CH 649 506 A5

(19) CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 649 506 A5

(51) Int. Cl.⁴: B 60 G 17/08

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) FASCICULE DU BREVET A5

(21) Numéro de la demande: 5215/82

(22) Date de dépôt: 02.09.1982

(24) Brevet délivré le: 31.05.1985

(45) Fascicule du brevet publié le: 31.05.1985

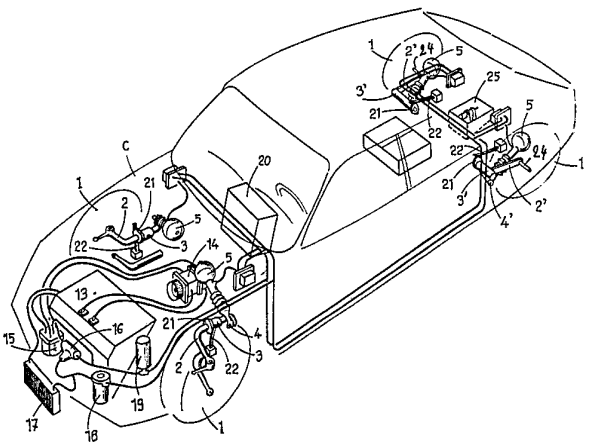
(73) Titulaire(s):
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Laboratoire de Mécanique Appliquée du Département de Mécanique, Lausanne

(72) Inventeur(s):
Chappuis, Jean-Daniel, Rivaz
Del Pedro, Michel, Le Mont-sur-Lausanne

(74) Mandataire:
Micheli & Cie, ingénieurs-conseils, Genève

(54) Suspension pour véhicule automobile routier.

(57) Elle comprend, pour chacune des roues (1) du véhicule, un bloc de suspension (5) formé d'un élément de suspension monté en série avec un vérin de commande. Un dispositif de réglage (20) délivre des signaux aux commandes des vérins et reçoit un signal d'un dispositif d'indication (25) de forces d'inertie et de gravité transversales. Chaque bloc de suspension (5) est monté entre une roue (1) et le châssis (C) du véhicule. Un capteur (21) est associé à chaque roue (1) du véhicule et délivre au dispositif de réglage (20) un signal correspondant à la position en hauteur de cette roue (1) par rapport au châssis (C) du véhicule. Le dispositif de réglage (20) délivre à chaque commande de vérin un signal de correction fonction du signal délivré par le dispositif d'indication (25), des signaux délivrés par les capteurs de position (21) des roues (1) et d'un signal de consigne définissant la garde au sol désirée du véhicule.



REVENDICATIONS

1. Suspension pour véhicule automobile routier permettant de compenser partiellement au moins l'angle de gêne ressenti par le passager sous l'effet des forces d'inertie de gravité transversales comprenant, pour chacune des roues du véhicule, un bloc de suspension formé d'un élément de suspension monté en série avec un vérin de commande; cette suspension comprenant encore un dispositif de réglage délivrant des signaux de réglage aux commandes des vérins et un dispositif d'indication de forces d'inertie et de gravité transversales délivrant un signal au dispositif de réglage, caractérisée par le fait que les blocs de suspension sont montés entre chaque roue et le châssis du véhicule; par le fait qu'elle comporte pour chaque roue du véhicule un capteur délivrant au dispositif de réglage un signal correspondant à la position en hauteur de cette roue par rapport au châssis du véhicule, et par le fait que le dispositif de réglage délivre à chaque commande de vérin un signal de correction fonction du signal délivré par le dispositif d'indication des signaux délivrés par les capteurs de position des roues et d'un signal de consigne définissant la garde au sol désirée du véhicule.

2. Suspension selon la revendication 1, caractérisée par le fait que le dispositif d'indication des forces d'inertie et de gravité transversales est constitué par un pendule d'inertie.

3. Suspension selon la revendication 2, caractérisée par le fait que le pendule est monté sur le châssis du véhicule.

4. Suspension selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que les vérins sont des vérins hydrauliques.

5. Suspension selon la revendication 4, caractérisée par le fait que les blocs de suspension sont des blocs oléopneumatiques dont le vérin constitue simultanément le vérin de commande.

6. Suspension selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que le châssis du véhicule fait partie de la carrosserie autoportante de celui-ci.

7. Suspension selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que le dispositif de réglage est étalonné de telle sorte que l'angle de gêne ne soit que partiellement compensé.

8. Suspension selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que la fonction de transfert du dispositif de réglage est telle que l'inclinaison imposée du véhicule soit proportionnelle à l'angle de gêne ressenti par les passagers.

La présente invention a pour objet une suspension pour véhicule automobile routier.

Le rôle premier de la suspension d'un véhicule automobile est de procurer le confort et de contribuer à la sécurité des occupants en isolant le véhicule des chocs engendrés par les inégalités de la route. En même temps, lors des accélérations, des décélérations, dans les virages et sous l'action de phénomènes extérieurs tels que le vent, la suspension doit absorber les diverses forces qui s'exercent sur la caisse du véhicule.

Le deuxième rôle de la suspension est d'assurer le guidage des roues. La précision des épures qui déterminent le mouvement que les roues auront dans leur débattement est une nécessité découverte relativement récemment dans l'histoire de la technique automobile. Mais le mouvement d'une roue sous l'effet d'une bosse, d'une surcharge passagère, ne se fait jamais sans quelque altération de la géométrie de l'épure.

Il en résulte de nombreux problèmes de stabilité, de tenue de route, de confort et de sécurité, que le constructeur résout au mieux de ses possibilités, mais seulement au prix de nombreux compromis.

Une attitude particulière d'un véhicule automobile est son inclinaison transversale en virage. En parcourant une courbe, le véhicule subit l'influence de la force centrifuge. Il s'incline transversalement d'un angle communément appelé angle de roulis. L'importance du roulis dépend dans une large mesure de la positon du centre de gravité et des centres instantanés de rotation des essieux. On désigne par centre instantané de rotation d'un essieu, le point autour duquel la carrosserie commence à s'incliner lorsque s'exerce sur elle la force centrifuge engendrée par le virage.

Au cours de l'évolution technique de l'automobile, le centre de gravité des véhicules a continuellement été abaissé. Le réseau routier s'est amélioré, les vitesses, et par conséquent les moyennes réalisables, ont augmenté d'année en année, les pneumatiques ont fortement évolué. L'élévation de la puissance des moteurs a posé de nouveaux problèmes, en particulier celui de la transmission au sol de cette puissance. Et les exigences en matière de confort ont toujours crû. Les constructeurs se sont ainsi vus dans l'obligation de rechercher des compromis quant à la stabilité de trajectoire, la tenue de route, les valeurs de roulis, etc. Par exemple, l'axe instantané de rotation, avec la généralisation des suspensions à roues indépendantes (du moins pour les trains avant), ne reste pas constamment à la même hauteur au-dessus du sol et, par conséquent, change continuellement les conditions de travail des pneumatiques. Les barres stabilisatrices, si elles sont favorables dans de nombreuses conditions en améliorant le comportement général, altèrent en fait le comportement du meilleur des deux trains de roues. De plus, elles sont parfois si rigides qu'elles s'opposent, dans certaines conditions, au bon fonctionnement des suspensions en produisant un balancement latéral ou roll-rock. Finalement, même plus ou moins atténué, le roulis subsiste toujours et demeure une source constante de désagréments pour les occupants du véhicule.

Toute solution destinée à améliorer la tenue de route ou le confort bute chaque fois sur la conception générale des suspensinos, et l'on retombe finalement toujours sur les mêmes compromis. La seule façon de supprimer le problème consiste à reprendre entièrement cette conception de base.

De nombreuses suspensions pour véhicule automobile ont été proposées à ce jour; toutefois, aucune ne donne complète satisfaction à la fois sur le plan de la tenue de route et notamment de l'adhérence des trains de roue à la route, et du confort des passagers.

Le brevet français N° 74.31737 décrit une suspension pour véhicule automobile dans laquelle la carrosserie est suspendue sur le châssis du véhicule à l'aide de ressorts. Des vérins commandés par un pendule d'inertie sont prévus pour provoquer une inclinaison de la carrosserie par rapport au châssis vers l'intérieur des virages. Une telle solution n'est pas satisfaisante car elle introduit en fait deux suspensions en série; elle ne permet pas de contrôler la garde au sol du véhicule et surtout seule une partie du véhicule, la carrosserie, subit une inclinaison contrôlée.

Le brevet français N° 79.19871 décrit une suspension pour véhicule automobile routier permettant de modifier l'assiette du véhicule, c'est-à-dire la distance au sol du châssis de celui-ci en agissant sur un système hydraulique permettant de modifier la distance entre chaque roue et le châssis. On peut ainsi manuellement modifier la garde au sol du véhicule. Il s'agit là d'un système à commande manuelle de l'assiette du véhicule qui ne comporte aucune compensation des inclinaisons en virage, donc des forces centrifuges agissant sur le véhicule.

Il existe encore d'autres suspensions comportant des correcteurs d'assiette du véhicule en fonction de la charge ou du freinage; toutefois, aucune de ces suspensions particulières ne permet d'atteindre le but de la présente invention qui est, d'une part, d'augmenter la tenue de route du véhicule et donc sa sécurité et, d'autre part, d'augmenter le confort des usagers.

La présente invention a pour objet une suspension pour véhicule automobile routier permettant de compenser partiellement au moins l'angle de gêne ressenti par le passager sous l'effet des forces d'inertie de gravité transversales comprenant, pour chacune des roues du véhicule, un bloc de suspension formé d'un élément de suspension monté en série avec un vérin de commande, cette suspension comprenant encore un dispositif de réglage délivrant des signaux de réglage aux commandes des vérins et un dispositif d'indication des for-

ces d'inertie et de gravité transversales délivrant un signal au dispositif de réglage, caractérisée par le fait que les blocs de suspension sont montés entre chaque roue et le châssis du véhicule, par le fait qu'elle comporte pour chaque roue du véhicule un capteur délivrant au dispositif de réglage un signal correspondant à la position en hauteur de cette roue par rapport au châssis du véhicule, et par le fait que le dispositif de réglage délivre à chaque commande de vérin un signal de correction fonction du signal délivré par le dispositif d'indication des signaux délivrés par les capteurs de position des roue et d'un signal de consigne définissant la garde au sol désirée du véhicule.

Le dessin annexé illustre schématiquement et à titre d'exemple une forme d'exécution de la suspension pour véhicule routier selon l'invention.

La fig. 1 illustre schématiquement un véhicule équipé de la suspension selon l'invention.

La fig. 2 illustre schématiquement la suspension d'une roue avant.

La fig. 3 illustre la suspension d'une roue arrière.

La fig. 4 illustre en coupe un bloc de suspension.

La fig. 5 est un schéma de principe de l'asservissement de la suspension.

Les fig. 6, 7 et 8 illustrent différentes portions de la voiture asservie.

La suspension pour véhicule automobile routier selon l'invention permet de donner à la totalité de la masse du véhicule, soit sa carrosserie et son châssis, une inclinaison transversale dirigée vers l'intérieur du virage pour atténuer ou supprimer les forces latérales agissant sur les passagers tout en maintenant l'axe de rotation transversal instantané du véhicule à une hauteur moyenne quasiment constante au-dessus du plan de roulement. Ces deux fonctions de la suspension doivent être obtenues automatiquement en marche normale du véhicule, c'est-à-dire quels que soient la trajectoire suivie et l'état de la surface de roulement. Cette suspension est ainsi asservie, d'une part, au niveau des forces d'inclinaison transversales agissant sur le véhicule et, d'autre part, aux caractéristiques de la route.

Le véhicule illustré à la fig. 1 comporte quatre roues indépendantes montées chacune rotative sur l'une des extrémités d'un bras de suspension 2, 2′ pivoté en 3, 3′ sur le châssis C du véhicule ou sa carrosserie autoportante. L'autre extrémité 4, 4′ du bras de suspension 2, 2′ est reliée au châssis C ou à la carrosserie autoportante par un bloc de suspension 5 (fig. 2 et 3).

Chaque bloc de suspension 5, illustré en détail à la fig. 4, comporte un élément de suspension oléopneumatique comprenant une sphère 6 dont la partie supérieure 7 est remplie d'un gaz, par exemple de l'azote, sous pression jouant le rôle d'un ressort pneumatique. La partie inférieure 8 de la sphère, séparée de la partie supérieure 7 par une membrane étanche 9, est remplie d'un liquide hydrualique, ici de l'huile, et est en communication avec la chambre supérieure 10 d'un vérin hydraulique à simple effet par l'intermédiaire d'un amortisseur 11 provoquant un laminage de l'huile passant de la demi-sphère inférieure 8 à la chambre supérieure 10 du vérin ou vice versa.

La tige du piston 11′ se déplaçant dans le vérin à simple effet est reliée à l'extrémité 4, 4′ du bras de suspension 2, 2′. En modifiant le volume d'huile contenu dans la demi-sphère 8 et la chambre 10, on peut modifier la hauteur du châssis du véhicule par rapport au sol.

La chambre 10 du vérin est alimentée en liquide hydraulique sous pression par l'intermédiaire d'une servovalve 12, du type Rexroth 4 voies. Le dispositif de mise sous pression du liquide hydraulique est traditionnel et comporte un réservoir 13, une pompe-tandem 14, du type Turolla-Plessy 211 + 209, un conjoncteur-disjoncteur 15, une soupape de surpression 16, un radiateur 17, un filtre 18 et un accumulateur 19.

Ainsi, chaque roue indépendante est reliée au châssis du véhicule par un bloc de suspension comportant un élément de suspension, dans l'exemple décrit un élément de suspension hydropneumatique, monté en série avec un vérin hydraulique.

Il est évident qu'un bloc de suspension pourrait, dans des variantes d'exécution, comporter tout autre élément de suspension tel qu'un ou plusieurs ressorts par exemple, montés en série avec un vérin hydraulique. Il faut encore noter que le vérin hydraulique à simple effet utilisé dans la réalisation décrite peut être remplacé par un vérin hydraulique à double effet, ce qui présenterait l'avantage de définir la position de la roue par rapport au châssis de façon plus précise et de présetner une plus grande rigidité. L'expérience pratique à toutefois montré que la charge sur le vérin due au poids du véhicule était suffisante pour qu'un vérin à simple effet, qui simplifie la construction, donne entière satisfaction.

Enfin, on pourra encore noter que le fait d'utiliser un élément de suspension hydropneumatique permet d'utiliser le vérin de cet élément de suspension comme vérin de modification de la garde au sol, ce qui évidement simplifie grandement la réalisation.

Pour réaliser les buts proposés par l'invention, ces blocs de suspension doivent être commandés automatiquement par un dispositif de réglage 20 asservissant lesdits blocs de suspension aux effets que la trajectoire suivie par le véhicule impose à ce dernier, en particulier à son inclinaison transversale et à sa hauteur moyenne par rapport à la surface de roulement.

Chaque bras de suspension 2, 2′ d'une roue 1 (fig. 2 et 3) comporte une came 21 agissant sur une lame flexible 22 d'une jauge extensométrique 23 constituant un capteur de la position en hauteur de la roue, délivrant un signal électrique dépendant de la position angulaire de la came 21 et correspondant donc à la distance en hauteur séparant la roue, ou son moyeu 24 du châssis du véhicule. On obtient donc quatre signaux électriques a, b, c, d, définissant la hauteur de la caisse au-dessus de chaque roue 1 du véhicule.

Le véhicule est en outre équipé d'un dispositif d'indication des forces d'inertie et de gravité transversales formé ici d'un pendule à inertie 25 monté pivotant sur le châssis du véhicule. Ce pendule peut être un capteur inductif Schaevitz RVDT 30 D.

On peut définir un angle de gêne pour les passagers comme étant la différence entre l'angle de déplacement δ du pendule à inertie 25 par rapport à une normale au plan de la route et l'inclinaison transversale effective ø du véhicule par rapport à cette normale. Cet angle de gêne $\psi = \delta - \phi$ peut être nul, compensation totale du roulis du véhicule, ou non nul pour une compensation partielle du roulis du véhicule.

Le pendule d'inertie est agencé de telle façon qu'il délivre un signal électrique $\psi = \delta - \phi$ correspondant à l'angle de gêne, c'est-à-dire à l'inclinaison résiduelle transversale du véhicule.

Ce pendule donne l'écart angulaire entre la résultante des forces extérieures (force de gravité et force centrifuge) et le plan longitudinal de symétrie du véhicule. Cet écart angulaire est mesuré au moyen d'un capteur inductif de rotation.

Le positionnement du pendule est très important. Le pendule doit être isolé le plus possible des perturbations extérieures (tels les coups de volant) ainsi que des mouvements propres du véhicule (principalement le roulis). Pour cela, on le place:

— Au niveau du train arrière. C'est ici qu'il est le moins sensible aux coups de volant (qui peuvent créer des accélérations transversales du même ordre de grandeur que l'accélération centrifuge).

— Le plus près possible de l'axe instantané de rotation. Evidemment, le mieux serait de le placer exactement sur cet axe. Le pendule serait alors insensible aux mouvements de roulis du véhicule.

La suspension comporte encore un dispositif de réglage 20 comportant quatre filtres 26 alimentés chacun par un des signaux a, b, c et d, délivrés par les jauges extensométriques 23 associées à chacune des roues 1.

Les signaux correspondants délivrés par ces filtres 26 sont amplifiés par des amplificateurs respectifs 27 pour former des premiers signaux de comamnde A, B, C et D fonction de la hauteur de chaque roue 1 par rapport au châssis du véhicule.

Ce dispositif de commande 20 comporte encore un filtre 28 recevant le signal électrique ψ délivré par le pendule d'inertie, suivi d'un amplificateur 29 dont la sortie directe f alimente deux amplificateurs

différentiels 30 associés aux roues avant et arrière d'un côté du véhicule, tandis que la sortie inverse g alimente deux amplificateurs différentiels 31 associés aux deux roues de l'autre côté du véhicule.

Les quatre amplificateurs 30 et 31 sont également alimentés par un signal de consigne e déterminant, en l'absence de perturbation agisant sur le véhicule, sa hauteur de caisse et son assiette horizontale.

Les signaux délivrés par les amplificateurs 30 et 31 sont combinés chacun avec le signal A, B, C ou D correspondant à la même roue du véhicule, puis ces signaux combinés sont amplifiés par des amplificateurs 32 pour former ces signaux de réglage E, F, G et H commandant chacun la servovalve 12 asservisssant le bloc de suspension correspondant à la même roue du véhicule.

Le fonctionnement de la suspension décrite est le suivant: lorsque le véhicule est à l'arrêt sur une surface de roulement horizontale ou en mouvement rectiligne sur une telle surface de roulement, le châssis du véhicule est horizontal, le signal ϕ correspondant à son inclinaison est nul, et le signal δ délivré par le pendule d'inertie est également nul, puisque aucune force d'inertie transversale ne s'applique sur le véhicule. Dans ces conditions, le signal ψ correspondant à l'angle de gêne est également nul; en conséquence, les sorties f et g de l'amplificateur 29 sont toutes deux nulles également.

Les amplificateurs 30, 31 reçoivent chacun sur l'une de leurs entrées un signal nul et sur l'autre le signal de consigne e définissant la hauteur de garde normale de fonctionnement du véhicule.

Ces amplificateurs différentiels 30 et 31 délivrent donc un signal de sortie correspondant à la hauteur de garde voulue du véhicule.

Par réglage des filtres 26 et des amplificateurs 27, on s'arrange pour que l'amplitude des signaux A, B, C et D soit, pour ces conditions de fonctionnement, égale mais de signe opposé aux signaux de sortie des amplificateurs 30, 31, de sorte que les signaux de réglage E, F, G et H des servovalves soient nuls.

Si, lorsque le véhicule parcourt une trajectoire donnée, la hauteur d'une ou de plusieurs roues 1 par rapport au châssis est modifiée, les signaux A, B, C et D sont immédiatement modifiés en conséquence, provoquant à leur tour une modification des signaux de réglage E, F, G et D des servovalves qui provoquent, en agissant sur l'alimentation des vérins des blocs de suspension, un rétablissement de l'assiette du véhicule.

Lorsque, au cours de sa trajectoire, le véhicule subit des forces d'inertie transversales, notamment dans les courbes, le signal ψ correspondant à l'angle de gêne n'est plus nul et les sorties f et g de l'amplificateur 29 délivrent des signaux égaux et des signes opposés qui sont appliqués l'un sur les amplificateurs 30 correspondant aux roues avant et arrière d'un côté de la voiture, et l'autre sur les amplificateurs 31 correspondant aux roues avant et arrière de l'autre côté du véhicule. De ce fait, on introduit, par les signaux de réglage E, F, G et H, une action sur les vérins des blocs de suspension tendant à incliner le véhicule vers l'intérieur de la courbe de manière à réduire ou supprimer l'angle de gêne.

Il est évident que les paramètres des filtres 26, 28 et des amplificateurs 27, 29, 30, 31 et 32 permettent d'ajuster la fonction de transfert du dispositif de réglage 20 pour obtenir une correction optimale de l'assiette du véhicule.

Les résultats montrent, en toute circonstance, que l'angle de gêne ψ du véhicule asservi est plus faible que celui du véhicule traditionnel. L'angle de gêne a, de façon générale, diminué environ de moitié. On remarque que la gêne ressentie par les passagers a très fortement diminué et qu'elle est facilement supportable, voire même simplement perceptible pour les passagers. Dans ce sens, l'amélioration du confort des passagers est donc indiscutable.

Le comportement du véhicule asservi étant foncièrement différent de celui d'un véhicule traditionnel, on pouvait craindre en contrepartie l'apparition de sensations désagréables ou même de malaises chez les passagers.

Toutefois, les quelque 10000 km parcourus au volant du prototype ont levé tous les doutes. On a observé les points suivants:

— Chaque passager s'est adapté sans problème au nouveau comportement du véhicule, et personne n'a ressenti le moindre désagrément.

— Chaque passager a observé et apprécié la diminution réelle de la gêne.

L'inclinaison globale du véhicule asservi, dirigée vers l'intérieur des virages, diminue considérablement la variation relative de charge sur chaque roue et, ce qui est encore plus important, diminue le transfert de charge d'un train de roue sur l'autre. La voiture se comporte de façon neutre dans les virages.

La fig. 6 illustre la position de la voiture sur une ligne droite horizontale; elle est également horizontale.

La fig. 7 montre que, sur une ligne droite présentant un dévers, celui-ci est compensé par la suspension et la voiture est maintenue horizontalement.

La fig. 8 montre le comportement de la voiture en courbe ou dévers. On remarque que la voiture s'incline vers l'intérieur du virage d'un angle supérieur à l'angle de dévers de la roue pour compenser les forces d'inertie latérales dues au virage.

649506
3 feuilles N° 1*

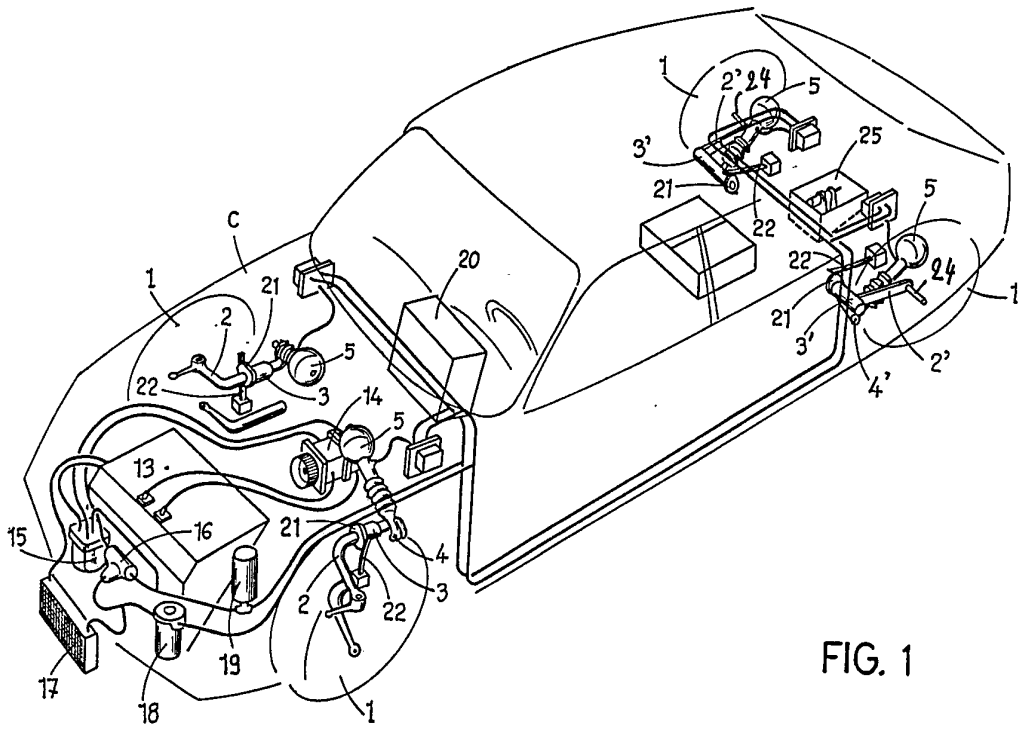


FIG. 1

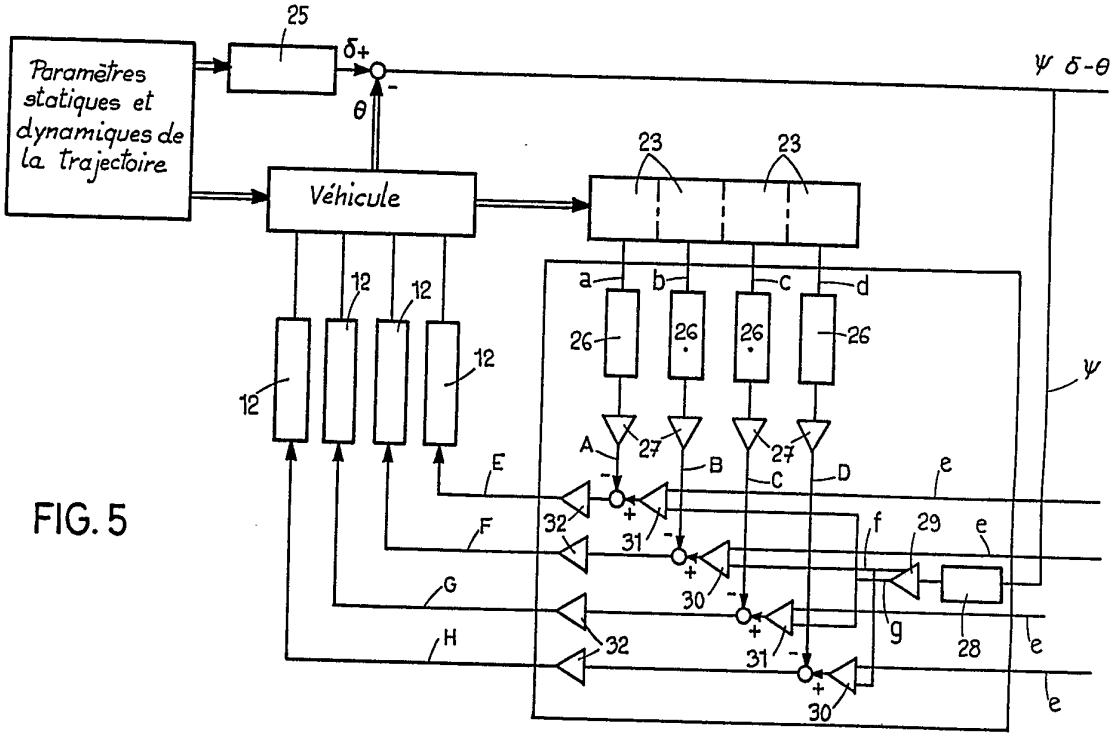


FIG. 5

649506
3 feuilles Nº 2*

FIG. 2

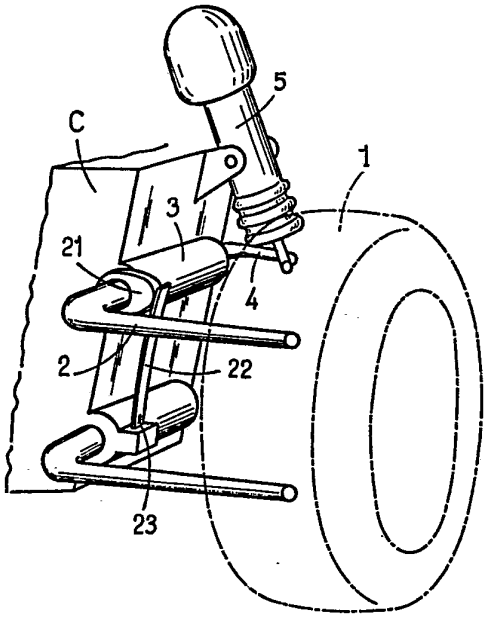
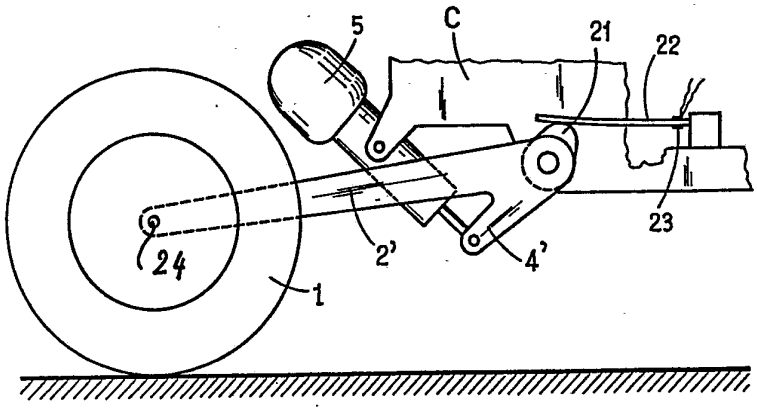


FIG. 3



649506
3 feuilles N° 3*

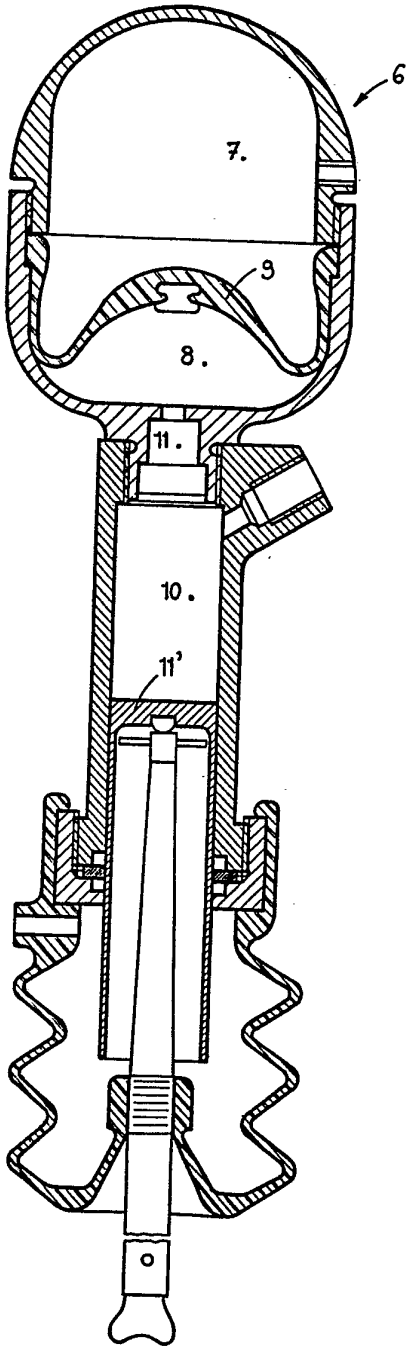


FIG. 4

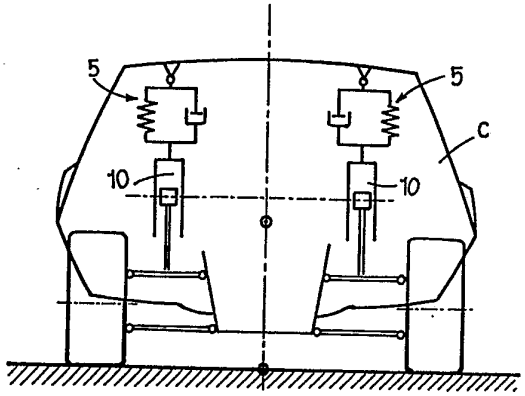


FIG. 6

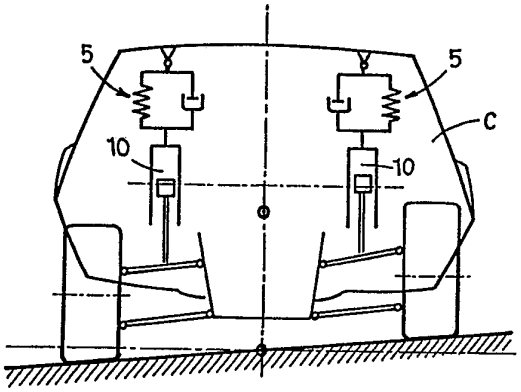


FIG. 7

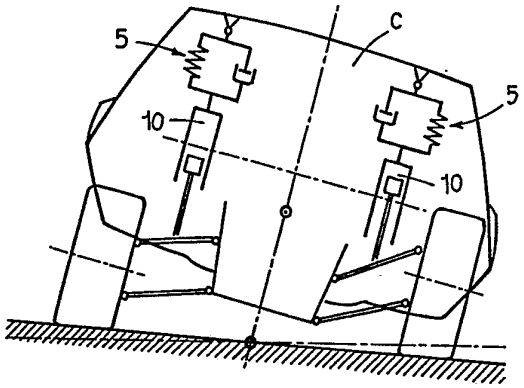


FIG. 8