

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication : 2 743 431
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : 97 00008

51 Int Cl⁶ : G 05 D 3/12, B 62 D 6/00, 1/02 //B 62 D 101:00,
113:00

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 02.01.97.

30 Priorité : 04.01.96 DE 19600139.

43 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 11.07.97 Bulletin 97/28.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : DAIMLER BENZ
AKTIENGESELLSCHAFT AKTIENGESELLSCHAFT
— DE.

72 Inventeur(s) : MULLER MANFRED, REICHEL
WERNER et FRANK PETER.

73 Titulaire(s) :

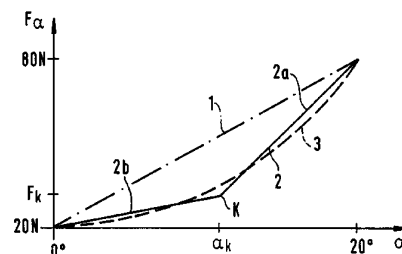
74 Mandataire : REGIMBEAU.

54 DISPOSITIF D'ÉLÉMENT DE COMMANDE DE L'ANGLE DE BRAQUAGE D'UN VÉHICULE AUTOMOBILE.

57 L'actionnement d'un élément de commande par un utilisateur permet de piloter une unité de réglage d'angle de braquage en vue du réglage, avec découplage mécanique de l'élément de commande, de l'angle de braquage des roues du véhicule.

L'invention propose un mécanisme de force de réaction exerçant sur l'élément de commande, constitué notamment par un manche à balai manoeuvré transversalement pour la direction du véhicule, une force de réaction s'opposant à l'effort d'actionnement de cet élément et qui augmente à la fois à mesure que l'ampleur angulaire de braquage (α) devient plus grande et à mesure que le mouvement longitudinal et/ou transversal, en particulier la vitesse longitudinale du véhicule devient plus grand.

Applicable à la direction d'automobiles.



FR 2 743 431 - A1



L'invention concerne un dispositif d'élément de commande pour commander l'angle de braquage d'un véhicule automobile, comprenant un élément de commande actionnable par un utilisateur et dont l'actionnement permet de piloter une unité de réglage d'angle de braquage en vue du réglage, avec découplage mécanique de l'élément de commande, de l'angle de braquage des roues du véhicule.

Dans le cas d'un système à volant de direction classique pour commander l'angle de braquage, le réglage de l'angle de braquage s'effectue par transmission mécanique directe du mouvement du volant aux roues concernées du véhicule. Il est déjà connu de prévoir, à la place d'un volant, un élément de commande actionnable par un utilisateur, élément qui est découplé mécaniquement du mouvement de braquage des roues et dont l'actionnement permet, au lieu d'une telle transmission mécanique, de piloter une unité de réglage d'angle de braquage qui effectue à son tour le réglage correspondant de l'angle de braquage des roues. De tels dispositifs à élément de commande actionnable à la main, sont décrits dans l'article de H. Bubb "Arbeitsplatz Fahrer - Eine ergonomische Studie", dans Automobil-Industrie 3/85, page 265, le brevet des E.U.A. 3 022 850 et la publication du rapport de réunion scientifique P. Bränneby et al., "Improved Active and Passive Safety by Using Active Lateral Dynamic Control and an Unconventional Steering Unit", 13ème conférence technique internationale sur les véhicules expérimentaux de sécurité, annales, tome 1, 4 à 7 novembre 1991.

En raison du découplage mécanique de l'élément de commande du mouvement correspondant de braquage des roues, l'effet rétroactif par la force de réaction du mouvement de braquage des roues sur l'élément de commande, effet qui est habituel dans les systèmes classiques à volant de direction, fait naturellement défaut dans de tels dispositifs. Le brevet des E.U.A. 3 022 850

5 cité, propose, à titre substitutif, de réaliser l'élément de commande sous la forme d'un manche à balai se terminant en haut par une tête relativement lourde dont la force d'inertie agit en sens contraire à l'effort d'actionnement exercé par l'utilisateur sur le manche à balai et s'oppose donc à des braquages à mesure que ceux-ci deviennent plus grands. L'utilisateur ou opérateur est censé recevoir ainsi une certaine information en retour assimilable à une force de réaction et se rapportant à 10 l'ampleur du braquage demandé à chaque fois, et la direction est censée être stabilisée quelque peu par cette disposition en cas de risque de dérapage.

Dans la publication du rapport de réunion scientifique mentionnée, P. Bränneby et al. proposent de 15 concevoir le dispositif d'élément de commande de manière que cet élément soit soumis à une force de réaction, devant être vaincue pour actionner ledit élément, qui augmente, de préférence de façon non linéaire, par exemple linéairement par tronçons et avec hystérésis, la sensibilité du réglage de l'angle de braquage augmentant simultanément à mesure que la vitesse longitudinale du véhicule est plus élevée. 20

Le problème technique à la base de l'invention est la fourniture d'un dispositif d'élément de commande, 25 du type mentionné au début, avec lequel l'utilisateur reçoit, sur l'élément de commande, une information en retour sous la forme d'une force de réaction qui soit aussi riche que possible en contenu informatif en vue d'une saisie par le toucher de la situation de conduite quant à 30 l'angle de braquage.

On obtient ce résultat par un dispositif d'élément de commande caractérisé par un mécanisme de force de réaction qui exerce sur l'élément de commande une force de réaction s'opposant à l'effort d'actionnement de cet 35 élément et qui augmente à la fois à mesure que l'ampleur angulaire de braquage devient plus grande et à mesure que

le mouvement longitudinal et/ou transversal du véhicule devient plus grand. Un tel dispositif contient un mécanisme de force de réaction dont la structure servant à exercer une force de réaction active sur l'élément de commande peut être de type conventionnel, mais qui est conçue de manière que la force de réaction exercée sur l'élément de commande et s'opposant à l'effort d'actionnement de cet élément augmente non seulement à mesure que l'ampleur angulaire de braquage devient plus grand, mais aussi à mesure que le mouvement longitudinal et/ou transversal du véhicule devient plus grand. La force de réaction peut être limitée vers le haut par une force maximale. De façon analogue, la déviation de l'élément de commande peut au besoin être limitée par une force de réaction suffisamment élevée. La combinaison de la composante de force de réaction fonction de l'ampleur angulaire de braquage avec la composante de force de réaction fonction du mouvement longitudinal et/ou transversal du véhicule, peut s'effectuer de différentes manières, par exemple par addition ou multiplication. La force de réaction, ainsi exercée de manière active sur l'élément de commande, simule, pour l'élément de commande découplé mécaniquement du mouvement de braquage des roues, d'une façon proche de la réalité, la raideur de direction habituelle avec les systèmes classiques à volant.

Un développement de l'invention est caractérisé en ce que la force de réaction comporte une composante fonction de la vitesse longitudinale du véhicule, composante qui est constante au-dessous d'un seuil de vitesse pouvant être préfixé et croît à partir de ce seuil jusqu'à la vitesse maximale. Ainsi, la composante de force de réaction fonction de la vitesse longitudinale du véhicule augmente seulement, de façon linéaire, à mesure que la vitesse croît, après dépassement d'une certaine vitesse minimale.

Un autre développement de l'invention est caractérisé en ce que la composante de force de réaction fonction de l'angle de braquage varie linéairement suivant une première pente au-dessous d'un angle de braquage associée à un point d'inflexion d'une caractéristique et varie linéairement suivant une seconde pente plus grande que la première au-dessus de ladite angle de braquage, l'intensité de ladite composante de force de réaction au point d'inflexion diminuant à mesure que la vitesse longitudinale du véhicule devient plus grande. Dans ce cas, la composante de force de réaction fonction de l'angle de braquage est variée, en fonction de la vitesse du véhicule, du fait que la valeur de cette composante de force de réaction au point d'inflexion reliant entre eux deux tronçons linéaires de pentes différentes d'une caractéristique correspondante, diminue à mesure que la vitesse longitudinale augmente, si bien que le taux de variation de ladite composante décroît à mesure que la vitesse longitudinale du véhicule s'élève dans la plage de petites angles de braquage et devient plus grand dans la plage de grandes angles de braquage. Au besoin, la caractéristique de la composante de force de réaction peut contenir plusieurs de tels points d'inflexion et être composée par conséquent de plus de deux tronçons linéaires de pentes différentes.

Encore un autre développement de l'invention est caractérisé en ce que la force de réaction comporte une composante de force vibratoire qui entre en action lorsqu'une situation limite quant à la dynamique de marche est atteinte, situation qui est détectée par un dispositif de réglage de la dynamique de marche, la fréquence de vibration de la composante de force vibratoire devenant plus petite et/ou son amplitude de vibration devenant plus grande à mesure que la situation limite

devient plus critique. Ce développement fournit à l'utilisateur une information en retour, pouvant être perçue au toucher par la main tenant l'élément de commande, qui indique à l'utilisateur que le véhicule atteint une situation limite, quant à sa dynamique de marche, du fait que la force de réaction exercée sur l'élément de commande contient alors une composante de force vibratoire. Afin de parfaire cette information par le toucher, la fréquence de vibration de cette composante de force peut diminuer et/ou son amplitude de vibration peut augmenter à mesure que la situation de marche ou de conduite devient plus critique.

Si l'élément de commande est actionnable à la main en direction transversale et s'il est disposé latéralement à côté d'une place de conduite du véhicule, il est avantageux, conformément à un autre perfectionnement de l'invention, que la force de réaction soit dosée de façon asymétrique en ce sens que pendant l'actionnement de l'élément de commande vers la place de conduite du véhicule, la force de réaction est plus élevée que pendant l'actionnement dudit élément en direction contraire, dans le sens de l'éloignement de la place de conduite du véhicule. Ainsi, pour la même vitesse longitudinale du véhicule et la même ampleur angulaire de braquage, la force de réaction est plus élevée si l'élément de commande est approché de la place de conduite du véhicule (place où est assis l'utilisateur qui actionne à ce moment l'élément de commande) que si cet élément est manoeuvré en sens contraire. Ce dosage asymétrique de la force de réaction est lié au fait que l'utilisateur se trouvant à la place de conduite actionne l'élément de commande dans le sens de l'éloignement de cette place essentiellement en poussant uniquement par le pouce sur cet élément, tandis que pour l'actionner dans le sens de son approche de la place de conduite, l'utilisateur dispose de tous les

quatre doigts restants de la main entourant l'élément de commande.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront plus clairement de la description
5 qui va suivre d'un mode de réalisation préféré, mais nullement limitatif, de l'invention, ainsi que des dessins annexés, sur lesquels:

- la figure 1 est un diagramme avec des caractéristiques de la composante de force de réaction fonction
10 tion de l'ampleur angulaire de braquage et exercée sur un élément de commande, actionnable par un utilisateur, d'un dispositif de commande d'angle de braquage d'un véhicule;

- la figure 2 est un diagramme montrant une caractéristique de variation en fonction de la vitesse du
15 véhicule d'une composante de force de réaction associée à un point d'inflexion d'une des caractéristiques représentées sur la figure 1; et

- la figure 3 est un diagramme avec une caractéristique représentant la variation d'une composante de
20 force de réaction s'ajoutant par multiplication à une composante de force de réaction fonction de l'ampleur angulaire de braquage et représentée sur la figure 1.

La force de réaction à laquelle se rapportent les caractéristiques représentées, est exercée par un mécanisme de force de réaction sur un élément de commande
25 actionnable par un utilisateur, qui est réalisé par exemple sous la forme d'un manche à balai manoeuvrable à la main, d'un dispositif d'élément de commande servant à commander l'angle de braquage d'un véhicule automobile.
30 L'actionnement de cet élément permet de piloter une unité de réglage d'angle de braquage en vue du réglage, avec découplage mécanique dudit élément, de l'angle de braquage des roues du véhicule. Ce type de dispositif pour commander l'angle de braquage avec découplage mécanique
35 de l'élément de commande par rapport à une unité de

réglage d'angle de braquage produisant le mouvement d'orientation des roues et à l'aide d'un mécanisme de force de réaction générant une information en retour perceptible au toucher par l'utilisateur lors de l'actionnement de l'élément de commande, information qui est typique de la situation de conduite ou de marche instantanée et se présente sous la forme d'une force de réaction correspondante exercée sur ledit élément, fait partie de l'état actuel de la technique dans sa structure. Il n'est donc pas nécessaire ici d'explicitier davantage cette structure, au sujet de laquelle on peut se reporter par exemple aux dispositifs d'élément de commande connus de ce type mentionnés au début. Le caractère essentiellement nouveau du dispositif selon l'invention réside dans sa conception pour ce qui concerne l'intensité de la force de réaction exercée à chaque instant sur l'élément de commande, en fonction à la fois de l'ampleur angulaire de braquage et de la vitesse longitudinale du véhicule, ce dont il sera question plus en détail dans ce qui va suivre.

Dans le cas de l'exemple décrit, la force de réaction exercée par le système sur l'élément de commande, est constituée d'une composante de force F_{α} dépendante de l'ampleur angulaire de braquage α et représentée sur la figure 1, multipliée par un facteur de multiplication de force F_v dépendante de la vitesse longitudinale v du véhicule et représentée sur la figure 3. Différentes alternatives sont envisageables pour l'allure de la composante de force de réaction F_{α} dépendante de l'ampleur angulaire de braquage. Premièrement, une augmentation linéaire est possible, à partir d'une force de réaction minimale qui est par exemple de 20 N à un angle de braquage de 0° , jusqu'à une force maximale, de 80 N par exemple, à l'ampleur angulaire de braquage maximale, qui est de 20° par exemple, comme représenté par la caractéristique 1 en

trait mixte. Cependant, une allure non linéaire, en particulier une allure convexe, atteignant un maximum, comme celle représentée par la caractéristique 3 en trait interrompu, s'approche davantage du comportement de la force de réaction auquel on est habitué par les directions à volant classique. La caractéristique 2, en trait continu, représente une très bonne approximation de cette allure de caractéristique convexe; cette caractéristique 2 se compose de deux tronçons linéaires 2a, 2b qui se rencontrent dans un point d'inflexion K. La caractéristique 2, qui est linéaire par tronçons, permet une paramétrisation relativement simple et peut donc être établie par des calculs relativement limités. Elle représente de ce fait une allure préférée ici de la composante de force de réaction dépendante de l'angle de braquage F_{α} . Dans le tronçon linéaire 2b d'angles de braquage relativement petites, entre 0° et l'angle de braquage α_K associée au point d'inflexion, l'allure de la caractéristique présente une plus petite pente que dans le tronçon linéaire 2a de plus grands angles de braquage, entre la valeur α_K associée au point d'inflexion et l'angle de braquage maximale.

La pente des deux tronçons linéaires 2a, 2b de la caractéristique est de préférence influencée en plus, en fonction de la vitesse du véhicule, par le fait que l'intensité F_K de la composante de force de réaction dépendante de l'angle de braquage F_{α} au point d'inflexion K, est rendue variable en fonction de la vitesse longitudinale v du véhicule suivant une caractéristique 4 comme celle représentée sur la figure 2. Cette caractéristique 4 descend linéairement, pour une vitesse longitudinale v du véhicule augmentant de zéro à la vitesse maximale v_M , à partir d'une force maximale F_1 jusqu'à une force minimale F_2 . Ceci a pour conséquence que

le point d'inflexion K de la caractéristique 2 de la composante de force de réaction dépendante de l'angle angulaire de braquage, s'approche de l'axe des abscisses à mesure que la vitesse longitudinale v du véhicule augmente, avec le résultat que le tronçon 2b, coordonné aux amplitudes angulaires de braquage relativement petites, devient plus aplati et que le tronçon 2a, coordonné à des amplitudes angulaires de braquage plus grandes, devient plus pentu. A mesure que la vitesse longitudinale v du véhicule s'élève, le degré de non-linéarité de la composante de force de réaction dépendante de l'angle angulaire de braquage F_{α} croît par conséquent; en d'autres termes, cette composante de force n'augmente initialement que très lentement avec l'angle angulaire de braquage et n'augmente relativement vite que dans la plage des amplitudes angulaires de braquage relativement grandes.

Pour obtenir la valeur totale de la force de réaction exercée sur l'élément de commande, la composante de force de réaction fonction de l'angle angulaire de braquage F_{α} , expliquée dans ce qui précède, est multipliée par un facteur de multiplication de force F_v qui dépend de la vitesse du véhicule et varie par exemple, comme le montre la caractéristique 5 représentée sur la figure 3, en fonction de la vitesse longitudinale v du véhicule. Ainsi qu'on peut le voir sur la figure 3, ce facteur de multiplication de force F_v , qui représente la composante de force de réaction dépendante de la vitesse du véhicule, reste de manière constante à l'unité pour des vitesses inférieures à un seuil v_G préfixé, qui est par exemple de 50 km/h, et s'élève ensuite linéairement, à mesure que la vitesse longitudinale v du véhicule croît, jusqu'à atteindre sa valeur maximale, correspondant par exemple à la valeur trois, à la vitesse maximale v_M du véhicule. Pour un angle de braquage donné, la force de réaction sur l'élément de commande augmente par conséquent

à mesure que la vitesse v du véhicule devient plus grande.

Dans l'ensemble, le système exerce ainsi sur l'élément de commande une force de réaction déterminée
5 par la combinaison multiplicative de la composante de force fonction de l'angle de braquage F_{α} et du facteur de multiplication de force F_v dépendant de la vitesse du véhicule, force de réaction à cause de laquelle l'utilisateur, lors de son actionnement de l'élément
10 de commande, perçoit sur cet élément une résistance à l'actionnement qui croît à la fois avec l'angle de braquage α et avec la vitesse longitudinale v du véhicule, ce qui empêche des braquages excessifs susceptibles de provoquer, suivant la situation de marche ou de conduite, une tenue de route instable. Il s'ensuit que la raideur de direction simulée pour l'élément de commande - lequel est découplé mécaniquement du mouvement de braquage des roues - devient plus importante avec l'accroissement de l'angle de braquage α et de la vitesse
15 longitudinale v du véhicule. Le conducteur du véhicule reçoit ainsi, par exemple par sa main actionnant l'élément de commande, une information en retour sous la forme d'une force de réaction, qu'il peut percevoir au toucher, qui le renseigne sur la situation instantanée
20 quant à la dynamique de marche, en particulier la situation de conduite ou de marche pour ce qui concerne l'angle de braquage.

Il va de soi qu'à côté de la combinaison multiplicative décrite, d'autres types de combinaison de la
30 composante de force fonction de l'angle de braquage et de la composante de force fonction de la vitesse du véhicule peuvent être prévus pour obtenir la force de réaction totale, en particulier une combinaison additive. Au cas où l'élément de commande est manoeuvrable à la main et disposé à côté d'une place de
35

conduite du véhicule, par exemple à droite à côté du
siège du conducteur dans la zone de la console centrale
dans une automobile, il est en outre avantageux de doser
la force de réaction de façon asymétrique, par exemple au
5 moyen d'une composante de multiplication de force supplé-
mentaire, dépendante de la direction d'actionnement de
l'élément de commande, de manière que la force de réac-
tion pendant un actionnement de cet élément dans le sens
de son éloignement de la place de conduite du véhicule,
10 donc aussi du corps de l'utilisateur, soit plus petite,
par exemple d'un facteur de deux à trois, que pendant un
actionnement de cet élément en sens contraire. Cette asy-
métrie est liée au fait que l'effort d'actionnement à
exercer par l'utilisateur dans le sens de l'éloignement
15 de l'élément de commande de son corps, effort qui est ap-
pliqué par le seul pouce, est plus difficile à produire
que l'effort de rapprochement de l'élément de commande,
pour lequel l'utilisateur dispose des quatre doigts res-
tants de la main tenant l'élément de commande.

20 Le comportement quant à la force de réaction
d'un système à volant de direction classique, peut au be-
soin être simulé de manière encore plus proche de la réa-
lité par des composantes de force de réaction supplémen-
taires. En particulier, on peut simuler à cet effet une
25 composante de force de frottement correspondant à une
force de dérapage dépendante de l'état de fonctionnement
dans chaque point, d'environ 2 N à 5 N, une composante de
force d'inertie correspondant à une masse fictive de
l'élément de commande, pouvant typiquement atteindre 2
30 kg, et/ou une composante de force d'amortissement, dépen-
dante du taux de variation de l'angle de braquage et dont
la valeur peut aller d'environ 2 N à 5 N, en tant que
composantes supplémentaires de la force de réaction. Il
est en outre avantageux d'ajouter une composante de
35 force vibratoire que le système exerce sur l'élément de

commande lorsqu'un système de régulation de la dynamique de marche, prévu dans le véhicule, détecte qu'une situation limite sur le plan de la dynamique de marche est atteinte. Par le mouvement vibratoire ainsi produit de l'élément de commande, le conducteur reçoit une information en retour de nature haptique (par le toucher) sur l'existence d'une telle situation limite. La fréquence de vibration et la déviation maximale de l'élément de commande résultant de la composante de force vibratoire, sont de préférence accordées mutuellement de manière qu'à mesure que la situation de marche ou de conduite devient plus critique, la fréquence de vibration diminue, par exemple de 80 Hz à 20 Hz, et/ou l'amplitude de vibration de l'élément de commande s'élève, par exemple, s'il s'agit d'un manche à balai inclinable, en passant d'une amplitude angulaire de vibration de $0,1^\circ$ à une amplitude de 1° .

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'élément de commande pour commander l'angle de braquage d'un véhicule automobile, comprenant un élément de commande actionnable par un utilisateur et dont l'actionnement permet de piloter une unité
5 de réglage d'angle de braquage en vue du réglage, avec découplage mécanique de l'élément de commande, de l'angle de braquage des roues du véhicule, caractérisé par un mécanisme de force de réaction qui exerce sur l'élément de
10 commande une force de réaction s'opposant à l'effort d'actionnement de cet élément et qui augmente à la fois à mesure que l'ampleur angulaire de braquage (α) devient plus grande et à mesure que le mouvement longitudinal et/ou transversal du véhicule devient plus grand.

15 2. Dispositif d'élément de commande selon la revendication 1, caractérisé en outre en ce que la force de réaction comporte une composante (F_v) fonction de la vitesse longitudinale du véhicule, composante qui est constante au-dessous d'un seuil de vitesse (v_g) pouvant
20 être préfixé et croît à partir de ce seuil jusqu'à la vitesse maximale (v_M).

3. Dispositif d'élément de commande selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en outre en ce que la composante de force de réaction (F_α) fonction de l'ampleur angulaire de braquage varie linéairement suivant
25 une première pente au-dessous d'une ampleur angulaire de braquage (α_k) associée à un point d'inflexion (K) d'une caractéristique et varie linéairement suivant une seconde pente plus grande que la première au-dessus de cette ampleur angulaire de braquage, l'intensité (F_k) de cette
30 composante de force de réaction au point d'inflexion (K) diminuant à mesure que la vitesse longitudinale du véhicule (v) devient plus grande.

4. Dispositif d'élément de commande selon une
35 des revendications 1 à 3, caractérisé en outre en ce que la force de réaction comporte une composante de force

vibratoire qui entre en action lorsqu'une situation limite quant à la dynamique de marche est atteinte, situation qui est détectée par un dispositif de réglage de la dynamique de marche, la fréquence de vibration de la composante de force vibratoire devenant plus petite et/ou son amplitude de vibration devenant plus grande à mesure que la situation limite devient plus critique.

5. Dispositif d'élément de commande selon une des revendications 1 à 4, caractérisé en outre en ce que la force de réaction est dosée de façon asymétrique en ce sens que pendant l'actionnement de l'élément de commande vers une place de conduite du véhicule, la force de réaction est plus élevée que pendant l'actionnement de cet élément en direction contraire, dans le sens de l'éloignement de la place de conduite du véhicule.

1/1

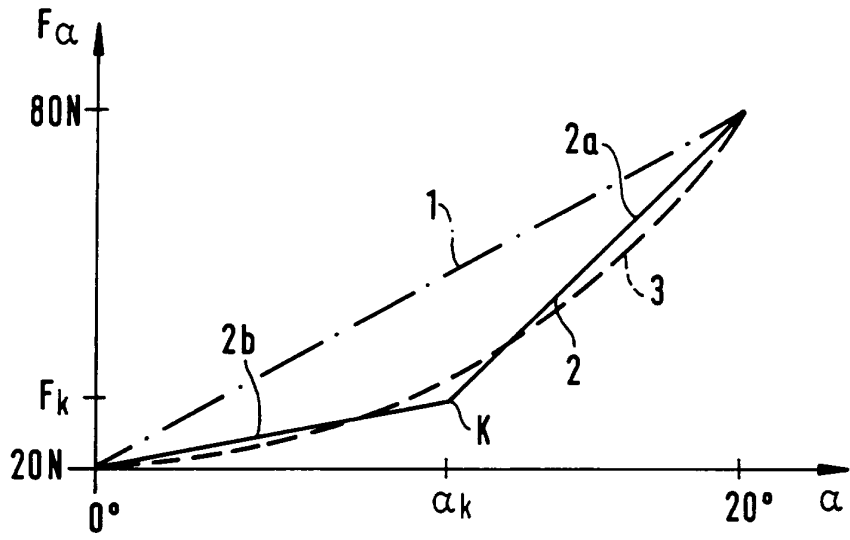


FIG. 1

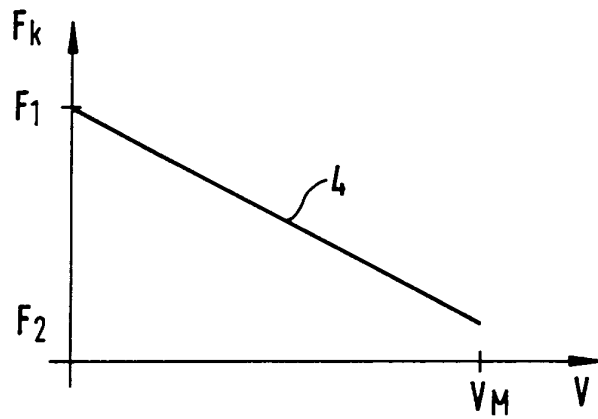


FIG. 2

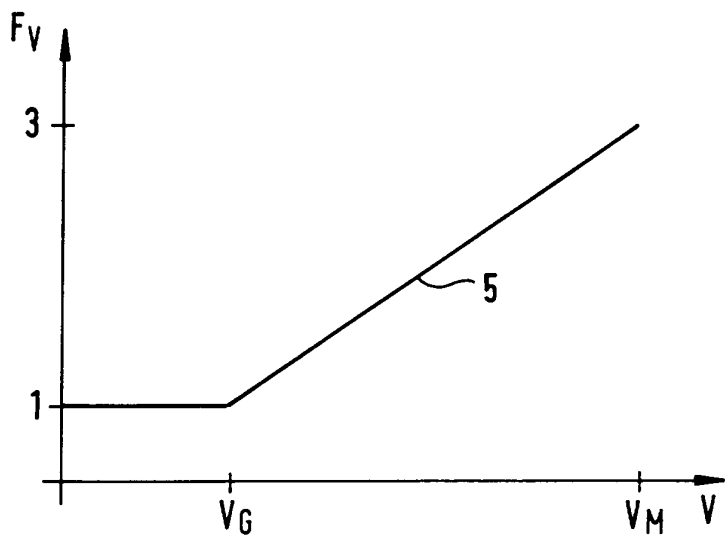


FIG. 3