(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 2007/003861 A2

(51) Classification internationale des brevets : Non classée

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2006/050672

(22) Date de dépôt international : 4 juillet 2006 (04.07.2006)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0507113 5 juillet 2005 (05.07.2005) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **RENAULT S.A.S** [FR/FR]; 13-15 Quai Alphonse Le Gallo, F-92100 Boulogne Billancourt (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant *(pour US seulement)* : **POTHIN, Richard** [FR/FR]; 10bis, rue De Coignières, F-78760 Jouars Ponchartrain (FR).

(74) Mandataire : **FARGIER, Delphine**; RENAULT TECHNOCENTRE, Sce 00267 - TCR GRA 2 36, 1, avenue du Golf, F-78288 GUYANCOURT CEDEX (FR).

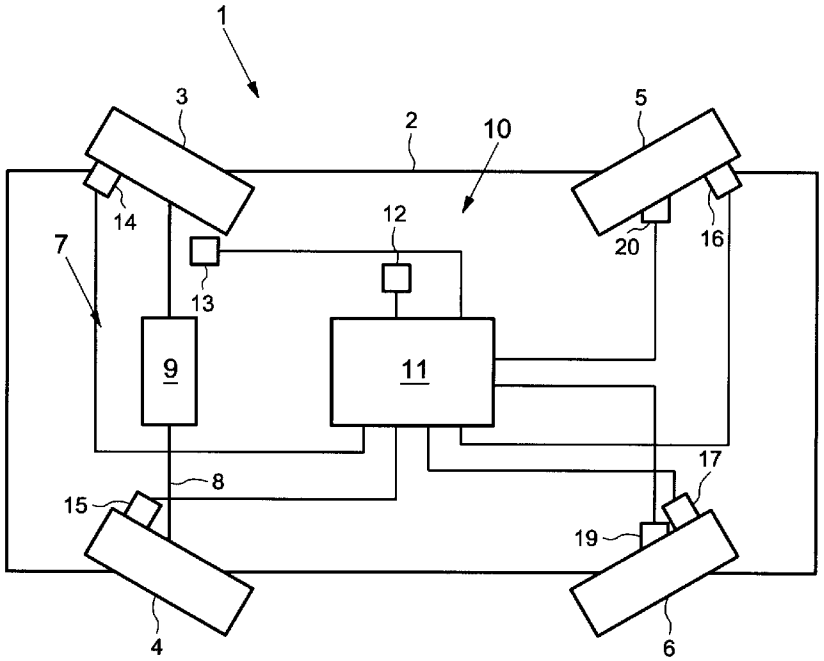
(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,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

[Suite sur la page suivante]

(54) **Title:** ANTI-ROLLING METHOD AND SYSTEM FOR A VEHICLE AND CORRESPONDING VEHICLE

(54) **Titre :** PROCÉDÉ ET SYSTÈME ANTI-ROULIS D'UN VÉHICULE ET VÉHICULE CORRESPONDANT



(57) **Abstract:** The invention concerns a method for controlling an anti-rolling system for a vehicle having at least three wheels, whereby based on the turn angle of the front wheel or on the lateral acceleration of the vehicle, on displacement data of the vehicle, and on a prior deflection rule of the anti-rolling system, a current roll correction rule is provided and said current roll correction rule is sent to an anti-rolling actuator or a controllable suspension acting on the stiffness of the vehicle suspension.

[Suite sur la page suivante]

WO 2007/003861 A2

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

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

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.

(57) Abrégé : Procédé de commande de système anti-roulis pour un véhicule à au moins trois roues, dans lequel en fonction de l'angle de braquage de roue avant ou de l'accélération latérale du véhicule, de données de déplacement du véhicule, et d'une consigne antérieure de braquage de système anti-roulis, on élabore une consigne actuelle de correction de roulis et on envoie ladite consigne actuelle de correction de roulis à un actionneur anti-roulis ou une suspension pilotable agissant sur la raideur d'une suspension du véhicule.

Procédé et système anti-roulis d'un véhicule et véhicule correspondant.

La présente invention relève du domaine des systèmes de commande de véhicules terrestres, en particulier de véhicules automobiles à roues.

De façon classique, les véhicules automobiles sont pourvus d'un châssis, d'un habitacle, de roues reliées au châssis par un mécanisme de suspension avec des roues avant directrices commandées par un volant à la disposition du conducteur dans l'habitacle du véhicule, et des roues arrière directrices ou non-directrices.

Le document US 2004/0117085 décrit un système de commande de la stabilité en lacet d'un véhicule équipé d'un capteur d'accélération latérale, d'un capteur de roulis, d'un capteur d'angle de braquage et d'au moins un capteur de vitesse fournissant des informations à une unité de commande de la stabilité de lacet, une unité de commande de la stabilité de roulis et une unité de fonction de la priorité et d'intégration permettant de commander un système de suspension active et un système de barre anti-roulis active.

Le document US 4 939 654 décrit un système de commande des caractéristiques de conduite d'un véhicule en fonction du braquage des roues du véhicule au moyen d'un capteur d'angle de braquage et d'au moins un capteur de vitesse pour agir sur des amortisseurs pilotables.

Toutefois, ces systèmes nécessitent de nombreux capteurs et procurent au véhicule un comportement insuffisamment stable lors de certaines sollicitations du conducteur ou sur certains états de chaussée. Certaines situations peuvent engendrer une perte de contrôle du véhicule, par exemple un évitement d'obstacle simple ou double. Les pertes de contrôle dans ce cas sont souvent dues à une réponse inadaptée du véhicule car trop vives, pas assez amorties ou encore peu prévisibles.

L'invention vise un système de commande anti-roulis assurant une sécurité, une sensation de sécurité, un confort et un plaisir de conduite élevé.

Le procédé de commande de système anti-roulis pour un véhicule à au moins trois roues, prévoit qu'en fonction de l'angle de braquage de roues avant ou de l'accélération latérale du véhicule, de données de déplacement du véhicule, et d'une consigne antérieure de braquage de système anti-roulis, on élabore une consigne actuelle de correction de roulis et on envoie ladite consigne actuelle de correction de roulis à un actionneur anti-roulis ou une suspension pilotable agissant sur la raideur d'une suspension du véhicule. On peut ainsi contrer de façon efficace le roulis affectant un véhicule.

Dans un mode de réalisation, les données de déplacement du véhicule comprennent la vitesse longitudinale du véhicule. La vitesse longitudinale peut être mesurée par au moins un capteur faisant partie d'un système anti blocage de roues.

Dans un mode de réalisation, les données de déplacement du véhicule comprennent une mesure de l'angle de braquage de roues arrière, dans le cas d'un véhicule à roues arrière directrices.

Avantageusement, on règle de façon séparée la réponse dynamique du véhicule et la réponse statique du véhicule. Le réglage peut être effectué de façon simple.

Avantageusement, à partir d'un modèle du véhicule et de données de déplacement du véhicule, on élabore une consigne actuelle de correction de roulis. La consigne actuelle de correction de roulis peut être élaborée en boucle ouverte. En d'autres termes, la présence d'un capteur de roulis n'est pas indispensable. La consigne de correction de roulis peut être élaborée en fonction de la dynamique dudit actionneur anti-roulis ou suspension pilotable.

Le système anti-roulis pour un véhicule à au moins trois roues comprend un moyen pour élaborer une consigne actuelle de correction de roulis en fonction de l'angle de braquage de roues avant ou de l'accélération du véhicule, de données de déplacement du véhicule et d'une consigne antérieure de correction de roulis, et un actionneur anti-roulis ou une suspension pilotable capable d'agir sur la raideur d'une suspension du véhicule à réception de ladite consigne actuelle de correction de roulis.

Dans un mode de réalisation, le moyen pour élaborer une consigne comprend un module de modélisation apte à fournir une estimation d'au moins une variable.

Dans un mode de réalisation, le module de modélisation comprend une entrée d'angle de braquage de roues avant ou d'accélération latérale du véhicule, une entrée de vitesse de déplacement du véhicule, et une entrée de consigne antérieure de braquage de roues arrière.

Dans un mode de réalisation, le module de modélisation comprend une sortie d'angle de roulis, une sortie de vitesse de roulis et une sortie de couple filtrée.

Le moyen pour élaborer une consigne peut comprendre un module de réglage de partie transitoire et un module de réglage de partie statique.

Le module de réglage de partie transitoire peut comprendre des sorties reliées aux entrées du module de réglage de parties statiques. Le module de réglage de parties statiques peut comprendre en outre une entrée d'angle de braquage de roues avant ou d'accélération latérale du véhicule et une entrée de vitesse de déplacement du véhicule.

Le véhicule pourvu d'un châssis et d'au moins trois roues reliées élastiquement au châssis, comprend un système anti-roulis comprenant un moyen pour élaborer une consigne actuelle de correction de roulis en fonction de l'angle de braquage de roues avant ou de l'accélération latérale du véhicule, de données de déplacement du véhicule, et d'une consigne antérieure de correction de roulis, et un actionneur anti-roulis ou une suspension active capable d'agir sur la raideur d'une suspension du véhicule à réception de ladite consigne actuelle de correction de roulis.

En se servant de l'angle de braquage de roues avant, le procédé de commande est particulièrement rapide. En se servant de l'accélération latérale du véhicule, le procédé de commande permet un excellent comportement du véhicule, notamment sur chaussée présentant une faible adhérence.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée de quelques modes de réalisation pris à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés par les dessins annexés, sur lesquels:

-la figure 1 est une vue schématique d'un véhicule équipé d'un système de commande selon un aspect de l'invention;

-la figure 2 est un schéma logique du système de la figure 1;

-la figure 3 est une vue schématique d'un véhicule équipé d'un système de commande selon un autre aspect de l'invention; et

-la figure 4 est un schéma logique du système de la figure 3.

Comme on peut le voir sur la figure 1, le véhicule 1 comprend un châssis 2, deux roues avant directrices 3 et 4 et deux roues arrière 5 et 6 qui peuvent ou non être directrices. Le véhicule 1 se complète par un système de direction 7 comprenant une crémaillère 8 disposée entre les roues avant 3 et 4, un actionneur de crémaillère 9 apte à orienter les roues avant 3 et 4 par l'intermédiaire de la crémaillère 8 en fonction d'ordres reçus, de façon mécanique ou électrique, en provenance d'un volant de direction non représenté, à disposition d'un conducteur du véhicule. Dans la variante à roues arrière directrices, des actionneurs 19 et 20 de braquage desdites roues arrière sont prévus.

Le système anti-roulis 10 comprend une unité de commande 11, un capteur 12 de l'accélération latérale γ_T du véhicule, un capteur 13 de la vitesse de rotation des roues avant permettant de déterminer la vitesse V du véhicule. Le capteur 12 peut être disposé au centre de gravité du véhicule 1.

En outre, le système anti-roulis 10 comprend des actionneurs 14 à 17 capables d'agir sur la raideur de la suspension disposée entre le châssis 2 et respectivement les roues 3 à 6. Le capteur de vitesses peut être de type optique ou encore magnétique, par exemple à effet Hall, coopérant avec un codeur solidaire d'une partie mobile, tandis que le capteur est non-tournant. Le capteur d'accélération peut être de type accéléromètre (masselotte et ressort). Les actionneurs 14 à 17 peuvent comprendre des vérins hydrauliques ou électriques capables de

modifier la raideur de la suspension ou encore des éléments de suspension active à raideur commandée.

L'unité de commande 11 peut être réalisée sous la forme d'un microprocesseur équipé d'une mémoire vive, d'une mémoire morte, d'une unité centrale et d'interfaces d'entrée-sortie permettant de recevoir des informations des capteurs et d'envoyer les instructions aux actionneurs 14 à 17.

Plus précisément, l'unité de commande 11 comprend un bloc d'entrée 22 recevant les signaux en provenance des capteurs 12 et 13, plus particulièrement la vitesse du véhicule V et l'accélération transversale γ_T. La vitesse du véhicule peut être obtenue en faisant la moyenne de la vitesse des roues avant ou des roues arrière, telle que mesurée par des capteurs d'un système antiblocage de roues. Dans ce cas, il est prévu un capteur 13 par roue, le système antiblocage de roues comprenant une sortie reliée à une entrée de l'unité de commande 11 pour fournir l'information de vitesse du véhicule. Alternativement, chaque capteur 13 est relié à une entrée de l'unité de commande 11, l'unité de commande 11 effectuant alors la moyenne de la vitesse des roues.

L'unité de commande 11 comprend également un modèle de véhicule 23, permettant d'estimer les informations qui ne sont pas mesurées et qui sont nécessaires à la commande. Le modèle 23 permet de prédire le comportement intrinsèque du châssis 2, c'est-à-dire sa réponse en roulis en fonction de l'accélération transversale γ_T du véhicule. Le modèle peut par exemple être basé sur l'équation simplifiée de l'élément de transfert entre l'accélération transversale γ_T et l'angle de roulis de la caisse du véhicule, noté θ d'une part, et entre le couple appliqué par l'actionneur, noté μ_f et l'angle de roulis de la caisse du véhicule θ, d'autre part:

$$\left(I_{xx} + Mh_0^2\right)\ddot{\theta} + \left(\frac{E_1^2}{2}c_1 + \frac{E_2^2}{2}c_2\right)\dot{\theta} + \left(\frac{E_1^2}{2}k_1 + \frac{E_2^2}{2}k_2 - Mgh_0\right)\theta = Mh_0\gamma_T + u_f$$

avec I_{xx}, l'inertie de la caisse du véhicule autour de son axe de roulis, c'est-à-dire un axe longitudinal placé plus haut que le sol et pouvant être légèrement incliné vers l'avant, M la masse totale du véhicule, h_0 la hauteur du centre de gravité par rapport à l'axe de roulis de la caisse du véhicule, E_1 la voie de l'essieu avant, E_2 la voie de l'essieu arrière, c_1 le coefficient d'amortissement de l'essieu avant, c_2 le coefficient d'amortissement de l'essieu arrière, k_1 la raideur de l'essieu avant, k_2 la raideur de l'essieu arrière, g la constante de gravité, $\dot{\theta}$ la vitesse de roulis de la caisse du véhicule et $\ddot{\theta}$ l'accélération de roulis de la caisse de véhicule. On peut éviter de mesurer le couple réellement appliqué par les actionneurs en modélisant la dynamique de l'actionneur:

$$\mu_f = \frac{\mu_c}{\tau_a s + 1}$$

avec μ_f le couple appliqué, μ_c la consigne de couple, τ_a la dynamique de l'actionneur et s l'opérateur de Laplace. L'équation d'état associée à ce modèle est la suivante:

$$\begin{pmatrix} \dot{\theta}_c \\ \ddot{\theta}_c \\ \dot{u}_f \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -\omega_n^2 & -2\xi\omega_n & G_u \\ 0 & 0 & -\frac{1}{\tau_a} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \theta_c \\ \dot{\theta}_c \\ u_f \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ G_\gamma \\ 0 \end{pmatrix} \gamma_T + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{1}{\tau_a} \end{pmatrix} u_c$$

$$y = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \theta_c \\ \dot{\theta}_c \\ u_f \end{pmatrix}$$

avec:

$$G_\gamma = \frac{Mh_0}{\left(I_{xx} + Mh_0^{\,2}\right)} \qquad \omega_n = \sqrt{\frac{\frac{1}{2}\left(E_1^{\,2}k_1 + E_2^{\,2}k_2\right) - Mgh_0}{I_{xx} + Mh_0^{\,2}}}$$

$$G_u = \frac{1}{\left(I_{xx} + Mh_0^{\,2}\right)} \qquad \xi = \frac{1}{4}\left(\frac{E_1^{\,2}c_1 + E_2^{\,2}c_2}{I_{xx} + Mh_0^{\,2}}\right)$$

et où y est la sortie considérée.

Le modèle 23 fournit donc un angle de roulis calculé θ_c, une vitesse de roulis calculée $\dot{\theta}_c$ et un couple de roulis filtré par la dynamique de l'actionneur et donc réellement appliqué μ_f.

L'unité de commande 11 comprend en outre un bloc 24 de calcul des transitoires recevant en entrée les sorties précitées du modèle 23 ainsi que la vitesse V du véhicule 1. Le bloc 24 calcule la commande qui permet d'agir sur la réponse transitoire et ce par un placement de pôle. Si on note les trois pôles du système décrit ci-dessus de la façon suivante:

$$a_1(V)+b_1(V).i \quad a_2(V)+b_2(V).i \quad a_3(V)+b_3(V).i$$

où les parties réelles des pôles à la vitesse V sont notées $a_i(V)$ et les parties imaginaires sont notées $b_i(V)$.On cherche alors le correcteur $K=[K_1(V) \quad K_2(V) \quad K_3(V)]$ qui placera les pôles du système bouclé en :

$$Tdyn_{11}(V).a_1(V)+Tdyn_{12}(V).b_1(V).i$$
$$Tdyn_{21}(V).a_2(V)+Tdyn_{22}(V).b_2(V).i$$

$$Tdyn_{31}(V).a_3(V)+Tdyn_{32}(V).b_3(V).i$$

où $Tdyn_{11}$, $Tdyn_{12}$, $Tdyn_{21}$, $Tdyn_{22}$, $Tdyn_{31}$, $Tdyn_{32}$ sont les paramètres de réglage (variables en fonction de la vitesse du véhicule V) de la réponse transitoire du véhicule.

Le correcteur $K(V_0)$ peut se calculer, pour chaque vitesse V_0 choisie, par la méthode de placement de pôle décrite dans l'article « Robust Pole Assignment in Linear State Feedback », de J. Kautsky et N.K. Nichols, publié dans Int. J. Control, 41 (1985), pages 1129 à 1155.

On obtient ainsi la première partie de la commande :

$$u_{c\text{-}transitoire} = K_1(V).\theta_c - K_1(V).\dot{\theta}_c - K_3(V).u_f$$

L'on peut remarquer que lorsque les paramètres de réglage sont égaux à 1, la réponse dynamique du véhicule n'est pas modifiée, qu'un paramètre supérieur à 1 provoque une augmentation de la vivacité de la réponse du véhicule en roulis et qu'un paramètre inférieur à 1 provoque une diminution de la vivacité de la réponse du véhicule en roulis. A titre d'exemple, on peut prendre le réglage suivant :

$Tdyn_{11} = 0,8$
$Tdyn_{12} = 0$
$Tdyn_{21} = 0,8$
$Tdyn_{22} = 0$
$Tdyn_{31} = 0,8$
$Tdyn_{32} = 0$

Ce réglage permet de ralentir la réponse dynamique du véhicule tout en supprimant les oscillations en roulis. Ce réglage permet d'améliorer le confort du passager qui ressentira une prise de roulis moins brusque lors de l'entrée dans un virage.

Le bloc 24 fournit donc en sortie les coefficients K_1, K_2 et K_3 et la première partie de la commande notée $\mu_{c\text{-}transitoire}$.

L'unité de commande 11 comprend en outre un bloc 25 de calcul de la commande statique noté $\mu_{c\text{-}statique}$ recevant en entrée les coefficients K_1, K_2 et K_3 en provenance du bloc 24, la vitesse V du véhicule et l'accélération transversale γ_T. La commande $\mu_{c\text{-}statique}$ permet de modifier la valeur stabilisée de l'angle de roulis de la caisse atteint suite à un coup de volant d'amplitude donnée. Le résultat peut être exprimé par comparaison avec le gain statique que l'on obtiendrait sur le même véhicule sans dispositif anti-roulis actif:

$$\left[\frac{\theta_{STABILISE}}{\gamma_T}\right]_{ANTIROULIS_ACTIF} = Tgs.\left[\frac{\theta_{STABILISE}}{\gamma_T}\right]_{SANS_ANTIROULIS_ACTIF}$$

où Tgs est le paramètre de réglage qui peut varier, si nécessaire, en fonction de la vitesse V.

La deuxième partie de la commande se calcule en fonction du paramètre Tgs de la façon suivante:

$$u_{c-statique} = \left[(Tgs-1).(1+K_3(V)).\frac{G_\gamma}{G_u} + Tgs.\frac{K_1(V).G_\gamma}{\omega_n^{\,2}}\right].\gamma_T$$

avec, pour rappel:

$$G_\gamma = \frac{Mh_0}{\left(I_{xx}+Mh_0^{\,2}\right)} \qquad \omega_n = \sqrt{\frac{\frac{1}{2}\left(E_1^{\,2}k_1+E_2^{\,2}k_2\right)-M.g.h_0}{I_{xx}+Mh_0^{\,2}}}$$

$$G_u = \frac{1}{\left(I_{xx}+Mh_0^{\,2}\right)} \qquad \xi = \frac{1}{4}\left(\frac{E_1^{\,2}c_1+E_2^{\,2}c_2}{I_{xx}+Mh_0^{\,2}}\right)$$

L'on peut remarquer que lorsque le paramètre Tgs est égal à 1, la réponse statique du véhicule n'est pas modifiée, que lorsque le paramètre Tgs est supérieur à 1, la réponse statique du véhicule est

augmentée et que lorsque le paramètre Tgs est inférieur à 1, la réponse statique du véhicule est diminuée. À titre d'exemple, on peut prendre Tgs égal à 0,8, qui permet de diminuer le roulis atteint par la caisse du véhicule lors d'un virage stabilisé, donc d'améliorer sensiblement le confort des passagers.

L'unité de commande 11 se complète par un additionneur 26 et une sortie 27. L'additionneur 26 reçoit sur une entrée la sortie de commande $\mu_{c\text{-transitoire}}$ du bloc 24 et sur une autre entrée positive la sortie de commande $\mu_{c\text{-statique}}$ du bloc 25. La sortie de l'additionneur 26 est reliée, d'une part, à la sortie générale 27 de l'unité de commande 11 et, d'autre part, à l'entrée du modèle 23 pour fournir audit modèle 23 la consigne de correction de roulis venant d'être calculée.

Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 3, le capteur d'accélération transversal 12 est remplacé par un capteur 18 de la position de braquage des roues avant 3 et 4, par exemple positionné sur l'actionneur 9. L'angle de braquage des roues avant 3 et 4 est noté α_1 et est utilisé par le modèle 23 du véhicule, tel qu'illustré sur la figure 4, pour calculer l'angle de roulis calculé θ_c, un état du véhicule en roulis noté $X_{2,c}$ et le couple de roulis filtré par la dynamique de l'actionneur est donc réellement appliqué, noté μ_f.

L'unité de commande 11, telle qu'illustrée sur la figure 4, est proche de celle illustrée sur la figure 2, à ceci près que le modèle 23 peut par exemple être basé sur l'équation suivante, avec α_1 l'angle de braquage des roues avant:

$$\left(I_{xx} + Mh_0^2\right)\ddot{\theta} + \left(\frac{E_1^2}{2}c_1 + \frac{E_2^2}{2}c_2\right)\dot{\theta} + \left(\frac{E_1^2}{2}k_1 + \frac{E_2^2}{2}k_2 - Mgh_0\right)\theta = MVh_0\frac{12}{L}\dot{\alpha}_1 + MV^2\frac{h_0}{L}\alpha_1 + u_f$$

Le couple réellement appliqué par l'actionneur μ_f n'est comme précédemment pas mesuré, mais obtenu en modélisant la dynamique de l'actionneur de la même façon que précédemment.

$$u_f = \frac{\mu_c}{\tau_a s + 1}$$

L'équation d'état associée à ce modèle est la suivante:

$$\begin{pmatrix} \dot{\theta}_c \\ \dot{X}_{2,c} \\ \dot{u}_f \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2\xi\omega_n & 1 & 0 \\ -\omega_n^2 & 0 & G_u \\ 0 & 0 & -\frac{1}{\tau_a} \end{pmatrix} . \begin{pmatrix} \theta_c \\ X_{2,c} \\ u_f \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} G_\alpha . \tau \\ G_\alpha \\ 0 \end{pmatrix} \alpha_1 + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{1}{\tau_a} \end{pmatrix} u_c$$

$$y = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} . \begin{pmatrix} \theta_c \\ X_{2,c} \\ u_f \end{pmatrix}$$

avec:

$$G_\alpha = \frac{MV^2 h0}{L.\left(I_{xx} + Mh_0^2\right)} \qquad \omega_n = \sqrt{\frac{\frac{1}{2}\left(E_1^2 k_1 + E_2^2 k_2\right) - Mgh_0}{I_{xx} + Mh_0^2}}$$

$$\tau = \frac{L_2}{V} \qquad \xi = \frac{1}{4}\left(\frac{E_1^2 c_1 + E_2^2 c_2}{I_{xx} + Mh_0^2}\right)$$

$$G_u = \frac{1}{\left(I_{xx} + Mh_0^2\right)}$$

et où y est la sortie considérée et $X_{2,c}$ est le deuxième état du véhicule en roulis défini par $X_{2,c} = 2\xi\omega_n\theta_c + \dot{\theta}_c - G_\alpha \tau . \alpha_1$.

Le bloc 24 de calcul des transitoires peut être similaire à celui illustré sur la figure 2.

Le bloc 25 de calcul de la commande statique permet de modifier la valeur stabilisée de l'angle de roulis de la caisse atteint suite à un coup de volant d'amplitude donnée. Le résultat est exprimé

par comparaison avec le gain statique qui serait obtenu sur le même véhicule sans dispositif anti-roulis actif:

$$\left[\frac{\theta_{STABILISE}}{\alpha_1}\right]_{ANTIROULIS_ACTIF} = Tgs.\left[\frac{\theta_{STABILISE}}{\alpha_1}\right]_{SANS_ANTIROULIS_ACTIF}$$

où Tgs est le paramètre de réglage qui peut varier, si nécessaire, en fonction de la vitesse V.

La deuxième partie de la commande se calcule en fonction du paramètre Tgs de la façon suivante:

$$u_{c-statique} = \left[\left(Tgs-1)(1+K_3(V)\right)\frac{G_\alpha}{G_u} + Tgs\left(\frac{K_1(V)G_\alpha}{\omega_n^{\,2}} + \frac{2K_2(V)\xi G_\alpha}{\omega_n}\right) - K_2(V)G_\alpha\tau\right]\alpha_1$$

avec, pour rappel:

$$G_\alpha = \frac{MV^2h0}{L.\left(I_{xx}+Mh_0^{\,2}\right)} \qquad \omega_n = \sqrt{\frac{\frac{1}{2}\left(E_1^{\,2}k_1+E_2^{\,2}k_2\right)-Mgh_0}{I_{xx}+Mh_0^{\,2}}}$$

$$\tau = \frac{L_2}{V} \qquad \xi = \frac{1}{4}\left(\frac{E_1^{\,2}c_1+E_2^{\,2}c_2}{I_{xx}+Mh_0^{\,2}}\right)$$

$$G_u = \frac{1}{\left(I_{xx}+Mh_0^{\,2}\right)}$$

L'unité de commande 11 se complète comme dans le mode de réalisation précédent, par un sommateur 26 recevant en entrée la sortie $\mu_{2\text{-transitoire}}$ du bloc 24, d'une part, et la sortie $\mu_{2\text{-statique}}$, d'autre part, provenant du bloc 25.

L'invention offre une loi de commande qui pilote le système d'anti-roulis actif et qui permet, grâce à une stratégie en boule ouverte de régler les réponses dynamique et statique en roulis du véhicule en

fonction de l'accélération latérale ou de l'angle de braquage des roues avant. Le réglage peut par exemple être fonction de la vitesse V du véhicule. Le véhicule est conçu de manière à adopter le comportement le plus stable possible quels que soient la sollicitation du conducteur et l'état de la chaussée et offre une sécurité très élevée, une bonne sensation de sécurité, un confort et un plaisir de conduite optimisés.

L'invention s'applique particulièrement à des véhicules équipés de barres anti-roulis actives. Il est possible de se passer de capteurs de la dynamique en roulis du véhicule, ce qui permet de limiter le coût du système et de tenir compte de la dynamique de l'actionneur anti-roulis. La mise au point du réglage est rapide et intuitive, car les paramètres de réglage sont liés aux performances nominales du véhicule en l'absence de dispositif anti-roulis. En effet, les paramètres de réglage égaux à 1 ne modifient pas le comportement du véhicule, alors que les paramètres de réglage supérieurs à 1 rendent le comportement du véhicule plus vif et des paramètres de réglage inférieurs à 1 rendent le comportement du véhicule moins direct. La mise en œuvre du système anti-roulis assure un bon comportement du véhicule, quelle que soit l'adhérence offerte par la roue sur laquelle se déplace le véhicule.

REVENDICATIONS

1-Procédé de commande de système anti-roulis pour un véhicule à au moins trois roues, dans lequel en fonction de l'angle de braquage de roue avant ou de l'accélération latérale du véhicule, de données de déplacement du véhicule, et d'une consigne antérieure de braquage de système anti-roulis, on élabore une consigne actuelle de correction de roulis et on envoie ladite consigne actuelle de correction de roulis à un actionneur anti-roulis ou une suspension pilotable agissant sur la raideur d'une suspension du véhicule.

2-Procédé selon la revendication 1, dans lequel lesdites données de déplacement du véhicule comprennent la vitesse longitudinale V du véhicule.

3-Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel lesdites données de déplacement du véhicule comprennent une mesure de l'angle de braquage de roue arrière.

4-Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on règle la réponse dynamique du véhicule et la réponse statique du véhicule de façon séparée.

5-Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel à partir d'un modèle du véhicule et de données de déplacement du véhicule, on élabore une consigne actuelle de correction de roulis.

6-Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la consigne actuelle de correction de roulis est élaborée en boucle ouverte.

7-Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la consigne de correction de roulis est élaborée en fonction de la dynamique dudit actionneur anti-roulis ou suspension pilotable.

8-Système anti-roulis pour un véhicule (1) à au moins trois roues, comprenant un moyen (11) pour élaborer une consigne actuelle de correction de roulis en fonction de l'angle de braquage de roue avant ou de l'accélération latérale du véhicule, de données de déplacement du véhicule, et d'une consigne antérieure de correction de roulis, et un actionneur (14 à 17) anti-roulis ou une suspension pilotable capable d'agir sur la raideur d'une suspension du véhicule à réception de ladite consigne actuelle de correction de roulis.

9-Système selon la revendication 8, dans lequel ledit moyen pour élaborer une consigne comprend un module de modélisation (23) apte à fournir une estimation d'au moins une variable.

10-Système selon la revendication 9, dans lequel ledit module de modélisation (23) comprend une entrée d'angle de braquage de roue avant ou d'accélération latérale du véhicule, une entrée de vitesse V de déplacement du véhicule, et une entrée de consigne antérieure de braquage de roue arrière.

11-Système selon la revendication 9 ou 10, dans lequel ledit module de modélisation (23) comprend une sortie d'angle de roulis, une sortie de vitesse de roulis et une sortie de couple filtré.

12-Système selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, dans lequel ledit moyen pour élaborer une consigne comprend un module (24) de réglage de partie transitoire et un module (25) de réglage de partie statique.

13-Système selon la revendication 12, dans lequel ledit module (24) de réglage de partie transitoire comprend des sorties reliées aux entrées du module de réglage de partie statique, le module (25) de réglage de partie statique comprenant en outre une entrée d'angle de braquage de roue avant ou d'accélération latérale du véhicule et une entrée de vitesse V de déplacement du véhicule.

14-Véhicule (1) pourvu d'un châssis (2) et d'au moins trois roues reliées élastiquement au châssis (2), comprenant un système anti-roulis comprenant un moyen (11) pour élaborer une consigne actuelle de correction de roulis en fonction de l'angle de braquage de roue avant ou de l'accélération latérale du véhicule, de données de déplacement du véhicule, et d'une consigne antérieure de correction de roulis, et un actionneur (14 à 17) anti-roulis ou une suspension pilotable capable d'agir sur la raideur d'une suspension du véhicule à réception de ladite consigne actuelle de correction de roulis.

FIG.1

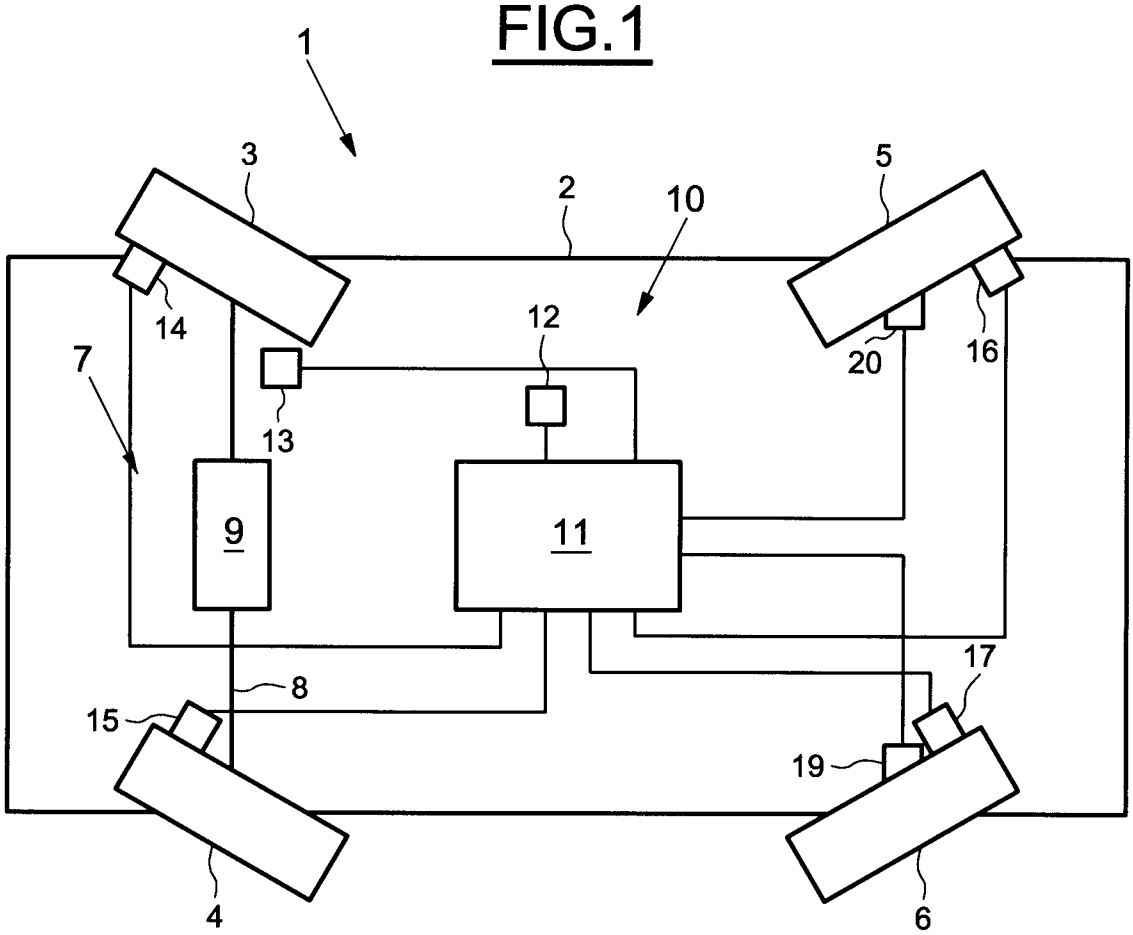


FIG.2

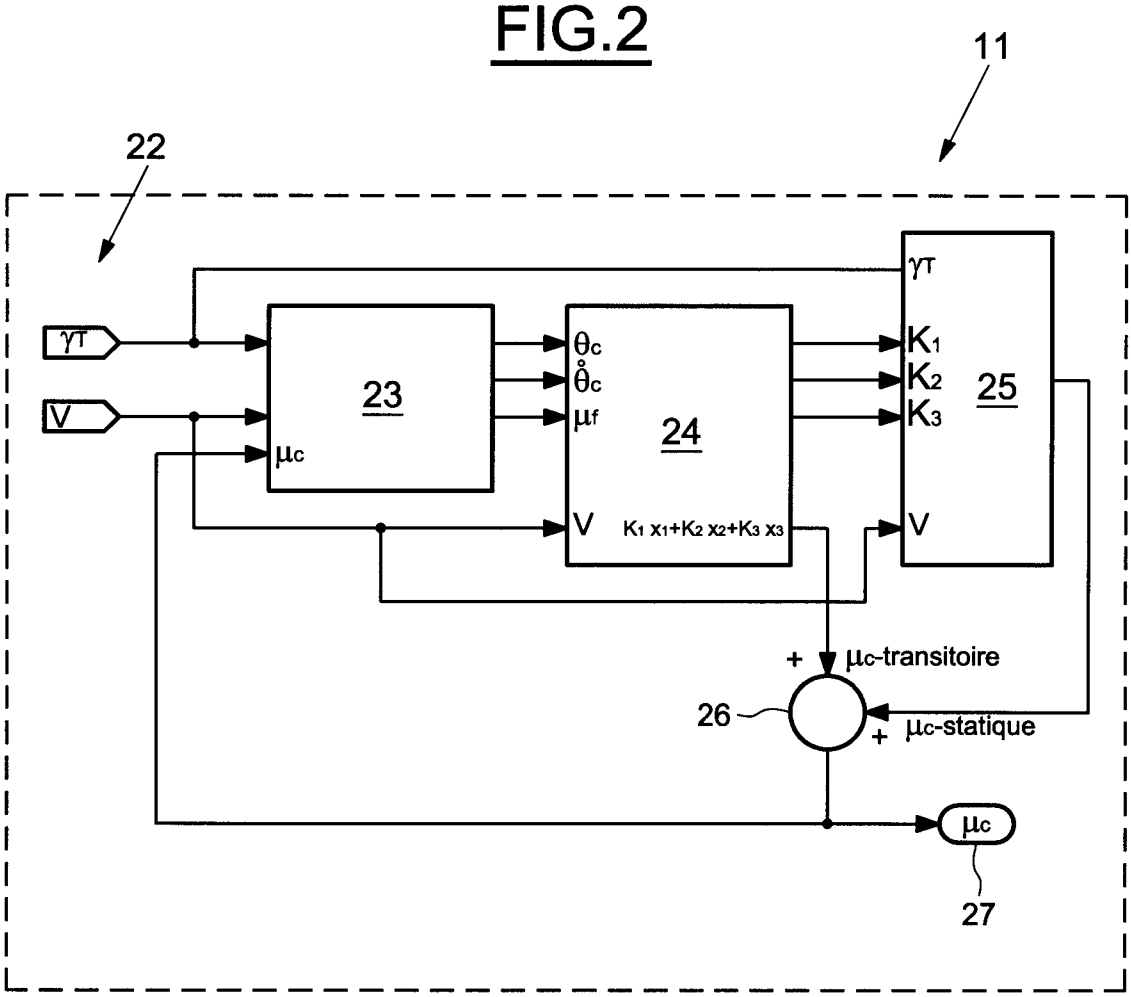

11
22
γT
V
23
μc
θc
θ̊c
μf
24
V
K1 x1+K2 x2+K3 x3
γT
K1
K2
K3
25
V
+
μc-transitoire
26
+
μc-statique
μc
27

FIG.3

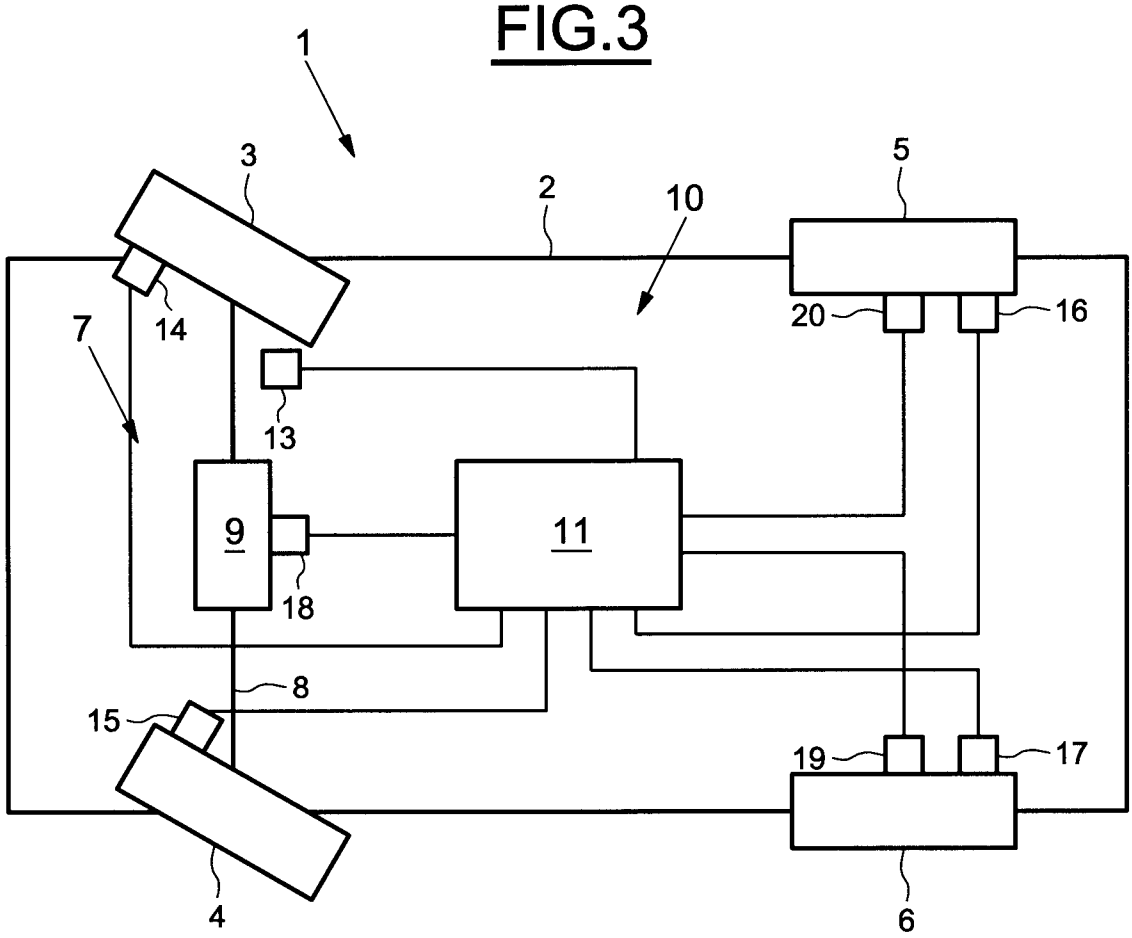
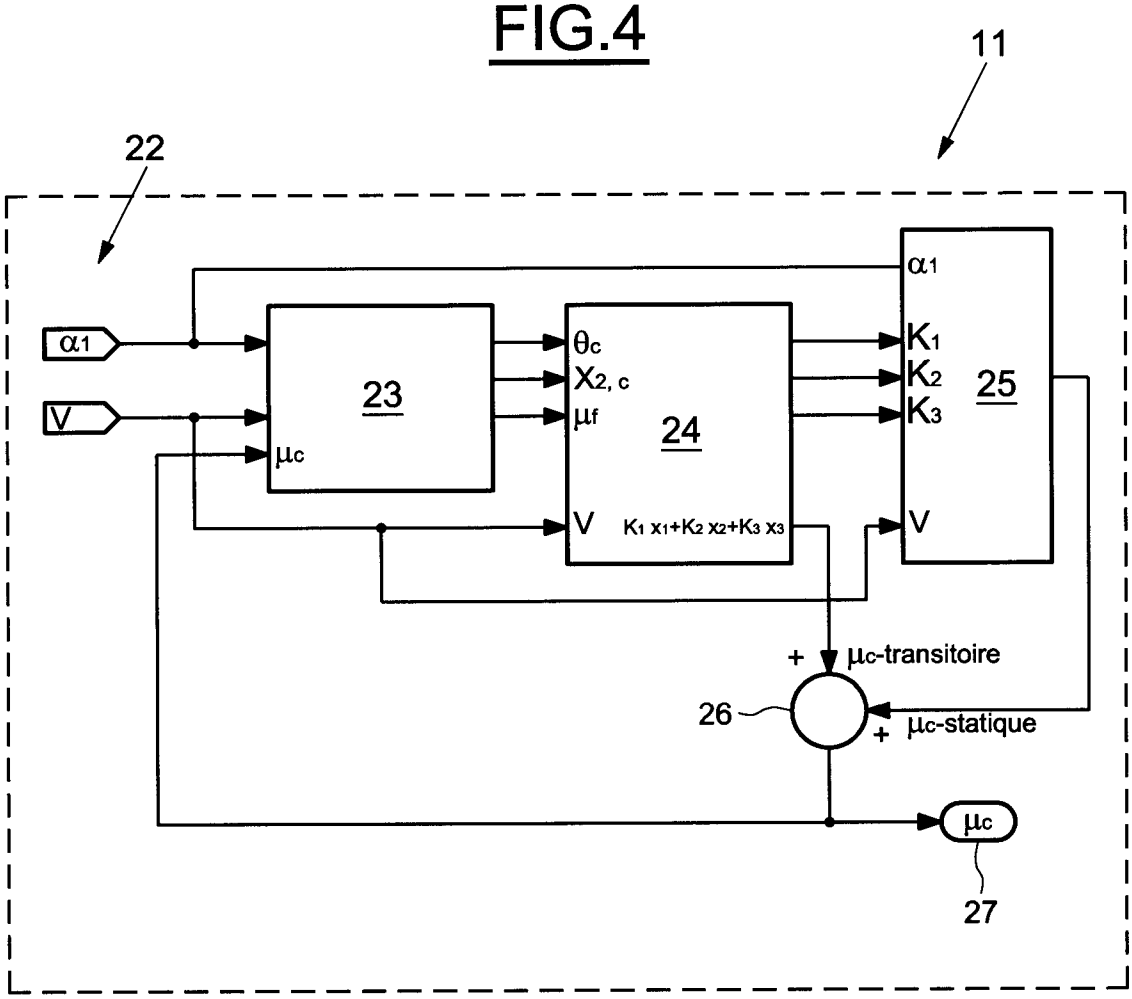


FIG.4


11
22
α1
V
23
μc
θc
X2, c
μf
24
V
K1 x1+K2 x2+K3 x3
α1
K1
K2
K3
25
V
+
μc-transitoire
26
+
μc-statique
μc
27