

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

3 009 402

②1 N° d'enregistrement national : 13 57693

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : G 06 F 17/10 (2013.01), G 06 F 17/50, B 60 C 19/00

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 02.08.13.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 06.02.15 Bulletin 15/06.

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) : COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN Société civile — FR et MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A. Société anonyme — CH.

⑦2 Inventeur(s) : BUISSON JEREMY et VIRIN TEDDY.

⑦3 Titulaire(s) : COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN Société civile, MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A. Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : NOVAGRAAF BREVETS Société à responsabilité limitée.

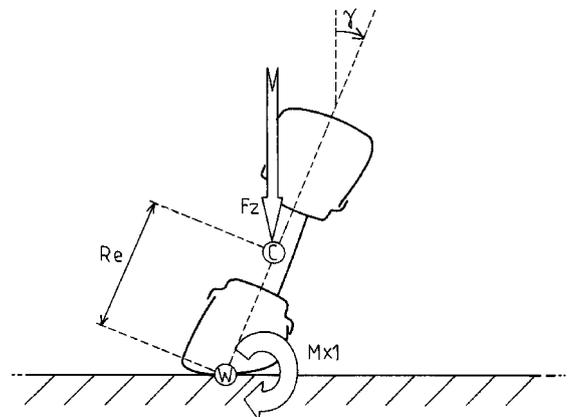
⑤4 PROCÉDE DE MODELISATION D'UN PNEUMATIQUE EN SITUATION DE ROULEMENT A UNE VITESSE DETERMINEE.

⑤7 La présente invention se rapporte à un procédé de modélisation d'un pneumatique en situation de roulement à une vitesse déterminée, le pneumatique étant soumis à une charge ( $F_z$ ) vers le bas représentative d'un véhicule et à un effort de poussée transversale ( $F_y$ ) et le pneumatique étant incliné par rapport à la verticale d'un angle de carrossage ( $\gamma$ ), le procédé comprenant la modélisation du couple de basculement ( $M_x$ ) exercé sur ledit pneumatique dans laquelle le couple de basculement ( $M_x$ ) est la somme d'au moins:

un couple ( $M_{x1}$ ) généré par le déport de la charge du véhicule par l'angle de carrossage;

un couple ( $M_{x2}$ ) généré par l'effort de poussée transversale;

un couple ( $M_{x3}$ ) généré par la réaction du sol ( $F_R$ ) sous la charge ( $F_z$ ) décentrée du point de référence (C) du pneumatique par l'effort de poussée transversal ( $F_y$ ).



FR 3 009 402 - A1



## Procédé de modélisation d'un pneumatique en situation de roulement à une vitesse déterminée

### Domaine technique

5 [01] La présente invention se rapporte à un procédé de modélisation d'un pneumatique en situation de roulement à une vitesse déterminée et plus précisément à un procédé comprenant la modélisation du couple de basculement exercé sur le pneumatique. La présente invention a également pour objet un produit programme d'ordinateur  
10 comprenant des instructions de code de programme pour la mise en œuvre du procédé de modélisation mentionné. En outre, la présente invention concerne un système de stabilisation temps réel d'un véhicule comprenant des moyens de modélisation du pneumatique mettant en œuvre le procédé de modélisation mentionné.

15

### Etat de la technique

[02] Le comportement routier des véhicules met en œuvre des phénomènes complexes, en particulier au niveau des pneumatiques.

20 [03] La prise en compte de ces phénomènes pour comprendre, analyser et simuler ce comportement routier est essentielle pour améliorer celui-ci.

[04] Particulièrement, afin de simuler le comportement routier des véhicules, les outils de simulation requièrent des modèles descriptifs du comportement des pneumatiques.

25 [05] Ainsi, différentes grandeurs associées au torseur du pneumatique ou à sa géométrie en roulage sont mises en œuvre pour les outils de simulation.

[06] Particulièrement, une de ces grandeurs est le couple de basculement  $M_x$ . Cette grandeur est importante pour rendre compte des  
30 actions de référence en virage d'un véhicule et il peut être appliqué à des stratégies de réaction face aux risques de renversement du véhicule. A

titre d'exemple, les actions de référence en virage correspondent au transfert de charge du véhicule et à la variation de rayon écrasé associée à cette charge, à la prise de roulis induisant du carrossage, et à la nécessité de génération d'un effort via une prise d'angle de dérive.

5 [07] Différents procédés comprenant la modélisation du couple de basculement  $M_x$  exercé sur un pneumatique en situation de roulement à une vitesse déterminée ont déjà été proposés.

[08] Ces procédés appliquent différentes formulations mathématiques pour rendre en compte de l'évolution du couple de  
10 basculement  $M_x$  d'un pneumatique.

[09] Parmi ces formulations mathématiques, on connaît les différentes versions des formulations dites « formules magiques » de H.B. Pacejka, dont la version la plus diffusée est la version MF-5.2 (*TNO, MF-Tyre User Manual Version 5.2*, 2001).

15 [10] La formulation MF-5.2 la plus usitée actuellement décrit le couple de basculement  $M_x$ , comme suit:

$$M_x = R_0 \cdot F_z \cdot \left\{ q_{sx1} \cdot \lambda_{vmx} + \left( -q_{sx2} \cdot \gamma + q_{sx3} \cdot \frac{F_y}{F_{z0}} \right) \cdot \lambda_{Mx} \right\}$$

Dans la formulation MF-5.2,  $R_0$  est le rayon libre du pneumatique,  $F_z$  est la charge verticale sur la pneumatique,  $q_{sx1}$  est le coefficient de dépendance linéaire à la charge,  $\lambda_{vmx}$  est le facteur d'échelle associé à  $q_{sx1}$ ,  $q_{sx2}$  est  
20 le coefficient de dépendance au carrossage,  $\gamma$  est l'angle de carrossage, parfois également carrossage,  $q_{sx3}$  est le coefficient de dépendance à l'effort latéral,  $F_y$  est l'effort de poussée transversale exercé sur le pneumatique,  $F_{z0}$  est la charge de référence du pneumatique et  $\lambda_{Mx}$  est le facteur d'échelle global.

25 [11] Toutefois, à l'usage, il apparaît que la modélisation du couple de basculement  $M_x$  effectuée par l'utilisation de la formulation MF-5.2 manque de précision. Or la précision de la modélisation du couple de basculement  $M_x$  exercé sur un pneumatique est très importante pour la fabrication des pneumatiques car elle contribue à la réduction des risques

de renversement du véhicule. De plus, cette modélisation peut être intégrée dans les dispositifs de contrôle automatique de véhicule et il est donc important pour l'efficacité et la sécurité du véhicule que celle-ci soit la plus précise possible.

5 [12] Le but de la présente invention est de proposer un procédé de modélisation d'un pneumatique en situation de roulement qui comprend une modélisation du couple de basculement  $Mx$  exercé sur le pneumatique avec une précision améliorée.

### 10 **Description de l'invention**

[13] Selon un premier aspect de l'invention, un procédé de modélisation d'un pneumatique en situation de roulement à une vitesse déterminée, le pneumatique étant soumis à une charge vers le bas représentative d'un véhicule et à un effort de poussée transversale et le  
15 pneumatique étant incliné par rapport à la verticale d'un angle de carrossage, comprend la modélisation du couple de basculement exercé sur le pneumatique dans laquelle le couple de basculement est la somme d'au moins :

- un couple généré par le déport de la charge du véhicule par  
20 l'angle de carrossage;
- un couple généré par l'effort de poussée transversale;
- un couple généré par la réaction du sol sous la charge décentrée du point de référence par l'effort de poussée transversal.

[14] La modélisation du couple de basculement  $Mx$  exercé sur un  
25 pneumatique du procédé de modélisation décrit ci-dessus présente une précision améliorée au regard de la précision présentée par la formulation MF-5.2 de l'art antérieur.

[15] Selon un premier mode de réalisation, le pneumatique ayant  
un angle de dérive et une pression de gonflage, le couple généré par la  
30 réaction du sol est fonction de la charge du véhicule, de la vitesse, de l'angle de carrossage, de l'angle de dérive et de la pression de gonflage.

[16] Selon un deuxième mode de réalisation, le couple généré par la réaction du sol est calculé par la formule qui suit:

$$Mx_{31} + Mx_{32} \times (F_Z - Mx_{33}) \times \gamma + F_Z \times \arctan(Mx_{34} \times \delta \times F_Z) \times Mx_{35} \times (1 + Mx_{36} \times V) \times \left(1 + \frac{Mx_{37} \times (Mx_{38} - P)}{Mx_{38}}\right)$$

- un couple généré par le déport de la charge du véhicule par l'angle de carrossage;

5

- un couple généré par l'effort de poussée transversale;

- un couple généré par la réaction du sol sous la charge

décentrée du point de référence par l'effort de poussée transversal où

$Mx_{31}$ ,  $Mx_{32}$ ,  $Mx_{33}$ ,  $Mx_{34}$ ,  $Mx_{35}$ ,  $Mx_{36}$ ,  $Mx_{37}$  et  $Mx_{38}$  sont des coefficients prédéterminés,  $F_Z$  représente la charge du véhicule,  $\gamma$  représente l'angle

10

de carrossage,  $\delta$  représente l'angle de dérive,  $V$  représente la vitesse et  $P$  représente la pression de gonflage.

[17] Selon un troisième mode de réalisation, les coefficients  $Mx_{31}$ ,  $Mx_{32}$ ,  $Mx_{33}$ ,  $Mx_{34}$ ,  $Mx_{35}$ ,  $Mx_{36}$ ,  $Mx_{37}$  et  $Mx_{38}$  sont déterminés lors d'une étape préliminaire comprenant :

15

- une sous-étape de mesures sur banc du pneumatique; puis

- une sous-étape d'ajustement itératif des coefficients jusqu'à

ce que le modèle reproduise les mesures à une marge d'erreur prédéterminée près.

20

[18] Le procédé de modélisation de l'invention peut être utilisé pour déterminer le comportement d'un véhicule comprenant le pneumatique modélisé par celui-ci, et préféablement pour déterminer le comportement du véhicule en renversement.

25

[19] Selon un deuxième aspect de l'invention, un produit programme d'ordinateur téléchargeable depuis un réseau de communication et/ou enregistré sur un support lisible par ordinateur et/ou exécutable par un processeur, comprend des instructions de code de programme pour la mise en œuvre du procédé de modélisation ci-dessus.

[20] Selon un troisième aspect de l'invention, un système de stabilisation en temps réel d'un véhicule comprenant un pneumatique comprend des moyens de modélisation du pneumatique mettant en œuvre le procédé de modélisation ci-dessus.

5

### **Brève description des figures**

[21] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, faite uniquement à titre d'exemple, et en référence aux figures en annexe dans lesquelles :

10 –La figure 1 représente le couple généré par le déport de la charge du véhicule par l'angle de carrossage ;

–La figure 2 représente le couple généré par l'effort de poussée transversale ;

15 –La figure 3 représente le couple généré par la réaction du sol sous la charge décentrée du point de référence par l'effort de poussée transversal ; et

–La figure 4 représente un diagramme de comparaison entre le couple de basculement  $M_x$  mesuré et le modèle de couple de basculement  $M_x$  de la formulation MF-5.2 et le modèle du couple de basculement  $M_x$  utilisé dans le procédé de modélisation selon un mode de réalisation de l'invention.

20

### **Modes de réalisation**

[22] Le présent mode de réalisation concerne en premier lieu un  
25 procédé de modélisation d'un pneumatique en situation de roulement à une vitesse déterminée. Le pneumatique est soumis à une charge  $F_z$  vers le bas représentative d'un véhicule et à un effort de poussée transversale  $F_y$ . En outre, le pneumatique est incliné par rapport à la verticale d'un angle de carrossage  $\gamma$ . Le procédé comprend la modélisation du couple de  
30 basculement  $M_x$  exercé sur le pneumatique dans laquelle le couple de basculement  $M_x$  est la somme d'au moins :

- un couple  $Mx_1$  généré par le déport de la charge  $F_Z$  du véhicule par l'angle de carrossage ;
- un couple  $Mx_2$  généré par l'effort de poussée transversale ;
- un couple  $Mx_3$  généré par la réaction du sol  $F_R$  sous la charge  $F_Z$  décentrée du point de référence  $C$  par l'effort de poussée transversal  $F_y$ .

[23] La modélisation du couple de basculement  $M_x$  exercé sur un pneumatique du procédé de modélisation décrit ci-dessus présente une précision améliorée au regard de la précision présentée par la formulation MF-5.2 de l'art antérieur à cause du fait que la modélisation du couple de basculement  $M_x$  intègre mieux les effets du couple  $M_{x_3}$ , à savoir le couple créé par la réaction décentrée du sol, les effets de la température interne du pneumatique et de la température de surface du pneumatique, ainsi que ceux de la vitesse du véhicule, la pression de gonflage du pneumatique et l'effort transversal du véhicule.

[24] Il est à noter que la modélisation du couple de basculement  $M_x$  exercé sur le pneumatique est effectuée sous les conditions typiques rencontrées sur un véhicule comprenant ce pneumatique. Particulièrement, ces conditions typiques couvrent une large gamme d'usages du pneumatique comme par exemple le roulage du pneumatique en ligne droite ou le roulage à grande vitesse sur circuit ou les manœuvres de sécurité.

[25] La Figure 1 illustre le couple  $M_{x_1}$  généré par le déport de la charge du véhicule par l'angle de carrossage. Particulièrement, la Figure 1 illustre le couple  $M_{x_1}$  généré au point de contact du pneumatique  $W$  avec le sol et la charge  $F_Z$  exercé sur le point de référence  $C$  du pneumatique. En outre, la Figure 1 illustre l'angle de carrossage  $\gamma$  qui représente l'angle formé par le plan de roulement du pneumatique avec la verticale et le rayon écrasé  $R_e$  qui représente la distance entre le point de référence  $C$  du pneumatique et le point de contact du pneumatique  $W$  avec le sol.

[26] Le couple  $Mx_1$  généré par le déport de la charge du véhicule par l'angle de carrossage est calculé par la formule  $F_Z \times R_e \times \tan(\gamma)$ .

[27] La Figure 2 illustre le couple  $Mx_2$  généré par l'effort de poussée transversale. Particulièrement, la Figure 2 illustre le couple  $Mx_2$  généré au point de contact du pneumatique W avec le sol lorsque un effort de poussée transversale  $F_y$  est exercé sur le point de référence C du pneumatique. En outre, la Figure 2 illustre la charge  $F_Z$  exercée sur le point de référence C du pneumatique.

[28] Le couple  $Mx_2$  généré par l'effort de poussée transversale est calculé par la formule  $F_Z \times \frac{F_y}{K_{yy}}$ , où  $F_Z$  représente la charge exercée sur le point de référence C du pneumatique,  $F_y$  représente l'effort de poussée transversale et  $K_{yy}$  représente la rigidité latérale du pneumatique.

[29] La Figure 3 illustre le couple  $Mx_3$  généré par la réaction du sol  $F_R$  sous la charge  $F_Z$ . Il est à noter que la composante verticale de la réaction du sol  $F_R$  est décentrée du point de référence C du pneumatique par l'effort de poussée transversal  $F_y$  exercé sur le point de référence C du pneumatique. Figure 3 illustre le point D du pneumatique sur lequel la réaction du sol  $F_R$  décentrée est exercée.

[30] En considérant que le pneumatique a un angle de dérive  $\delta$  et une pression de gonflage  $P$ , le couple  $Mx_3$  est fonction de la charge  $F_Z$  du véhicule, de la vitesse ( $V$ ) du véhicule, de l'angle de carrossage  $\gamma$ , de l'angle de dérive  $\delta$  et de la pression de gonflage  $P$ . Il est à noter que l'angle de dérive est l'angle formé par l'intersection du plan du sol avec le plan de roue relativement au vecteur de la vitesse.

[31] Selon une particularité, le couple  $Mx_3$  généré par la réaction du sol est calculé par la formule

$$Mx_{31} + Mx_{32} \times (F_Z - Mx_{33}) \times \gamma + F_Z \times \arctan(Mx_{34} \times \delta \times F_Z) \times Mx_{35} \times (1 + Mx_{36} \times V) \times \left(1 + \frac{Mx_{37} \times (Mx_{38} - P)}{Mx_{38}}\right)$$

où  $Mx_{31}$ ,  $Mx_{32}$ ,  $Mx_{33}$ ,  $Mx_{34}$ ,  $Mx_{35}$ ,  $Mx_{36}$ ,  $Mx_{37}$  et  $Mx_{38}$  sont des coefficients prédéterminés,  $F_Z$  représente la charge du véhicule,  $\gamma$  représente l'angle de carrossage,  $\delta$  représente l'angle de dérive,  $V$  représente la vitesse et  $P$  représente la pression de gonflage.

5 [32] Selon une particularité, les coefficients  $Mx_{31}$ ,  $Mx_{32}$ ,  $Mx_{33}$ ,  $Mx_{34}$ ,  $Mx_{35}$ ,  $Mx_{36}$ ,  $Mx_{37}$  et  $Mx_{38}$  sont déterminés lors d'une étape préliminaire du procédé de modélisation comprenant une sous-étape de mesures sur banc (par exemple rouleuse du type sol plan) dudit pneumatique et une sous-étape d'ajustement itératif des coefficients  
10 jusqu'à ce que le modèle reproduise les mesures à une marge d'erreur prédéterminée près. La réalisation des mesures sur banc et l'ajustement itératif des coefficients d'une formule afin de calculer ceux-ci sont connus pour l'homme du métier. En outre, il est à noter que pour l'optimisation des coefficients  $Mx_{31}$ ,  $Mx_{32}$ ,  $Mx_{33}$ ,  $Mx_{34}$ ,  $Mx_{35}$ ,  $Mx_{36}$ ,  $Mx_{37}$  et  $Mx_{38}$ , un  
15 algorithme d'optimisation de type Levenberg-Marquardt ou de type SQP (Sequential Quadratic Programming) par itérations successives, peut être utilisé. Ces algorithmes d'optimisation sont bien connus de l'homme de métier.

[33] La Figure 4 illustre un diagramme de comparaison entre le  
20 couple de basculement  $Mx$  mesuré sur un banc, le modèle de couple de basculement  $Mx$  de la formulation MF-5.2 mentionnée à l'état de la technique ci-dessus et le modèle du couple de basculement  $Mx$  utilisé dans le procédé de modélisation décrit ci-dessus.

[34] L'amélioration apportée par le modèle du couple de  
25 basculement  $Mx$  utilisé dans le procédé de modélisation décrit ci-dessus, comparé à la formulation MF-5.2, est visible. Particulièrement, tel qu'illustré dans la Figure 4, les tracés en pointillés correspondantes au couple de basculement  $Mx$  calculé par le modèle décrit ci-dessus, sont plus proches des tracés en étoiles correspondantes au couple de basculement  $Mx$   
30 mesurés sur le banc au regard des tracés en « x » correspondantes au couple de basculement  $Mx$  calculé par la formulation MF-5.2. Ainsi, il est

clair que le modèle du couple de basculement  $M_x$  de l'invention présente une précision améliorée au regard de la formulation MF-5.2.

[35] Le procédé de modélisation de l'invention peut être utilisé pour déterminer le comportement d'un véhicule comprenant le pneumatique modélisé par celui-ci.

[36] En particulier, le procédé de modélisation décrit peut être utilisé pour déterminer le comportement du véhicule en renversement.

[37] Dans un mode de réalisation, le procédé est mis en œuvre par un produit programme d'ordinateur téléchargeable depuis un réseau de communication et/ou enregistré sur un support lisible par ordinateur et/ou exécutable par un processeur, comprenant des instructions de code de programme.

[38] En outre, le procédé peut être intégré dans un système de stabilisation en temps réel d'un véhicule comprenant un pneumatique modélisé comme décrit ci-dessus. Ainsi, le système d'aide à la conduite peut déterminer plus précisément le couple de renversement et donc mettre en œuvre plus efficacement des mesures anti-renversement.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de modélisation d'un pneumatique en situation de roulement à une vitesse déterminée, le pneumatique étant soumis à une charge ( $F_Z$ ) vers le bas représentative d'un véhicule et à un effort de poussée transversale ( $F_y$ ) et le pneumatique étant incliné par rapport à la verticale d'un angle de carrossage ( $\gamma$ ), le procédé comprenant la modélisation du couple de basculement ( $Mx$ ) exercé sur ledit pneumatique dans laquelle le couple de basculement ( $Mx$ ) est la somme d'au moins :

- un couple ( $Mx_1$ ) généré par le déport de la charge ( $F_Z$ ) du véhicule par l'angle de carrossage ;
- un couple ( $Mx_2$ ) généré par l'effort de poussée transversale ;
- un couple ( $Mx_3$ ) généré par la réaction du sol ( $F_R$ ) sous la charge ( $F_Z$ ) décentrée du point de référence ( $C$ ) du pneumatique par l'effort de poussée transversal ( $F_y$ ).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, le pneumatique ayant un angle de dérive ( $\delta$ ) et une pression de gonflage ( $P$ ), le couple ( $Mx_3$ ) généré par la réaction du sol ( $F_R$ ) est fonction de la charge ( $F_Z$ ) du véhicule, de la vitesse ( $V$ ), de l'angle de carrossage ( $\gamma$ ), de l'angle de dérive ( $\delta$ ) et de la pression de gonflage ( $P$ ).

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le couple ( $Mx_3$ ) généré par la réaction du sol est calculé par la formule

$$Mx_{31} + Mx_{32} \times (F_Z - Mx_{33}) \times \gamma + F_Z \times \arctan(Mx_{34} \times \delta \times F_Z) \times Mx_{35} \times (1 + Mx_{36} \times V) \times \left(1 + \frac{Mx_{37} \times (Mx_{38} - P)}{Mx_{38}}\right)$$

où  $Mx_{31}$ ,  $Mx_{32}$ ,  $Mx_{33}$ ,  $Mx_{34}$ ,  $Mx_{35}$ ,  $Mx_{36}$ ,  $Mx_{37}$  et  $Mx_{38}$  sont des coefficients prédéterminés,  $F_Z$  représente la charge du véhicule,  $\gamma$  représente l'angle de carrossage,  $\delta$  représente l'angle de dérive,  $V$  représente la vitesse et  $P$  représente la pression de gonflage.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que les coefficients  $Mx_{31}$ ,  $Mx_{32}$ ,  $Mx_{33}$ ,  $Mx_{34}$ ,  $Mx_{35}$ ,  $Mx_{36}$ ,  $Mx_{37}$  et  $Mx_{38}$  sont déterminés lors d'une étape préliminaire comprenant :

- une sous-étape de mesures sur banc dudit pneumatique ; puis
- une sous-étape d'ajustement itératif des coefficients jusqu'à ce que le modèle reproduise les mesures à une marge d'erreur prédéterminée près.

5. Produit programme d'ordinateur téléchargeable depuis un réseau de communication et/ou enregistré sur un support lisible par ordinateur et/ou exécutable par un processeur, caractérisé en ce qu'il comprend des instructions de code de programme pour la mise en œuvre du procédé de modélisation selon l'une au moins des revendications 1 à 4.

6. Utilisation du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, pour déterminer le comportement d'un véhicule comprenant ledit pneumatique.

7. Utilisation selon la revendication 6, caractérisé en ce que le comportement du véhicule en renversement est déterminé.

8. Système de stabilisation temps réel d'un véhicule comprenant un pneumatique caractérisé en ce que le système comprend des moyens de modélisation du pneumatique mettant en œuvre le procédé selon l'une des revendications 1 à 4.

1/2

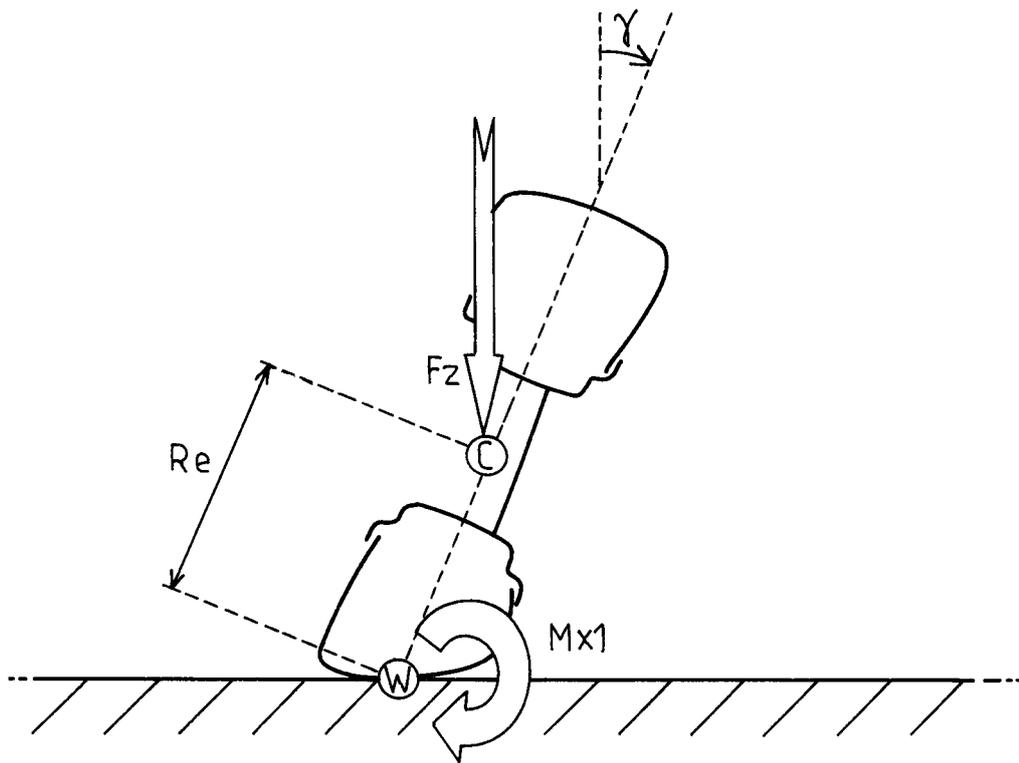


FIG. 1

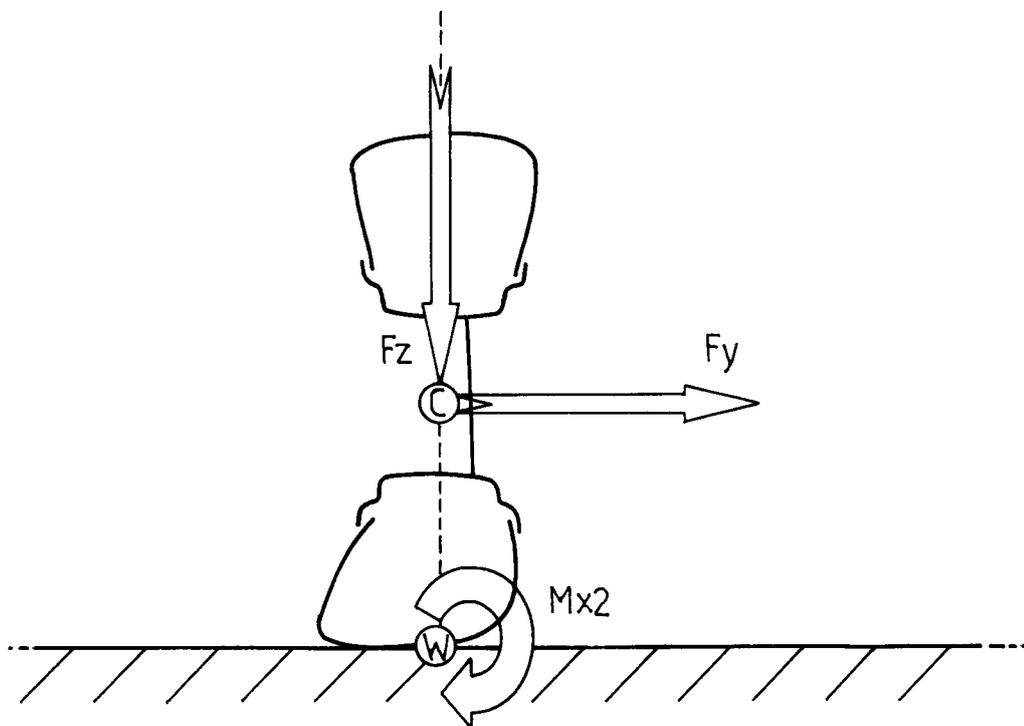


FIG. 2

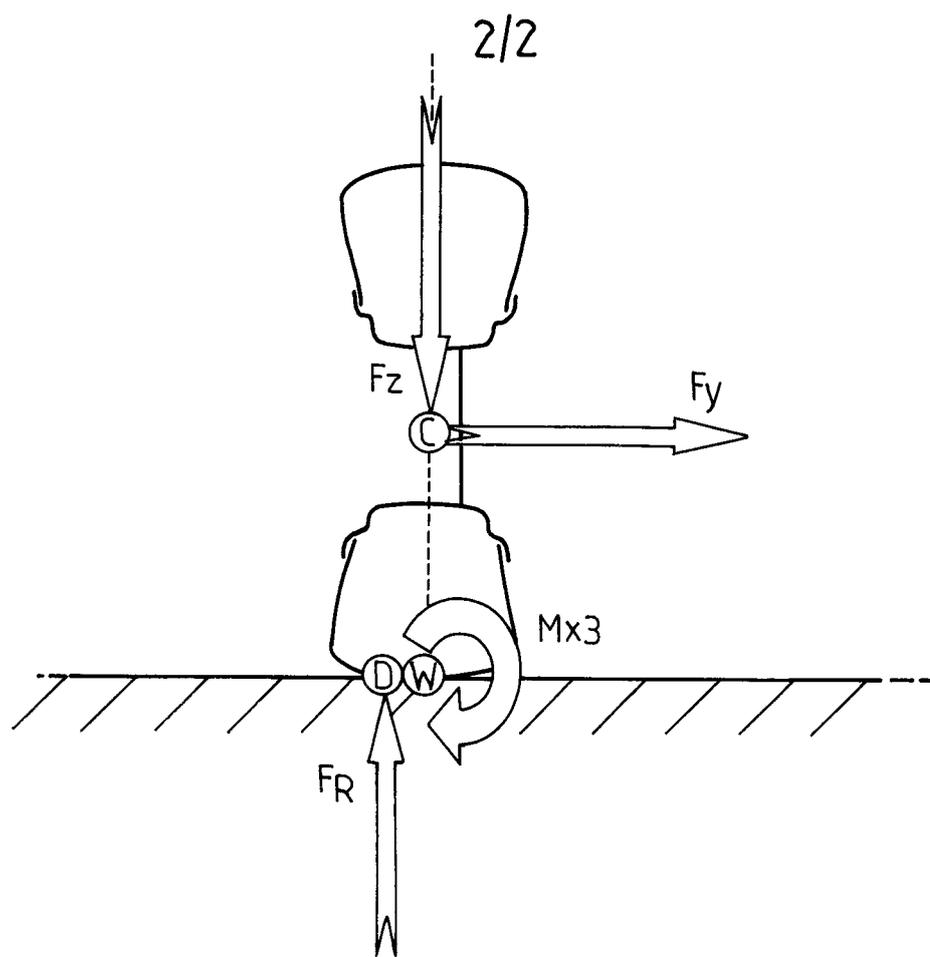


FIG. 3

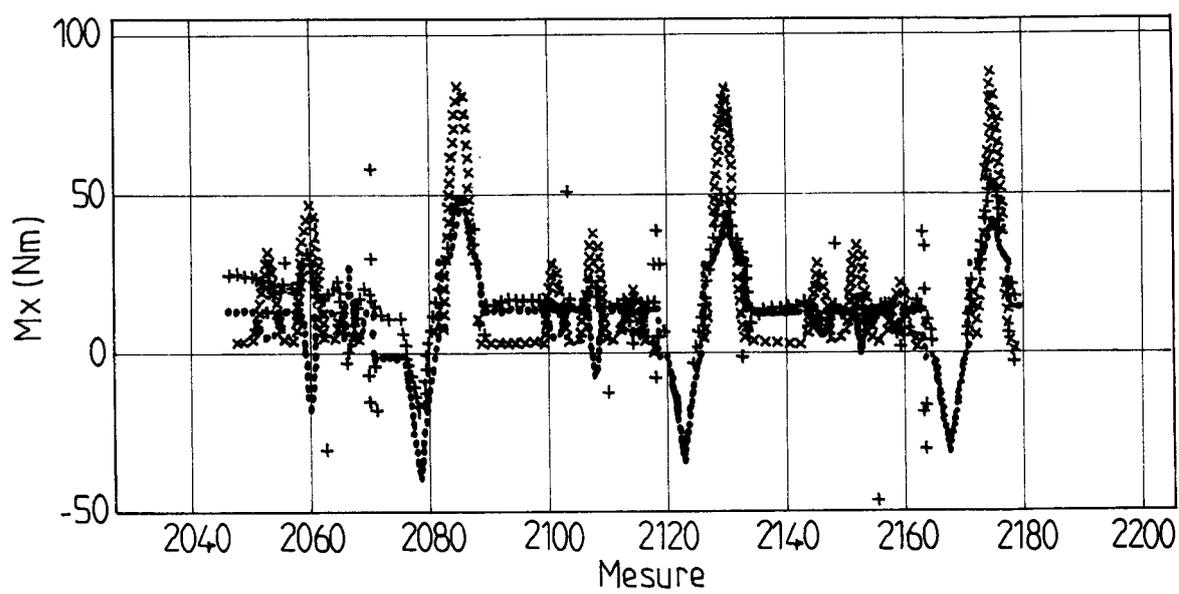


FIG. 4


**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**
N° d'enregistrement  
nationalétabli sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la rechercheFA 786247  
FR 1357693

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS   |   | Revendication(s)<br>concernée(s)  | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI             |
|---|---|---|---|
| Catégorie   | Citation du document avec indication,<br>en cas de besoin,<br>des parties pertinentes   |   |   |
| X   | Leon Merckx: "Overturning moment analysis using the Flat plank tyre tester",<br>DCT 2004-78,<br>2004, XP055111335,<br>Extrait de l'Internet:<br>URL:http://alexandria.tue.nl/repository/bo<br>oks/625826.pdf<br>[extrait le 2014-04-01]<br>* pages 2, 5, 6, 10-15, 27, 39, 40 * | 1-8   | G06F17/10<br>G06F17/50<br>B60C19/00                         |
| X   | D. LU ET AL: "Modelling of tire overturning moment and loaded radius",<br>VEHICLE SYSTEM DYNAMICS,<br>vol. 44, no. sup1, 2006, pages 104-114,<br>XP55111274,<br>ISSN: 0042-3114, DOI:<br>10.1080/00423110600869297<br>* le document en entier *                                 | 1-8   |   |
| A   | K. GUO ET AL: "UniTire: unified tire model for vehicle dynamic simulation",<br>VEHICLE SYSTEM DYNAMICS,<br>vol. 45, no. sup1, 2007, pages 79-99,<br>XP055111320,<br>ISSN: 0042-3114, DOI:<br>10.1080/00423110701816742<br>* le document en entier *                             | 1-8   | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHÉS (IPC)<br><br>G06F<br>B60C |
| A   | XIAO-PEI LU ET AL: "Effect of tire camber on vehicle dynamic simulation for extreme cornering",<br>VEHICLE SYSTEM DYNAMICS,<br>vol. 44, no. sup1, 2006, pages 39-49,<br>XP055111325,<br>ISSN: 0042-3114, DOI:<br>10.1080/00423110600867309<br>* le document en entier *         | 1-8   |   |
|   |   | -/--  |   |
| Date d'achèvement de la recherche   |   | Examineur   |   |
| 2 avril 2014  |   | Huguet Serra, G   |   |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS   |   | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>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.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |   |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |   |   |   |

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement  
national

FA 786247  
FR 1357693

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS  |   | Revendication(s)<br>concernée(s)   | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI |
|--|---|--|---|
| Catégorie  | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes  |  |   |
| A  | BENOIT DURAND-GASSELIN ET AL: "Assessing<br>the thermo-mechanical TaMeTirE model in<br>offline vehicle simulation and driving<br>simulator tests",<br>VEHICLE SYSTEM DYNAMICS,<br>vol. 48, no. sup1, décembre 2010 (2010-12)<br>, pages 211-229, XP055111255,<br>ISSN: 0042-3114, DOI:<br>10.1080/00423111003706730<br>* le document en entier *<br>----- | 1-8  |   |
|  |   |  | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHÉS (IPC)         |
|  |   | Date d'achèvement de la recherche  | Examineur                                       |
|  |   | 2 avril 2014   | Huguet Serra, G                                 |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS  |   | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure<br>à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date<br>de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |   |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un<br>autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |   |  |   |

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)