

(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
11 janvier 2007 (11.01.2007)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2007/003661 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B62D 5/04 (2006.01) **B62D 7/15** (2006.01)

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (*pour US seulement*) : AUGUET,
Thierry [CH/CH]; Route du Verger, 21, CH-1608 Chapelle
Glâne (CH).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2006/064758

(74) Mandataire : BAUVIR, Jacques; Manufacture
Française des Pneumatiques MICHELIN, 23, Place
des Carmes-Déchaux, SGD/LG/PI - F35 - Ladoux,
F-63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR).

(22) Date de dépôt international : 30 juin 2006 (30.06.2006)

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU,

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

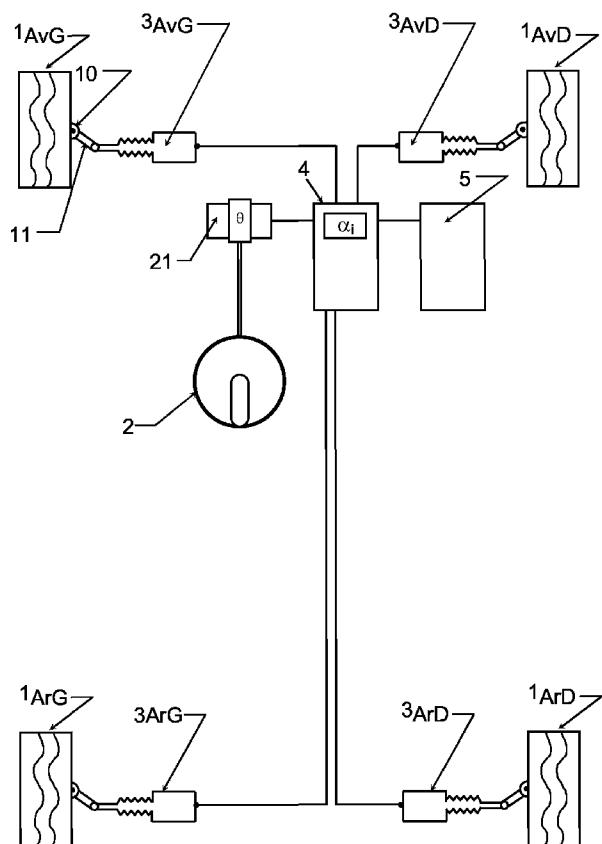
(30) Données relatives à la priorité :
0507178 4 juillet 2005 (04.07.2005) FR

[Suite sur la page suivante]

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : Conception et Développement MICHELIN S.A. [CH/CH];
Route André Piller 30, CH-1762 Givisiez (CH).

(54) Title: VEHICLE STEERING SYSTEM COMPRISING A DEGRADED OPERATING MODE IN CASE OF BREAKDOWN OF A WHEEL STEERING ACTUATOR

(54) Titre : SYSTEME DE DIRECTION D'UN VÉHICULE COMPORTANT UN MODE DE FONCTIONNEMENT DÉGRADÉ EN CAS DE PANNE D'UN ACTIONNEUR DE BRAQUAGE DE ROUE



(57) Abstract: The invention concerns a steering control system for land vehicle having at least four steering wheels (1AvG, 1AvD, 1ArG, 1ArD), the system comprising a actuator for each steering wheel (3AvG, 3AvD, 3ArG, 3ArD),, the system comprising a control member (2) provided to the driver and delivering a requested angle of turn (θ), said steering system comprising a unit for monitoring (4) the deflection using as input variable at least said requested angle of turn (θ) to determine a deflection monitoring angle to operate said actuator. The system comprises means for detecting locking (5) of one of the steering wheel actuators capable of delivering a warning signal identifying a locked actuator, said deflection monitoring unit having at least one normal mode and at least one degraded mode in case on actuator is locked, the degraded mode calculating the deflection monitoring angle (α_{p_i}) of the unlocked wheels by imposing a first degraded mode strategy whereby the instantaneous centre of rotation (ICR) of the vehicle is located substantially on the straight line perpendicular to the the plane of the locked wheel and passing through the center of the contact area with the ground of the locked wheel, at a position based on the requested angle of turn (θ).

(57) Abrégé : Système de commande de direction pour véhicule terrestre à au moins quatre roues directrices (1AvG, 1AvD, 1ArG, 1ArD), le système comportant un actionneur par roue directrice (3AvG, 3AvD, 3ArG, 3ArD), le système comportant un organe de commande (2) à la disposition d'un

WO 2007/003661 A1

[Suite sur la page suivante]



LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT,

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

conducteur et délivrant un angle de braquage demandé (0), ledit système de direction comportant une unité de pilotage (4) du braquage utilisant comme variable d'entrée au moins ledit angle de braquage demandé (0) pour déterminer un angle de pilotage du braquage pour opérer ledit actionneur, le système comporte des moyens de détection d'un blocage (5) d'un des actionneurs de roue directrice, capables de délivrer un signal d'alerte identifiant un actionneur bloqué, ladite unité de pilotage du braquage ayant au moins un mode normal et au moins un mode dégradé en cas de blocage d'un actionneur, le mode dégradé calculant l'angle de pilotage du braquage (α_{p_i}) des roues non bloquées en imposant une première stratégie de mode dégradé par laquelle le centre instantané de rotation (CIR) du véhicule est situé sensiblement sur la droite perpendiculaire au plan de la roue bloquée et passant par le centre de l'aire de contact au sol de la roue bloquée, à une position fonction de l'angle de braquage demandé (0).

Système de direction d'un véhicule comportant un mode de fonctionnement dégradé en cas de panne d'un actionneur de braquage de roue.

DOMAINE DE L'INVENTION

5

[0001] La présente invention concerne les véhicules automobiles routiers pourvus d'un système de direction dont toutes les roues directrices sont commandées en braquage par un actionneur qui lui est propre. L'invention vise en particulier, parmi les systèmes de direction connus, ceux qui sont dépourvus de liaison mécanique entre les roues 10 directrices et le volant et sont également dépourvus de liaison mécanique pour synchroniser le braquage entre roues directrices elles-mêmes.

ETAT DE LA TECHNIQUE

15 [0002] On connaît des systèmes de direction électrique comportant un actionneur électrique individuel par roue directrice, le système de direction étant capable de braquer sélectivement chacune des roues directrices d'un angle qui lui est spécifique, la cohérence des braquages de chacune des roues directrices étant assurée par l'électronique de pilotage. L'actionneur électrique de chaque roue a pour fonction d'imposer à la roue 20 considérée l'angle de braquage choisi par l'électronique de pilotage. La commande de direction à la disposition du conducteur du véhicule peut être un volant traditionnel ou une manette du genre manche à balai (joystick) ou tout autre dispositif convenable. Les ordres imprimés par le conducteur du véhicule sur son dispositif de commande sont envoyés à l'électronique de pilotage chargée de programmes adéquats afin de pouvoir 25 piloter le ou les actionneurs de façon appropriée.

[0003] Un des avantages de cette technologie est qu'elle se marie de façon idéale avec l'électronique et l'informatique, dont les progrès permettent des asservissements de plus en plus sophistiqués, ce qui fait qu'il est possible de placer le braquage des roues

non seulement sous le contrôle de la commande manuelle mais aussi sous le contrôle d'un système de sécurité. Ainsi par exemple, on peut imprimer aux roues directrices un angle qui tient non seulement compte de la commande du conducteur du véhicule, mais qui tient également compte des paramètres dynamiques observés sur le véhicule.

5

[0004] Grâce à la direction électrique, il s'ouvre un champ de possibilités beaucoup plus large pour agir sur la stabilité de trajectoire d'un véhicule. Par exemple, alors qu'à l'heure actuelle un système automatique de correction de la trajectoire du véhicule imprime des moments de lacets correctifs au moyen des freins d'une ou plusieurs roue, le 10 passage à des commandes électriques des différentes fonctions sur un véhicule permettrait d'agir sur l'angle de braquage des différentes roues directrices du véhicule pour en corriger la trajectoire.

[0005] Mais le système de direction d'un véhicule est une fonction essentielle et 15 vitale pour la sécurité, comme les freins. Dès lors, pour pouvoir se substituer aux directions mécaniques, assistées ou non, quasi universellement adoptées à l'heure actuelle sur tous les véhicules routiers, il est essentiel qu'un système de direction électrique soit extrêmement sûr. C'est pourquoi on conçoit généralement des systèmes électriques redondants permettant un fonctionnement du système même si l'un de ses 20 composants est défaillant. C'est la notion de système tolérant aux pannes. L'ensemble des fonctionnalités est assuré en cas de défaillance d'un des composants du système, ou au moins celles jugées les plus importantes. Ainsi, par exemple, les parties électriques des actionneurs de roues sont de préférence redondantes. On consultera à ce sujet par exemple la demande de brevet US 2003/0098197 donnant un exemple de système 25 redondant pour la commande d'une direction électrique.

[0006] Le brevet US 5,014,802 décrit un système de direction pour véhicule à quatre roues toutes directrices qui propose de, lorsqu'une première roue directrice parvient en butée de braquage et que le conducteur souhaite augmenter encore le braquage, respecter

l'épure de Jeantaud afin d'éviter le ripage des roues sur le sol dans toutes les circonstances de braquage. Même si les inventeurs ont prévus d'appliquer l'invention à un système où toutes les roues sont commandées individuellement, l'éventualité d'une panne et les stratégies à adopter dans ce cas restent complètement étrangères à cette
5 description.

[0007] Or on ne peut jamais exclure totalement la survenance d'une défaillance d'un composant essentiel. Par exemple, un actionneur électrique de roue peut tomber en panne de telle façon qu'il prend une position angulaire indifférente, situation dans laquelle il est
10 incapable de transmettre des efforts de braquage (ou de maintien en ligne droite). Ou encore il peut rester bloqué dans une certaine position angulaire, par exemple en ligne droite, du fait d'une avarie mécanique. C'est le cas du blocage d'un actionneur que traite la présente demande de brevet.

15 [0008] Parmi les solutions connues, la demande de brevet US 2004/0140147 propose de piloter l'autre actionneur de roue du même essieu selon une consigne de position angulaire modifiée, afin que globalement l'essieu développe une poussée transversale aussi peu différente que possible de la poussée que l'on aurait obtenue sans panne d'actionneur. Cette solution présente l'inconvénient de provoquer l'apparition de
20 contraintes antagonistes, notamment dans les pneumatiques. Il est donc souhaitable de ne l'adopter qu'en dernier ressort. Il subsiste un besoin de trouver des solutions qui permettent de faire face au blocage d'un actionneur électrique sans développer de tels efforts antagonistes.

25 [0009] L'objectif de l'invention est donc de, en cas d'impossibilité de changer l'angle de braquage d'une des roues directrices, pouvoir maintenir autant que possible le contrôle de la trajectoire du véhicule selon le souhait de son conducteur, de préférence sans faire riper les roues, au moins afin de pouvoir ranger le véhicule là où ses passagers sont en sécurité.

[0010] Un autre objectif de l'invention est de, lorsqu'il s'avère impossible d'éviter le ripage des roues, pouvoir malgré tout adopter une stratégie de pilotage du braquage des roues non bloquées la plus appropriée à la situation pour au moins pouvoir ranger le véhicule là où ses passagers sont en sécurité.

5

BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

[0011] L'invention propose un système de commande de direction pour véhicule terrestre à au moins quatre roues directrices, le système comportant un actionneur par 10 roue directrice, le système comportant un capteur d'angle réel de braquage de chacune des roues directrices, le système comportant un organe de commande à la disposition d'un conducteur et délivrant un angle de braquage demandé, ledit système de direction comportant une unité de pilotage du braquage utilisant comme variable d'entrée au moins ledit angle de braquage demandé pour déterminer un angle de pilotage du 15 braquage pour opérer ledit actionneur, caractérisé en ce que le système comporte des moyens de détection d'un blocage d'un des actionneurs de roue directrice, lesdits moyens étant capables de délivrer, en cas de blocage détecté, un signal d'alerte identifiant l'actionneur bloqué, ladite unité de pilotage du braquage ayant au moins un mode normal et au moins un mode dégradé en cas de blocage d'un actionneur, le mode dégradé 20 calculant l'angle de pilotage du braquage des roues non bloquées en imposant une première stratégie de mode dégradé par laquelle le centre instantané de rotation du véhicule est situé sensiblement sur la droite perpendiculaire au plan de la roue bloquée et passant par le centre de l'aire de contact au sol de la roue bloquée, à une position fonction de l'angle de braquage demandé.

25

[0012] On peut qualifier le fonctionnement proposé ci-dessus de « mode dégradé ». Toutes les fonctionnalités ne sont plus assurées, mais la sécurité de fonctionnement du véhicule reste assurée au mieux en fonction des circonstances. Le mode dégradé va permettre un fonctionnement du système de direction du véhicule certes moins agréable, 30 mais évitant toute conséquence tragique pour les passagers du véhicule.

[0013] Bien entendu, les directions à actionneur électrique, répondant par ailleurs aux caractéristiques indiquées en préambule ci-dessus, offrent un champ d'application privilégié de l'invention. Cependant, ce n'est pas limitatif, des systèmes de direction hydrauliques pouvant aussi être construits selon ce que propose l'invention.

[0014] L'équilibre dynamique d'un véhicule est d'autant plus important pour la sécurité que la vitesse de déplacement du véhicule est élevée. Il est à noter que, en déplacement à des vitesses soutenues, les angles de braquage des roues sont toujours assez faibles. S'il survient un blocage d'une roue en position légèrement braquée, lors du retour en ligne droite commandé par un angle au volant égal à zéro, le principe proposé par l'invention fait que le véhicule se déplacera en crabe en mode dégradé, c'est-à-dire selon un angle non nul entre l'axe longitudinal du véhicule et la direction de déplacement du véhicule. Cela est tout à fait acceptable car ledit angle est assez faible. Cet angle pourrait prendre des valeurs importantes si la panne d'un actionneur survient à basse vitesse ; il en résultera un angle caractéristique d'une trajectoire en crabe plus important, ce qui n'est peut-être pas très agréable mais pas du tout dangereux vu la faible vitesse à laquelle interviendra ce type de mode dégradé.

20 [0015] De préférence, le système de commande de direction selon l'invention comporte au moins une deuxième stratégie de pilotage en mode dégradé basée sur un positionnement du CIR fonction de la 1^{ère} roue non bloquée qui va arriver en butée mécanique.

25 [0016] Bien entendu, ce qui a été proposé ci-dessus n'offre qu'un mode de fonctionnement dégradé à ne faire intervenir qu'après d'autres tentatives d'action, lorsque le système de direction, malgré la présence d'éléments redondants dans ledit système de direction, est devenu incapable d'imposer à une des roues directrices des angles de braquage correspondant soit à la volonté du conducteur, soit à ce que calcule

un système de gestion électronique de la trajectoire du véhicule. Ces modes dégradés peuvent être complétés par d'autres stratégies qui agissent ou non sur le braquage de certaines roues.

5 BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0017] L'invention est illustrée au moyen des figures jointes sur lesquelles :

- la figure 1 est un schéma d'implantation d'un système de direction électrique selon l'invention.
- 10 • la figure 2 montre un véhicule à quatre roues toutes directrices, dans une configuration de braquage vers la droite pendant laquelle intervient un blocage de l'actionneur de roue avant droite ;
- la figure 3 montre la situation de ce véhicule en fonctionnement en mode dégradé permettant au véhicule de rouler en ligne droite ;
- 15 • la figure 4 montre la situation de ce véhicule en fonctionnement en mode dégradé permettant au véhicule de braquer à gauche ;
- la figure 5 schématise les stratégies de mode dégradé pour un véhicule à quatre roues toutes directrices, dans une configuration de braquage vers la droite pendant laquelle intervient un blocage de l'actionneur de roue avant droite.

20

DESCRIPTION DES MODES DE REALISATION PREFERES DE L'INVENTION

[0018] Avant de poursuivre, convenons des différentes notations suivantes :

- lorsqu'une référence est accompagnée d'un indice « _{AV} », cela signifie que l'objet désigné par la référence concerne l'avant du véhicule et lorsqu'une référence est accompagnée d'un indice « _{AR} », cela signifie que l'objet désigné par la référence concerne l'arrière du véhicule ;
- 25 • lorsqu'une référence est accompagnée d'un indice « _D », cela signifie que l'objet désigné par la référence concerne le côté droit du véhicule et lorsqu'une référence est

accompagnée d'un indice «_G», cela signifie que l'objet désigné par la référence concerne le côté gauche du véhicule.

- lorsqu'une référence est accompagnée d'un indice «_B», cela signifie que l'objet désigné par la référence possède un actionneur bloqué et lorsqu'une référence est accompagnée d'un indice «_{NB}», cela signifie que l'objet désigné par la référence possède un actionneur non bloqué.

[0019] A la figure 1, on a schématisé un véhicule à quatre roues 1 toutes directrices.

Les roues directrices sont montées sur un porte-roue (non visible) et braquent autour

10 d'un axe de pivot 10. Un levier 11 de commande du braquage est monté solidaire du porte-roue. Chaque roue directrice est braquée par un actionneur électrique 3 relié d'une part à la caisse ou au châssis du véhicule et d'autre part au levier 11, pour commander l'angle de braquage de la roue considérée. Chaque actionneur électrique 3 comporte par exemple un dispositif vis/écrou (non représenté), actionné par un moteur électrique rotatif. La vis du dispositif vis/écrou est reliée au levier 11 de commande de braquage. Chaque actionneur comporte de préférence un capteur de position pour, au besoin par construction géométrique et calculs associés, connaître à partir de la mesure délivrée par le capteur de position la position angulaire exacte de la roue directrice considérée. A titre d'exemple, on peut utiliser les actionneurs électriques décrits dans le brevet US6820715.

15

[0020] On voit aussi un volant 2 relié mécaniquement à un dispositif 21 de mesure de l'angle « θ » au volant. « θ » désigne toute valeur particulière (en amplitude et en signe) caractérisant la commande que le conducteur impose sur un organe de commande pour agir sur la direction du véhicule ; par exemple, il s'agit d'un volant que l'on manœuvre sur une plage angulaire prédéterminée (la notion d'angle n'est pas limitative dans la mesure où l'on peut substituer au volant tout dispositif équivalent comme un joystick ou un curseur).

[0021] Le système comporte des moyens de détection 5 d'un blocage d'un des actionneurs de roue directrice capable de délivrer, en cas de blocage détecté, un signal d'alerte identifiant l'actionneur bloqué. Pour détecter le blocage, on peut par exemple mesurer le courant absorbé par l'actionneur et le comparer aux changements de position 5 dudit actionneur. Si le courant se maintient à un niveau élevé ou même augmente alors que la position de l'actionneur ne varie plus, on peut en déduire qu'il est bloqué. On peut le mettre hors service électriquement et basculer en mode dégradé.

[0022] Les figures 2 à 4 donnent une illustration de la première stratégie de calcul 10 des angles de pilotage des actionneurs non bloqués du mode dégradé proposé par la présente invention. On montre ici le cas où survient un blocage de l'actionneur avant droit pendant un virage à droite. Le mode dégradé calcule l'angle de pilotage du braquage α_{p_i} des roues non bloquées 1_{NB}, c'est dire les angles $\alpha_{p_{AvG}}$, $\alpha_{p_{ArD}}$, $\alpha_{p_{ArG}}$. Pour éviter le ripage des roues, le centre instantané de rotation CIR du véhicule doit être 15 maintenu sensiblement sur la droite perpendiculaire au plan de la roue avant droite 1_{AvD}, la roue bloquée, et passant par le centre de l'aire de contact au sol de ladite roue avant droite 1_{AvD}. La position précise du CIR sur ladite droite perpendiculaire est fonction de l'angle de braquage demandé θ , lequel correspond à un rayon de braquage R souhaité par le conducteur. Notons que le calcul de ce rayon ne fait pas partie de la présente 20 invention, laquelle est compatible avec de multiples façons de déterminer le rayon R.

[0023] Si à partir de la situation illustrée à la figure 2, le conducteur diminue l'angle de braquage demandé θ , c'est à dire souhaite augmenter le rayon de braquage R, le CIR va se déplacer du côté droit sur la droite représentée en traits d'axe, c'est-à-dire qu'il va 25 s'éloigner du véhicule. Si le conducteur souhaite ramener le véhicule en ligne droite, on obtient la configuration illustrée à la figure 3. Le rayon R tend alors vers l'infini, l'angle de pilotage des actionneurs de roues non bloqués 1_{NB} est identique sur toutes les roues et vaut l'angle de l'actionneur de la roue bloquée 1_{AvD}. Le CIR est repoussé à l'infini, ce qui permet un roulage en ligne droite. Le véhicule, en fonctionnement en mode dégradé, 30 roule en ligne droite dans une attitude dite « en crabe ».

[0024] La figure 4 montre la situation de ce véhicule en fonctionnement en mode dégradé à partir du blocage illustré à la figure 2, si le conducteur veut maintenant braquer son véhicule à gauche. Par rapport à la roue bloquée 1_{AvD} , les autres roues non bloquées 5 1_{NB} sont braquées de façon à positionner le CIR toujours sur la droite représentée en traits d'axe, perpendiculaire à la roue bloquée 1_{AvD} , du coté gauche par rapport au véhicule.

[0025] L'invention propose ainsi une première stratégie de mode dégradé qui permet 10 de faire braquer toutes les roues directrices autour du même centre instantané de rotation CIR qui est maintenu sensiblement sur la droite perpendiculaire au plan de la roue avant droite 1_{AvD} , la roue bloquée. Cela permet de respecter l'épure de Jeantaud, et par voie de conséquence d'éviter le ripage des roues sur le sol. Mais selon la position initiale dans 15 laquelle l'une des roues directrices est bloquée, à partir d'une certaine amplitude de la variation de braquage demandée par le conducteur depuis le blocage d'une des roues directrices, il ne sera plus possible d'imprimer au véhicule le mouvement de lacet souhaité par le conducteur sans accepter un certain ripage des roues sur le sol. En effet, pour répondre à cette variation de braquage demandée par le conducteur, il faudrait alors 20 braquer au moins une des roues non bloquées du véhicule au delà de la limite mécanique de braquage prévue par construction du véhicule, ce qui est évidemment impossible. Il ne sera plus possible de maintenir le centre instantané de rotation CIR sensiblement sur la droite perpendiculaire au plan de la roue avant droite 1_{AvD} , la roue bloquée.

[0026] L'invention propose une deuxième et une troisième stratégies de mode dégradé par lesquelles on parvient en général, c'est à dire dans la plupart des situations rencontrées en pratique, à imprimer un mouvement de lacet dans le sens souhaité par le conducteur. Cela peut provoquer un certain ripage des roues sur le sol, ripage tout à fait acceptable pendant une manœuvre de durée normalement assez brève et permettant de 25 maintenir, malgré une panne, la capacité de contrôler la trajectoire du véhicule.

[0027] C'est ce qui est expliqué en s'appuyant sur la figure 5, qui schématise les stratégies de mode dégradé pour un véhicule à quatre roues toutes directrices, dans une configuration de braquage vers la droite pendant laquelle intervient un blocage de 5 l'actionneur de roue avant droite.

[0028] Supposons que, au moment du blocage de l'actionneur avant droit, le véhicule tournait autour du centre instantané de rotation CIR_0 . Supposons ensuite que le conducteur veut sortir du virage, c'est à dire veut augmenter progressivement le rayon de 10 braquage R . L'application de la première stratégie de mode dégradé fait cheminer le CIR sur la droite « d » dans un sens qui tend à l'éloigner du véhicule jusqu'à la position CIR_{b1} qui est le centre instantané de rotation (CIR_{b1}) effectif au moment où ladite butée de braquage a été atteinte. A ce stade, étant donné la configuration du véhicule, admettons que l'actionneur arrière droit parvient en butée de braquage. L'allongement du rayon de 15 braquage voudrait que l'on augmente encore l'angle de braquage à droite de la roue arrière droite, ce qui est impossible.

[0029] Dans ce cas, lorsqu'en outre l'angle de braquage piloté parvient en butée pour l'un des actionneurs non bloqués et l'évolution dudit angle de braquage demandé θ 20 correspond à une augmentation du rayon de braquage du véhicule, ladite unité de pilotage du braquage impose une deuxième stratégie de mode dégradé par laquelle le lieu du centre instantané de rotation CIR du véhicule est borné par la droite $B1$ perpendiculaire au plan de la roue en butée passant par le centre de l'aire de contact au sol de ladite roue en butée, roue arrière droite ici, et est situé dans le demi-plan $\pi1$ vers 25 l'avant du véhicule par rapport à ladite borne $B1$, et du côté vers l'infini par rapport à une droite $d2$ parallèle à l'axe longitudinal du véhicule et passant par le centre instantané de rotation CIR_{b1} effectif au moment où ladite butée de braquage a été atteinte.

[0030] Avantageusement, le centre instantané de rotation CIR de la deuxième stratégie de mode dégradé est sur une droite D parallèle à la direction transversale par rapport au véhicule, passant par le centre instantané de rotation CIR_{b1} effectif au moment où ladite butée de braquage a été atteinte. Le CIR se déplace sur la droite D ; la roue

5 ARD n'est alors plus en butée. Cette deuxième stratégie de mode dégradé permet d'augmenter progressivement le rayon de braquage R afin de satisfaire la demande de braquage du conducteur, tout en limitant autant que possible le ripage des roues sur le sol.

10 [0031] Supposons maintenant que le virage se resserre. Le conducteur voudra donc diminuer progressivement le rayon de braquage R. L'application de la première stratégie de mode dégradé fait cheminer le CIR sur la droite « d » dans un sens qui tend à le rapprocher du véhicule jusqu'à la position CIR_{b2} , qui est le centre instantané de rotation (CIR_{b2}) effectif au moment où l'autre butée de braquage a été atteinte par la roue ARD.

15 A ce stade, étant donné la configuration du véhicule, admettons que l'actionneur arrière droit parvient en butée de braquage. La diminution du rayon de braquage voudrait que l'on augmente encore l'angle de braquage à gauche de la roue arrière droite, ce qui est impossible.

20 [0032] Dans ce cas, lorsqu'en outre l'angle de braquage piloté parvient en butée pour l'un des actionneurs non bloqués et que l'évolution dudit angle de braquage demandé θ correspond à une diminution du rayon de braquage demandé par le conducteur, ladite unité de pilotage du braquage impose une troisième stratégie de mode dégradé par laquelle le lieu du centre instantané de rotation CIR du véhicule est borné 25 par la droite (B2) perpendiculaire au plan de la roue en butée, roue arrière droite ici, passant par le centre de l'aire de contact au sol de ladite roue en butée, le lieu du centre instantané de rotation CIR étant d'une part situé dans le demi-plan π_2 s'étendant vers l'arrière du véhicule par rapport à ladite borne, et d'autre part du côté du véhicule par rapport à une droite d3 parallèle à l'axe longitudinal du véhicule et passant par le centre

instantané de rotation CIR_{b2} effectif au moment où ladite autre butée de braquage a été atteinte.

[0033] Avantageusement, le centre instantané de rotation CIR de la troisième 5 stratégie de mode dégradé est sur la droite B2 perpendiculaire au plan de la roue en butée passant par le centre de l'aire de contact au sol de ladite roue en butée.

[0034] Enfin, remarquons que le blocage accidentel d'un actionneur de roue est un phénomène proche du cas d'un actionneur en butée. Dès lors, l'invention peut aussi 10 trouver application au cas où, bien que l'un des actionneurs soit en butée, on veut diminuer encore le rayon de braquage du véhicule, bien évidemment en acceptant que les roues se mettent à riper. On peut appliquer alors la troisième stratégie de mode dégradé, en considérant que l'actionneur bloqué et l'actionneur en butée sont un seul et même actionneur.

15

[0035] L'invention a été illustrée par des applications à un véhicule à quatre roues, toutes directrices. Ceci n'est cependant nullement limitatif. Le véhicule peut comporter un nombre quelconque de roues, et pas nécessairement toutes directrices. Par exemple, prenons le cas d'un véhicule à 8 roues toutes directrices. La gestion du CIR du véhicule 20 en mode normal permet de calculer un angle braquage pour chacune des huit roues. Imaginons qu'une des huit roues se bloque. On cale alors le CIR sur la droite perpendiculaire au plan de la roue bloquée et on pilote l'angle de braquage des 7 autres roues pour qu'elles tournent toutes autour de ce CIR. Les 2^{ème} et 3^{ème} stratégies de pilotage en mode dégradé, acceptant un certain ripage des roues, sont basées sur un 25 positionnement du CIR fonction de la 1^{ère} roue non bloquée qui va arriver en butée mécanique. Peu importe qu'il y en ait 3 ou 7. Le principe reste le même.

REVENDICATIONS

- 5 1. Système de commande de direction pour véhicule terrestre à au moins quatre roues directrices (1AvG, 1AvD, 1ArG, 1ArD), le système comportant un actionneur par roue directrice (3AvG, 3AvD, 3ArG, 3ArD), le système comportant un capteur d'angle réel de braquage (α_{AvG} , α_{AvD} , α_{ArG} , α_{ArD}) de chacune des roues directrices, le système comportant un organe de commande (2) à la disposition d'un conducteur et délivrant un angle de braquage demandé (0), ledit système de direction comportant une unité de pilotage (4) du braquage utilisant comme variable d'entrée au moins ledit angle de braquage demandé (0) pour déterminer un angle de pilotage du braquage (α_{pAvG} , α_{pAvD} , α_{pArG} , α_{pArD}) pour opérer ledit actionneur, caractérisé en ce que
- 10 15 le système comporte des moyens de détection d'un blocage (5) d'un des actionneurs de roue directrice, lesdits moyens étant capables de délivrer, en cas de blocage détecté, un signal d'alerte identifiant l'actionneur bloqué, ladite unité de pilotage du braquage ayant au moins un mode normal et au moins un mode dégradé en cas de blocage d'un actionneur, le mode dégradé calculant l'angle de pilotage du braquage (α_{p_i}) des roues non bloquées en imposant une première stratégie de mode dégradé par laquelle le centre instantané de rotation (CIR) du véhicule est situé sensiblement sur la droite perpendiculaire au plan de la roue bloquée et passant par le centre de l'aire de contact au sol de la roue bloquée, à une position fonction de l'angle de braquage demandé (0).
- 20 25 2. Système de direction selon la revendication 1 dans lequel, lorsqu'en outre l'angle de braquage piloté parvient en butée pour l'un des actionneurs non bloqués, le système de commande de direction selon l'invention comporte au moins une deuxième stratégie de pilotage en mode dégradé basée sur un positionnement du CIR fonction de la 1^{ère} roue non bloquée qui va arriver en butée mécanique.
- 30

3. Système de direction selon la revendication 2 dans lequel, lorsqu'en outre l'angle de braquage piloté parvient en butée pour l'un des actionneurs non bloqués et l'évolution dudit angle de braquage demandé (θ) correspond à une augmentation du rayon de braquage du véhicule, ladite unité de pilotage du braquage impose une

5 deuxième stratégie de mode dégradé par laquelle le lieu du centre instantané de rotation CIR du véhicule est borné par la droite (B1) perpendiculaire au plan de la roue en butée passant par le centre de l'aire de contact au sol de ladite roue en butée, et est situé dans le demi-plan (π_1) vers l'avant du véhicule par rapport à ladite borne (B1), et du côté vers l'infini par rapport à une droite (d2) parallèle à l'axe longitudinal du véhicule et passant par le centre instantané de rotation (CIR_{b1}) effectif au moment où ladite butée de braquage a été atteinte.

10 4. Système de direction selon la revendication 3 dans lequel le centre instantané de rotation CIR de la deuxième stratégie de mode dégradé est sur une droite (D) parallèle à la direction transversale par rapport au véhicule, passant par le centre instantané de rotation (CIR_{b1}) effectif au moment où ladite butée de braquage a été atteinte.

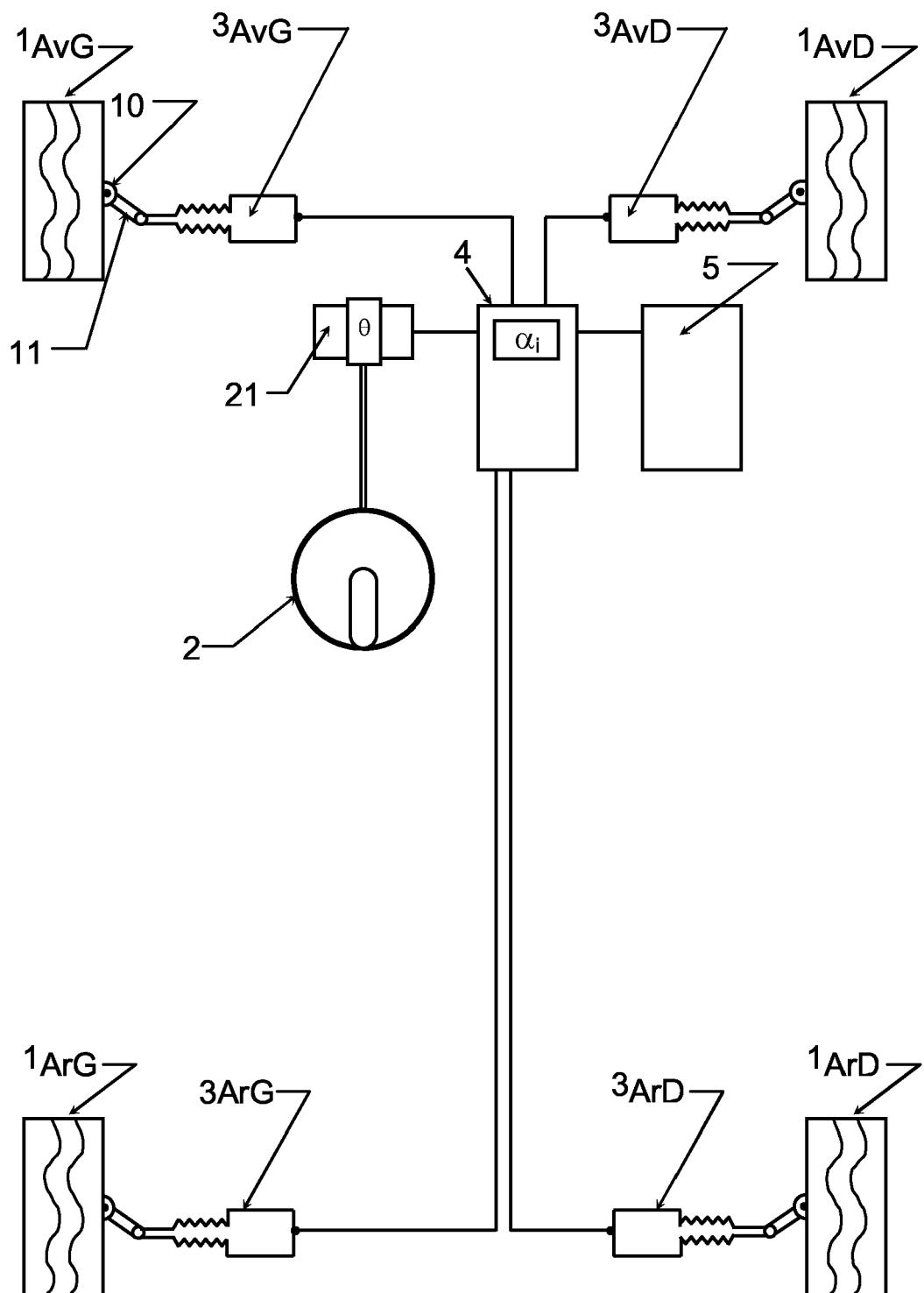
15 5. Système de direction selon la revendication 2 ou 3 dans lequel, lorsqu'en outre l'angle de braquage piloté parvient en butée pour l'un des actionneurs non bloqués et que l'évolution dudit angle de braquage demandé (θ) correspond à une diminution du rayon de braquage demandé par le conducteur, ladite unité de pilotage du braquage impose une troisième stratégie de mode dégradé par laquelle le lieu du centre instantané de rotation CIR du véhicule est borné par la droite (B2) perpendiculaire au plan de la roue en butée passant par le centre de l'aire de contact au sol de ladite roue en butée, et est situé dans le demi-plan (π_2) vers l'arrière du véhicule par rapport à ladite borne, et du côté du véhicule par rapport à une droite (d3) parallèle à l'axe longitudinal du véhicule et passant par le centre instantané de rotation (CIR_{b2}) effectif au moment où l'autre butée de braquage a été atteinte.

6. Système de direction selon la revendication 5 dans lequel le centre instantané de rotation CIR de la troisième stratégie de mode dégradé est sur la droite (B2) perpendiculaire au plan de la roue en butée passant par le centre de l'aire de contact au sol de ladite roue en butée.

5

7. Système de direction selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les actionneurs de roue sont électriques.

- 1 / 5 -

**Fig. 1**

- 2 / 5 -

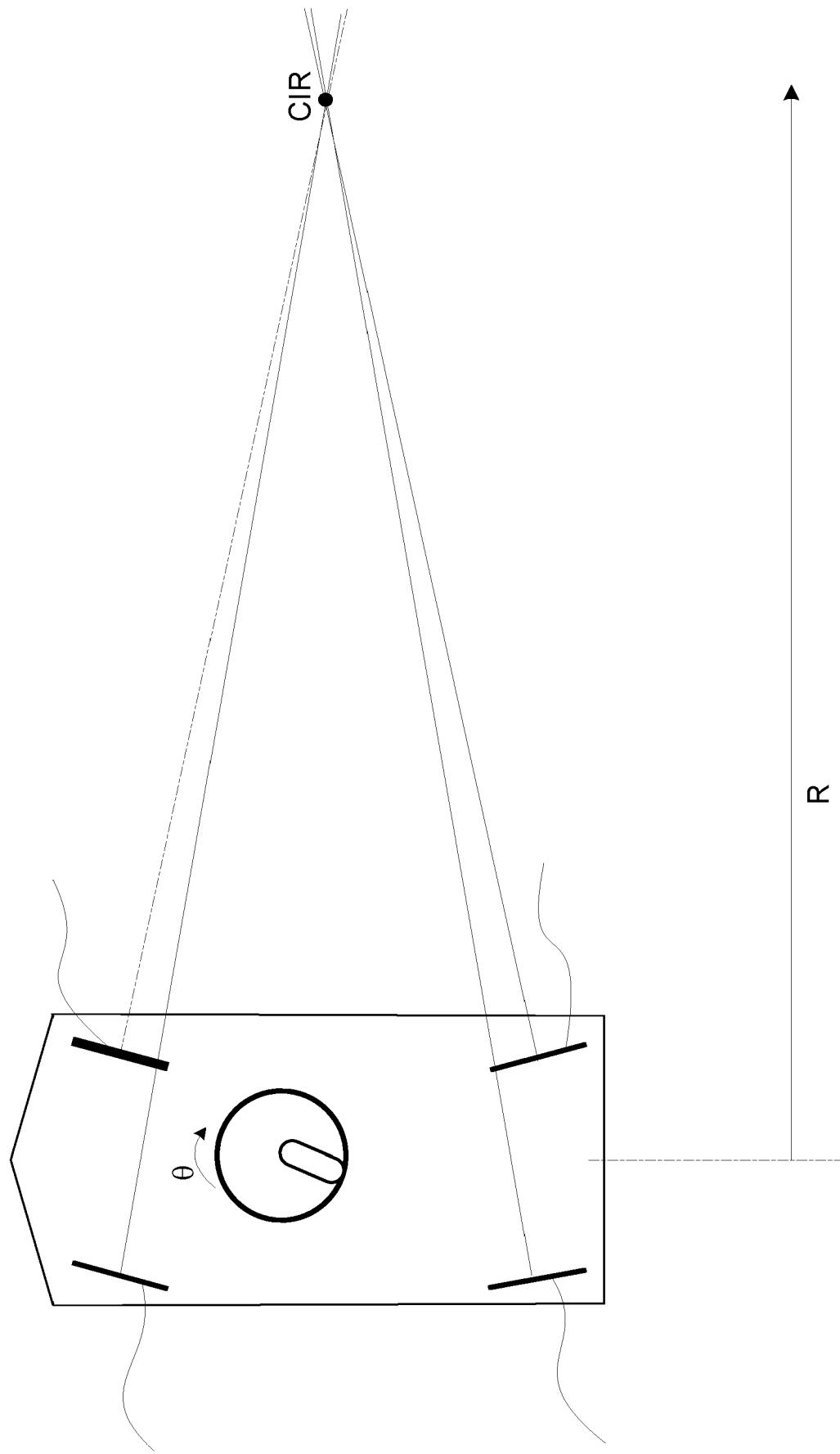


Fig. 2

- 3 / 5 -

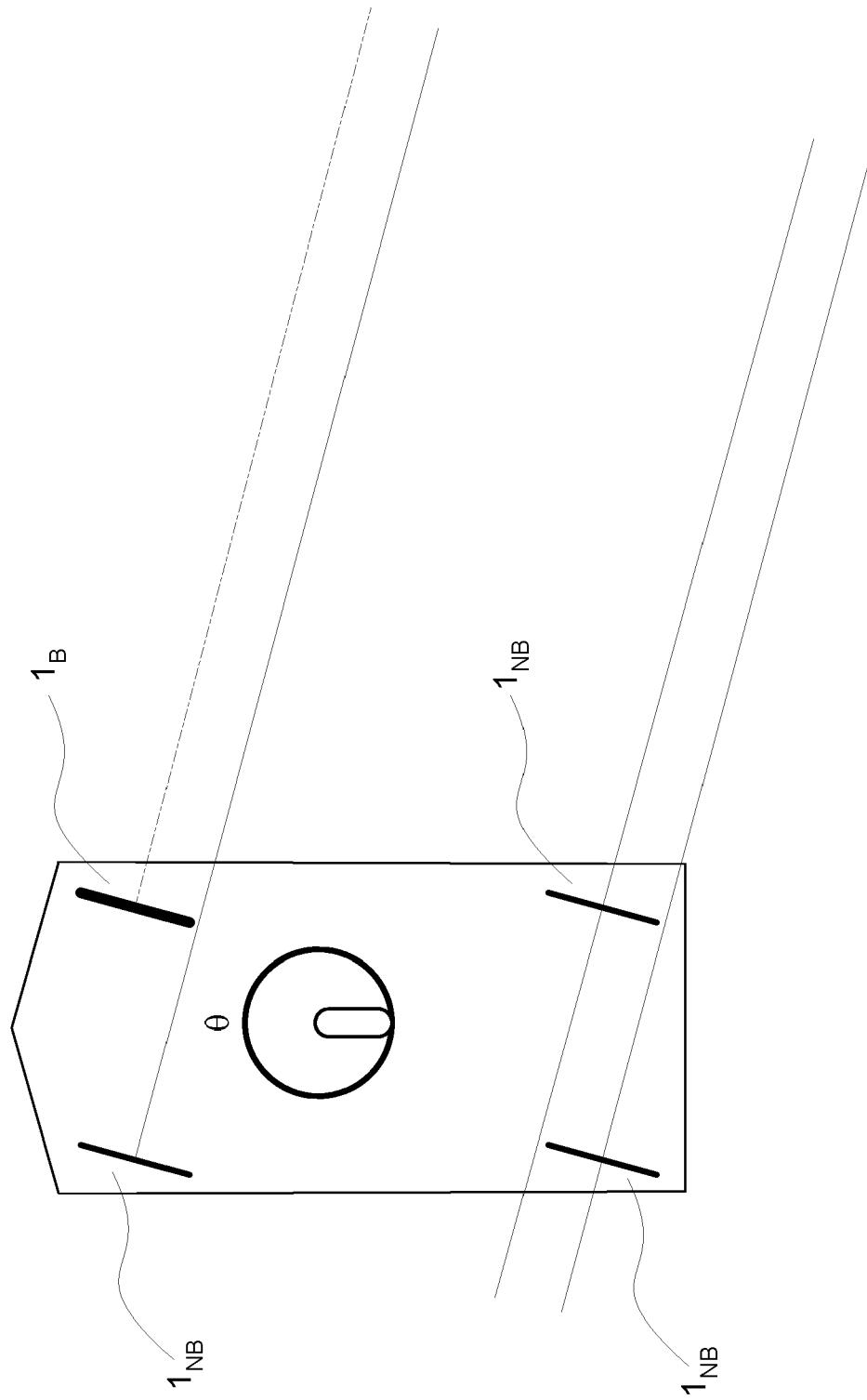


Fig. 3

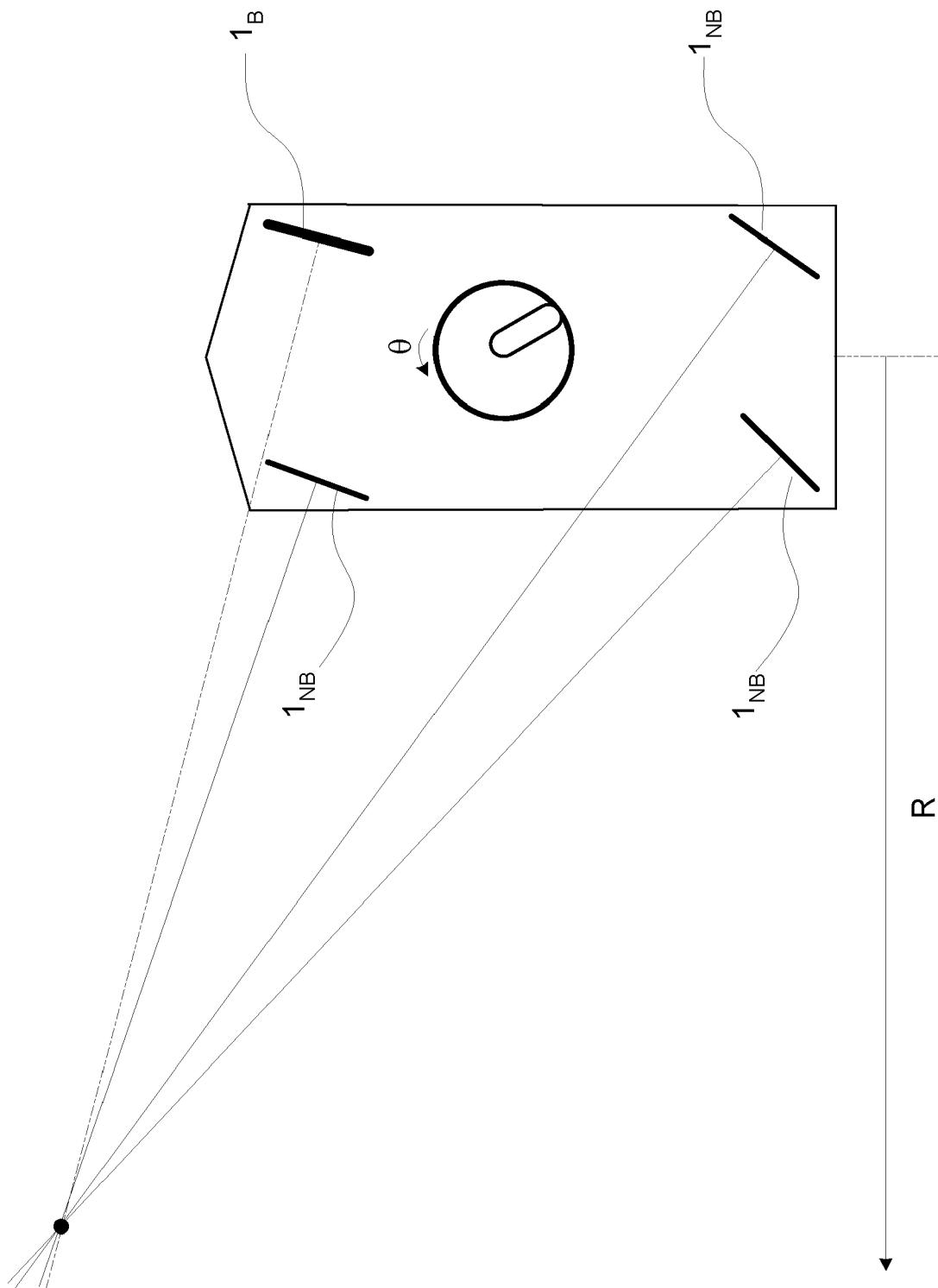


Fig. 4

- 5 / 5 -

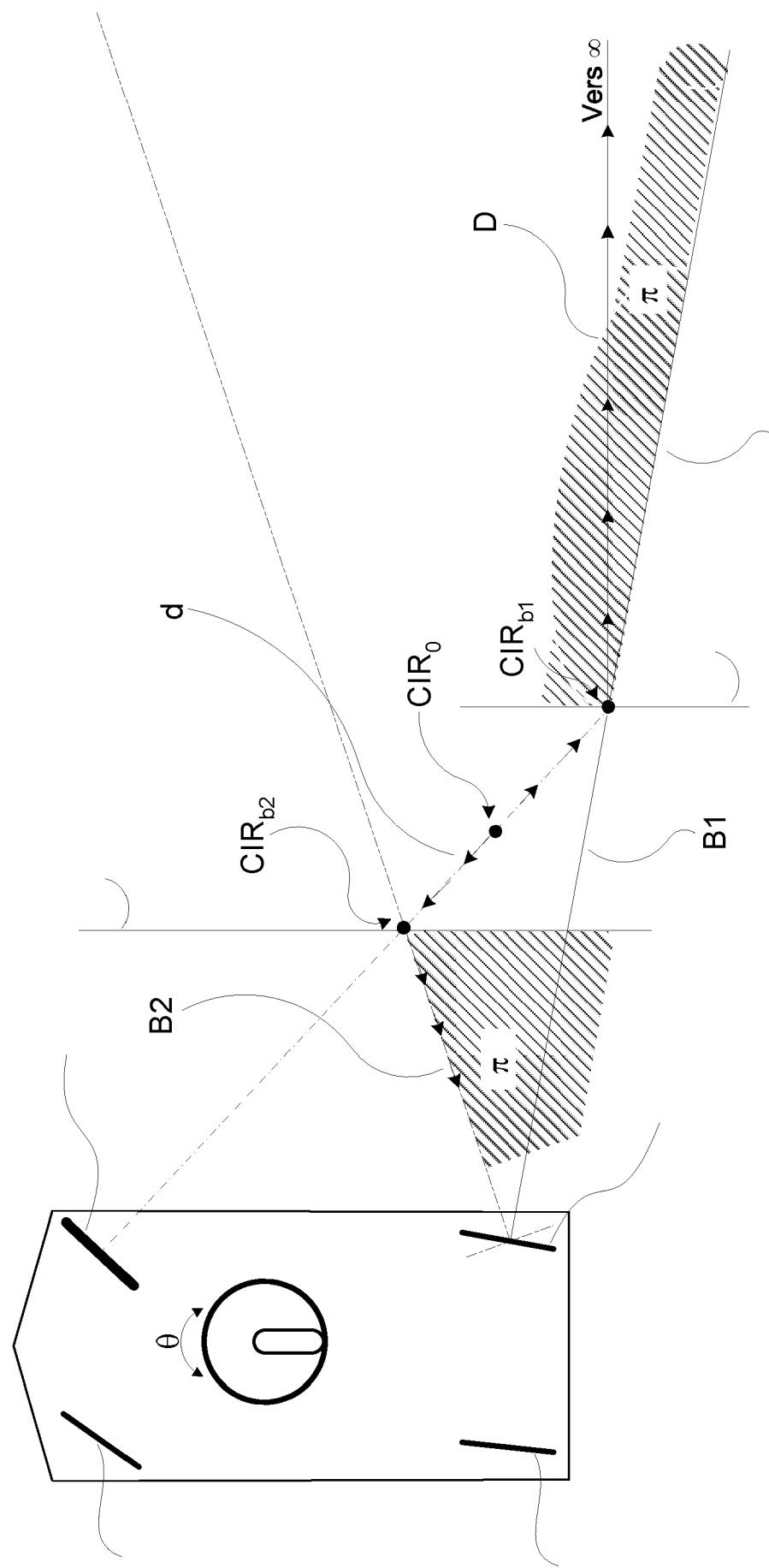


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/064758

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B62D5/04 B62D7/15

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)
B62D

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2004/140147 A1 (LAURENT DANIEL) 22 July 2004 (2004-07-22) cited in the application the whole document	1,2,7
A	-----	3-6
Y	US 5 014 802 A (KNOLL ET AL) 14 May 1991 (1991-05-14) cited in the application column 3, lines 4-15; claims 1-6; figures 1,2	1,2,7
Y	US 2002/035425 A1 (DEGUCHI YOSHITAKA ET AL) 21 March 2002 (2002-03-21) sentences 26-45, paragraph 28; claims 5-8; figures 4,5	1,7
	-----	-/-

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 document 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

Date of mailing of the international search report

25 September 2006

02/10/2006

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

MATOS GONCALVES, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/064758

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 316 490 A (CONCEPTION ET DEVELOPPEMENT MICHELIN S.A) 4 June 2003 (2003-06-04) paragraphs [0097], [0098]; figures 1,9-13 -----	1,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2006/064758

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
US 2004140147	A1 22-07-2004	EP 1428740 A1	JP 2004210263 A		16-06-2004 29-07-2004
US 5014802	A 14-05-1991	NONE			
US 2002035425	A1 21-03-2002	JP 3740970 B2	JP 2002096751 A		01-02-2006 02-04-2002
EP 1316490	A 04-06-2003	AT 320367 T	CN 1422776 A	JP 2003165445 A	15-04-2006 11-06-2003 10-06-2003

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2006/064758

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B62D5/04 B62D7/15

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)
B62D

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, PAJ, 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
Y	US 2004/140147 A1 (LAURENT DANIEL) 22 juillet 2004 (2004-07-22) cité dans la demande le document en entier -----	1,2,7
A	-----	3-6
Y	US 5 014 802 A (KNOLL ET AL) 14 mai 1991 (1991-05-14) cité dans la demande colonne 3, ligne 4-15; revendications 1-6; figures 1,2 -----	1,2,7
Y	US 2002/035425 A1 (DEGUCHI YOSHITAKA ET AL) 21 mars 2002 (2002-03-21) phrases 26-45, alinéa 28; revendications 5-8; figures 4,5 ----- ----- -/-	1,7

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

25 septembre 2006

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

02/10/2006

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, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

MATOS GONCALVES, M

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2006/064758

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	EP 1 316 490 A (CONCEPTION ET DEVELOPPEMENT MICHELIN S.A) 4 juin 2003 (2003-06-04) alinéas [0097], [0098]; figures 1,9-13	1,7

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2006/064758

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2004140147	A1 22-07-2004	EP 1428740 A1 JP 2004210263 A	16-06-2004 29-07-2004
US 5014802	A 14-05-1991	AUCUN	
US 2002035425	A1 21-03-2002	JP 3740970 B2 JP 2002096751 A	01-02-2006 02-04-2002
EP 1316490	A 04-06-2003	AT 320367 T CN 1422776 A JP 2003165445 A	15-04-2006 11-06-2003 10-06-2003