

(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
17 novembre 2016 (17.11.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/181064 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B60T 8/172 (2006.01) *B60W 40/072* (2012.01)
B60W 40/064 (2012.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2016/051094

(22) Date de dépôt international :
10 mai 2016 (10.05.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1554356 13 mai 2015 (13.05.2015) FR

(71) Déposant : RENAULT S.A.S [FR/FR]; 13-15 quai Le Gallo, 92100 Boulogne-Billancourt (FR).

(72) Inventeurs : MARSILIA, Marco; 60 Boulevard de la République, 92100 Boulogne Billancourt (FR). CHANTREL, Cedric; 13 rue Jean Pigeon, 94220 Charenton Le Pont (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.

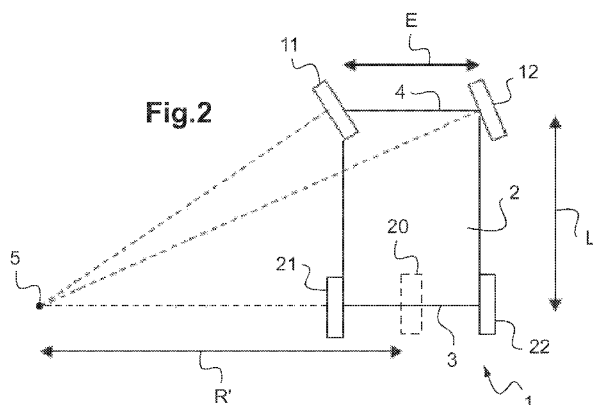
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,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

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : METHOD FOR DETECTING THE SKIDDING OF AT LEAST ONE MOTOR VEHICLE WHEEL

(54) Titre : PROCÉDÉ DE DÉTECTION DU GLISSEMENT D'AU MOINS UNE ROUE DE VÉHICULE AUTOMOBILE



(57) Abstract : The invention relates to a method for detecting the skidding of at least one wheel of a motor vehicle (1) on a road, said motor vehicle comprising: a front left wheel (11), a front right wheel (12), a rear left wheel (21) and a rear right wheel (22), and sensors suitable for measuring values of the rotational speeds of each of the four wheels. According to the invention, the detection method comprises: a step of processing the measured values in order to produce at least two processed values of the rotational speed corresponding to two values of the rotational speed of a virtual wheel (20) which is separate from the four wheels of the motor vehicle and which would run without skidding on the road, each processed value of the rotational speed being determined by considering that the four wheels run without skidding on the road; and a step of detecting the skidding of at least one of the four wheels by comparing said at least two processed values of the rotational speed.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2016/181064 A1



L'invention concerne un procédé de détection du glissement d'au moins une roue d'un véhicule automobile (1) sur une route, ledit véhicule automobile comportant: une roue avant gauche (11), une roue avant droite (12), une roue arrière gauche (21) et une roue arrière droite (22), et des capteurs adaptés à mesurer des valeurs des vitesses de rotation de chacune des quatre roues. Selon l'invention, le procédé de détection comporte : • - une étape de traitement des valeurs mesurées pour produire au moins deux valeurs traitées de vitesse de rotation correspondant à deux valeurs de la vitesse de rotation d'une roue virtuelle (20) qui serait distincte des quatre roues du véhicule automobile et qui roulerait sans glissement sur la route, chaque valeur traitée de vitesse de rotation étant déterminée en considérant que les quatre roues roulent sans glissement sur la route, et • - une étape de détection du glissement d'au moins une des quatre roues en fonction de la comparaison desdites au moins deux valeurs traitées de vitesse de rotation.

Procédé de détection du glissement d'au moins une roue de véhicule automobile

DOMAINE TECHNIQUE AUQUEL SE RAPPORTE L'INVENTION

La présente invention concerne de manière générale le domaine de la
5 sécurité automobile et du contrôle de la liaison entre le sol et les roues d'un
véhicule automobile.

Elle concerne plus particulièrement un procédé de détection du
glissement d'au moins une roue d'un véhicule automobile sur une route, ledit
véhicule automobile comportant :

- 10 - quatre roues, dont une roue avant gauche, une roue avant droite,
une roue arrière gauche et une roue arrière droite, et
- des capteurs adaptés à mesurer des valeurs des vitesses de rotation
de chacune desdites quatre roues.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

15 Lorsqu'une roue d'un véhicule automobile glisse sur le sol, la stabilité et
la motricité du véhicule automobile s'en trouvent affectées.

Il est alors connu de déterminer si l'une au moins des roues du véhicule
automobile glisse sur le sol, afin de corriger en conséquence le couple de freinage
ou le couple moteur exercé sur les roues du véhicule automobile.

20 On connaît notamment du document US 2009/005985 un procédé de
détection du glissement d'une roue de véhicule automobile utilisant un signal de
localisation fourni par exemple par un système GPS embarqué au sein dudit
véhicule.

Plus précisément, le document US 2009/005985 décrit un procédé de
25 détection selon lequel il est prévu une étape de comparaison entre la vitesse
d'avancement du véhicule fournie par le GPS et la vitesse d'avancement calculée
à partir des vitesses de rotation de chacune des roues.

Ce procédé présente l'inconvénient de nécessiter l'acquisition d'un signal
de type GPS, de sorte qu'il ne peut pas être mis en œuvre sur tous les types de
30 véhicules, notamment ceux qui ne sont pas équipés d'un système de
géolocalisation.

De plus, le procédé de détection décrit dans le
document US 2009/005985 s'avère peu fiable lors des virages du véhicule
automobile.

OBJET DE L'INVENTION

Afin de remédier aux inconvénients précités de l'état de la technique, la présente invention propose un procédé de détection pouvant être mis en œuvre sur tout type de véhicule et présentant une grande fiabilité de détection, notamment lors des virages.

Plus particulièrement, on propose selon l'invention un procédé de détection comportant :

- une étape de traitement desdites valeurs mesurées pour produire au moins deux valeurs traitées de vitesse de rotation correspondant à deux valeurs de la vitesse de rotation d'une roue virtuelle qui serait distincte des quatre roues du véhicule automobile et qui roulerait sans glissement sur ladite route, chaque valeur traitée de vitesse de rotation étant déterminée en considérant que lesdites quatre roues roulent sans glissement sur la route, et
- une étape de détection du glissement d'au moins une des quatre roues en fonction de la comparaison desdites au moins deux valeurs traitées de vitesse de rotation.

Pour mettre en œuvre le procédé de l'invention, seules sont nécessaires les vitesses de rotation des roues du véhicule automobile. Celles-ci sont acquises de manière standard par des capteurs équipant tous les véhicules automobiles. Ainsi, la mise en œuvre du procédé est peu coûteuse et ne nécessite pas le montage de capteurs supplémentaires.

Grâce à l'utilisation de valeurs traitées de vitesse de rotation correspondant à deux valeurs de la vitesse de rotation d'une roue virtuelle distincte des quatre roues du véhicule automobile, il est possible de détecter un glissement d'au moins une roue du véhicule lorsque les valeurs traitées s'écartent l'une de l'autre.

On entendra ici par « roue virtuelle » du véhicule automobile, une roue qui :

- a) en pratique n'existe pas sur le véhicule automobile ;
- b) si elle était montée sur ledit véhicule automobile de manière à venir au contact du sol, roulerait sans glissement, et sans changer le comportement des autres roues du véhicule automobile ; et
- c) préférentiellement, est située au centre de l'essieu arrière.

Comme cette roue virtuelle est attachée au véhicule automobile, le

procédé de détection selon l'invention s'avère très robuste dans les virages.

D'autres caractéristiques non limitatives et avantageuses du procédé de détection conforme à l'invention sont les suivantes :

- il est prévu, entre ladite étape de traitement et ladite étape de
5 détection, une étape de filtrage desdites au moins deux valeurs traitées de vitesse de rotation pour générer au moins deux valeurs filtrées de vitesse de rotation de ladite roue virtuelle au moyen d'un filtre passe-bas, dont la fréquence de coupure est prédéterminée, la détection dudit glissement de la roue étant réalisée en fonction desdites valeurs filtrées de vitesse de rotation ;
- 10 - lors de ladite étape de détection, on compare, d'une part, l'écart, en valeur absolue, entre la plus grande des valeurs traitées et la plus petite des valeurs traitées avec une valeur seuil de glissement prédéterminée, et on détecte, d'autre part, le glissement d'au moins une roue lorsque ledit écart est supérieur à ladite valeur seuil de glissement pendant une durée de détection supérieure à une
15 valeur de temporisation prédéterminée ;
- lors de ladite étape de détection, on compare, d'une part, l'écart, en valeur absolue, entre la plus grande des valeurs filtrées et la plus petite des valeurs filtrées avec une valeur seuil de glissement prédéterminée, et on détecte, d'autre part, le glissement d'au moins une roue lorsque ledit écart est supérieur à
20 ladite valeur seuil de glissement pendant une durée de détection supérieure à une valeur de temporisation prédéterminée ;
- ladite roue arrière gauche et ladite roue arrière droite étant portées par un essieu arrière dudit véhicule automobile, ladite roue virtuelle est considérée placée au centre dudit essieu arrière ;
- 25 - lors de ladite étape de traitement, on acquiert un rayon de virage du véhicule automobile, et chaque valeur traitée de vitesse de rotation de la roue virtuelle qui est déterminée à partir de la vitesse de rotation de la roue avant gauche ou à partir de la vitesse de rotation de la roue avant droite est déterminée en fonction d'un rayon de virage corrigé qui est égal :
- 30 - audit rayon de virage lorsque celui-ci est compris entre un rayon minimal de virage et un rayon maximal de virage prédéterminés,
- audit rayon minimal de virage lorsque ledit rayon de virage est inférieur au rayon minimal de virage, ou
- audit rayon maximal de virage lorsque ledit rayon de virage

est supérieur au rayon maximal de virage.

- ledit rayon minimal de virage et ledit rayon maximal de virage sont choisis en fonction d'un empattement dudit véhicule automobile ;

5 - ledit rayon de virage, noté ci-après R' , est calculé à partir desdites valeurs mesurées de vitesse de rotation des roues arrière, notées ci-après respectivement ω_{ARg} , ω_{ARd} , selon la relation : $R' = [(\omega_{ARg} + \omega_{ARd}) / (\omega_{ARg} - \omega_{ARd})] * (E/2)$, où E représente la distance entre les deux roues arrière du véhicule automobile ;

- ledit rayon de virage calculé est corrigé par un facteur correctif permettant de compenser la dérive des pneumatiques en virage ;

10 - ladite valeur seuil de glissement est déterminée en fonction du rayon de virage corrigé et/ou de la vitesse moyenne de rotation des deux roues arrière.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN EXEMPLE DE REALISATION

La description qui va suivre en regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et
15 comment elle peut être réalisée.

Sur les dessins annexés :

- la figure 1 est un diagramme-bloc représentant les différentes étapes du procédé de détection selon l'invention ;

20 - la figure 2 est une vue schématique d'un véhicule automobile avec ses quatre roues lors d'un virage à gauche ;

- la figure 3 représente des courbes de vitesse de rotation des roues du véhicule de la figure 2 telles que mesurées ;

- la figure 4 représente des courbes de vitesse de rotation de la roue virtuelle, après traitement et filtrage.

25 On a représenté sur la figure 2 une vue schématique d'un véhicule automobile 1 comprenant un châssis 2, un essieu arrière 3 et un essieu avant 4.

L'essieu arrière 3 porte ici deux roues arrière 21, 22 : une roue arrière gauche 21 et une roue arrière droite 22.

30 De la même manière, l'essieu avant 4 porte deux roues avant 11, 12 : une roue avant gauche 11 et une roue avant droite 12.

Dans l'exemple de véhicule représenté sur la figure 2, seules les deux roues avant 11, 12 sont motrices et directrices, et susceptibles de tourner vers la gauche (cas de la figure 2) ou vers la droite, de sorte que le véhicule automobile 1 amorce alors un virage à gauche ou à droite.

Les essieux avant et arrière 3, 4 présentent une longueur E (voir figure 2), autrement appelé « *voie du véhicule* », et correspondant à la distance séparant les roues avant 11, 12 entre elles et les roues arrière 21, 22 entre elles.

Les essieux 3, 4 du véhicule automobile 1 sont ici parallèles et séparés
5 d'une distance L, autrement appelé « *empattement* » du véhicule.

Les quatre roues 11, 12, 21, 22 du véhicule automobile 1 roulent sur une route (non représentée) présentant un profil plus ou moins accidenté.

Dans des conditions normales d'adhérence, les quatre roues 11, 12, 21, 22 roulent sans glissement sur la route, l'adhérence des pneumatiques étant
10 suffisante pour assurer une liaison correcte au sol du véhicule automobile 1.

Lorsque les conditions d'adhérence se dégradent, par exemple à cause d'une chaussée mouillée par la pluie, il peut se produire une perte d'adhérence, une ou plusieurs roues 11, 12, 21, 22 du véhicule automobile 1 pouvant alors glisser sur la route de sorte que la liaison au sol n'est plus assurée et que la tenue
15 de route est compromise.

Afin d'éviter ces situations dangereuses pour les occupants du véhicule automobile, on propose un procédé de détection du glissement d'au moins une roue 11, 12, 21, 22 du véhicule automobile 1.

Ce procédé de détection peut être simplement mis en œuvre en utilisant
20 les vitesses de rotation des quatre roues 11, 12, 21, 22 du véhicule automobile 1.

Le véhicule automobile 1 comprend à cet effet des capteurs (non représentés) placés à proximité de chacune des roues 11, 12, 21, 22 pour mesurer des valeurs des vitesses de rotation de chacune des quatre roues 11, 12, 21, 22.

C'est notamment à partir de ces valeurs mesurées que la vitesse linéaire du véhicule automobile 1 peut être déterminée.

Chaque capteur délivre un signal, généralement électrique, par exemple une tension, qui est représentatif de la valeur de la vitesse de rotation, exprimée en radians par seconde (rad/s) ou en tour par minute (tr/min), de la roue à laquelle
30 il est associé.

Pour la suite de la description, on utilisera les notations suivantes pour les différentes vitesses de rotation :

- ω_{AVg} : vitesse de rotation de la roue avant gauche 11 ;
- ω_{AVd} : vitesse de rotation de la roue avant droite 12 ;

- ω_{ARg} : vitesse de rotation de la roue arrière gauche 21 ; et
- ω_{ARd} : vitesse de rotation de la roue arrière droite 22.

De la même manière, chaque signal représentatif sera ainsi référencé (voir notamment figure 1) :

- 5 - référence 111 pour le signal représentatif de la valeur de la vitesse de rotation de la roue avant gauche 11 ;
- référence 112 pour le signal représentatif de la valeur de la vitesse de rotation de la roue avant droite 12 ;
- référence 121 pour le signal représentatif de la valeur de la vitesse
- 10 de rotation de la roue arrière gauche 21 ; et
- référence 122 pour le signal représentatif de la valeur de la vitesse de rotation de la roue arrière droite 22.

On va maintenant détailler en référence à la figure 1 un exemple de mise en œuvre du procédé de détection conforme à l'invention.

- 15 Selon une caractéristique particulièrement avantageuse de l'invention, le procédé de détection comporte :
- une étape de traitement qui est représentée par le bloc B1 sur la figure 1 ; et
- une étape de détection qui est représentée par le bloc B3 sur la
- 20 figure 1.

De manière avantageuse, il est ici prévu une étape intermédiaire de filtrage entre l'étape de traitement et l'étape de détection. Cette étape de filtrage est représentée par le bloc B2 sur la figure 1.

- Lors de l'étape de traitement (bloc B1), on exploite les valeurs
- 25 mesurées 111, 112, 121, 122 des vitesses de rotation ω_{AVg} , ω_{AVd} , ω_{ARg} , ω_{ARd} , pour générer au moins deux, ici trois, valeurs traitées 211, 212, 220 de vitesse de rotation.

- Selon l'invention, ces valeurs traitées 211, 212, 220 de vitesse de rotation correspondent à trois valeurs de la vitesse de rotation, notée
- 30 respectivement $\omega_{AVg\_traité}$, $\omega_{AVd\_traité}$, ω_{AR_moy} , que présenterait une roue virtuelle 20 (voir figure 2) du véhicule automobile 1 qui est distincte des quatre roues 11, 12, 21, 22 du véhicule automobile 1.

Chaque valeur traitée 211, 212, 220 de vitesse de rotation est déterminée de manière différente :

- soit à partir de la vitesse de rotation ω_{AVg} de la roue avant gauche 11 : ceci est ici le cas de la valeur traitée 211 correspondant à une vitesse de rotation $\omega_{AVg\_traité}$ de la roue virtuelle 20 ;

- soit à partir de la vitesse de rotation ω_{AVd} de la roue avant droite 12 :
5 ceci est ici le cas de la valeur traitée 212 correspondant à une vitesse de rotation $\omega_{AVd\_traité}$ de la roue virtuelle 20 ;

- soit à partir des vitesses de rotation ω_{ARg} , ω_{ARd} des roues arrière 21, 22 : ceci est ici le cas de la valeur traitée 220 correspondant à une vitesse de rotation ω_{AR_moy} de la roue virtuelle 20.

10 À chaque fois, la détermination précédente est effectuée en supposant que les roues 11, 12, 21, 22 du véhicule automobile 1 roulent sans glissement sur la route.

De manière préférée, et comme représentée sur la figure 2, lors de l'étape de traitement, on considère que la roue virtuelle 20 du véhicule
15 automobile 1 est placée au centre de l'essieu arrière 3.

Lorsque le véhicule automobile 1 amorce un virage (à gauche pour la figure 2), sa trajectoire suit une direction courbe dont on peut déterminer un centre instantané de rotation 5.

On définit alors, à partir du centre instantané de rotation 5, un rayon de
20 virage R' correspondant au rayon de courbure de la trajectoire suivie par la roue virtuelle 20.

Ce rayon de virage R' peut être mesuré facilement si le véhicule automobile 1 est équipé d'un capteur mesurant la vitesse de lacet ou l'angle volant du véhicule.

25 Cependant, avantageusement, le rayon de virage réel R' est ici calculé à partir des vitesses de rotation ω_{ARg} , ω_{ARd} des roues arrière 21, 22 mesurées selon la relation : $R' = [(\omega_{ARg} + \omega_{ARd})/(\omega_{ARg} - \omega_{ARd})]*(E/2)$.

De manière avantageuse, pour compenser la dérive des pneumatiques en virage, le rayon de virage R' calculé précédemment est corrigé par un facteur
30 correctif G , de sorte qu'on a la relation : $R' = [(\omega_{ARg} + \omega_{ARd})/(\omega_{ARg} - \omega_{ARd})]*(E/2)*G$.

La valeur de ce facteur correctif G est spécifique au type de véhicule et notamment à sa tendance sur- ou sous-vireuse.

Une valeur du facteur correctif G égale à 1 correspond à un véhicule « neutre » et dont la dérive des pneumatiques en virage est nulle.

Le facteur correctif G peut être réglé empiriquement à partir de la mesure des quatre vitesses de rotation des roues dans un virage stable, dans lequel on ne souhaite pas détecter le glissement normal des roues.

Lorsque le véhicule automobile 1 avance en ligne droite, (roues avant 11, 12 parallèles aux roues arrière 21, 22), ce rayon de virage R' prend des valeurs très élevées (car alors $\omega_{ARg} \approx \omega_{ARd}$), et dans le cas d'une trajectoire parfaitement rectiligne une valeur infinie.

On peut alors déterminer les valeurs traitées 211, 212, 220 de vitesse de rotation $\omega_{AVg\_traité}$, $\omega_{AVd\_traité}$, ω_{AR_moy} de la roue virtuelle 20 en fonction des vitesses de rotation ω_{AVg} , ω_{AVd} , ω_{ARg} , ω_{ARd} mesurées par les capteurs, de l'empattement L et de la voie E du véhicule automobile 1, grâce aux relations suivantes :

$$(A) \quad \begin{cases} \omega_{AVd\_traite} = \omega_{AVd} \frac{|R|}{\sqrt{\left(R + \frac{E}{2}\right)^2 + L^2}} \\ \omega_{AVg\_traite} = \omega_{AVg} \frac{|R|}{\sqrt{\left(R - \frac{E}{2}\right)^2 + L^2}} \\ \omega_{AR\_moy} = \left(\frac{\omega_{ARg} + \omega_{ARd}}{2} \right) \end{cases}$$

$$(B) \quad R = \min[R_{\max}, \max(R', R_{\min})]$$

15

Dans les relations précédentes, les valeurs traitées 211, 212, 220 de vitesse de rotation $\omega_{AVg\_traité}$, $\omega_{AVd\_traité}$ de la roue virtuelle 20 sont déterminées pour un rayon de virage corrigé R (voir relation (B) ci-dessus) qui est égal :

- au rayon de virage R' lorsque celui-ci est compris entre un rayon minimal de virage $R_{\min}$ et un rayon maximal de virage $R_{\max}$ prédéterminés ;
- au rayon minimal de virage $R_{\min}$ lorsque le rayon de virage R' est inférieur au rayon minimal de virage $R_{\min}$; et
- au rayon maximal de virage $R_{\max}$ lorsque ledit rayon de virage R' est supérieur au rayon maximal de virage $R_{\max}$.

De cette façon, même en ligne droite où le rayon de virage R' est théoriquement infini, on peut déterminer des valeurs traitées de vitesse de

rotation 211, 212, 220 à partir du rayon de virage corrigé R.

De manière avantageuse, le rayon minimal de virage $R_{\min}$ et le rayon maximal de virage $R_{\max}$ sont choisis et fixés préalablement à l'étape de traitement, en fonction de l'empattement L du véhicule automobile 1.

5 Par exemple, on choisit $R_{\min} = 0,5 \cdot L$ et $R_{\max} = 1000 \cdot L$.

La valeur traitée 220 de la vitesse de rotation ω_{AR_moy} de la roue virtuelle 20 déterminée à partir des vitesses de rotation ω_{ARg} , ω_{ARd} mesurées pour les roues arrière 21, 22 correspond ici simplement à la moyenne arithmétique des vitesses de rotation ω_{ARg} , ω_{ARd} mesurées pour les roues arrière 21, 22 du véhicule automobile 1, en considérant que les deux roues arrière 21, 22 roulent sans glissement.

Les trois relations (A) ci-dessus fournissent, aussi bien en ligne droite que lors d'un virage à droite ou à gauche, la vitesse de rotation qu'aurait la roue virtuelle 20 positionnée au centre de l'essieu arrière 3 du véhicule automobile 1.

15 Ces relations permettent de comprendre que, si les quatre roues 11, 12, 21, 22 roulent sans glisser anormalement sur le sol, alors les trois valeurs traitées 211, 212, 220 correspondent toutes à la même vitesse de la roue virtuelle 20.

Après l'étape de traitement, on peut avantageusement prévoir une étape de filtrage (voir bloc B2 de la figure 1) des valeurs traitées 211, 212, 220 des vitesses de rotation $\omega_{AVg\_traité}$, $\omega_{AVd\_traité}$, ω_{AR_moy} de la roue virtuelle 20 afin, d'une part, supprimer le bruit de mesure généré par les capteurs et, d'autre part, d'éliminer des fréquences non pertinentes pour la détection du glissement.

On notera qu'en variante, un filtrage aurait pu être appliqué aux valeurs mesurées de vitesses de rotation des quatre roues du véhicule automobile, avant leur traitement décrit précédemment.

De manière préférée, cette étape de filtrage comporte un filtrage de type passe-bas des valeurs traitées 211, 212, 220 de vitesse de rotation pour générer des valeurs filtrées 311, 312, 320 de vitesse de rotation correspondantes (voir figure 1), respectivement notées $\omega_{AVg\_tr\_filt}$, $\omega_{AVd\_tr\_filt}$, $\omega_{AR\_moy\_filt}$.

Ce filtrage passe-bas est caractérisé par sa fréquence de coupure f_c , exprimée en Hz, ou par sa pulsation de coupure ω_c , exprimée en rad/s.

Cette étape de filtrage, qui n'est pas essentielle dans le procédé de détection, permet néanmoins de supprimer les fréquences hautes, au-delà de la

fréquence de coupure f_c , du spectre de mesure, qui sont associées soit à du bruit de mesure, soit à des variations rapides des vitesses de rotation dues au profil de la route.

Lorsque l'étape de filtrage n'est pas mise en œuvre, l'étape de détection
 5 qui sera décrite ci-après est alors mise en œuvre directement en utilisant comme valeurs d'entrée du bloc B3 (cf. figure 1) les valeurs traitées 211, 212, 220 des vitesses de rotation $\omega_{AVg\_traité}$, $\omega_{AVd\_traité}$, ω_{AR_moy} .

L'étape de filtrage permet d'améliorer la fiabilité de détection du glissement d'une roue lors de l'étape de détection.

10 De manière simple, et en pratique suffisante, le filtrage passe-bas réalisé par le bloc B2 lors de l'étape de filtrage du procédé est un filtrage du premier ordre.

Dans une variante, on pourrait prévoir de réaliser un filtrage d'ordre supérieur, par exemple un filtrage passe-bas du deuxième ordre. Ceci permet
 15 alors d'améliorer la dynamique de filtrage.

Lors de l'étape de détection (voir bloc B3 de la figure 1), on effectue une comparaison des valeurs filtrées 311, 312, 320 de vitesse de rotation $\omega_{AVg\_tr\_filt}$, $\omega_{AVd\_tr\_filt}$, $\omega_{AR\_moy\_filt}$ produites à l'issue de l'étape de filtrage précédente et en fonction de cette comparaison, on délivre un signal 400 qui est un signal booléen
 20 qui vaut « 1 » si le glissement d'une roue est détectée et « 0 » sinon.

Dans un mode de réalisation préféré, lors de cette étape de détection, on compare l'écart ε , en valeur absolue, entre la plus grande des valeurs filtrées 311, 312, 320, et la plus petite des valeurs filtrées 311, 312, 320 avec une valeur seuil S_{gliss} prédéterminée de glissement. On a donc la relation suivante pour
 25 l'écart ε :

$$\varepsilon = |\max(\omega_{AVg\_tr\_filt}, \omega_{AVd\_tr\_filt}, \omega_{AR\_moy\_filt}) - \min(\omega_{AVg\_tr\_filt}, \omega_{AVd\_tr\_filt}, \omega_{AR\_moy\_filt})|.$$

Si cet écart ε est supérieur à la valeur seuil S_{gliss} prédéterminée de glissement pendant une durée de détection D supérieure à une valeur de temporisation Temp prédéterminée, alors le glissement d'au moins une roue est
 30 détecté et le signal 400 en sortie du bloc B3 est mis à « 1 ».

En d'autres termes, la logique du bloc B3 est la suivante :

- si $\varepsilon > S_{gliss}$ pendant $D > Temp$ alors glissement détecté ;
- sinon, aucun glissement détecté.

Grâce à cette logique, il est alors possible de détecter la dérive de l'une

des valeurs filtrées (ou traitées) par rapport aux autres.

La valeur seuil S_{gliss} prédéterminée de glissement est un paramètre de réglage du procédé de détection.

De manière avantageuse, la valeur seuil S_{gliss} varie en fonction du rayon de virage corrigé R (voir ci-dessus) et/ou de la vitesse moyenne de rotation $\omega_{\text{AR\_moy\_filt}}$ (ou de la vitesse moyenne de rotation $\omega_{\text{AR\_moy}}$ lorsqu'il n'y a pas de filtrage) des deux roues arrière 21, 22.

En particulier, lorsque le rayon de virage corrigé R diminue, on augmente la valeur seuil S_{gliss} de glissement de manière à compenser la dérive naturelle des pneumatiques du véhicule automobile 1.

De même, lorsque la valeur traitée de vitesse de rotation $\omega_{\text{AR\_moy}}$ ou la valeur filtrée de vitesse de rotation $\omega_{\text{AR\_moy\_filt}}$ augmente, on augmente la valeur seuil S_{gliss} car le glissement naturel des pneumatiques est plus important lorsque la vitesse du véhicule automobile 1 est élevée.

La valeur de temporisation Temp est quant à elle un paramètre de réglage constant du système. Elle permet d'améliorer la fiabilité de détection du glissement d'une roue 11, 12, 21, 22 du véhicule automobile 1. Il représente le temps de confirmation pour la détection du glissement d'une roue.

Lorsque l'écart ε déterminé précédemment indique, par comparaison avec la valeur seuil S_{gliss} de glissement, qu'un glissement de l'une des roues a lieu, il est alors possible de savoir quelle roue 11, 12, 21, 22 est en train de glisser en comparant les valeurs filtrées 311, 312, 320 (ou simplement traitées 211, 212, 220 en l'absence de filtrage) des vitesses de rotation $\omega_{\text{AVg\_tr\_filt}}$, $\omega_{\text{AVd\_tr\_filt}}$, $\omega_{\text{AR\_moy\_filt}}$ (ou $\omega_{\text{AVg\_traité}}$, $\omega_{\text{AVd\_traité}}$, $\omega_{\text{AR\_moy}}$) des roues 11, 12, 21, 22 les unes avec les autres.

Par exemple, si la valeur filtrée 311 de la vitesse de rotation $\omega_{\text{AVg\_tr\_filt}}$ de la roue avant gauche 11 est très différente des deux autres valeurs filtrées 312, 320, alors un glissement de la roue avant gauche 11 du véhicule automobile 1 est détectée grâce au procédé de détection.

On a représenté sur la figure 3 les signaux représentatifs 111, 112, 121, 122 des vitesses de rotation ω_{AVg} , ω_{AVd} , ω_{ARg} , ω_{ARd} mesurées par les capteurs au cours du temps, noté ici t et exprimé en secondes (s). On remarque que les valeurs de ces vitesses de rotation ω_{AVg} , ω_{AVd} , ω_{ARg} , ω_{ARd} varient et présentent des écarts entre elles plus ou moins importants au cours du temps t .

Comme représenté sur la figure 1, on procède selon le procédé de détection de l'invention à une étape de traitement (bloc B1 de la figure 1), et ici également à une étape de filtrage (bloc B2), de ces signaux représentatifs 111, 112, 121, 122 pour obtenir ici trois valeurs filtrées 311, 312, 320 de vitesse de rotation $\omega_{AVg\_tr\_filt}$, $\omega_{AVd\_tr\_filt}$, $\omega_{AR\_moy\_filt}$.

Les courbes obtenues pour ces valeurs filtrées 311, 312, 320 sont représentées sur la figure 4.

On observe sur cette courbe que les valeurs filtrées 311, 312, 320 sont très proches, voire *quasi* identiques, de sorte que lors de l'étape de traitement (bloc B3 de la figure 1) le signal 400 délivré est égal à « 0 » indiquant qu'aucun glissement n'est détecté pour le véhicule automobile 1.

La présente invention n'est nullement limitée au mode de réalisation décrit et représenté, mais l'homme du métier saura y apporter toute variante conforme à son esprit.

Par ailleurs, une fois que le glissement de l'une des roues est détecté grâce au procédé de détection, on peut mettre en œuvre des stratégies adaptées pour contrôler le couple moteur ou le freinage afin de pallier la perte d'adhérence de la roue du véhicule automobile dont on a détecté le glissement.

Par exemple, le couple moteur appliqué sur la roue glissante détectée peut être réduit afin d'assurer l'intégrité du différentiel et d'améliorer la motricité du véhicule automobile.

Enfin, le procédé de détection peut également être mis en œuvre pour détecter un dégonflage ou une usure anormale d'un pneumatique.

Pour cela, par rapport au cas de la détection d'un glissement, il faut régler la valeur seuil S_{gliss} de glissement à une valeur très inférieure et la durée de temporisation Temp à une valeur très supérieure aux valeurs utilisées pour la détection du glissement.

En effet, par rapport au glissement d'une roue, un dégonflage ou une usure anormale d'un pneumatique provoquent un écart ε beaucoup plus faible entre les trois valeurs filtrées $\omega_{AVg\_tr\_filt}$, $\omega_{AVd\_tr\_filt}$, $\omega_{AR\_moy\_filt}$.

Il convient donc de confirmer pendant une durée de temporisation Temp plus longue pour éviter les fausses détections.

De plus, un temps de confirmation long est justifié par le fait que le dégonflage ou l'usure d'un pneumatique ne compromettent pas instantanément la

stabilité, la motricité et/ou la distance de freinage du véhicule automobile et donc qu'une détection rapide n'est pas nécessaire.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de détection du glissement d'au moins une roue d'un véhicule automobile (1) sur une route, ledit véhicule automobile (1) comportant :

- 5 - quatre roues (11, 12, 21, 22), dont une roue avant gauche (11), une roue avant droite (12), une roue arrière gauche (21) et une roue arrière droite (22), et
- des capteurs adaptés à mesurer des valeurs (111, 112, 121, 122) des vitesses de rotation (ω_{AVg} , ω_{AVd} , ω_{ARg} , ω_{ARd}) de chacune desdites quatre
- 10 roues (11, 12, 21, 22),
- caractérisé en ce qu'il comporte :
- une étape de traitement (B1) desdites valeurs (111, 112, 121, 122) mesurées pour produire au moins deux valeurs traitées (211, 212, 220) de vitesse de rotation correspondant à deux valeurs de la vitesse de rotation ($\omega_{AVg\_traité}$,
- 15 $\omega_{AVd\_traité}$, ω_{AR_moy}) d'une roue virtuelle (20) qui serait distincte des quatre roues (11, 12, 21, 22) du véhicule automobile (1) et qui roulerait sans glissement sur ladite route, chaque valeur traitée (211, 212, 220) de vitesse de rotation étant déterminée en considérant que lesdites quatre roues (11, 12, 21, 22) roulent sans glissement sur la route, et
- 20 - une étape de détection (B3) du glissement d'au moins une des quatre roues (11, 12, 21, 22) en fonction de la comparaison desdites au moins deux valeurs traitées (211, 212, 220) de vitesse de rotation.

2. Procédé de détection selon la revendication 1, comportant, entre ladite étape de traitement (B1) et ladite étape de détection (B3), une étape de

25 filtrage (B2) desdites au moins deux valeurs traitées (211, 212, 220) de vitesse de rotation pour générer au moins deux valeurs filtrées (311, 312, 320) de vitesse de rotation ($\omega_{AVg\_tr\_filt}$, $\omega_{AVd\_tr\_filt}$, $\omega_{AR\_moy\_filt}$) de la dite roue virtuelle (20) au moyen d'un filtre passe-bas, dont la fréquence de coupure (f_c) est prédéterminée, la détection dudit glissement de la roue étant réalisée en fonction desdites valeurs

30 filtrées (311, 312, 320) de vitesse de rotation.

3. Procédé de détection selon la revendication 1, dans lequel, lors de ladite étape de détection (B3) :

- on compare, d'une part, l'écart (ϵ), en valeur absolue, entre la plus grande des valeurs traitées (211, 212, 220) et la plus petite des valeurs

traitées (211, 212, 220) avec, d'autre part, une valeur seuil (S_{gliss}) de glissement prédéterminée, et

- on détecte le glissement d'au moins une roue lorsque ledit écart (ϵ) est supérieur à ladite valeur seuil (S_{gliss}) de glissement pendant une durée de
5 détection (D) supérieure à une valeur de temporisation (Temp) prédéterminée.

4. Procédé de détection selon la revendication 2, dans lequel, lors de ladite étape de détection :

- on compare, d'une part, l'écart (ϵ), en valeur absolue, entre la plus grande des valeurs filtrées (311, 312, 320) et la plus petite des valeurs
10 filtrées (311, 312, 320) avec, d'autre part, une valeur seuil (S_{gliss}) de glissement prédéterminée, et

- on détecte le glissement d'au moins une roue lorsque ledit écart (ϵ) est supérieur à ladite valeur seuil (S_{gliss}) de glissement pendant une durée de détection (D) supérieure à une valeur de temporisation (Temp) prédéterminée.

- 15 5. Procédé de détection selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel, ladite roue arrière gauche (21) et ladite roue arrière droite (22) étant portées par un essieu arrière (3) dudit véhicule automobile (1), ladite roue virtuelle (20) est considérée placée au centre dudit essieu arrière (3).

- 20 6. Procédé de détection selon la revendication 5, dans lequel, lors de ladite étape de traitement (B1), on acquiert un rayon de virage (R') du véhicule automobile (1), et selon lequel chaque valeur traitée (211, 212) de vitesse de rotation ($\omega_{\text{AVg\_traité}}$, $\omega_{\text{AVd\_traité}}$) de la roue virtuelle (20) qui est déterminée à partir de la vitesse de rotation (ω_{AVg}) de la roue avant gauche (11) ou à partir de la vitesse de rotation (ω_{AVd}) de la roue avant droite (12) est déterminée en fonction d'un
25 rayon de virage corrigé (R) qui est égal :

- audit rayon de virage (R') lorsque celui-ci est compris entre un rayon minimal de virage (R_{min}) et un rayon maximal de virage (R_{max}) prédéterminés ;
- audit rayon minimal de virage (R_{min}) lorsque ledit rayon de virage (R') est inférieur au rayon minimal de virage (R_{min}) ; et
- 30 - audit rayon maximal de virage (R_{max}) lorsque ledit rayon de virage (R') est supérieur au rayon maximal de virage (R_{max}).

7. Procédé de détection selon la revendication 6, dans lequel ledit rayon minimal de virage (R_{min}) et ledit rayon maximal de virage (R_{max}) sont choisis en fonction d'un empattement (L) dudit véhicule automobile (1).

8. Procédé de détection selon l'une des revendications 5 et 6, selon lequel ledit rayon de virage (R') est calculé à partir desdites valeurs (121, 122) mesurées de vitesse de rotation (ω_{ARg} , ω_{ARd}) des roues arrière (21, 22) selon la relation : $R' = [(\omega_{ARg} + \omega_{ARd}) / (\omega_{ARg} - \omega_{ARd})] * (E/2)$, où E représente la distance entre les deux roues arrière (21, 22) du véhicule automobile (1).
9. Procédé de détection selon la revendication 8, dans lequel ledit rayon de virage (R') calculé est corrigé par un facteur correctif (G) permettant de compenser la dérive des pneumatiques en virage.
10. Procédé de détection selon la revendication 6 en dépendance de la revendication 3 ou 4, dans lequel, ladite valeur seuil (S_{gliss}) de glissement est déterminée en fonction du rayon de virage corrigé (R) et/ou de la vitesse moyenne de rotation (ω_{AR_moy}) des deux roues arrière (21, 22).

Fig. 1

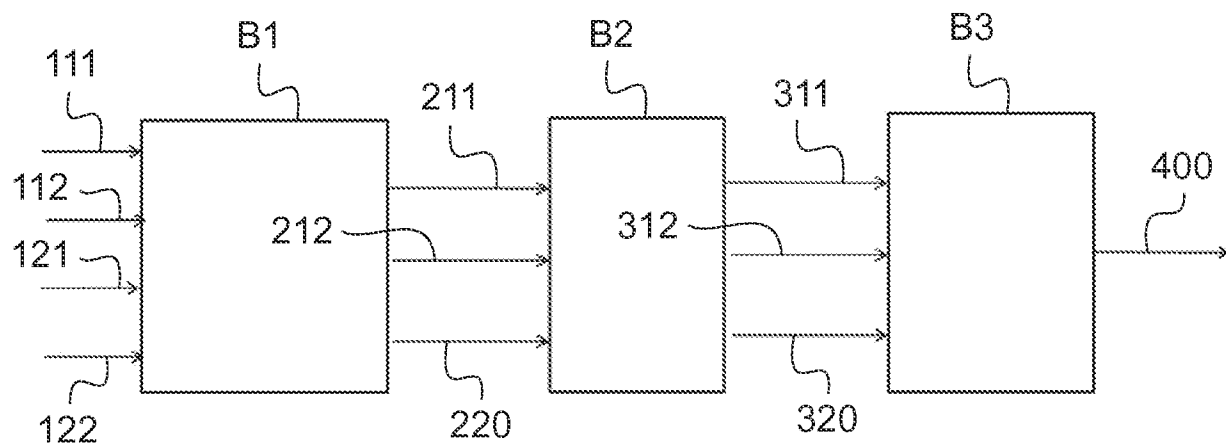


Fig.2

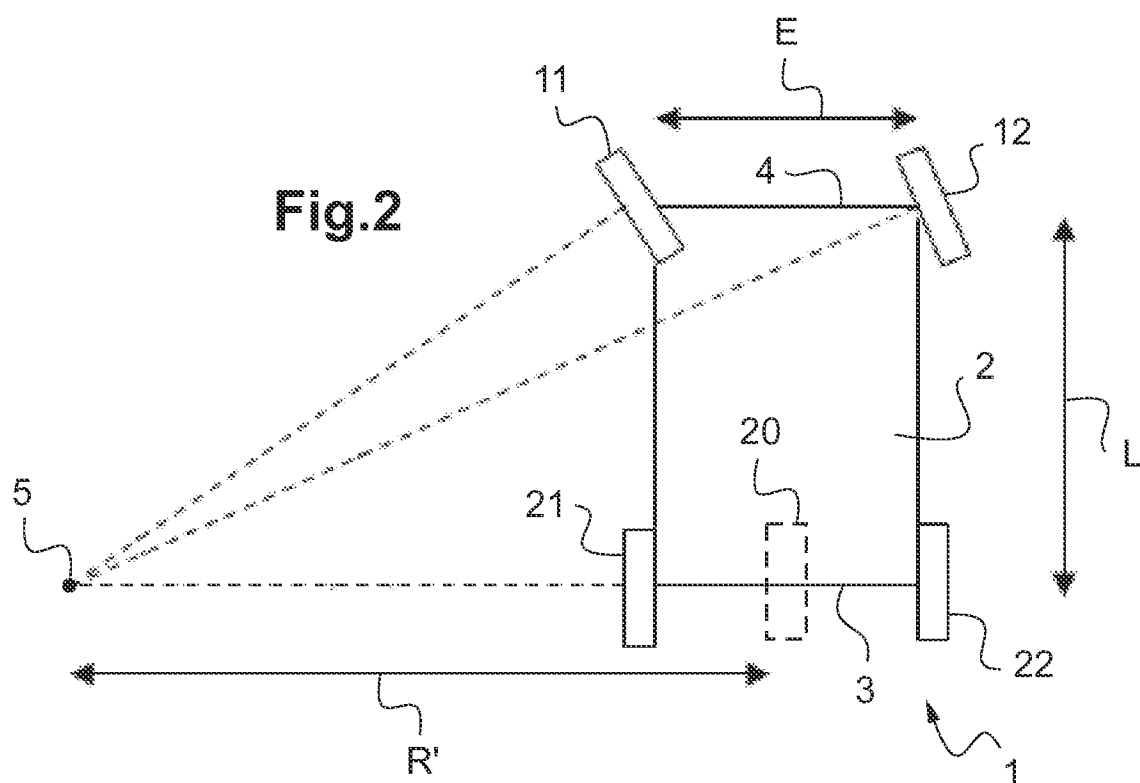


Fig.3

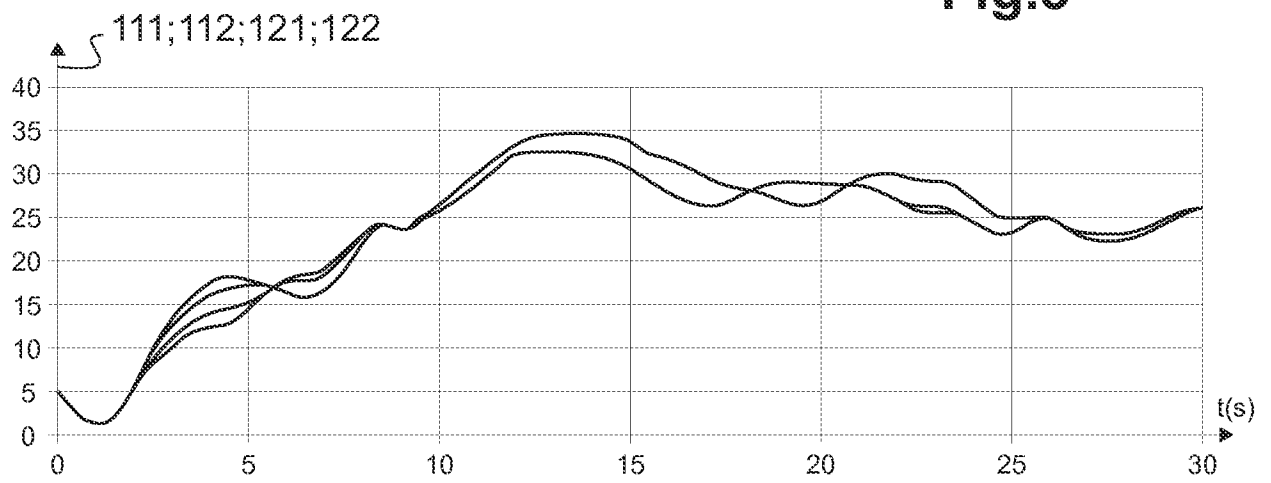
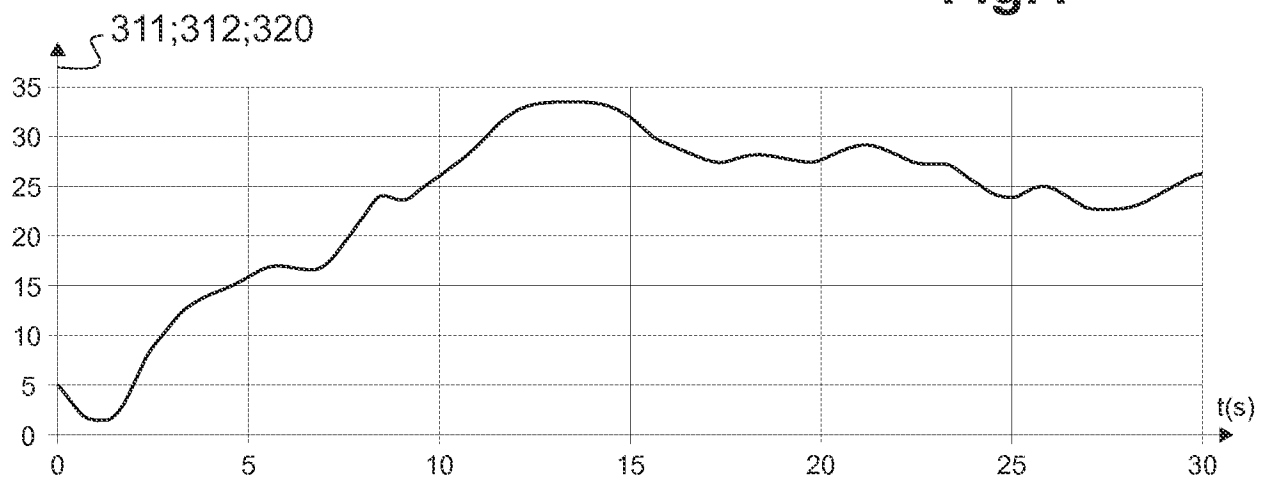


Fig.4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2016/051094

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B60T8/172

ADD. B60W40/064 B60W40/072

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60T B60W

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2008/040893 A1 (RENAULT SA [FR]; CLAEYS XAVIER [FR]; MARSILIA MARCO [FR]) 10 April 2008 (2008-04-10)	1,10
Y	page 2, lines 8-17 page 3, lines 12-29 page 6, line 10 - page 8, line 13 -----	2-9
Y	FR 2 914 993 A1 (RENAULT SAS [FR]) 17 October 2008 (2008-10-17) figure 1 page 7, lines 8-32 -----	2-4
Y	DE 10 2012 012475 A1 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]) 24 December 2013 (2013-12-24) paragraphs [0008] - [0009], [0018], [0038] - [0047] ----- -/--	5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 July 2016

Date of mailing of the international search report

01/08/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dubreuil, Cédric

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/051094

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 691 900 A (LUCKEVICH MARK [US]) 25 November 1997 (1997-11-25) figure 2 équations 2, 3 sentence 9, paragraph 5 - sentence 26, paragraph 6	6-8
Y	----- EP 2 177 414 A1 (RENAULT SA [FR]) 21 April 2010 (2010-04-21) paragraphs [0015], [0024] - [0047] -----	9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/051094

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2008040893 A1	10-04-2008	FR 2906778 A1 WO 2008040893 A1	11-04-2008 10-04-2008
FR 2914993 A1	17-10-2008	FR 2914993 A1 WO 2008142336 A2	17-10-2008 27-11-2008
DE 102012012475 A1	24-12-2013	CN 104411550 A DE 102012012475 A1 EP 2864164 A1 US 2015191158 A1 WO 2013189982 A1	11-03-2015 24-12-2013 29-04-2015 09-07-2015 27-12-2013
US 5691900 A	25-11-1997	NONE	
EP 2177414 A1	21-04-2010	AT 549226 T EP 2177414 A1 FR 2937298 A1	15-03-2012 21-04-2010 23-04-2010

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051094

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60T8/172 ADD. B60W40/064 B60W40/072		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B60T B60W		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2008/040893 A1 (RENAULT SA [FR]; CLAEYS XAVIER [FR]; MARSILIA MARCO [FR]) 10 avril 2008 (2008-04-10) page 2, lignes 8-17 page 3, lignes 12-29 page 6, ligne 10 - page 8, ligne 13 -----	1,10 2-9
Y	FR 2 914 993 A1 (RENAULT SAS [FR]) 17 octobre 2008 (2008-10-17) figure 1 page 7, lignes 8-32 -----	2-4
Y	DE 10 2012 012475 A1 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]) 24 décembre 2013 (2013-12-24) alinéas [0008] - [0009], [0018], [0038] - [0047] ----- -/-	5
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 21 juillet 2016		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 01/08/2016
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Dubreuil, Cédric

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 5 691 900 A (LUCKEVICH MARK [US]) 25 novembre 1997 (1997-11-25) figure 2 équations 2, 3 phrase 9, alinéa 5 - phrase 26, alinéa 6 -----	6-8
Y	EP 2 177 414 A1 (RENAULT SA [FR]) 21 avril 2010 (2010-04-21) alinéas [0015], [0024] - [0047] -----	9

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051094

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2008040893 A1	10-04-2008	FR 2906778 A1	11-04-2008
		WO 2008040893 A1	10-04-2008
FR 2914993 A1	17-10-2008	FR 2914993 A1	17-10-2008
		WO 2008142336 A2	27-11-2008
DE 102012012475 A1	24-12-2013	CN 104411550 A	11-03-2015
		DE 102012012475 A1	24-12-2013
		EP 2864164 A1	29-04-2015
		US 2015191158 A1	09-07-2015
		WO 2013189982 A1	27-12-2013
US 5691900 A	25-11-1997	AUCUN	
EP 2177414 A1	21-04-2010	AT 549226 T	15-03-2012
		EP 2177414 A1	21-04-2010
		FR 2937298 A1	23-04-2010