

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 05.11.97.

30 Priorité : 06.11.96 DE 19645646.

43 Date de la mise à disposition du public de la demande : 07.05.98 Bulletin 98/19.

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) : BOHRINGEN MICHAEL, ECKSTEIN
LUTZ et REICHELT WERNER.

73 Titulaire(s) : .

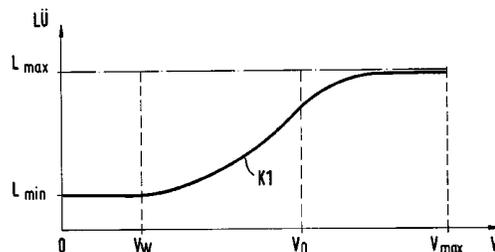
74 Mandataire : REGIMBEAU.

54 DISPOSITIF DE COMMANDE DE L'ANGLE DE BRAQUAGE POUR UN VEHICULE.

57 Ce dispositif comporte un élément de commande de direction par l'actionnement duquel l'angle de braquage (de changement d'orientation des roues directrices) est réglable en fonction de la grandeur d'actionnement coordonnée dudit élément.

Le réglage de l'angle de braquage s'effectue en fonction de la grandeur d'actionnement de l'élément de commande avec un rapport de conversion de direction ($L\ddot{u}$) dépendant de la vitesse du véhicule, qui est constant dans une plage de vitesse inférieure ($[0, v_w]$), augmente dans une mesure au moins linéaire dans une plage de vitesse moyenne ($[v_w, v_p]$) et augmente dans une mesure tout au plus linéaire dans une plage de vitesse supérieure ($[v_p, v_{max}]$).

Applicable aux automobiles à élément de commande de direction (volant, manche à balai) non couplé mécaniquement aux roues directrices.



L'invention concerne un dispositif de commande de l'angle de braquage (angle variable de changement d'orientation des roues directrices) pour un véhicule, dispositif qui comprend un élément de commande par l'actionnement duquel l'angle de braquage est réglable en fonction de la grandeur d'actionnement coordonnée de l'élément de commande, telle que la déviation de l'élément de commande ou l'effort exercé sur l'élément de commande.

10 Avec les dispositifs conventionnels de ce type, utilisant un volant de direction comme élément de commande, le réglage de l'angle de braquage s'effectue par une transmission mécanique directe du mouvement de rotation du volant aux roues concernées du véhicule. Il est également connu déjà de prévoir un volant de direction, 15 ou un autre élément de commande actionnable par l'utilisateur, qui n'est pas couplé mécaniquement au mouvement de braquage des roues et dont l'actionnement permet le pilotage - à la place du couplage mécanique - d'une unité de réglage de l'angle de braquage ou unité de braquage 20 qui oriente à son tour les roues selon l'angle de braquage voulu. De tels systèmes, possédant un élément de commande pouvant être actionné manuellement, sont décrits dans l'article de H. Bubb, "Arbeitsplatz Fahrer - Eine ergonomische Studie", Automobil-Industrie 3/85, page 265, ainsi 25 que dans le brevet des E.U.A. 3 022 850. Dans ce dernier, il est proposé d'amplifier en fonction de la vitesse le signal de déviation, coordonné à l'orientation de la direction, d'un manche à balai employé selon ce document 30 comme élément de commande de la direction, et d'effectuer cette amplification de préférence de façon inversement proportionnelle au carré de la vitesse longitudinale, de manière qu'une déviation déterminée du manche à balai conduise, indépendamment de la vitesse longitudinale du 35 véhicule, à une accélération transversale restant essentiellement la même.

L'article de P. Bränneby et al. "Improved Active and Passive Safety by Using Active Lateral Dynamic Control and an Unconventional Steering Unit", 13th International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles", Proceedings tome 1, du 4 au 7.11.1991, page 224, décrit un dispositif de réglage de l'angle de braquage avec lequel une caractéristique non-linéaire de l'angle de braquage en fonction de la déviation de l'élément de commande est fournie au départ, caractéristique qui est telle que le réglage de changements relativement grands de l'angle de braquage s'effectue avec une plus haute sensibilité que le réglage de changements relativement petits de l'angle de braquage, ce qui veut dire qu'un changement donné de la déviation de l'élément de commande entraîne un plus petit changement d'angle de braquage dans la plage de petits angles de braquage que dans la plage de grands angles de braquage. En même temps, la sensibilité du réglage de l'angle de braquage est rendue variable en fonction de la vitesse du véhicule, de manière qu'elle devienne plus grande lorsque la vitesse longitudinale du véhicule croît.

La demande de brevet allemand soumise à l'Inspection Publique DE 44 03 379 A1 décrit un système de direction avec lequel, par l'actionnement d'un volant de direction conventionnel, le réglage de l'angle de braquage s'effectue selon une dépendance progressivement croissante de l'angle du volant. A mesure que la vitesse du véhicule croît, une caractéristique devenant progressivement plus plate de l'angle de braquage des roues du véhicule en fonction de l'angle du volant est choisie, de sorte que la sensibilité de la direction devient plus faible.

Le brevet allemand DE 195 48 713 C1, non soumis à l'Inspection Publique, décrit un dispositif de commande de l'angle de braquage, du type mentionné au début, avec lequel le réglage de l'angle de braquage

s'effectue, en fonction de la grandeur d'actionnement coordonnée de l'élément de commande, avec une sensibilité devenant plus faible à mesure que le coefficient d'adhérence diminue et/ou que la vitesse longitudinale du véhicule croît.

L'invention vise à procurer un dispositif de commande de l'angle de braquage, du type mentionné au début, qui permette une direction sûre quant à la dynamique de marche et ergonomiquement avantageuse du véhicule, notamment aussi avec des éléments de commande semblables à un manche à balai à la place de volants de direction conventionnels.

Conformément à l'invention, partant d'un dispositif de commande de l'angle de braquage d'un véhicule, comprenant un élément de commande par l'actionnement duquel l'angle de braquage est réglable en fonction de la grandeur d'actionnement coordonnée de l'élément de commande, on obtient ce résultat par le fait que le réglage de l'angle de braquage s'effectue en fonction de la grandeur d'actionnement de l'élément de commande avec un rapport de conversion de direction dépendant de la vitesse du véhicule, qui est constant dans une plage de vitesse inférieure, augmente dans une mesure au moins linéaire dans une plage de vitesse moyenne et augmente dans une mesure tout au plus linéaire dans une plage de vitesse supérieure.

Par le terme "rapport de conversion de direction" on entend le rapport du taux de variation de la grandeur d'actionnement au taux de variation de l'angle de braquage, ce qui correspond à l'inverse de la sensibilité du réglage de l'angle de braquage. Il est préférable que le rapport de conversion de direction augmente, progressivement, plus que linéairement dans la plage de vitesse moyenne et augmente moins que linéairement, de façon dégressive, dans la plage de vitesse supérieure.

L'allure constante du rapport de conversion de direction dans la plage de vitesse inférieure a pour effet que tout l'angle de braquage matériellement possible des roues est disponible à ces faibles vitesses longitudinales du véhicule, par exemple pour le parage et le rangement, ainsi que pour l'exploitation de l'accélération transversale physiquement possible au maximum à la vitesse longitudinale concernée. L'allure linéaire ou plus fortement progressive du rapport de conversion de direction dans la plage de vitesse moyenne a pour effet que le braquage maximal possible des roues, correspondant à la valeur maximale de la grandeur d'actionnement, diminue au fur et à mesure que la vitesse longitudinale du véhicule croît. Il est ainsi garanti que le véhicule ne réagisse pas trop brusquement à un actionnement donné de l'élément de commande et reste de ce fait contrôlable dans sa dynamique de marche. Dans la plage de vitesse supérieure, la fraction représentée par l'angle de marche en biais (inclinaison de l'axe-pivot) dans l'angle de braquage, devient de plus en plus grande en raison de l'agrandissement du rayon minimal d'inscription en courbes. De ce fait, pour un véhicule sous-vireur, l'angle de braquage nécessaire dans une situation donnée pour prendre un virage avec une accélération transversale maximale a tendance à s'approcher, à mesure que la vitesse longitudinale croît, de la valeur de l'ordre de l'angle de marche en biais autorisant l'établissement d'une force latérale maximale sur les roues. Il s'avère qu'avec ce comportement, l'allure du rapport de conversion de direction, augmentant conformément à l'invention de façon linéaire ou plus faiblement, de manière dégressive, est en bonne corrélation avec une vitesse plus élevée du véhicule.

Dans le cas d'un dispositif correspondant à un perfectionnement de l'invention, le rapport de conversion de direction converge, à mesure que la vitesse longitudinale

du véhicule croît, vers une valeur maximale dont la valeur maximale coordonnée de l'angle de braquage correspond à la valeur de l'angle de marche en biais (inclinaison de l'angle-pivot) autorisant l'établissement de la force latérale maximale sur les roues du véhicule. Avec cette disposition, le dispositif est très bien adapté à la propriété précitée selon laquelle, pour un véhicule sous-vireur, l'angle de braquage tend à s'approcher, à vitesse croissante, de l'angle de marche en biais autorisant l'établissement de la force latérale maximale afin de permettre le passage d'une courbe à accélération transversale maximale.

D'après un autre perfectionnement d'un dispositif selon l'invention, le réglage de l'angle de braquage s'effectue selon une dépendance vis-à-vis de la grandeur d'actionnement de l'élément de commande, d'une façon qui croît moins qu'au carré et au moins linéairement. Cette allure de la caractéristique de l'angle de braquage à régler en fonction de la grandeur d'actionnement de l'élément de commande est adaptée favorablement au comportement intuitif du conducteur quant à la technique de régulation.

Des modes de réalisation préférés mais non limitatifs de l'invention sont illustrés sur le dessin et seront décrits ci-après. Sur le dessin:

- la figure 1 montre l'allure de la caractéristique "rapport de conversion de direction en fonction de la vitesse longitudinale du véhicule" pour un dispositif de commande de l'angle de braquage comprenant un élément de commande adéquat pour une automobile; et

- la figure 2 montre différentes caractéristiques possibles de l'angle de braquage à régler en fonction de la grandeur d'actionnement de l'élément de commande pour le dispositif selon la figure 1.

Les figures 1 et 2 représentent différentes caractéristiques servant à illustrer le mode de fonctionnement d'un dispositif réalisé selon l'invention pour

commander l'angle de braquage d'une automobile, dispositif dont la construction est de type classique et ne demande donc pas à être représentée. C'est ainsi que l'on peut utiliser par exemple la construction d'un des
5 dispositifs connus par l'état de la technique, rappelé au début, mais en concevant ou en modifiant simplement l'unité de commande pour qu'elle délivre des ordres de réglage correspondant aux caractéristiques montrées à l'unité de réglage de l'angle de braquage utilisée. En
10 tant qu'élément de commande, le dispositif peut comporter un volant de direction ou un manche à balai qui, de préférence, n'est pas couplé mécaniquement au mouvement de braquage des roues, dont la déviation ou l'effort d'actionnement exercé sur lui sert de grandeur
15 d'actionnement de l'élément de commande, grandeur dont la valeur détermine, en conformité avec l'angle de braquage à régler, les dépendances qui ressortent des caractéristiques représentées.

Le dispositif de commande de l'angle de braquage est typiquement conçu de manière que son rapport de
20 conversion de direction $L\ddot{U}$ dépende de la vitesse longitudinale v du véhicule selon une caractéristique particulière K_1 représentée qualitativement sur la figure 1. Le rapport de conversion de direction $L\ddot{U}$ est défini comme le
25 rapport du taux de variation de la grandeur d'actionnement de l'élément de commande au taux de variation de la valeur coordonnée de l'angle de braquage, c'est-à-dire comme la grandeur inverse de la sensibilité du réglage de l'angle de braquage. Il va de soi que le rapport de
30 conversion $L\ddot{U}$ peut varier en plus en fonction de la grandeur d'actionnement elle-même de l'élément de commande.

Ainsi que cela ressort de la figure 1, le rapport de conversion de direction $L\ddot{U}$ en fonction de la vitesse longitudinale v du véhicule reste constamment à
35 une valeur minimale préfixée L_{min} dans une plage de vitesse inférieure comprise entre la vitesse nulle et un

seuil de vitesse inférieur v_u pouvant être préfixé. Ce rapport de conversion de direction minimal L_{min} a été choisi pour que tout l'angle de braquage possible des roues du véhicule soit mis à disposition lorsque l'élément de commande est actionné avec une valeur définie
5 comme valeur maximale de la grandeur d'actionnement de l'élément de commande. Ainsi est garanti, pour cette plage de vitesse inférieure $[0, v_u]$, que tout le braquage possible des roues soit disponible aussi bien pour le
10 parcage et le rangement que pour l'exploitation de l'accélération transversale maximale possible physiquement.

Dans une plage de vitesse moyenne voisine, comprise entre le seuil de vitesse inférieur v_u et un seuil de vitesse supérieur v_o préfixé, le rapport de conversion
15 de direction $L_{\dot{U}}$ du dispositif de commande de direction augmente progressivement selon la caractéristique K_1 , c'est-à-dire au moins linéairement et de préférence dans une mesure plus que linéaire lorsque la vitesse longitudinale v du véhicule croît. Par cette disposition, on obtient que, dans cette plage de vitesse moyenne $[v_u, v_o]$,
20 lorsque l'élément de commande est actionné au maximum, seulement une fraction - qui diminue en fonction de la vitesse croît - du braquage maximal matériellement possible des roues est réglée chaque fois
25 comme angle de braquage pouvant être atteint au maximum. On évite ainsi qu'à la suite d'un actionnement d'une intensité ou d'une ampleur déterminée de l'élément de commande, le véhicule réagisse, à mesure que la vitesse longitudinale du véhicule croît, avec une vivacité intempestive. Le véhicule reste ainsi dirigeable de manière sûre
30 quant à la dynamique de marche et peut convenablement être maîtrisé par le conducteur dans sa dynamique transversale, même dans cette plage de vitesse.

Dans la plage de vitesse supérieure, se trouvant au-dessus du seuil de vitesse supérieur v_o et
35 s'étendant jusqu'à la vitesse maximale v_{max} du véhicule,

le rapport de conversion de direction $L\ddot{U}$ possède, comme le montre la caractéristique $K1$, une allure à montée dégressive, c'est-à-dire que le rapport $L\ddot{U}$ augmente, lorsque la vitesse longitudinale v du véhicule croît, dans une mesure inférieure à une augmentation linéaire. Lorsque la vitesse maximale v_{max} du véhicule est atteinte, ce rapport converge vers une valeur maximale du rapport de conversion L_{max} qui est fixée par la considération suivante. Dans cette plage de vitesse supérieure $[v_0, v_{max}]$, le rayon de courbe encore négociable s'agrandit avec l'élévation de la vitesse longitudinale v du véhicule, de sorte que la fraction représentée par l'angle de marche en biais dans l'angle de braquage devient de plus en plus grande. Cela signifie, pour un véhicule sous-vireur, que l'angle de braquage nécessaire pour prendre un virage à accélération transversale maximale tend à s'approcher, à mesure que la vitesse croît, d'une valeur de l'ordre de l'angle de marche en biais autorisant l'établissement d'une force latérale maximale sur les roues. Il est tenu compte de ce fait dans la caractéristique $K1$ du rapport de conversion de direction, dans la plage de vitesse supérieure $[v_0, v_{max}]$, par son allure dégressive, par la particularité que la valeur maximale de l'angle de braquage coordonnée à la valeur maximale L_{max} du rapport de conversion de direction prend, si l'élément de commande est actionné au maximum, approximativement cette valeur - autorisant la force latérale maximale sur les roues - de l'angle de marche en biais.

Comme disposition supplémentaire tenant compte du comportement intuitif du conducteur quant à la technique de régulation, il est prévu dans le dispositif de commande de direction que l'angle de braquage LW à régler croisse linéairement ou de façon faiblement progressive avec un exposant de progression plus petit que 2, c'est-à-dire plus faiblement qu'au carré, à mesure que la valeur de la grandeur d'actionnement BG de l'élément de

commande augmente. La figure 2 montre qualitativement, à titre d'exemples, plusieurs caractéristiques utilisables.

Selon une première caractéristique L1 en trait plein, une dépendance linéaire de la valeur de l'angle de braquage LW de la valeur de la grandeur d'actionnement BG de l'élément de commande a été choisie. Cette caractéristique L1 est seulement valable, en raison du rapport de conversion de direction $L\ddot{U}$ dépendant de la vitesse qui vient d'être décrit, pour une valeur de vitesse déterminée. Une flèche de vitesse v^+ sur la figure 2 indique de quelle manière la caractéristique de l'angle de braquage valable pour une valeur de vitesse déterminée change avec la vitesse longitudinale v du véhicule. Il ressort de cette figure que la caractéristique de l'angle de braquage possède une allure plus aplatie à mesure que la vitesse longitudinale du véhicule croît, conformément à l'augmentation du rapport de conversion de direction. La figure 2 montre, par exemple, une caractéristique linéaire L1' qui découle de la caractéristique linéaire L1 mentionnée et appartient à une valeur de vitesse plus élevée que cette dernière. De façon analogue, la figure 2 montre, comme un autre exemple possible, une caractéristique d'angle de braquage L2, représentée en trait discontinu, à augmentation faiblement progressive, avec un exposant supérieur à l'unité et inférieur à deux, qui correspond à la même valeur de vitesse que la caractéristique linéaire alternative L1. La caractéristique L2' associée à cette caractéristique L2 à augmentation faiblement progressive, mais à la valeur de vitesse plus élevée de la caractéristique linéaire L1', caractéristique L2' qui est également à augmentation plus faible, est représentée aussi en trait discontinu sur la figure 2.

La dépendance linéaire, ou seulement un plus plus forte que linéaire, de l'angle de braquage LW de la grandeur d'actionnement BG de l'élément de commande correspond, ce qui est une particularité favorable, aux

modèles linéaires avec lesquels des opérateurs de dispositifs de commande et de réglage travaillent principalement pour maîtriser des problèmes de commande et de régulation et qui sont donc bien adaptés à l'attente intuitive du conducteur.

Il est préférable que le dispositif de commande de direction comporte, en outre, un système conventionnel, donc non représenté en détail, de stabilisation capable de générer, dans la zone limite de la dynamique de marche, des moments stabilisateurs du véhicule. La prévision d'un tel système tient compte du fait que le rapport de conversion de direction décrit plus haut et variable en fonction de la vitesse peut tout à fait avoir pour conséquence, dans la zone limite de la dynamique de marche, en cas de fourniture d'une valeur de consigne, qu'en raison de l'angle limité de braquage des roues, le braquage maximal possible à ce moment puisse, à lui seul, ne pas suffire dans tous les cas à la stabilisation du véhicule. Par exemple, le système de stabilisation permet, s'il y a un risque de dérapage de l'arrière du véhicule, de créer un moment stabilisateur autour de l'axe vertical du véhicule, qui compense l'effet selon lequel, avec le dispositif selon l'invention, contrairement aux directions conventionnelles à démultiplication fixe, l'angle de braquage susceptible d'être produit au maximum devient de plus en plus petit à mesure que la vitesse croît. En tant que système de stabilisation possible, on peut utiliser un système créant des moments stabilisateurs par des interventions de freinage sur des roues individuelles, tel le système que l'on connaît sous l'abréviation ESP (Elektronisches Stabilitäts-Programm).

En variante ou en supplément d'un tel système de stabilisation, on peut prévoir l'agrandissement de la plage de valeurs pour la grandeur d'actionnement de l'élément de commande à mesure que la vitesse longitudinale du véhicule croît, de manière que, indépendamment de

la vitesse longitudinale instantanée du véhicule, l'angle de braquage maximal possible matériellement puisse toujours être établi à peu près. Ce résultat peut être obtenu, par exemple dans le cas d'un élément de commande isométrique, où l'effort exercé sur l'élément de commande sert de grandeur d'actionnement déterminant l'angle de braquage à ajuster, en autorisant, en fonction de la vitesse, des efforts d'actionnement maximaux plus importants.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de commande de l'angle de braquage d'un véhicule, comprenant un élément de commande par l'actionnement duquel l'angle de braquage (LW) est réglable en fonction de la grandeur d'actionnement (BG) coordonnée de l'élément de commande, caractérisé en ce que le réglage de l'angle de braquage s'effectue en fonction de la grandeur d'actionnement (BG) de l'élément de commande avec un rapport de conversion de direction (LÜ) dépendant de la vitesse du véhicule, qui est constant dans une plage de vitesse inférieure ($[0, v_u]$), augmente dans une mesure au moins linéaire dans une plage de vitesse moyenne ($[v_u, v_o]$) et augmente dans une mesure tout au plus linéaire dans une plage de vitesse supérieure ($[v_o, v_{max}]$).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en outre en ce que le rapport de conversion de direction (LÜ) converge, à mesure que la vitesse longitudinale (v) du véhicule croît, vers une valeur maximale (L_{max}) dont la valeur maximale coordonnée de l'angle de braquage correspond à la valeur de l'angle de marche en biais (inclinaison de l'angle-pivot) autorisant l'établissement de la force latérale maximale sur les roues du véhicule.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en outre en ce que le réglage de l'angle de braquage s'effectue selon une dépendance vis-à-vis de la grandeur d'actionnement (BG) de l'élément de commande, d'une façon qui croît moins qu'au carré et au moins linéairement.

1/1

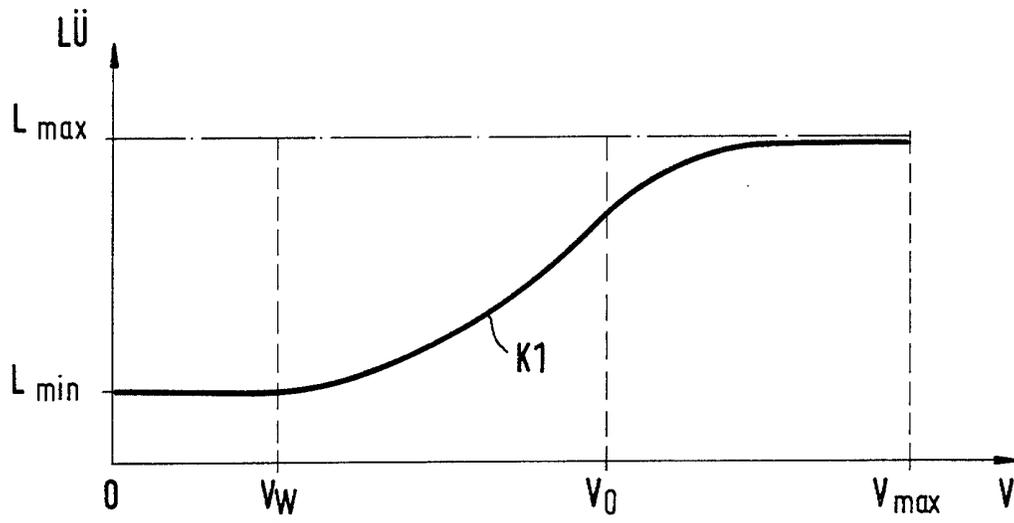


Fig.1

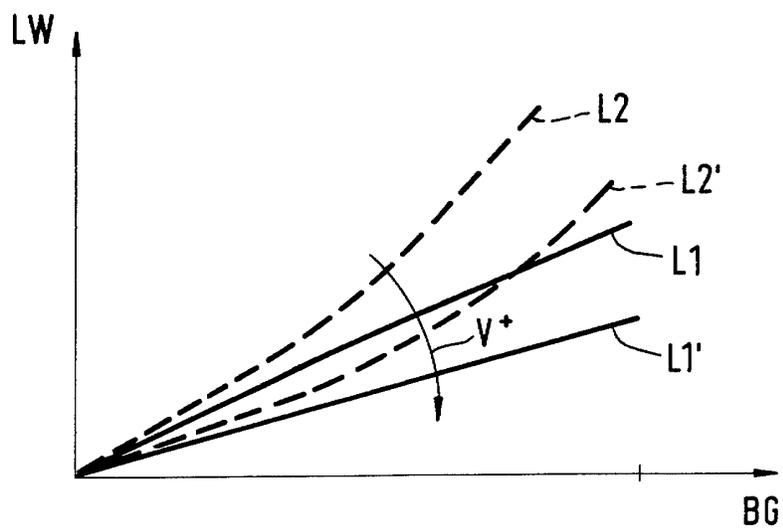


Fig.2