la consommation d'énergie électrique de ce moteur électrique.

[0009] Il serait aussi possible de limiter volontairement la vitesse de braquage des roues en limitant les capacités du moteur électrique pour empêcher le conducteur de provoquer une vitesse de braquage susceptible de déstabiliser le véhicule (en particulier avec des rapports de démultiplication très faibles). Cependant, on obtiendrait les mêmes inconvénients que ceux présentés ci-avant, même si dans ce cas la limitation des performances du moteur électrique est volontaire.

[0010] L'invention a donc notamment pour but d'améliorer la situation.

Présentation de l'invention

[0011] Elle propose notamment à cet effet un procédé de contrôle, d'une part, destiné à être mis en œuvre dans un véhicule terrestre comprenant une direction pilotée comportant un volant de direction ayant un angle de rotation mesurable, et des roues ayant un angle de braquage mesurable et variable par action d'un moteur électrique, et, d'autre part, comprenant une étape dans laquelle on fait converger l'angle de braquage vers une consigne d'angle de braquage qui est égale à l'angle de rotation mesuré divisé par un rapport de démultiplication choisi.

[0012] Ce procédé de contrôle se caractérise par le fait que dans son étape, lorsqu'au moins un paramètre de fonctionnement choisi du véhicule satisfait une condition associée choisie, on remplace la consigne d'angle de braquage par une valeur qui est représentative de l'angle de braquage mesuré ou le rapport de démultiplication choisi par un rapport de démultiplication corrigé qui est égal à l'angle de rotation mesuré divisé par l'angle de braquage mesuré.

[0013] Grâce à cette augmentation temporaire du rapport de démultiplication, on peut réduire la consigne d'angle de braquage et donc le moteur électrique peut de nouveau suivre la consigne d'angle de braquage réduite sans retard (ou au minimum avec un retard sensiblement plus petit).

[0014] Le procédé de contrôle selon l'invention peut comporter d'autres caractéristiques qui peuvent être prises séparément ou en combinaison, et notamment :

[0015] - dans son étape, le (chaque) paramètre de fonctionnement peut être choisi parmi i) une rotation du volant de direction et dans ce cas la condition associée est satisfaite en cas d'arrêt de la rotation du volant de direction, ii) un écart entre la consigne d'angle de braquage et l'angle de braquage mesuré et dans ce cas la condition associée est satisfaite lorsque cet écart est supérieur à un seuil choisi, iii) un sens de rotation du

volant de direction et dans ce cas la condition associée est satisfaite lorsque le sens de rotation du volant de direction est opposé à un sens de braquage des roues, iv) une vitesse en cours du véhicule et dans ce cas la condition associée est satisfaite lorsque la vitesse a une valeur particulière qui est choisie dans un groupe prédéfini, et v) l'angle de rotation mesuré du volant de direction et dans ce cas la condition associée est satisfaite lorsque l'angle de rotation mesuré a une valeur particulière qui est choisie dans un groupe prédéfini ;

- [0016] - dans son étape, le rapport de démultiplication corrigé peut être inférieur à un seuil qui est égal à un pourcentage choisi d'un rapport entre l'angle de rotation mesuré et l'angle de braquage mesuré ;
- [0017] - en présence de la dernière option, dans son étape, le pourcentage peut être fixe ou variable ;
- [0018] - dans son étape, on peut remplacer immédiatement la consigne d'angle de braquage par une valeur qui est représentative de l'angle de braquage mesuré ou le rapport de démultiplication choisi par un rapport de démultiplication corrigé qui est égal à l'angle de rotation mesuré divisé par l'angle de braquage mesuré ;
- [0019] - en variante, dans son étape, on peut remplacer progressivement la consigne d'angle de braquage par des valeurs successives qui tendent vers l'angle de braquage mesuré ou le rapport de démultiplication choisi par des rapports de démultiplication corrigés qui tendent vers l'angle de rotation mesuré divisé par l'angle de braquage mesuré.
- [0020] L'invention propose également un produit programme d'ordinateur comprenant un jeu d'instructions qui, lorsqu'il est exécuté par des moyens de traitement, est propre à mettre en œuvre un procédé de contrôle du type de celui présenté ci-avant dans un véhicule terrestre comprenant une direction pilotée comportant un volant de direction ayant un angle de rotation mesurable, et des roues ayant un angle de braquage mesurable et variable par action d'un moteur électrique, pour contrôler cet angle de braquage des roues.
- [0021] L'invention propose également un dispositif de contrôle, d'une part, destiné à faire partie d'un véhicule terrestre comprenant une direction pilotée comportant un volant de direction ayant un angle de rotation mesurable, et des roues ayant un angle de braquage mesurable et variable par action d'un moteur électrique, et, d'autre part, comprenant au moins un processeur et au moins une mémoire agencés pour effectuer les opérations consistant à faire converger l'angle de braquage vers une consigne d'angle de braquage qui est égale à l'angle de rotation mesuré divisé par un rapport de démultiplication choisi.
- [0022] Ce dispositif de contrôle se caractérise par le fait que ses processeur et mémoire sont aussi agencés pour effectuer les opérations consistant, lorsqu'au moins un paramètre de fonctionnement choisi du véhicule satisfait une condition associée choisie, à remplacer

la consigne d'angle de braquage par une valeur qui est représentative de l'angle de braquage mesuré ou le rapport de démultiplication choisi par un rapport de démultiplication corrigé qui est égal à l'angle de rotation mesuré divisé par l'angle de braquage mesuré.

[0023] L'invention propose également un véhicule terrestre, éventuellement de type automobile, et comprenant, d'une part, une direction pilotée comportant un volant de direction ayant un angle de rotation mesurable, et des roues ayant un angle de braquage mesurable et variable par action d'un moteur électrique, et, d'autre part, un dispositif de contrôle du type de celui présenté ci-avant.

[0024] Par exemple, la direction pilotée peut être de type dit à commande électrique (ou steer-by-wire).

Brève description des figures

[0025] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés, sur lesquels :

[0026] [Fig.1] illustre schématiquement et fonctionnellement un exemple de réalisation d'un véhicule terrestre comprenant une direction pilotée comportant un calculateur de direction, et un dispositif de contrôle selon l'invention,

[0027] [Fig.2] illustre schématiquement et fonctionnellement un exemple de réalisation d'un calculateur de direction comprenant un exemple de réalisation d'un dispositif de contrôle selon l'invention,

[0028] [Fig.3] illustre schématiquement un exemple d'algorithme mettant en œuvre un procédé de contrôle selon l'invention, et

[0029] [Fig.4] illustre schématiquement au sein d'un premier diagramme un exemple d'évolutions temporelles d'un angle de rotation du volant de direction, de la consigne d'angle de braquage et de l'angle de braquage mesuré en présence d'une variation temporelle du rapport de démultiplication imposée par le dispositif de contrôle selon l'invention et illustrée dans un second diagramme placé sous le premier diagramme.

Description détaillée de l'invention

[0030] L'invention a notamment pour but de proposer un procédé de contrôle, et un dispositif de contrôle DC associé, destinés à permettre un contrôle dynamique de l'angle de braquage des roues RV d'un véhicule terrestre V à direction pilotée.

[0031] Dans ce qui suit, on considère, à titre d'exemple non limitatif, que le véhicule terrestre V est de type automobile. Il s'agit par exemple d'une voiture, comme illustré sur la [Fig.1]. Mais l'invention n'est pas limitée à ce type de véhicule terrestre. Elle concerne en effet tout type de véhicule terrestre comprenant des roues contrôlées par une direction pilotée. Ainsi, elle concerne par exemple les véhicules utilitaires, camping-cars, minibus, cars, camions, engins de voirie, engins de chantier, engins

agricoles, engins de loisir (motoneige, kart), et engins à chenille(s).

- [0032] Par ailleurs, on considère dans ce qui suit, à titre d'exemple non limitatif, que le véhicule (terrestre) V comprend une chaîne de transmission à groupe motopropulseur (ou GMP) de type tout électrique (et donc dont la motricité est assurée exclusivement par au moins une machine motrice électrique). Mais le GMP pourrait être de type hybride (thermique et électrique) ou purement thermique, par exemple.
- [0033] On a schématiquement représenté sur la [Fig.1] un véhicule (terrestre) V comprenant des roues RV (ici avant) dont l'angle de braquage abm est contrôlé par une direction pilotée comprenant un volant de direction VD dont l'angle de rotation arm est contrôlé par un conducteur et mesurable par au moins un premier capteur C1. On notera que l'angle de braquage abm en cours est mesurable par au moins un second capteur C2.
- [0034] On considère dans ce qui suit, à titre d'exemple non limitatif, que la direction pilotée est à commande électrique (ou steer-by-wire). Elle comprend donc aussi un calculateur de direction CD, un premier moteur électrique M1 associé à un premier actionneur couplé à une crémaillère (par exemple à simple ou double pignon comme dans une direction assistée électrique) CR, et un second moteur électrique M2 associé à un second actionneur couplé au volant de direction VD afin de fournir un retour d'effort au conducteur. Le calculateur de direction CD est couplé aux premier C1 et second C2 capteurs afin de recevoir les angles de rotation arm et angles de braquage abm qu'ils mesurent respectivement, par exemple périodiquement, et aux premier M1 et second M2 moteurs électriques afin de leur transmettre respectivement des consignes d'angle de braquage cab et des consignes de couple de retour d'effort.
- [0035] Mais l'invention n'est pas limitée aux directions pilotées à commande électrique. Elle concerne en effet tout type de direction pilotée dans laquelle le rapport de démultiplication rd (défini par l'angle de rotation arm du volant de direction VD divisé par l'angle de braquage abm des roues RV) est variable. Ainsi, elle concerne aussi, par exemple, les directions pilotées actives (« Active Front Steering (ou AFS) »).
- [0036] Comme évoqué plus haut, l'invention propose notamment un procédé de contrôle destiné à permettre un contrôle dynamique de l'angle de braquage abm des roues RV du véhicule V.
- [0037] Ce procédé (de contrôle) peut être mis en œuvre au moins partiellement par le dispositif de contrôle DC (illustré au moins partiellement sur les figures 1 et 2) qui comprend à cet effet au moins un processeur PR1, par exemple de signal numérique (ou DSP (« Digital Signal Processor »)), et au moins une mémoire MD. Ce dispositif de contrôle DC peut donc être réalisé sous la forme d'une combinaison de circuits ou composants électriques ou électroniques (ou « hardware ») et de modules logiciels (ou « software »). A titre d'exemple, il peut s'agir d'un microcontrôleur.
- [0038] La mémoire MD est vive afin de stocker des instructions pour la mise en œuvre par

le processeur PR1 d'une partie au moins du procédé de contrôle. Le processeur PR1 peut comprendre des circuits intégrés (ou imprimés), ou bien plusieurs circuits intégrés (ou imprimés) reliés par des connections filaires ou non filaires. On entend par circuit intégré (ou imprimé) tout type de dispositif apte à effectuer au moins une opération électrique ou électronique.

- [0039] Dans l'exemple illustré non limitativement sur les figures 1 et 2, le dispositif de contrôle DC fait partie du calculateur de direction CD. Mais cela n'est pas obligatoire. En effet, le dispositif de contrôle DC pourrait comprendre son propre calculateur dédié, lequel est alors couplé au calculateur de direction CD, ou bien pourrait faire partie d'un autre calculateur embarqué assurant au moins une autre fonction dans le véhicule V (comme par exemple le calculateur de supervision chargé de superviser la chaîne de transmission du véhicule V (qui comprend le GMP)).
- [0040] Comme illustré non limitativement sur la [Fig.3], le procédé (de contrôle), selon l'invention, comprend une étape 10-20 qui est mise en œuvre lorsque le véhicule V est en fonctionnement.
- [0041] L'étape 10-20 du procédé comprend une sous-étape 10 dans laquelle on (le dispositif de contrôle DC) fait converger l'angle de braquage des roues RD vers une consigne d'angle de braquage cab qui est égale à l'angle de rotation mesuré arm divisé par un rapport de démultiplication rd choisi (soit $cab = arm/rd$).
- [0042] Dans cette sous-étape 10, on détermine également si au moins un paramètre de fonctionnement choisi du véhicule V satisfait une condition associée choisie. Dans la négative, on poursuit la convergence en réutilisant le rapport de démultiplication rd choisi. En revanche, dans l'affirmative, et donc lorsqu'au moins un paramètre de fonctionnement choisi du véhicule V satisfait la condition associée choisie, on (le dispositif de contrôle DC) remplace, dans une sous-étape 20 de l'étape 10-20, soit la consigne d'angle de braquage cab par une valeur qui est représentative de l'angle de braquage mesuré abm , soit le rapport de démultiplication rd choisi par un rapport de démultiplication corrigé rdc qui est égal à l'angle de rotation mesuré arm divisé par l'angle de braquage mesuré abm . L'angle de braquage mesuré abm est l'angle de braquage effectif résultant de l'action du premier moteur électrique M1 en présence d'une consigne d'angle de braquage cab issue du calculateur de direction CD.
- [0043] On comprendra donc qu'il peut y avoir deux mises en œuvre de l'invention, l'une dans laquelle c'est la consigne d'angle de braquage cab qui est remplacée, l'autre dans laquelle c'est le rapport de démultiplication rd choisi qui est remplacé, ce qui est équivalent du fait de la relation $cab = arm/rd$.
- [0044] Ainsi, pour ne pas subir un retard entre la rotation du volant de direction VD et le braquage des roues RV, on augmente le rapport de démultiplication rd lorsque l'on craint (ou lorsque l'on détecte) que le premier moteur électrique M1 n'est plus capable

de suivre les sollicitations définies par les consignes d'angle de braquage cab. On comprendra en effet qu'en augmentant temporairement le rapport de démultiplication r_d , on réduit la consigne d'angle de braquage cab et donc le premier moteur électrique M1 peut de nouveau suivre la consigne d'angle de braquage cab réduite sans retard (ou au minimum avec un retard sensiblement plus petit).

- [0045] Par exemple, dans l'étape 10-20 le (chaque) paramètre de fonctionnement peut être choisi parmi une rotation du volant de direction VD, un écart entre la consigne d'angle de braquage cab et l'angle de braquage mesuré abm, le sens de rotation du volant de direction VD (vers la droite ou la gauche), la vitesse en cours du véhicule V, et l'angle de rotation mesuré arm du volant de direction VD. Il est important de noter qu'un ou plusieurs paramètres de fonctionnement peuvent être surveillés en parallèle. Cela dépend de l'implémentation du dispositif de contrôle DC dans le véhicule V.
- [0046] Lorsqu'un paramètre de fonctionnement choisi est la rotation du volant de direction VD, la condition associée est satisfaite en cas d'arrêt de la rotation du volant de direction VD.
- [0047] Lorsqu'un paramètre de fonctionnement choisi est l'écart entre la consigne d'angle de braquage cab et l'angle de braquage mesuré abm, la condition associée est satisfaite lorsque cet écart est supérieur à un seuil choisi.
- [0048] Lorsqu'un paramètre de fonctionnement choisi est le sens de rotation du volant de direction VD, la condition associée est satisfaite lorsque le sens de rotation du volant de direction VD est opposé à un sens de braquage des roues RV.
- [0049] Lorsqu'un paramètre de fonctionnement choisi est la vitesse en cours du véhicule V, la condition associée est satisfaite lorsque cette vitesse a une valeur particulière qui est choisie dans un groupe prédéfini. Par exemple, ce groupe peut comprendre toutes les vitesses qui sont inférieures à un seuil choisi.
- [0050] Lorsqu'un paramètre de fonctionnement choisi est l'angle de rotation mesuré arm du volant de direction VD, la condition associée est satisfaite lorsque l'angle de rotation mesuré arm a une valeur particulière qui est choisie dans un groupe prédéfini. Par exemple, ce groupe peut comprendre toutes les vitesses qui sont supérieures à un seuil choisi.
- [0051] Egalement par exemple, dans l'étape 10-20 le rapport de démultiplication corrigé r_{dc} peut être inférieur à un seuil qui est égal à un pourcentage choisi d'un rapport entre l'angle de rotation mesuré arm et l'angle de braquage mesuré abm. Une telle option permet d'introduire une limitation de la correction du rapport de démultiplication destinée à éviter qu'il ne soit trop important et donc qu'il empêche le véhicule V d'effectuer la manœuvre en cours souhaitée par le conducteur. On notera que le pourcentage peut être fixe (et donc prédéfini) ou bien variable (et dans ce cas il peut, par exemple, diminuer lorsque le rapport arm/abm augmente).

- [0052] Egalement par exemple, dans l'étape 10-20 on (le dispositif de contrôle DC) peut remplacer immédiatement soit la consigne d'angle de braquage cab par une valeur qui est représentative de l'angle de braquage mesuré abm, soit le rapport de démultiplication rd choisi par un rapport de démultiplication corrigé rdc qui est égal à l'angle de rotation mesuré arm divisé par l'angle de braquage mesuré abm.
- [0053] Mais dans une variante de réalisation, dans l'étape 10-20 on (le dispositif de contrôle DC) peut remplacer progressivement soit la consigne d'angle de braquage cab par des valeurs successives qui tendent vers l'angle de braquage mesuré abm, soit le rapport de démultiplication rd choisi par des rapports de démultiplication corrigés rdc qui tendent vers l'angle de rotation mesuré arm divisé par l'angle de braquage mesuré abm. Cette variante de réalisation est destinée à rendre la variation de la consigne d'angle de braquage cab la moins perceptible possible pour le conducteur.
- [0054] On a schématiquement illustré sur la [Fig.4], au sein d'un premier diagramme, un exemple d'évolutions temporelles (t) d'un angle de rotation arm du volant de direction VD, de la consigne d'angle de braquage cab et de l'angle de braquage mesuré abm en présence d'une variation temporelle (t) du rapport de démultiplication rd imposée par le dispositif de contrôle DC et illustrée dans un second diagramme placé sous le premier diagramme.
- [0055] Dans ces diagrammes, entre les instants t0 et t1 le conducteur n'agit pas sur le volant de direction VD et donc l'angle de rotation arm, la consigne d'angle de braquage cab et l'angle de braquage mesuré abm sont tous nuls.
- [0056] Entre les instants t1 et t2 le conducteur tourne vivement le volant de direction VD vers la gauche. La consigne d'angle de braquage cab (déterminée par le calculateur de direction CD) suit la volonté du conducteur définie par l'angle de rotation mesuré arm, avec un rapport de démultiplication rd qui est ici initialement choisi égal à 4 compte tenu de la vitesse du véhicule V en cours. On comprendra qu'un rapport de démultiplication rd égal à 4 signifie qu'à 4 degrés d'angle de rotation du volant de direction VD correspond 1 degré d'angle de braquage des roues RV.
- [0057] Le premier moteur électrique M1 provoque un braquage des roues RV à la vitesse maximale qu'il est capable d'atteindre, inférieur à la consigne d'angle de braquage cab. Un écart entre la consigne d'angle de braquage cab et le braquage effectif des roues RV survient, mais le conducteur ne perçoit pas nécessairement cet écart car le volant de direction VD et les roues RV tournent en même temps et dans le même sens.
- [0058] Entre les instants t2 et t3 le conducteur cesse de tourner le volant de direction VD. On considère ici qu'un paramètre de fonctionnement choisi est la rotation du volant de direction VD, et donc la condition associée à ce paramètre de fonctionnement est satisfaite car la rotation du volant de direction VD est interrompue. Le dispositif de contrôle DC décide alors, par exemple, de remplacer, dans la sous-étape 20 de l'étape

10-20, le rapport de démultiplication rd (ici égal à 4) par un rapport de démultiplication corrigé rdc qui est égal à l'angle de rotation mesuré arm divisé par l'angle de braquage mesuré abm (soit $rdc = arm/abm$). Par exemple, ce rapport de démultiplication corrigé rdc est ici égal à 11,2. La consigne d'angle de braquage cab (fournie au premier moteur électrique M1) prend alors immédiatement la valeur de l'angle de braquage mesuré abm , et donc le braquage des roues RV est immédiatement arrêté.

- [0059] Entre les instants $t3$ et $t4$, le conducteur tourne vivement le volant de direction VD vers la droite. La consigne d'angle de braquage cab (fournie au premier moteur électrique M1) suit la volonté du conducteur définie par l'angle de rotation mesuré arm , avec un rapport de démultiplication corrigé rdc qui est ici égal à 11,2. Le premier moteur électrique M1 provoque un braquage des roues RV à la vitesse maximale qu'il est capable d'atteindre, légèrement inférieur à la consigne d'angle de braquage cab . Un léger écart entre la consigne d'angle de braquage cab et le braquage effectif des roues RV survient.
- [0060] A l'instant $t4$, le conducteur arrête de tourner le volant de direction VD lorsque son angle de rotation arm redevient égal à 0° . La consigne d'angle de braquage cab devient alors aussi égale à 0° . Le premier moteur électrique M1 continue de provoquer un braquage des roues RV pour que l'angle de braquage mesuré abm rejoigne (ou converge vers) la consigne d'angle de braquage cab , alors que le conducteur a arrêté de tourner le volant de direction VD. Il y a alors un très léger retard, mais il est imperceptible par le conducteur.
- [0061] Le dispositif de contrôle DC s'aperçoit que la condition associée à un autre paramètre de fonctionnement choisi qu'est l'écart entre la consigne d'angle de braquage cab et l'angle de braquage mesuré abm n'est plus satisfaite (car l'écart est inférieur au seuil choisi). Par conséquent, le dispositif de contrôle DC cesse d'utiliser le rapport de démultiplication corrigé rdc (égal à 11,2) et utilise à la place, de nouveau, le rapport de démultiplication rd initialement égal à 4. Ce nouveau remplacement peut se faire instantanément lorsque l'angle de rotation arm est égal à 0° , car cela n'engendre pas de saut dans la consigne d'angle de braquage cab .
- [0062] On notera, comme illustré non limitativement sur la [Fig.2], que le calculateur de direction CD (ou le calculateur du dispositif de contrôle DC) peut aussi comprendre une mémoire de masse MM1, notamment pour stocker les angles de rotation mesurés arm , les angles de braquage mesurés et la vitesse en cours du véhicule V, ainsi que d'éventuelles données intermédiaires intervenant dans tous ses calculs et traitements. Par ailleurs, ce calculateur de direction CD (ou le calculateur du dispositif de contrôle DC) peut aussi comprendre une interface d'entrée IE pour la réception d'au moins les angles de rotation mesurés arm , les angles de braquage mesurés et la vitesse en cours du véhicule V pour les utiliser dans des calculs ou traitements, éventuellement après

les avoir mis en forme et/ou démodulés et/ou amplifiés, de façon connue en soi, au moyen d'un processeur de signal numérique PR2. De plus, ce calculateur de direction CD (ou le calculateur du dispositif de contrôle DC) peut aussi comprendre une interface de sortie IS, notamment pour délivrer un message (ou ordre) contenant chaque consigne d'angle de braquage cab déterminée.

[0063] On notera également que l'invention propose aussi un produit programme d'ordinateur (ou programme informatique) comprenant un jeu d'instructions qui, lorsqu'il est exécuté par des moyens de traitement de type circuits électroniques (ou hardware), comme par exemple le processeur PR1, est propre à mettre en œuvre le procédé de contrôle décrit ci-avant pour contrôler dans le véhicule V l'angle de braquage abm des roues RV.

[0064] L'invention permet de ne pas avoir de diversité entre un premier moteur électrique (couplé à la crémaillère) classique et un premier moteur électrique assurant une démultiplication variable. En outre, elle permet également d'utiliser le calculateur de direction pour contrôler la trajectoire et la dynamique latérale du véhicule V, à la place d'un dispositif de contrôle de trajectoire de type ESP/ABS (ESP : « Electronic Stability Program »), ABS : « Anti-Blocking System »)). De plus, l'invention est peu onéreuse et non encombrante car elle ne nécessite pas l'ajout d'un équipement particulier.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de contrôle pour un véhicule terrestre (V) comprenant une direction pilotée comportant un volant de direction (VD) ayant un angle de rotation mesurable, et des roues (RV) ayant un angle de braquage mesurable et variable par action d'un moteur électrique (M1), ledit procédé comprenant une étape (10-20) dans laquelle on fait converger ledit angle de braquage vers une consigne d'angle de braquage égale audit angle de rotation mesuré divisé par un rapport de démultiplication choisi, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-20), lorsqu'au moins un paramètre de fonctionnement choisi dudit véhicule (V) satisfait une condition associée choisie, on remplace ladite consigne d'angle de braquage par une valeur représentative dudit angle de braquage mesuré ou ledit rapport de démultiplication choisi par un rapport de démultiplication corrigé égal audit angle de rotation mesuré divisé par ledit angle de braquage mesuré.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-20) chaque paramètre de fonctionnement est choisi parmi i) une rotation dudit volant de direction (VD), ladite condition associée étant satisfaite en cas d'arrêt de ladite rotation du volant de direction (VD), ii) un écart entre ladite consigne d'angle de braquage et ledit angle de braquage mesuré, ladite condition associée étant satisfaite lorsque ledit écart est supérieur à un seuil choisi, iii) un sens de rotation dudit volant de direction (VD), ladite condition associée étant satisfaite lorsque ledit sens de rotation du volant de direction (VD) est opposé à un sens de braquage desdites roues (RV), iv) une vitesse en cours dudit véhicule (V), ladite condition associée étant satisfaite lorsque ladite vitesse a une valeur particulière choisie dans un groupe prédéfini, et v) ledit angle de rotation mesuré du volant de direction (VD), ladite condition associée étant satisfaite lorsque ledit angle de rotation mesuré a une valeur particulière choisie dans un groupe prédéfini.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-20) ledit rapport de démultiplication corrigé est inférieur à un seuil égal à un pourcentage choisi d'un rapport entre ledit angle de rotation mesuré et ledit angle de braquage mesuré.
- [Revendication 4] Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-20) ledit pourcentage est fixe ou variable.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que dans

ladite étape (10-20) on remplace immédiatement ladite consigne d'angle de braquage par une valeur représentative dudit angle de braquage mesuré ou ledit rapport de démultiplication choisi par un rapport de démultiplication corrigé égal audit angle de rotation mesuré divisé par ledit angle de braquage mesuré.

[Revendication 6]

Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que dans ladite étape (10-20) on remplace progressivement ladite consigne d'angle de braquage par des valeurs successives tendant vers ledit angle de braquage mesuré ou ledit rapport de démultiplication choisi par des rapports de démultiplication corrigés tendant vers ledit angle de rotation mesuré divisé par ledit angle de braquage mesuré.

[Revendication 7]

Produit programme d'ordinateur comprenant un jeu d'instructions qui, lorsqu'il est exécuté par des moyens de traitement, est propre à mettre en œuvre le procédé de contrôle selon l'une des revendications 1 à 6, dans un véhicule terrestre (V) comprenant une direction pilotée comportant un volant de direction (VD) ayant un angle de rotation mesurable, et des roues (RV) ayant un angle de braquage mesurable et variable par action d'un moteur électrique (M1), pour contrôler ledit angle de braquage des roues (RV).

[Revendication 8]

Dispositif de contrôle (DC) pour un véhicule terrestre (V) comprenant une direction pilotée comportant un volant de direction (VD) ayant un angle de rotation mesurable, et des roues (RV) ayant un angle de braquage mesurable et variable par action d'un moteur électrique (M1), ledit dispositif de contrôle (DC) comprenant au moins un processeur (PR1) et au moins une mémoire (MD) agencés pour effectuer les opérations consistant à faire converger ledit angle de braquage vers une consigne d'angle de braquage égale audit angle de rotation mesuré divisé par un rapport de démultiplication choisi, caractérisé en ce que lesdits processeur (PR1) et mémoire (MD) sont en outre agencés pour effectuer les opérations consistant, lorsqu'au moins un paramètre de fonctionnement choisi dudit véhicule (V) satisfait une condition associée choisie, à remplacer ladite consigne d'angle de braquage par une valeur représentative dudit angle de braquage mesuré ou ledit rapport de démultiplication choisi par un rapport de démultiplication corrigé égal audit angle de rotation mesuré divisé par ledit angle de braquage mesuré.

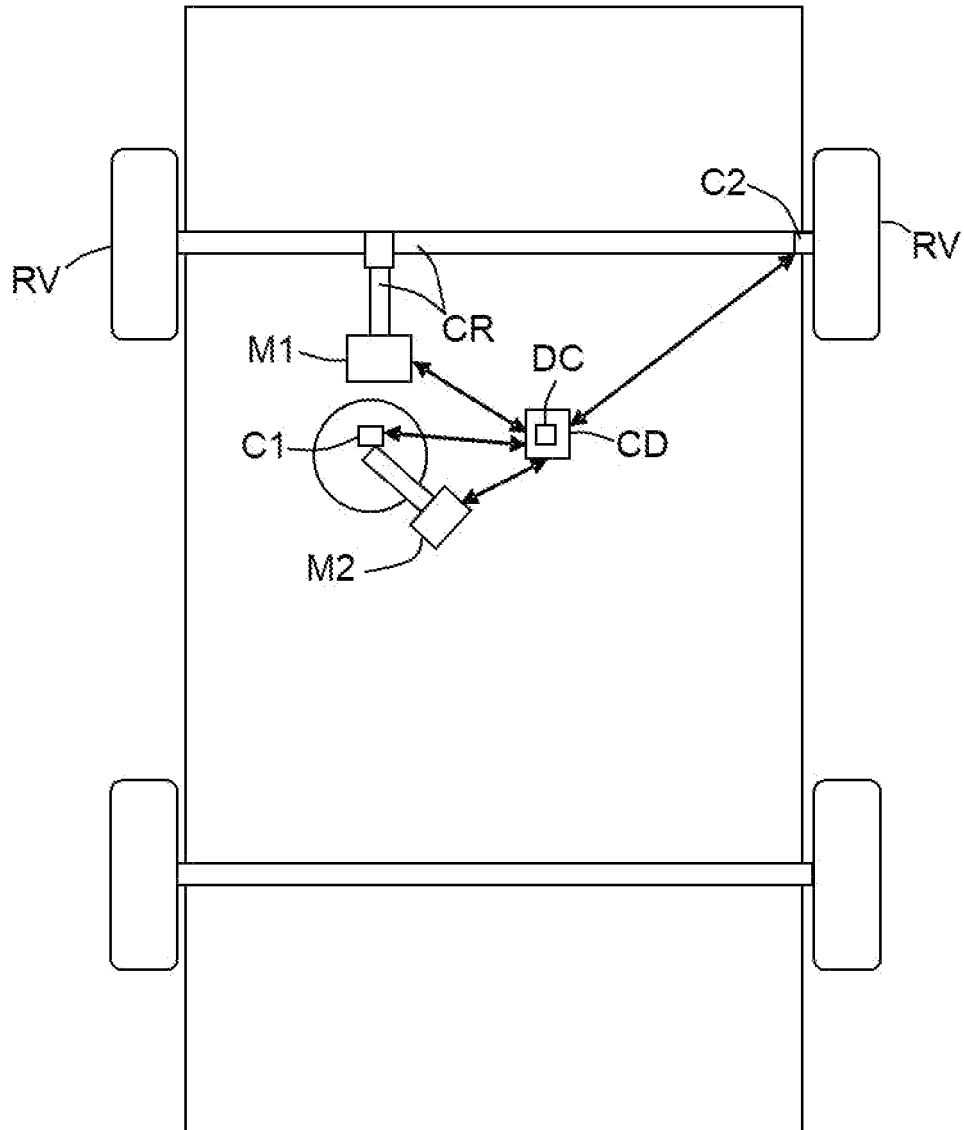
[Revendication 9]

Véhicule terrestre (V) comprenant une direction pilotée comportant un volant de direction (VD) ayant un angle de rotation mesurable, et des

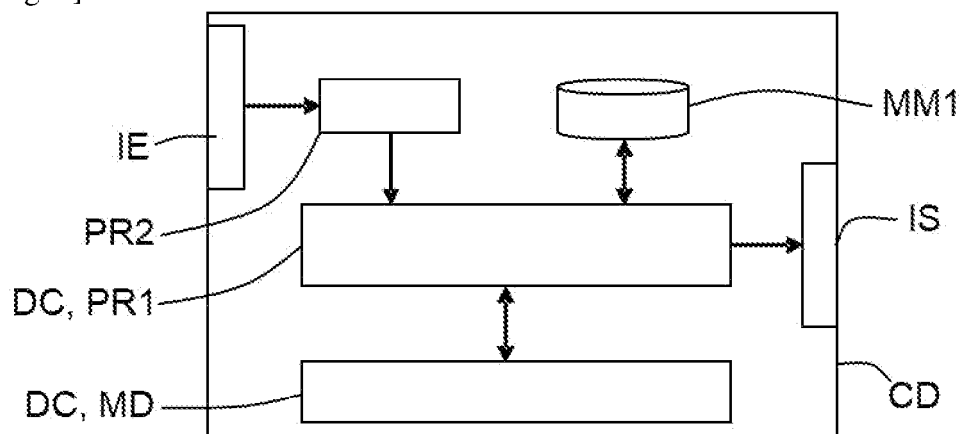
roues (RV) ayant un angle de braquage mesurable et variable par action d'un moteur électrique (M1), caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif de contrôle (DC) selon la revendication 8.

[Revendication 10] Véhicule selon la revendication 9, caractérisé en ce que ladite direction pilotée est de type dit à commande électrique.

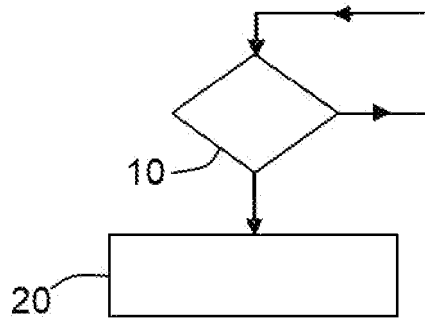
[Fig. 1]



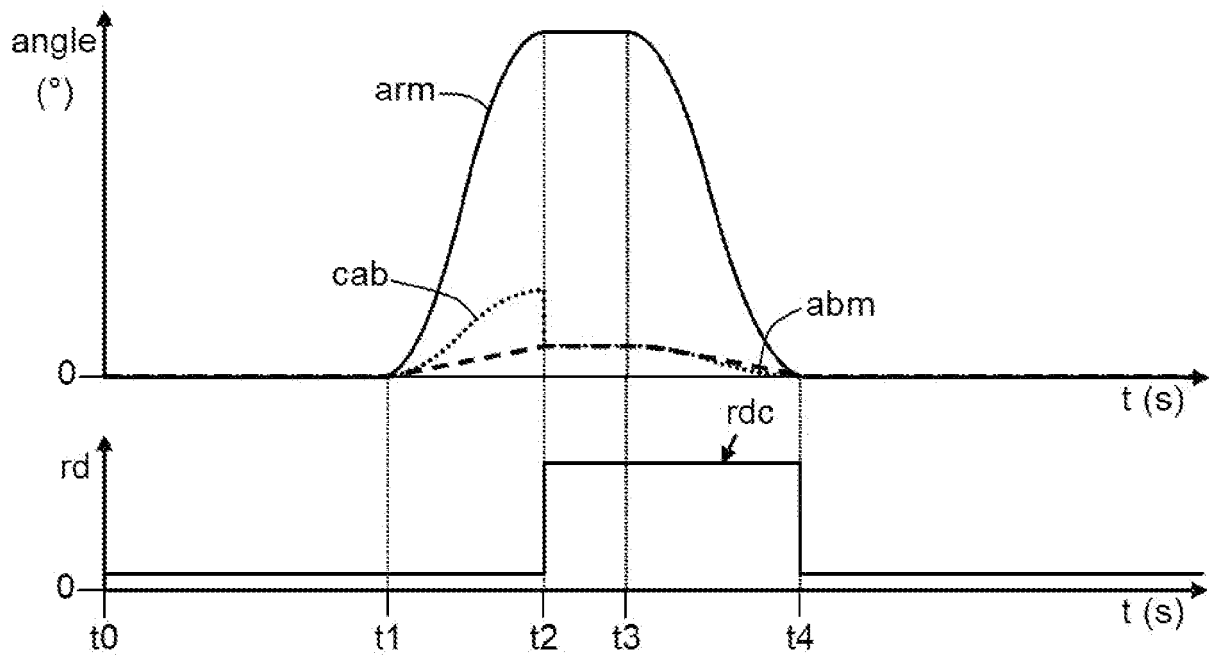
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 911573
FR 2211020

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 2006/047389 A1 (SUGITANI NOBUO [JP]) 2 mars 2006 (2006-03-02) * alinéas [0026] - [0021]; figures * -----	1, 2, 5-10	B62D6/00 B62D7/14 B62D101/00 B62D113/00
X	US 2022/315105 A1 (KURAGAKI SATORU [JP]) 6 octobre 2022 (2022-10-06) * alinéas [0031] - [0081]; figures 1-6 * -----	1, 3-10	B62D117/00
A	US 8 046 133 B2 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 25 octobre 2011 (2011-10-25) * colonne 2, ligne 57 - colonne 6, ligne 37; figures * -----	1, 2, 7-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B62D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
10 mai 2023		Kulozik, Ehrenfried	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
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		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	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2211020 FA 911573**

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 **10-05-2023**
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 2006047389 A1	02-03-2006	DE 102005034176 A1	09-03-2006
		JP 4421426 B2	24-02-2010
		JP 2006069259 A	16-03-2006
		US 2006047389 A1	02-03-2006

US 2022315105 A1	06-10-2022	CN 114401881 A	26-04-2022
		DE 112020004728 T5	15-06-2022
		JP 7169957 B2	11-11-2022
		JP 2021059139 A	15-04-2021
		US 2022315105 A1	06-10-2022
		WO 2021065714 A1	08-04-2021

US 8046133 B2	25-10-2011	EP 1958852 A1	20-08-2008
		JP 5095235 B2	12-12-2012
		JP 2008201167 A	04-09-2008
		US 2008201040 A1	21-08-2008
