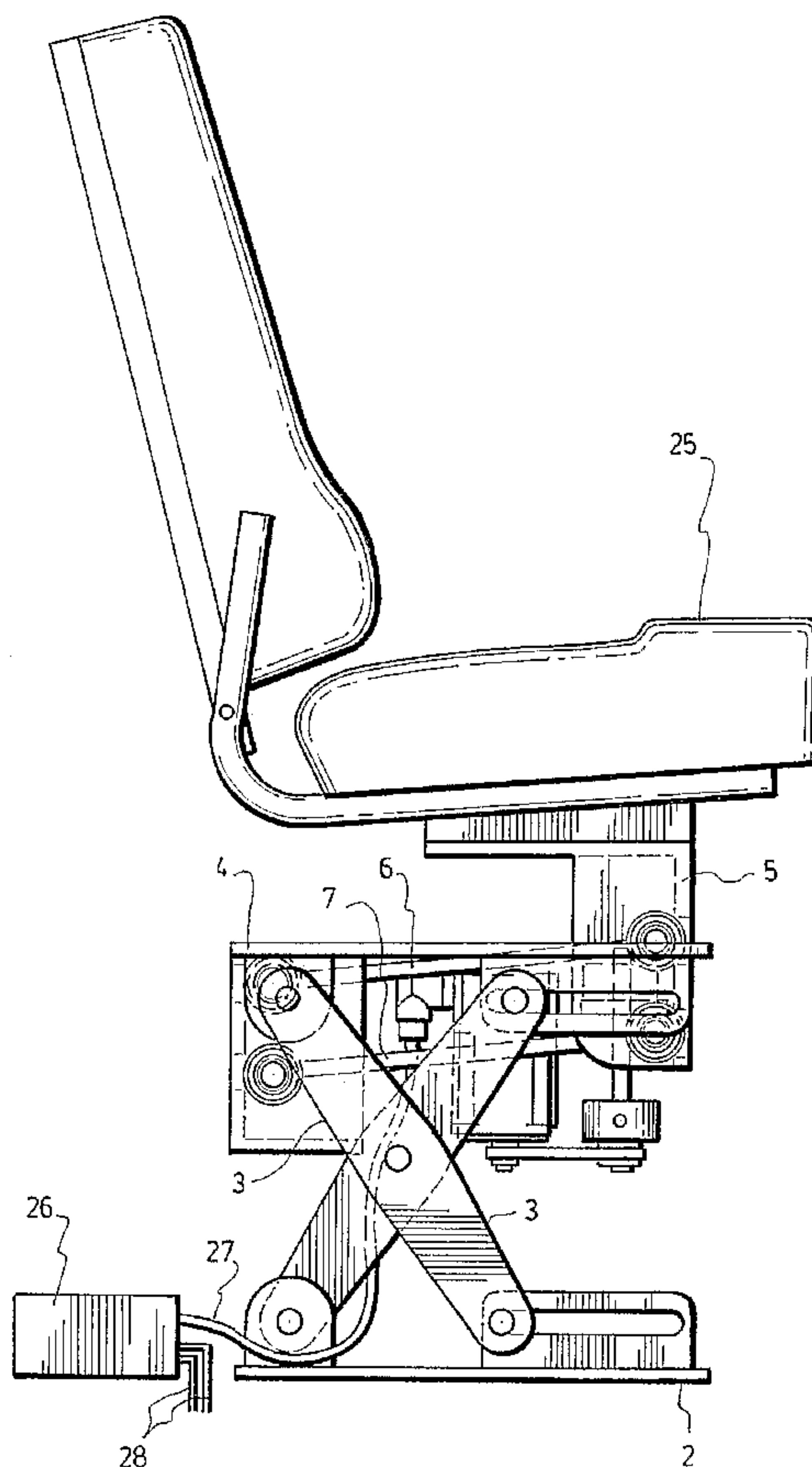




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2004/03/03
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2004/11/25
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 2005/08/19
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: CA 2004/000321
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2004/101311
 (30) Priorité/Priority: 2003/03/04 (2,420,324) CA

(51) Cl.Int.⁷/Int.Cl.⁷ B60N 2/52, B60N 2/54
 (71) Demandeur/Applicant:
BAULTAR I.D. INC., CA
 (72) Inventeurs/Inventors:
PAILLARD, BRUNO, CA;
MAZOYER, JEROME, CA;
MASSON, PATRICE, CA;
BERRY, ALAIN, CA;
ALBERT, ANDRE, CA
 (74) Agent: ROBIC

(54) Titre : SUSPENSION DE SIEGE ACTIVE
 (54) Title: ACTIVE SEAT SUSPENSION



(57) Abrégé/Abstract:

Une suspension active pour siège (25) de conducteur d'autobus ou de véhicule lourd, qui comprend un actionneur électrique (16) permettant d'exercer une force entre le plancher du véhicule et l'assise du siège. L'ajustement de hauteur du siège est effectué par

(57) **Abrégé(suite)/Abstract(continued):**

l'actionneur électrique (16) ou par un système mécanique indépendant. Un contrôleur (26) génère une consigne de force calculée à partir de mesures obtenues par des capteurs placés à divers endroits sur la suspension. L'actionneur électrique peut être soulagé par des éléments passifs (24) en parallèle ne permettant pas à eux seuls de jouer le rôle de suspension pour l'application considérée.

(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
25 novembre 2004 (25.11.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/101311 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ : B60N 2/52,
2/54BAULTAR ERGO INC. [CA/CA]; 101 rue Principale
Sud, Windsor, Québec JS1 2M2 (CA).(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/CA2004/000321(72) Inventeurs; et
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **PAIL-**
LARD, Bruno [CA/CA]; 4160, Monseigneur Moisan,
Sherbrooke, Québec J1L 2C1 (CA). **MAZOYER, Jérôme**
[FR/CA]; 1500 rue Denault, Sherbrooke, Québec J1H 2R2
(CA). **MASSON, Patrice** [CA/CA]; 3755 rue Impériale,
Rock Forest, Québec J1N 3W4 (CA). **BERRY, Alain**
[FR/CA]; 5907 rue Laurent, Rock Forest, Québec J1N 3Z3
(CA). **ALBERT, André** [CA/CA]; 4070, rue Laprairie,
Sherbrooke, Québec J1L 1L2 (CA).

(22) Date de dépôt international : 3 mars 2004 (03.03.2004)

(25) Langue de dépôt : français

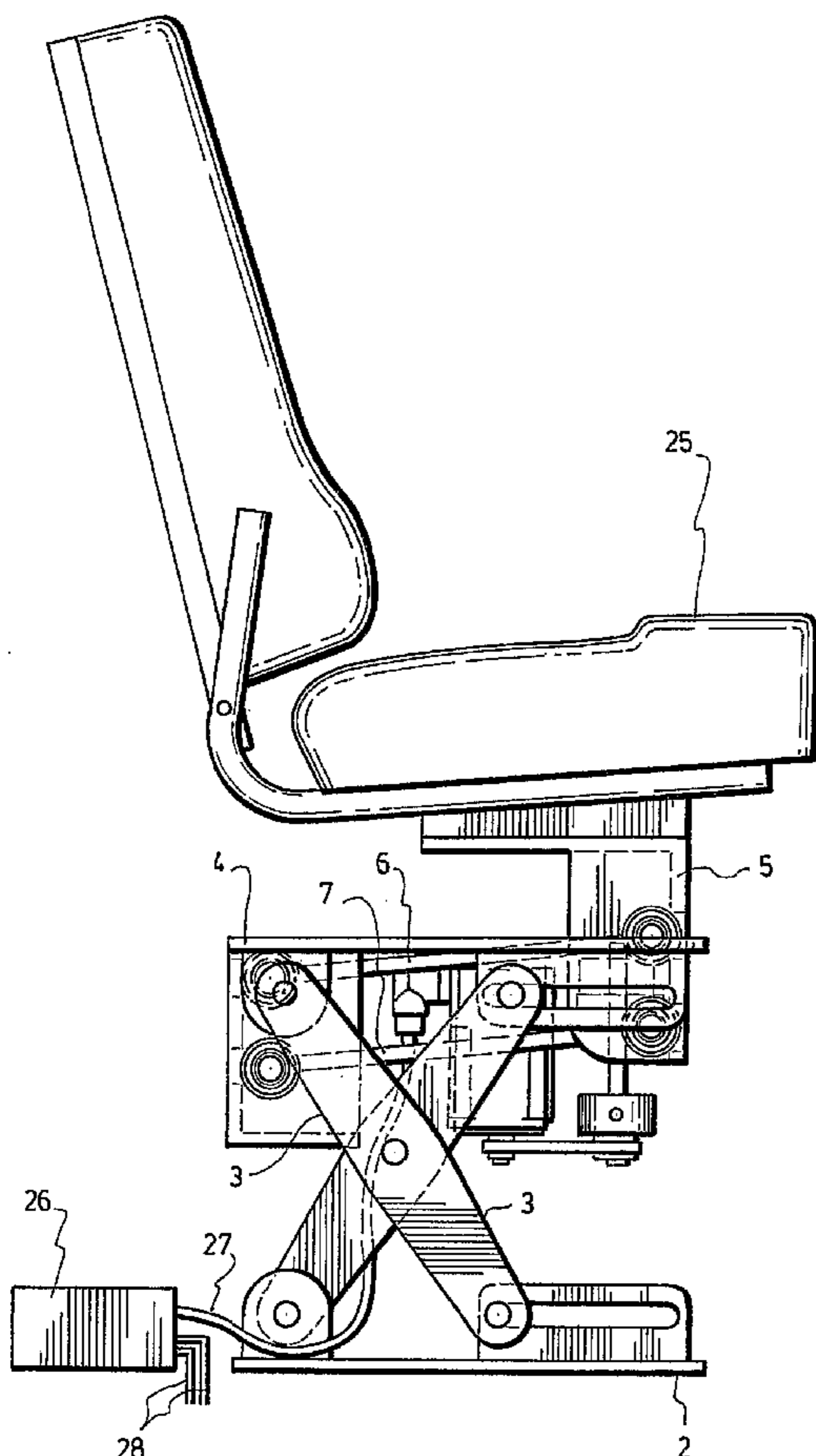
(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
2,420,324 4 mars 2003 (04.03.2003) CA(71) Déposants (pour tous les États désignés sauf US) :
UNIVERSITE DE SHERBROOKE [CA/CA]; 2500
boul. Université, Sherbrooke, Québec J1K 2R1 (CA).(74) Mandataire : **ROBIC**; Centre CDP Capital, 1001, square
Victoria - Bloc E - 8e étage, Montréal, Québec H2Z 2B7
(CA).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: ACTIVE SEAT SUSPENSION

(54) Titre : SUSPENSION DE SIEGE ACTIVE



(57) **Abstract:** The invention relates to an active suspension, for a seat (25) for the driver of a bus or heavy vehicle, comprising an electrical actuator (16), for exerting a force between the floor of the vehicle and the cushion of the seat. Height adjustment of the seat is carried out by means of the electrical actuator (16), or by means of an independent mechanical system. A controller (26) generates a force value from measurements made by sensors, arranged at various points on the suspension. The electrical actuator can be supported by passive elements (24) in parallel, whereby said elements are not permitted to be the sole suspension for the particular application.

(57) **Abrégé :** Une suspension active pour siège (25) de conducteur d'autobus ou de véhicule lourd, qui comprend un actionneur électrique (16) permettant d'exercer une force entre le plancher du véhicule et l'assise du siège. L'ajustement de hauteur du siège est effectué par l'actionneur électrique (16) ou par un système mécanique indépendant. Un contrôleur (26) génère une consigne de force calculée à partir de mesures obtenues par des capteurs placés à divers endroits sur la suspension. L'actionneur électrique peut être soulagé par des éléments passifs (24) en parallèle ne permettant pas à eux seuls de jouer le rôle de suspension pour l'application considérée.

WO 2004/101311 A1

WO 2004/101311 A1



(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, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

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

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien

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.

SUSPENSION DE SIÈGE ACTIVE

Introduction

La présente invention a pour objet un dispositif de suspension
5 active pour siège de conducteur de véhicule, notamment un autobus, un
véhicule lourd ou un véhicule d'usage spécialisé, par exemple un engin de
terrassment ou de l'équipement forestier, et dont l'opérateur ou le
conducteur est soumis à des vibrations.

10 **Arrière plan technologique**

Il est connu que les irrégularités de la route causent la présence
de vibrations importantes au poste de conduite des conducteurs d'autobus
ou de véhicules lourds tels que des camions ou des véhicules d'usage
spécialisé, par exemple un engin de terrassment ou de l'équipement
15 forestier. L'exposition des conducteurs à ces vibrations rend inconfortable
l'exercice de leur travail et peut avoir une influence négative sur leur état de
santé. Afin de réduire l'accélération transmise au niveau de l'assise du
conducteur, une suspension est souvent introduite entre le plancher du
véhicule et l'assise du siège. Cette suspension de siège se doit de minimiser
20 l'accélération transmise au conducteur, mais elle doit aussi maintenir faible
l'écart de position entre le siège et le plancher par rapport à l'ajustement de
hauteur choisi, afin que la position du conducteur par rapport à son poste de
conduite (volant, pédales...) ne varie pas de façon trop importante. La
conception de la suspension doit donc prendre en compte ce compromis.
25 Ainsi, une suspension très molle permettra de réduire considérablement le
niveau d'accélération transmis mais au prix d'un déplacement relatif
important. Par contre, une suspension trop raide maintiendra une bonne
interaction entre le conducteur et son poste de conduite mais n'offrira qu'une
faible réduction de l'accélération transmise.

30 En prenant en compte les deux exigences précédemment citées, il
est possible de déterminer qualitativement les caractéristiques que doit
posséder la transmissibilité d'une suspension dans le domaine fréquentiel.

Étant donné que le signal d'excitation en position relativement au signal d'excitation en accélération est plus important à basses fréquences (l'amplitude d'un signal harmonique par rapport à sa dérivée seconde est inversement proportionnelle au carré de la fréquence), pour être efficace, une suspension de siège, se doit d'avoir une transmissibilité presque unitaire en basses fréquences car l'influence de la position y est prépondérante, et quasiment nulle en hautes fréquences où cette fois l'accélération transmise au siège peut-être réduite sans créer de déplacement relatif important entre le siège et le plancher.

10 Dans le cas des suspensions passives constituées d'un élément ressort et d'un élément amortisseur telles qu'illustrées sur les figures 1 et 2, ce sont seulement deux paramètres (raideur et amortissement) qui peuvent être ajustés et qui déterminent le comportement de toute la suspension. Les problèmes de maux de dos ou de santé observés malgré l'utilisation de ce type de suspension démontrent que les suspensions passives ne permettent pas d'atteindre un niveau de confort suffisant.

Pour obtenir des performances meilleures que celle des systèmes passifs, des solutions alternatives ont déjà été envisagées.

20 Ainsi, des systèmes semi-actifs ont été proposés, dont le principe de fonctionnement consiste généralement à modifier en temps réel l'amortissement de la suspension en fonction de grandeurs (position, vitesse, accélération...) pouvant être mesurées en temps réel par des capteurs placés sur la suspension.

25 Des systèmes semi-actifs du type mentionné ci-dessus ont déjà été mis en œuvre pour des applications diverses, notamment pour les suspensions de sièges de véhicules (voir brevet FR-A-2 761 643; voir aussi l'article de Choi, S.B. et al, *A semi-active suspension using ER fluids for a commercial vehicle seat*, Journal of intelligent material systems and structures, vol. 9 - August 1998). Certaines études (voir l'article de Boileau, P.E. et al, *Essais en vibrations de sièges pour autobus urbains. Phase 2: Évaluation de sièges candidats*, IRSST, juin 1997) montrent cependant que leurs performances dans cette utilisation ne sont pas sensiblement

30

meilleures que celles des suspensions passives à amortissement fixe.

Des systèmes actifs ont également été proposés, dont le principe de fonctionnement consiste à introduire un actionneur qui applique en temps réel un effort sur le siège de manière à créer au niveau de celui-ci la réponse souhaitée. Contrairement aux suspensions semi-actives uniquement
5 dissipatives, les systèmes actifs peuvent injecter de l'énergie dans le système. Il est généralement admis que la performance des systèmes actifs est supérieure à celle des systèmes semi-actifs.

Des systèmes actifs du type mentionné ci-dessus ont également
10 été déjà appliqués, mais essentiellement à des suspensions de véhicules. Celles-ci ont été, pour la grande majorité, mises en œuvre grâce à des actionneurs hydrauliques qui présentent de nombreux inconvénients notamment d'être volumineux, d'avoir un coût élevé, une consommation d'énergie excessive et de nécessiter un entretien délicat. Ces actionneurs
15 hydrauliques peuvent être remplacés par des actionneurs électriques pour des suspensions de véhicules (voir brevet US-A-5 060 959).

Des suspensions actives ont aussi été envisagées pour des sièges. Certaines utilisent:

-des actionneurs hydrauliques (voir l'article de Stein, G.J. et al,
20 *Active vibration control system for the driver's seat for off-road vehicles*, Vehicle system dynamics, 20 (1991), pp. 57-78);

-des actionneurs électriques (voir l'article de Kawana, M. et al, *Active suspension of truck seat*, Shock and Vibration 5 (1998), pp. 35-41; ou la thèse de Périsset, J., Étude, conception et réalisation d'une suspension
25 active d'un siège de véhicule routier pour l'amélioration du confort dynamique, Thèse de doctorat, École centrale de Lyon, 1997);

-des actionneurs électropneumatiques (voir l'article de Stein, G.J., *A driver's seat with active suspension of electropneumatic type*, Transactions of the ASME, vol. 119, April 1997);

30 -des actionneurs piézoélectriques (voir l'article de Leo, D.J., *Active seat isolation for hybrid electric vehicles*, SPIE, vol. 3674, March 1999).

Dans la plupart des solutions présentées et pour toutes celles

utilisant un actionneur électrique, la suspension active est mise en œuvre en parallèle avec une suspension passive traditionnelle (voir la figure 3). De plus, la configuration de ce type de suspension passive est telle que celle-ci pourrait fonctionner de façon autonome, sans la présence d'un actionneur électrique. Ce type de configuration implique que les éléments qui constituent ces suspensions passives, qui sont notamment l'élément ressort et l'élément amortisseur, possèdent des caractéristiques qui occasionnent un chemin de transmission passif entre le plancher du véhicule et l'assise du siège qui est relativement important, donc des valeurs relativement élevées de raideur et d'amortissement.

Les inconvénients liés aux systèmes de suspension active couplés en parallèle à une suspension passive traditionnelle, c'est-à-dire capable de fonctionner de façon autonome et ayant des valeurs de raideur et d'amortissement relativement élevées, sont les suivants:

1. Lorsque les éléments passifs sont importants, ils agissent sur toute la bande de fréquence, et donc le contrôleur, pour que la suspension soit performante, doit compenser ce chemin de transmission passif sur toute la bande, ce qui est difficilement réalisable en pratique étant donné que la présence de bruit sur les capteurs limite la bande passante utile du contrôleur.
2. Les performances de la loi de commande sont réduites en raison d'une incertitude plus élevée sur les paramètres de la suspension passive. En effet, puisque les caractéristiques des composants passifs sont connues avec une certaine précision relative, réduire le chemin de transmission passif nominal permet de réduire l'incertitude sur sa valeur, et donc d'obtenir en pratique un comportement de la suspension plus performant.
3. L'effort que doit fournir l'actionneur pour compenser le chemin de transmission peut être plus élevé, étant donné qu'il doit agir aux fréquences élevées. En basses

fréquences, l'actionneur doit aussi fournir un effort pour restreindre l'amplification autour de la fréquence naturelle du système de suspension, toutefois, le chemin de transmission passif permet néanmoins de soulager l'effort de l'actionneur aux basses fréquences, notamment en ce qui a trait au poids statique de l'opérateur et du siège.

Résumé de l'invention

La présente invention a pour objet une suspension de siège active qui pallie aux problèmes ci-dessus mentionnés.

Plus précisément, l'invention a pour objet une suspension active pour siège de conducteur de véhicule, notamment un autobus, un véhicule lourd ou un véhicule d'usage spécialisé, par exemple un engin de terrassement ou de l'équipement forestier, dont l'opérateur ou le conducteur est soumis à des vibrations, et qui comprend un actionneur électrique permettant d'exercer une force entre le plancher du véhicule et l'assise du siège. L'ajustement de hauteur du siège est effectué par l'actionneur électrique ou par un système mécanique indépendant. Un contrôleur génère une commande de force calculée à partir de mesures obtenues par des capteurs placés à divers endroits sur la suspension. Un mode de réalisation préféré de l'invention prévoit la possibilité de mettre en parallèle à la suspension active, des éléments passifs de suspension qui offrent un faible chemin de transmission passif en hautes fréquences comparativement à une suspension passive traditionnelle optimisée pour l'application considérée. Ces éléments passifs permettent de réduire le dimensionnement de l'actionneur. Dans la présente invention la valeur des éléments passifs est donc telle que ceux-ci ne peuvent assurer à eux seul le rôle de suspension pour l'application considérée.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée mais non limitative qui va suivre et des exemples donnés, qui font référence aux dessins annexés.

Brève description des dessins

Dans les dessins annexés :

- 5 - la figure 1 identifiée comme « art antérieur », est un schéma de fonctionnement d'une suspension passive ressort - amortisseur;
- la figure 2 identifiée comme « art antérieur », est un graphique illustrant la transmissibilité d'une suspension passive ressort - amortisseur;
- 10 - la figure 3 identifiée comme « art antérieur » est un schéma illustrant un siège actif avec suspension passive en parallèle avec l'actionneur;
- la figure 4 est un schéma de principe du siège à lévitation active;
- 15 - la figure 5 est un graphique tiré de l'article ci-dessus mentionné de Boileau, P.E. et al., qui illustre la densité spectrale de l'accélération verticale à la base d'un siège d'autobus;
- la figure 6 est une vue en perspective, de dessous, du système de suspension et d'ajustement de hauteur, dans le cas d'un moteur électrique rotatif, pour un premier mode de réalisation
20 préféré de l'invention;
- la figure 7 est une vue de profil du système de suspension et d'ajustement de hauteur, en position haute, d'un premier mode de réalisation préféré de l'invention;
- 25 - la figure 8 est une vue de profil du système de suspension et d'ajustement de hauteur, en position basse, d'un premier mode de réalisation préféré de l'invention;
- la figure 9 est une vue de profil illustrant l'ensemble siège-suspension d'un premier mode de réalisation préféré de l'invention;
- 30 - la figure 10 est une vue en perspective illustrant l'ensemble siège-suspension en position basse, d'un second mode de réalisation préféré de l'invention;

- la figure 11 est une vue en perspective illustrant l'ensemble siège-suspension en position haute, d'un second mode de réalisation préféré de l'invention;
- la figure 12 est une vue en perspective illustrant le fonctionnement du mécanisme transmission par poulies et courroies dentelées, d'un second mode de réalisation préféré de l'invention; et
- la figure 13 est une vue en perspective illustrant le fonctionnement d'une autre réalisation préférée du système de compensation utilisant un système de ressort en compression.

Description détaillée de l'invention

L'invention a donc pour objet un siège à lévitation active où le siège repose sur un actionneur électrique en force. Un schéma de cette suspension de siège active est illustré sur la figure 4. En pratique, l'actionneur consiste en un moteur électrique. Le moteur peut être choisi parmi les différents types disponibles de moteurs électriques. Un ou plusieurs capteurs fournissent des mesures de grandeurs caractéristiques telles que la position relative ou la vitesse relative du siège par rapport au plancher, l'accélération du plancher, l'accélération du siège, et ces informations sont utilisées pour asservir l'actionneur. La boucle d'asservissement est réalisée par un compensateur qui génère la commande à l'actionneur.

La loi de commande est optimisée en tenant compte des caractéristiques spécifiques des perturbations mesurées au plancher du type de véhicule considéré, par exemple à partir du contenu spectral des vibrations présentes au plancher (voir la figure 5). Dans une réalisation préférée de l'invention, on fait appel pour cela à une théorie de commande optimale linéaire. Dans une autre réalisation préférée, on fait appel à une théorie de commande optimale non-linéaire. Dans une autre réalisation préférée, la commande est mise en œuvre de façon adaptative (loi de

commande s'adaptant d'elle-même en fonction de l'évolution des caractéristiques de l'accélération du plancher ou en fonction de l'évolution de la masse du conducteur présent sur le siège). Dans une autre réalisation préférée, la loi de commande est une combinaison de plusieurs des lois
5 précédemment citées.

Évidemment, l'inconfort vibratoire se manifeste aussi pour les conducteurs d'autres types de véhicules tels que les camions ou véhicules lourds. Les caractéristiques du signal d'accélération présent au plancher varient d'un type de véhicule à l'autre, cependant l'invention peut s'appliquer
10 à ces différents cas.

La présente invention propose donc un système asservi tel qu'illustré à la figure 4. Toutefois, afin de permettre de limiter la taille et donc le coût de l'actionneur, la présente invention envisage aussi la possibilité de joindre, en parallèle à l'actionneur, des éléments de suspension passive qui
15 offrent un faible chemin de transmission passif en hautes fréquences relativement à une suspension passive traditionnelle optimisée pour l'application considérée. Étant donné que la suspension passive traditionnelle optimisée pour une application particulière est celle qui minimise l'accélération transmise pour un déplacement relatif égal au
20 déplacement relatif maximum acceptable, et que la diminution du chemin de transmission passif en hautes fréquences est lié à un « assouplissement » de la suspension passive, alors la valeur des éléments passifs dans le cadre de la présente invention est telle que la contrainte maximale de déplacement relatif du conducteur par rapport à son poste de conduite ne pourrait être
25 respectée sans l'utilisation conjointe de l'actionneur.

Ce type de suspension passive se caractérise entre autres, par un élément ressort de faible raideur et des éléments en mouvement de rotation, le cas échéant, de faible inertie.

La présence de l'élément ressort permet de générer une force
30 vers le haut afin de compenser en totalité ou en partie, le poids statique de l'opérateur et du siège. L'actionneur n'a donc plus à soutenir cette charge compensée par l'élément ressort, ce qui contribue à réduire son

dimensionnement. Le dispositif composé de l'élément ressort et des moyens de fixation est désigné ci-après dans ce texte par l'expression système de compensation.

Le système de compensation de ce mode préféré de l'invention est présent uniquement pour soulager le moteur d'une valeur donnée de poids statique. Il peut s'agir du poids statique total du conducteur et de la partie du siège située au dessus de la suspension, ou d'une fraction de ce poids statique. Dans ce dernier cas, le poids statique résultant vu par le moteur correspond au poids de la partie du siège située au dessus de la suspension plus le poids du conducteur moins la force générée par le système de compensation. Toujours dans ce dernier cas, le poids statique résultant que le moteur voit et doit équilibrer, ne sera pas ou peu variable sur toute la plage de débattement de la suspension.

L'option d'ajouter une suspension passive de faible transmissibilité en hautes fréquences, en parallèle à l'actionneur, nécessite que les éléments passifs en rotation possèdent une faible inertie. Cette inertie consiste par exemple en l'inertie de rotation des membrures d'un système de guidage de suspension tel que celui en forme de ciseaux, observé sur les systèmes de suspension passive traditionnelle. Il peut s'agir aussi de l'inertie d'un système de transmission mécanique pour convertir un mouvement de rotation de l'actionneur en mouvement vertical du siège, dans le cas où un moteur rotatif est utilisé en guise d'actionneur.

Ce moteur rotatif offrira lui aussi une inertie de rotation minimum afin de réduire de façon optimale le couplage exigé par ce dernier.

Selon un mode de réalisation préféré de cette invention, le système de compensation est en fait un ensemble de ressorts de type tension qui sont installés en leur donnant une forme en U. Un déplacement latéral des extrémités du ou des ressorts permet d'obtenir une force de réaction de la part du ressort pratiquement constante quelle que soit la valeur de ce déplacement; ce qui correspond à une très faible raideur de ressort. Il est possible de mieux comprendre le fonctionnement de ce type de ressorts à l'aide de la description présentée plus bas en relation aux figures

annexées.

Selon un autre mode de réalisation préféré de cette invention, un système de ressorts travaillant en compression reliés à un levier par un câble, équivaut à un système de compensation à faible raideur qui fournit un couple pour équilibrer la charge siège-opérateur quelle que soit la position du siège dans sa course de suspension. Le couple généré par le système ressorts-levier est relativement constant par le fait que le levier, quelque peu comparable à un quartier d'une poulie, possède un rayon qui varie selon l'angle de rotation de ce dernier, et dont la valeur de ce rayon a été conçue afin de permettre un couple relativement constant quelle que soit la compression du ressort (c'est-à-dire quelle que soit la position du siège dans sa course de suspension). En effet, le couple généré par le système, qui se calcule par le produit de la force générée par le ressort multiplié par son bras de levier, soit le rayon de levier, est ainsi relativement constant. Il sera aussi possible de mieux comprendre le fonctionnement de ce mécanisme à l'aide de la description présentée plus bas à l'exemple 2.

Selon ce dernier mode de réalisation préféré de l'invention, il est possible aussi de rendre ajustable le système de compensation de sorte que celui-ci puisse en tout temps équilibrer le poids du siège et de son occupant. Dans ce cas, si un conducteur d'un poids donné s'assoit sur le système siège - suspension, alors le système équilibrera assez précisément cette valeur de poids du conducteur, additionnée du poids du siège, et cela de façon relativement constante sur toute la plage de hauteur de la suspension. Ainsi le dimensionnement du moteur peut être fait seulement en fonction de l'effort dynamique qu'il doit transmettre. On obtient cet ajustement de force ou couple, en fonction du poids de l'opérateur en déplaçant la base du ou des ressorts par un moyen mécanique, électrique ou pneumatique.

Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, il est possible d'obtenir la fonctionnalité du système de compensation à faible raideur et ajustable, par le moyen d'un système pneumatique. En effet, un moyen simple pour obtenir une force ou pression constante peut entre autres consister à relier un vérin pneumatique à un réservoir rempli d'air, et dont le

volume est très supérieur aux variations de volume occasionnées par le déplacement du vérin. Ainsi la force exercée par le vérin est pratiquement constante quelle que soit la position du piston dans le vérin puisque les variations du volume d'air de tout le système sont considérées comme négligeables. L'ajustement en fonction du poids du conducteur de la force de réaction exercée par le vérin peut être réalisé en agissant sur la pression de remplissage de l'ensemble vérin et réservoir.

Le vérin pneumatique de la réalisation préférée précédente peut aussi être remplacé par un dispositif pneumatique de type ballon ("air spring"). Dans ce dernier cas toutefois, le choix du ballon est tel que celui-ci présente une force assez constante sur la plage de hauteur désirée lorsque la pression est maintenue presque constante, tel que décrit précédemment. Il peut aussi être possible de sélectionner un ballon qui offrirait une faible raideur ou une faible variation de force en fonction du déplacement du siège dans sa plage de hauteur, sans être lié à un réservoir.

Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, le système d'ajustement de hauteur est indépendant de la suspension. Un système mécanique à croisillons (ciseaux) est superposé au mécanisme de suspension pour l'ajustement de la hauteur. Un des avantages relié à cette configuration est qu'advenant un bris de la suspension ou d'une panne de l'actionneur, la chute du siège se limite à la valeur de la course de la suspension, ce qui représente une valeur beaucoup plus faible que la plage d'ajustement de hauteur.

Toutefois, selon un autre mode de réalisation préféré de l'invention, l'actionneur peut servir de dispositif d'ajustement de hauteur. Dans ce dernier cas, un système de sécurité est prévu pour freiner la chute du siège dans l'éventualité d'un bris ou d'une panne de l'actionneur par exemple.

Dans le cas où un moteur électrique rotatif est utilisé, il faut transférer le mouvement de rotation du moteur en un mouvement de translation du siège. Ceci peut être accompli au moyen de différents mécanismes tels que d'un pignon et d'une crémaillère, de poulies et de

courroies dentelées de transmission, ou au moyen d'une vis et d'un écrou à billes. Dans ce dernier cas, la vis est reliée à l'arbre du moteur alors qu'un écrou à billes est relié à un élément supportant le siège et le conducteur. Ainsi, lorsque l'arbre du moteur ainsi que la vis qui y est reliée, tournent dans un sens ou dans l'autre, l'écrou à billes qui permet la réduction de frottement dans le système, ainsi que la masse supportée qui est reliée à cet écrou à billes, monteront ou descendront.

Dans le cas où le moteur choisi est de type linéaire, alors un mouvement de translation est directement transmis à la masse supportée permettant à celle-ci de monter ou descendre selon le besoin.

Afin de permettre au siège de monter et descendre sans que l'actionneur ait à subir d'autres efforts que celui dans l'axe vertical, un système de guidage est utilisé pour limiter ces autres forces et moments.

Dans le cas où l'actionneur est un moteur électrique de type rotatif, une réalisation préférée de l'invention consiste en un système de guidage composé d'un dispositif à membrures pivotantes dont le principe de fonctionnement est présenté plus bas et illustré dans les dessins annexés.

Toujours dans le cas d'un moteur électrique rotatif, mais aussi dans le cas d'un moteur électrique de type linéaire, une autre réalisation préférée de l'invention consiste en un système de guidage composé d'un certain nombre de membrures verticales le long desquelles des roulements linéaires assurent le déplacement du siège en assurant un frottement réduit.

Exemple 1

Un exemple possible de réalisation de l'invention est illustré sur les figures 6 à 9 des dessins annexés. Dans cet exemple, le siège est monté sur un ensemble combinant des dispositifs d'ajustement de hauteur et de suspension.

À ce sujet, on notera que le dispositif d'ajustement de hauteur est indépendant du dispositif de suspension. En effet, le dispositif de suspension est « superposé » au système mécanique à membrures ou croisillons utilisé dans le dispositif d'ajustement en hauteur. Ce dernier comprend

également une base 2 fixée au sol et un élément 4 parallèle à la base 2. Ces deux éléments 2 et 4 sont reliés entre eux par le système de membrures ou croisillons 3 ci-dessus mentionné qui sert à élever l'élément 4 par rapport à la base 2 lorsqu'il est activé. La figure 7 présente une configuration haute du système, tandis que la figure 8 présente une configuration basse.

La figure 7 illustre un mode de réalisation préféré du dispositif de suspension utilisé. Ce dispositif intègre un moteur électrique rotatif 16. Bien entendu, plusieurs éléments sont nécessaires afin de transférer le mouvement de rotation du moteur 16 en un mouvement de translation du siège 25. La réalisation préférée qui est illustrée utilise entre autres une vis à billes 19 et un écrou à billes 23.

De façon plus détaillée, le pignon 20 de l'arbre 17 du moteur électrique rotatif 16 est relié au pignon 21 de la vis à billes 19 par une courroie de transmission 18. Le roulement 22 ainsi que l'écrou à billes 23 sont deux points de fixation de la vis à billes 19. Le roulement 22 est relié à l'élément supérieur 4 du dispositif d'ajustement de hauteur par un élément de fixation (non illustré), tandis que l'écrou à billes 23 est relié à l'élément 5 sur lequel est fixé le siège 25. Ainsi, lorsque l'arbre 17 du moteur 16 tourne dans un sens ou dans l'autre, la vis 19 tourne aussi, faisant en sorte que l'écrou à billes 23 monte ou descend. Donc, par ce même mouvement de l'écrou à billes 23, l'élément 5 ainsi que le siège 25 qui y est fixé monteront ou descendront. Inversement, un mouvement vertical du siège 25 et de l'élément 5 sur lequel il est fixé, produira une rotation de l'arbre 17 du moteur électrique 16.

Afin de permettre au siège 25 de monter et descendre sans que le moteur 16 agissant comme actionneur ait à subir d'autres efforts que ceux générés par le mouvement dans l'axe vertical, un système de guidage est utilisé pour limiter ces autres forces et moments. Dans le mode de réalisation préféré illustré sur la figure 7, ce système de guidage est composé d'un dispositif à membrures pivotantes 6 et 7. Ce dispositif comprend aussi un élément supérieur 5 sur lequel est fixé un siège 25, et des roulements 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15. Ces roulements permettent aux membrures 6 et 7 de

pivoter avec un frottement réduit lorsque l'élément supérieur 5 de la suspension se déplace par rapport à l'élément supérieur 4 du dispositif d'ajustement de hauteur. Une conséquence reliée à la géométrie de ce système est que l'élément 5 subit un déplacement horizontal en même temps qu'un déplacement vertical, lorsque les membrures pivotantes 6 et 7 sont en rotation. Toutefois les dimensions des éléments et membrures sont déterminées de sorte que le déplacement horizontal est négligeable relativement au déplacement vertical. Ce très léger déplacement horizontal n'affecte donc pas les performances de la suspension.

10 En raison du léger déplacement horizontal mentionné précédemment de l'élément supérieur 5 de la suspension, il est important que la vis à billes 19 puisse pivoter dans le plan du dessin, en même temps que ses deux points de fixation, c'est-à-dire le roulement 22 et l'écrou à billes 23. Ainsi, le roulement 22 sera pivotant par rapport à l'élément de fixation
15 (non illustré) qui le relie à l'élément supérieur 4 du système d'ajustement de hauteur. De même, l'écrou à billes 23 sera pivotant par rapport à l'élément supérieur 5 du système de suspension auquel il est relié. Le moteur électrique 16 étant solidaire à l'élément 4, la courroie de transmission 18 sera soumise à une légère flexion en raison du pivotement de la vis à bille à
20 bille 19 décrit précédemment.

Tel qu'il apparaît sur la figure 6, un système de ressort 24 est fixé en parallèle au moteur 16. Ce système de ressort 24 permet de générer une force quasi constante sur toute la plage de débattement de la suspension. Ce système est présent uniquement pour soulager le moteur d'une valeur
25 donnée de poids. Ainsi, le poids statique résultant vu par le moteur 16 correspond au poids du siège 25 plus celui du conducteur moins la force quasi constante.

Le système de ressort 24 illustré dans cette réalisation préférée de l'invention consiste essentiellement en un ou plusieurs ressorts de type
30 tension qui sont installés en leur donnant une forme en U, et dont une extrémité est reliée à l'élément supérieur 4 du système d'ajustement de hauteur, tandis que l'autre extrémité est reliée à l'élément supérieur 5 du

5 système de suspension. Un déplacement latéral, c'est-à-dire vertical des extrémités du ou des ressorts 24 permet d'obtenir une force de réaction de la part du ressort pratiquement constante quelle que soit la valeur de ce déplacement. Cette force de réaction a donc pour effet de diminuer le poids apparent que doit soulever le moteur 16.

10 Un encodeur optique intégré au boîtier du moteur 16 est utilisé à titre de capteur pour connaître la position relative du siège par rapport à l'ajustement de hauteur choisi. Cet encodeur optique est relié à un circuit électronique intégré dans le boîtier 26 par l'intermédiaire de fils électriques isolés situés dans une gaine 27. Le boîtier 26 comprend l'électronique de commande de compensateur permettant de calculer la force que doit développer le moteur en fonction de la mesure de position relative fournie par l'encodeur. Le boîtier 26 comprend aussi l'électronique nécessaire pour que le moteur produise la force précédemment citée. Les enroulements du
15 moteur 16 sont reliés au circuit électronique intégré dans le boîtier 26 par l'intermédiaire d'autres fils électriques isolés et situés dans la gaine 27. Le circuit électronique intégré dans le boîtier 26 est alimenté par la batterie du véhicule par l'intermédiaire de fils électriques isolés 28.

20 Exemple 2

Un second exemple de réalisation de l'invention est illustré à l'aide des figures 10 à 12. Cet exemple, qui est décrit dans les paragraphes suivants, présente une base de siège illustrée aux figure 10 et 11 qui est composée d'un dispositif de guidage de la suspension superposé aux
25 systèmes d'ajustement de hauteur et d'ajustement du mouvement avant-arrière du siège. La figure 10 présente le siège en position basse, tandis que la figure 11, le présente position haute.

Tout comme pour l'exemple précédent, le dispositif d'ajustement de hauteur est indépendant du dispositif de suspension. Le dispositif
30 d'ajustement de hauteur consiste en un système en ciseaux formé des membrures pivotantes 30, 31 et 32. Ces membrures sont le lien entre la base 33 et l'élément 34. L'ajustement de hauteur qui permet l'élévation de

l'élément 34 en rapport à la base 33, s'effectue par le déploiement des membrures 30, 31 et 32. Le déploiement de ces membrures 30, 31 et 32 est commandé par un moyen mécanique et/ou électrique non illustré.

L'étage de suspension se situe entre l'élément 34 et l'élément 35. L'élément 35 de la suspension constitue l'élément structurel sur lequel sont fixés les composantes de dossier 63 et d'assise 64 du siège 29 (le coussin de l'assise est non illustré).

Dans cette réalisation préférée, le guidage du mouvement de suspension, c'est-à-dire du mouvement vertical du support 35 en rapport à l'élément 34, s'effectue par le mouvement de roulements linéaires 36 le long de rails 37. Les roulements linéaires 36 sont solidaires au support 35, et les rails 37 sont solidaires à l'élément 34, ou vice-versa. Ces éléments de guidage assurent que les éléments internes de la suspension (moteur, systèmes de transmission et de compensation) illustrés aux figures 10 à 12 et décrit plus bas, ne supportent pas d'efforts dans des orientations différentes que celle verticale.

Les figures 10 et 11, illustrent aussi le mécanisme qui permet l'ajustement avant-arrière du siège et de sa base constituée de son système d'élévation de hauteur et de son étage de suspension tel que décrit ci-haut. Ce mécanisme d'ajustement avant-arrière ou glissière se compose de rails 38 solidaires à la base 33 et qui peuvent se déplacés par rapport à l'élément 39 fixé au sol et muni de roulements 40.

Ce mode préféré de réalisation de l'invention illustré aux figures 10 et 11 utilise un ballon (air spring) 51 relié à un réservoir pressurisé (non illustré) comme éléments de compensation qui permet de soulager en totalité ou en partie le moteur du poids statique de l'opérateur et du siège. La force générée par le ballon s'exerce entre le support 35 et l'élément 34 de la suspension (les éléments de fixation du ballon 51 ne sont pas illustrés). Le ballon 51 est sélectionné pour offrir une raideur faible ou très faible, aux pressions constantes d'air utilisées. Étant donné que le volume du réservoir est très supérieur aux variations de volume occasionnées par le déploiement du ballon lors du débattement de la suspension, la force exercée par le

ballon est relativement constante puisque les variations du volume d'air de tout le système et donc de pression, sont considérées comme négligeables. Le réservoir pourrait être sélectionné très petit, voire être éliminé, en sélectionnant un ballon dont la raideur est faible sur sa toute sa plage de variation de hauteur lors du débattement de la suspension, même lorsqu'utilisé de façon autonome sans réservoir.

L'ajustement en fonction du poids du conducteur, de la force de réaction exercée par le ballon, peut être réalisé en agissant sur la pression de remplissage de l'ensemble ballon et réservoir. Ceci s'effectue par exemple, au moyen de dispositifs non illustrés pour recueillir la donnée de poids du conducteur, et de valves pour contrôler la pression désirée. Évidemment un vérin pourrait être utilisé à la place du ballon 51.

La figure 12 illustre le fonctionnement du dispositif de transmission proposé dans cet exemple de réalisation préférée de l'invention, et qui permet de transférer le mouvement rotatif du moteur 41 en mouvement linéaire afin de permettre la montée et descente du siège et de l'opérateur. Le mode de transmission illustré à la figure 11 utilise un système de courroies dentelées (timing belt) 42 et 43, illustrées symboliquement, ainsi que des poulies dentelées 44, 45, 46 et 47. Le nombre de courroies, de poulies et la dimension de ces dernières sont déterminés de sorte à obtenir les rapports de transmission et d'inertie désirés. Ainsi, lorsque l'arbre 48 du moteur tourne dans un sens ou dans l'autre, les courroies et poulies dentelées seront aussi entraînées. Ce mouvement rotatif de l'arbre 48 du moteur va générer un mouvement linéaire vertical du siège (non illustré), puisque le support 49 sur lequel est monté le siège est relié solidairement par un élément 50 à la courroie dentelée 43 installée verticalement. L'élément 50 illustré symboliquement, est en fait un élément muni de dents qui se fixe à la courroie dentelée 43.

La figure 13 illustre le fonctionnement d'un autre mode de réalisation du dispositif de compensation qui permet de soulager le moteur d'un poids donné. Ce dispositif qui permet de générer un couple

relativement constant sur toute la plage de débattement de la suspension, fonctionne de la façon suivante:

Lorsque le support 52, sur lequel est fixé le siège (non illustré), monte et descend pour permettre l'atténuation des vibrations et des chocs transmis par le plancher du véhicule, la longueur comprimée du ressort 53 varie, ce qui permet au ressort 53 de générer une force proportionnelle à la distance comprimée ($F = -kx$). Une extrémité du ressort 53 est reliée à un point d'un levier 55 par l'entremise d'un câble et d'un élément de fixation 57 située à l'extrémité de ce ressort. L'autre extrémité du ressort 53, retenue par un élément de fixation 62, est solidaire à la base non illustrée et située sous le mécanisme de suspension. Le rayon du levier 55 varie selon la position angulaire de celui-ci. Ce rayon qui constitue le bras de levier de la force issue du ressort 53, est calculé de sorte que le câble 56 qui transmet la force du ressort 53, produise un couple relativement constant par rapport au pivot 58 du levier 55. Le pivot 58 est aussi solidaire à un autre levier 59, celui-ci de rayon constant, auquel est fixé l'extrémité d'un second câble 60. L'autre extrémité de ce câble 60 est ancrée à la base d'une membrure verticale 61, laquelle est solidaire au support 52 du siège non illustré. Le poids du conducteur et du siège fixé au support 52 génère donc un couple par rapport au pivot 58, par l'entremise de la force transmise au câble 60 qui agit avec un bras de levier égale au rayon du levier 59. Puisque ce rayon est constant quelque soit la position angulaire de l'arbre, le couple créé par la charge du conducteur et du siège est donc aussi constante sur toute la plage de débattement de la suspension. Ce couple de chargement qui est soumis au pivot 58 est ainsi équilibré par le couple généré par le ressort 53. Évidemment un mécanisme similaire peut-être conçu en utilisant un ressort extension au lieu d'un ressort compression.

Selon le mode réalisation préféré illustré dans cet exemple, il est aussi possible de rendre ajustable le système de génération de force ou de couple relativement constant de sorte que celui-ci puisse en tout temps équilibrer le poids du siège et de son occupant. Il s'agit simplement de déplacer l'élément de fixation 62 de sorte à faire varier la longueur

comprimée du ressort 53 et donc le couple que celui-ci génère. Le déplacement de l'élément de fixation 62 peut se faire au moyen d'un mécanisme pneumatique, électrique ou autre, suite à la détection du poids opérateur-siège à équilibrer. La détection du poids peut se faire à l'aide d'un

5 capteur, d'une cellule de charge ou autre dispositif prévu à cette fin.

REVENDICATIONS

1. Une suspension active pour siège de conducteur de véhicule, ledit siège comprenant une assise, ledit véhicule comprenant un plancher, caractérisée en ce qu'elle comprend :

- un actionneur électrique monté entre le plancher du véhicule et le siège de façon à pouvoir exercer une force entre ledit plancher et l'assise du siège; et
- un contrôleur connecté à l'actionneur électrique pour générer une consigne de force calculée à partir de mesures obtenues par au moins un capteur.

2. La suspension active selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend aussi :

- un système mécanique indépendant de l'actionneur électrique pour ajuster le siège en hauteur.

3. La suspension active selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre :

- un élément élastique de faible chemin de transmission passif en hautes fréquences, capable de générer une force, vers le haut sur l'assise, qui est peu variable lorsque le siège se déplace dans la plage de suspension et qui soutient au moins une partie des charges statiques du conducteur et du siège portées par l'actionneur électrique.

4. La suspension active selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'élément élastique est constitué d'au moins un ressort de tension installé de façon à avoir une forme en U.

5. La suspension active selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'élément élastique est constitué d'un cylindre pneumatique.

6. La suspension active selon la revendication 5, caractérisée en ce que le cylindre pneumatique est relié à un réservoir rempli d'air, et dont le volume est très supérieur aux variations de volume occasionnées par le déplacement du cylindre et caractérisée en ce que la suspension active comprend en outre un système de capteurs de déplacement situés autour d'une position d'équilibre du siège, à l'intérieur d'une plage de débattement de la suspension, qui est relié à un système de valves afin de permettre un contrôle de pression du système de réservoir et du cylindre et de permettre l'ajustement de la force exercée par le cylindre en fonction du poids du conducteur.

7. La suspension active selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'élément élastique est constitué d'un ballon pneumatique.

8. La suspension active selon la revendication 7, caractérisée en ce que le ballon pneumatique est relié à un réservoir rempli d'air, et dont le volume est très supérieur aux variations de volume occasionnées par le déplacement du ballon et caractérisée en ce que la suspension active comprend en outre un système de capteurs de déplacement situés autour d'une position d'équilibre du siège, à l'intérieur d'une plage de débattement de la suspension, qui est relié à un système de valves afin de permettre un contrôle de pression du système de réservoir et du ballon et de permettre l'ajustement de la force exercée par le ballon en fonction du poids du conducteur.

25

9. La suspension active selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'élément élastique est constitué d'un système de ressort compression relié à un levier par un câble, ledit levier, en forme de secteur de poulie, possédant un rayon variable selon l'angle de rotation, et dont la valeur de ce rayon est conçue afin de permettre un couple relativement constant indépendant de la compression du ressort et de la position du siège dans la course de suspension, et ledit système de ressort compression étant

relié en outre à une base mobile dont la position est contrôlée par un moyen de positionnement pour ajuster la force exercée par le système de ressort en fonction du poids de l'opérateur.

5 10. La suspension active selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que l'actionneur électrique est un moteur électrique rotatif.

10 11. La suspension active selon la revendication 10, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre:

- un système de transmission pour transférer le mouvement de rotation du moteur en un mouvement de translation du siège, qui se compose de courroies et de poulie dentelées de faible inertie.

15 12. La suspension active selon la revendication 10, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre:

- un système de transmission pour transférer le mouvement de rotation du moteur en un mouvement de translation du siège, qui se compose d'un système vis et écrou à billes de faible inertie.

20

13. La suspension active selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre:

25 - un système de guidage constitué de guides linéaires pour permettre au siège de monter et descendre sans que l'actionneur ait à subir des efforts autres que celui dans l'axe vertical.

14. La suspension active selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que l'actionneur électrique est un moteur électrique linéaire.

30

15. La suspension active selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'actionneur électrique permet d'ajuster le siège en hauteur, en plus de sa contribution à la suspension.

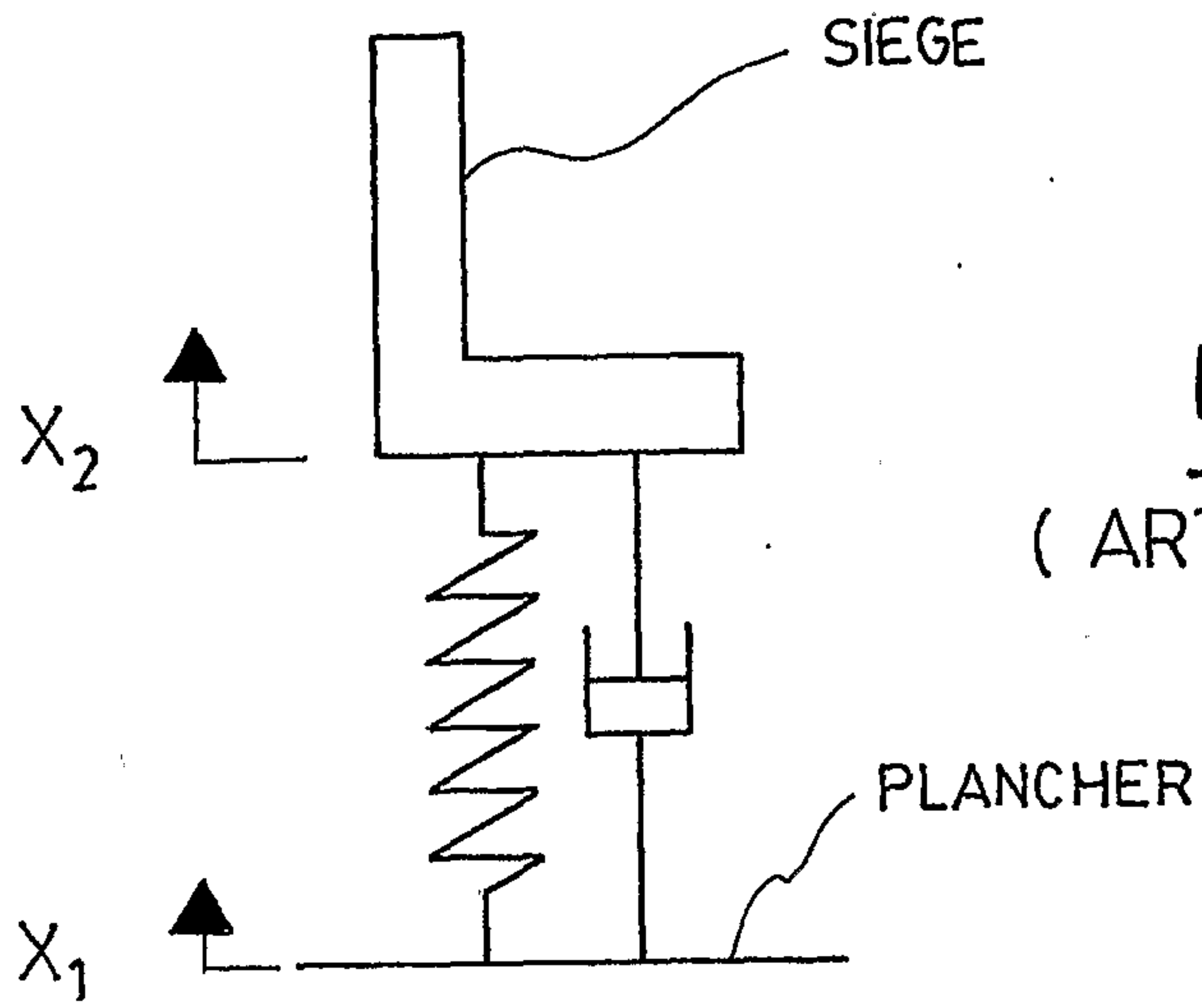


FIG. 1
(ART ANTERIEUR)

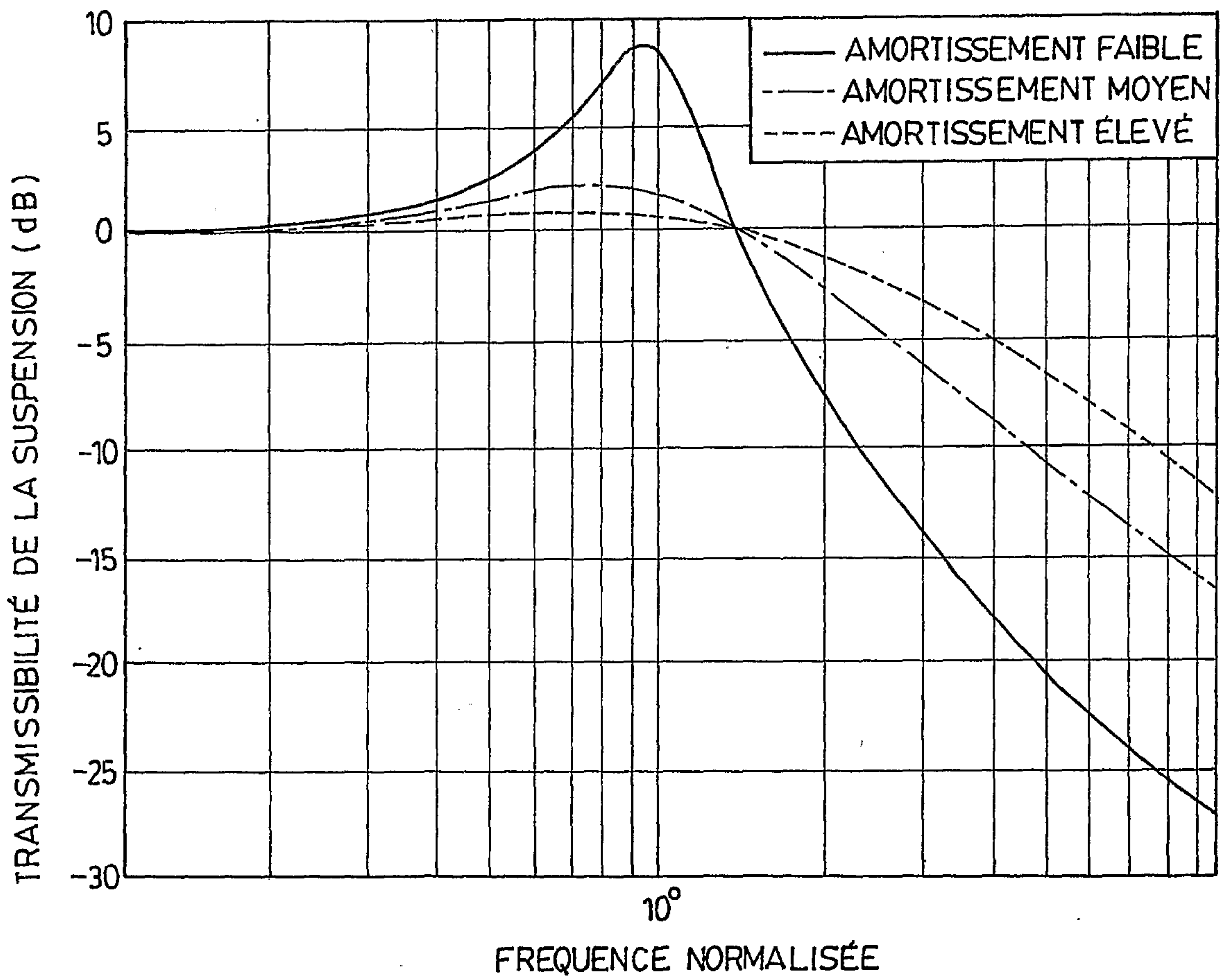


FIG. 2
(ART ANTERIEUR)

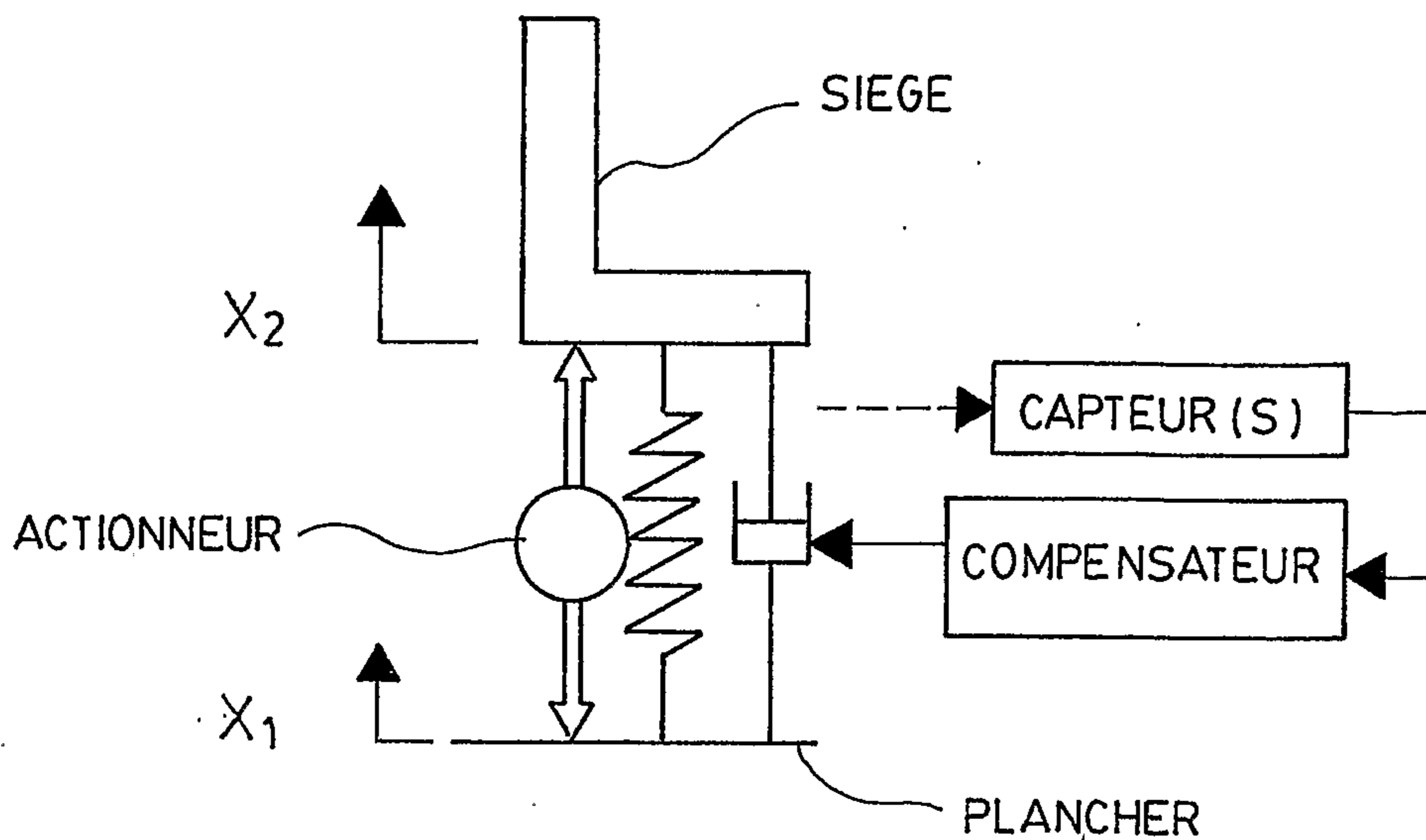


FIG. 3
(ART ANTERIEUR)

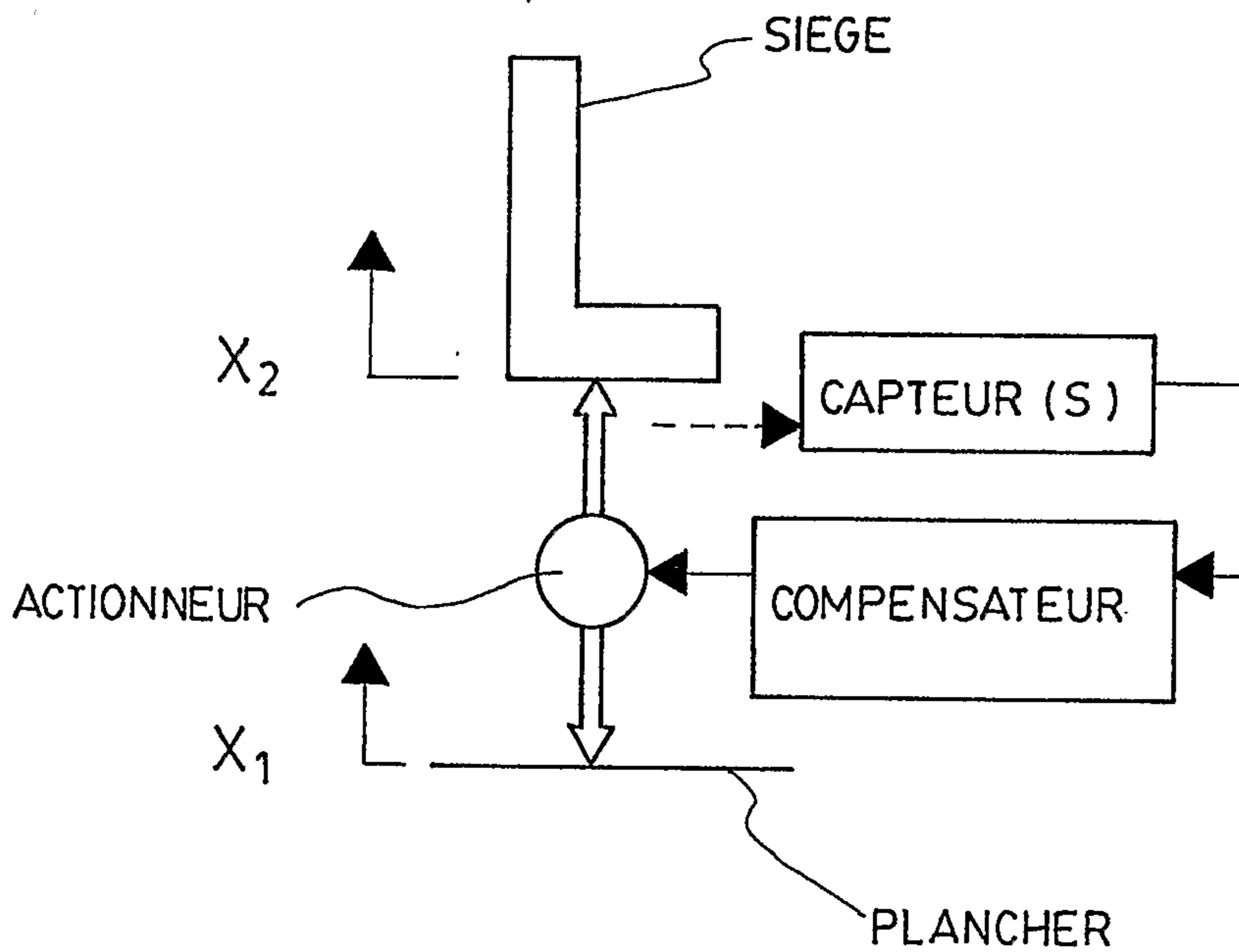


FIG. 4

- Classe # 1 ——— Classe # 2 ——— Classe # 3 ——— Classe # 4 ——— Classe # 5
- Classe # 6 ——— Classe # 7 Classe # 8 ——— Classe # 9

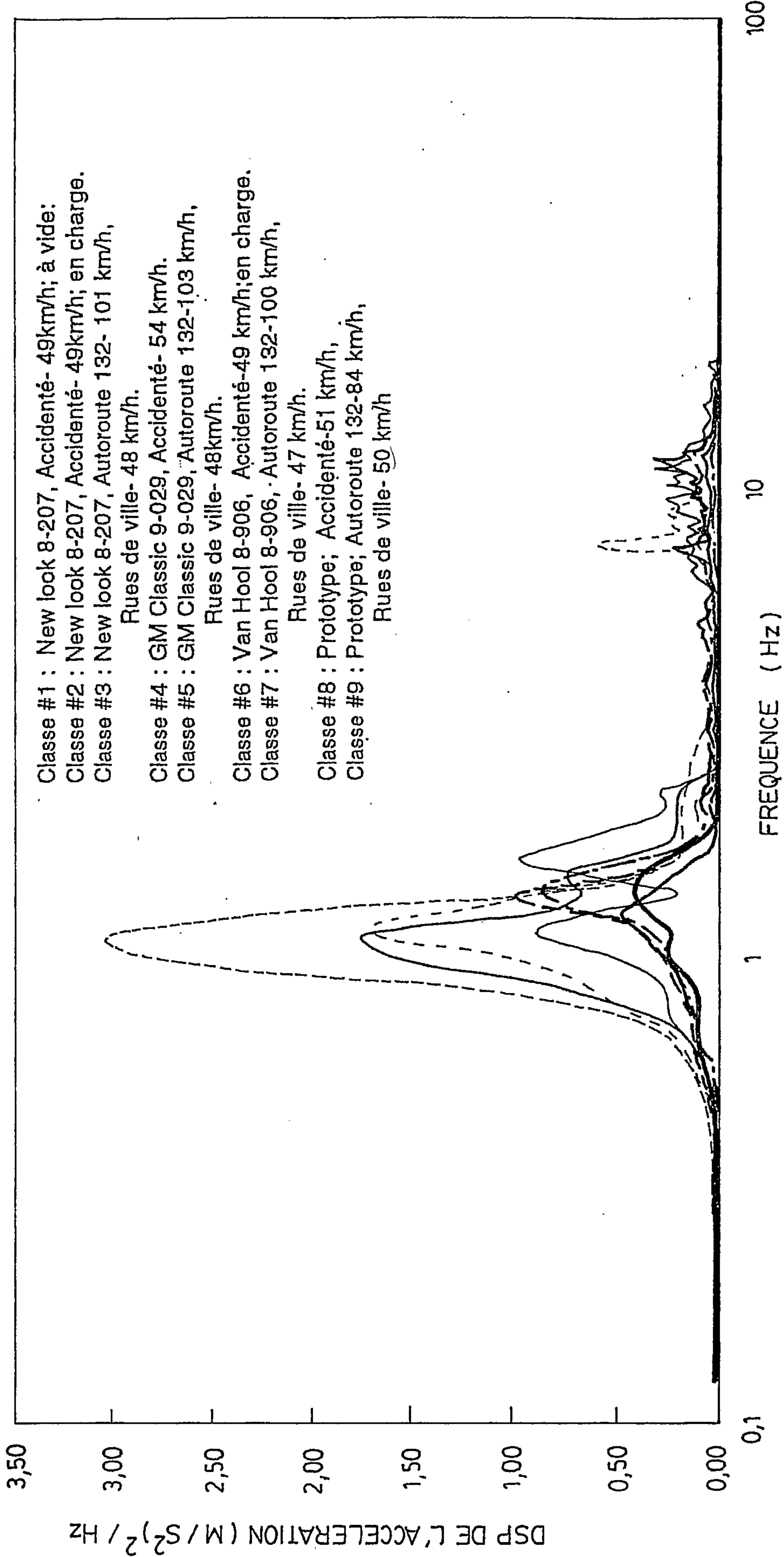


FIG. 5

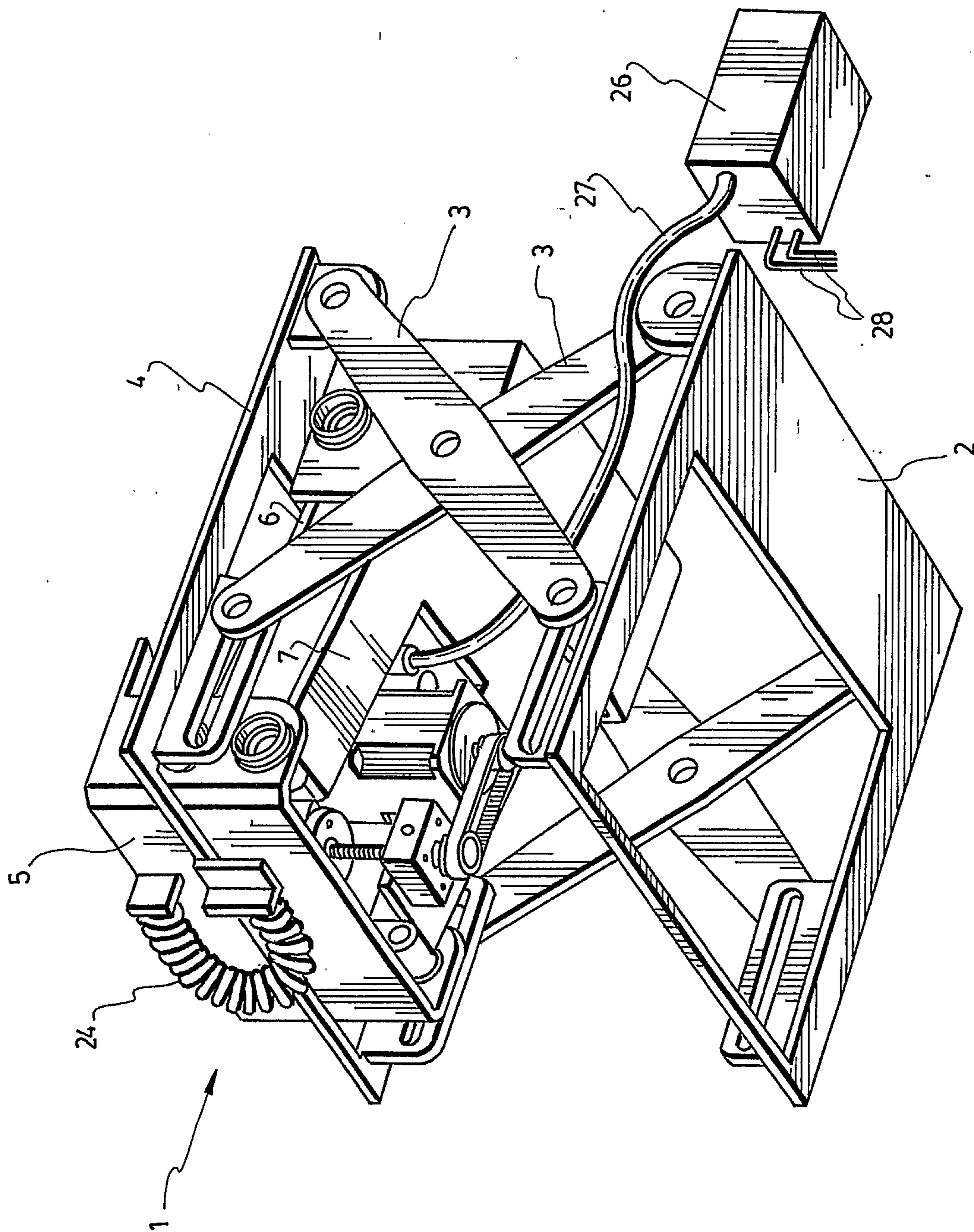


FIG. 6

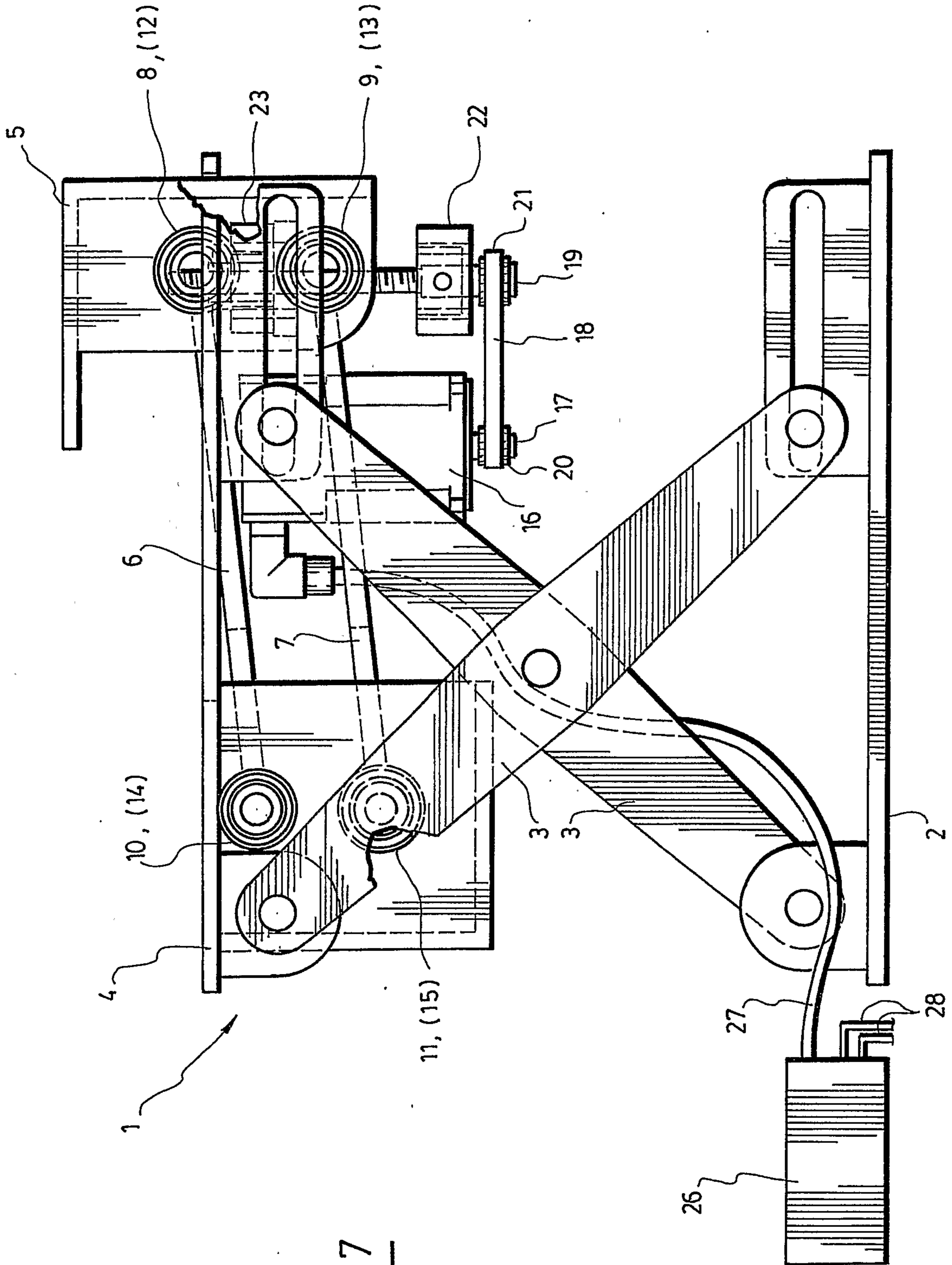


FIG. 7

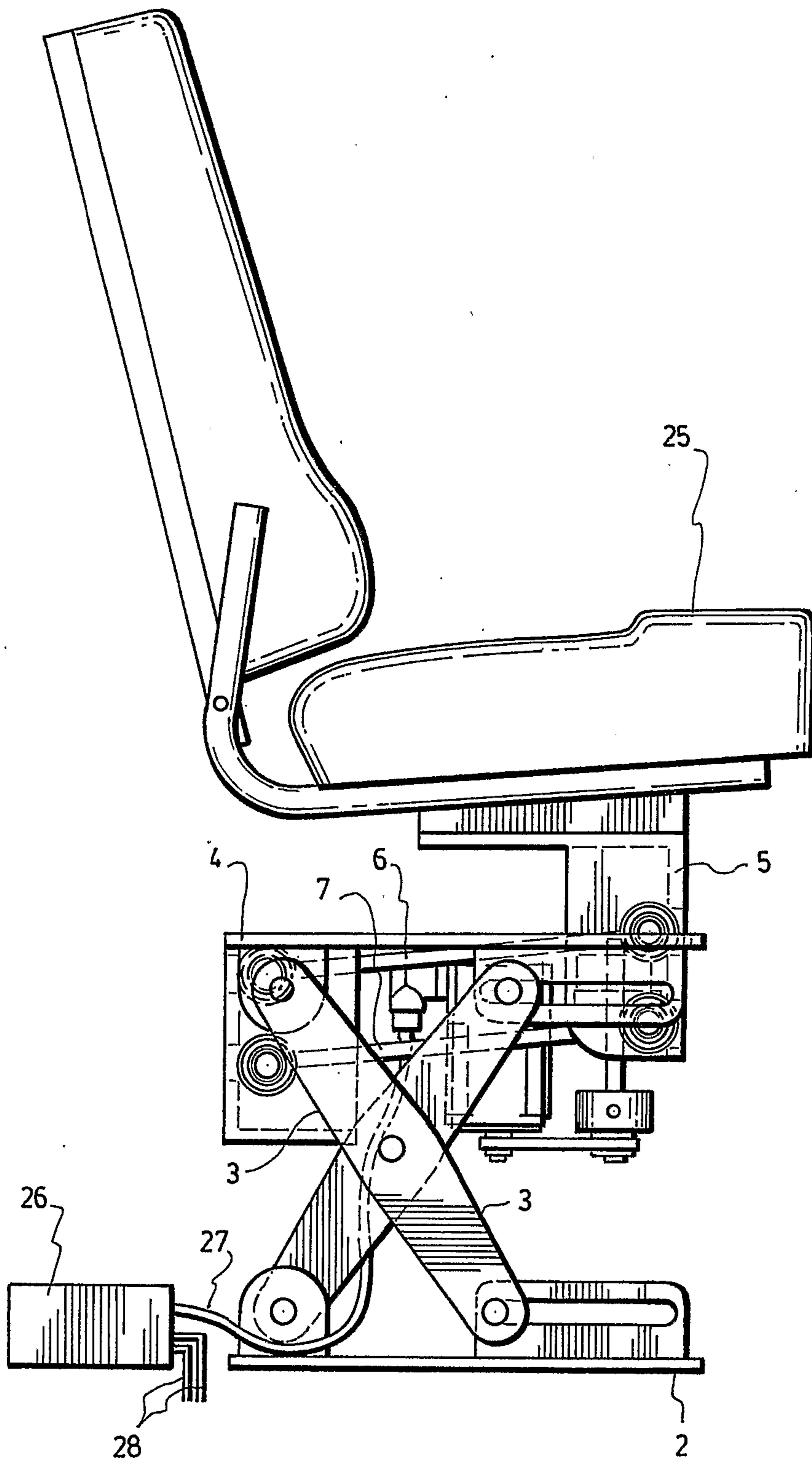


FIG. 9

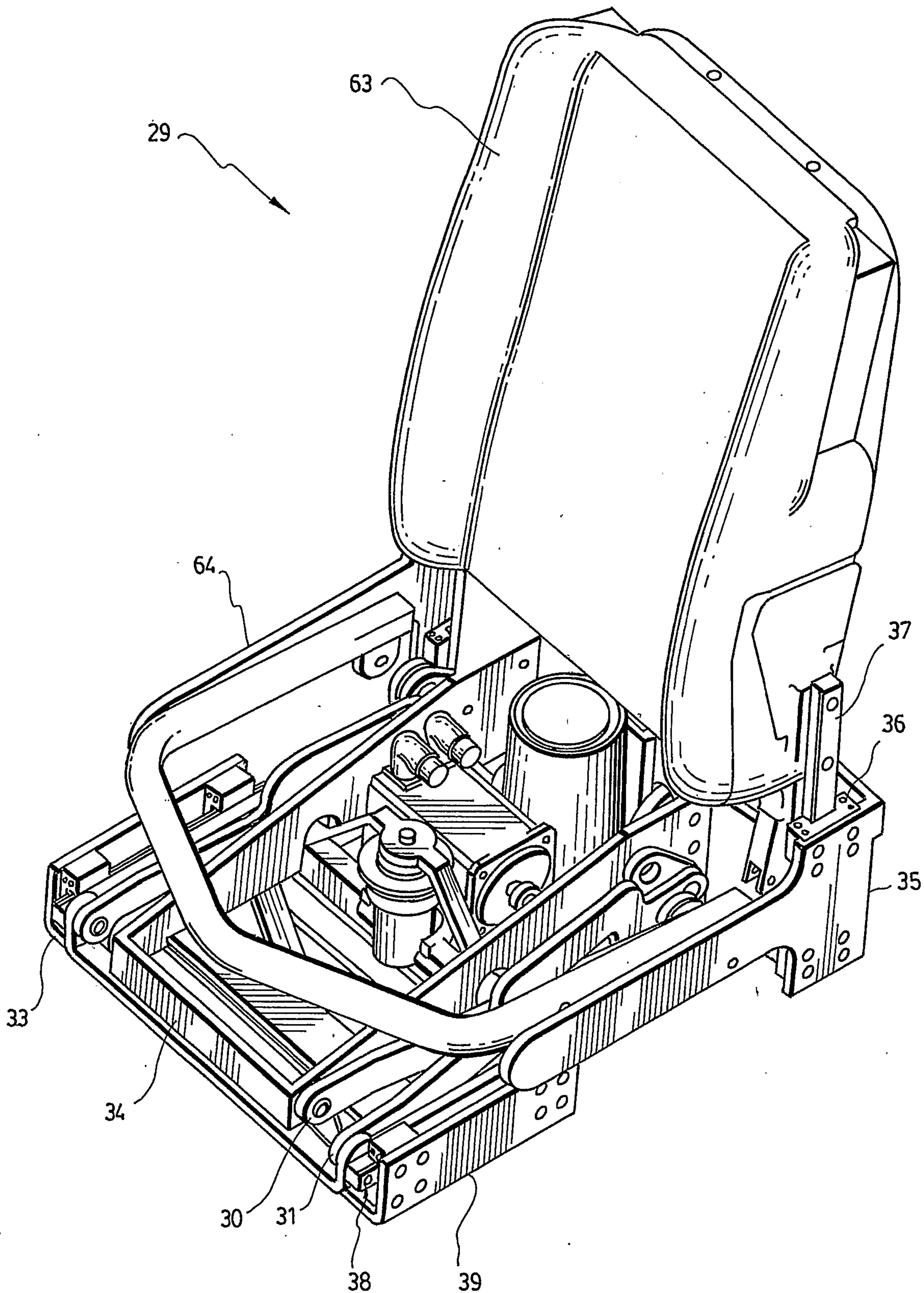
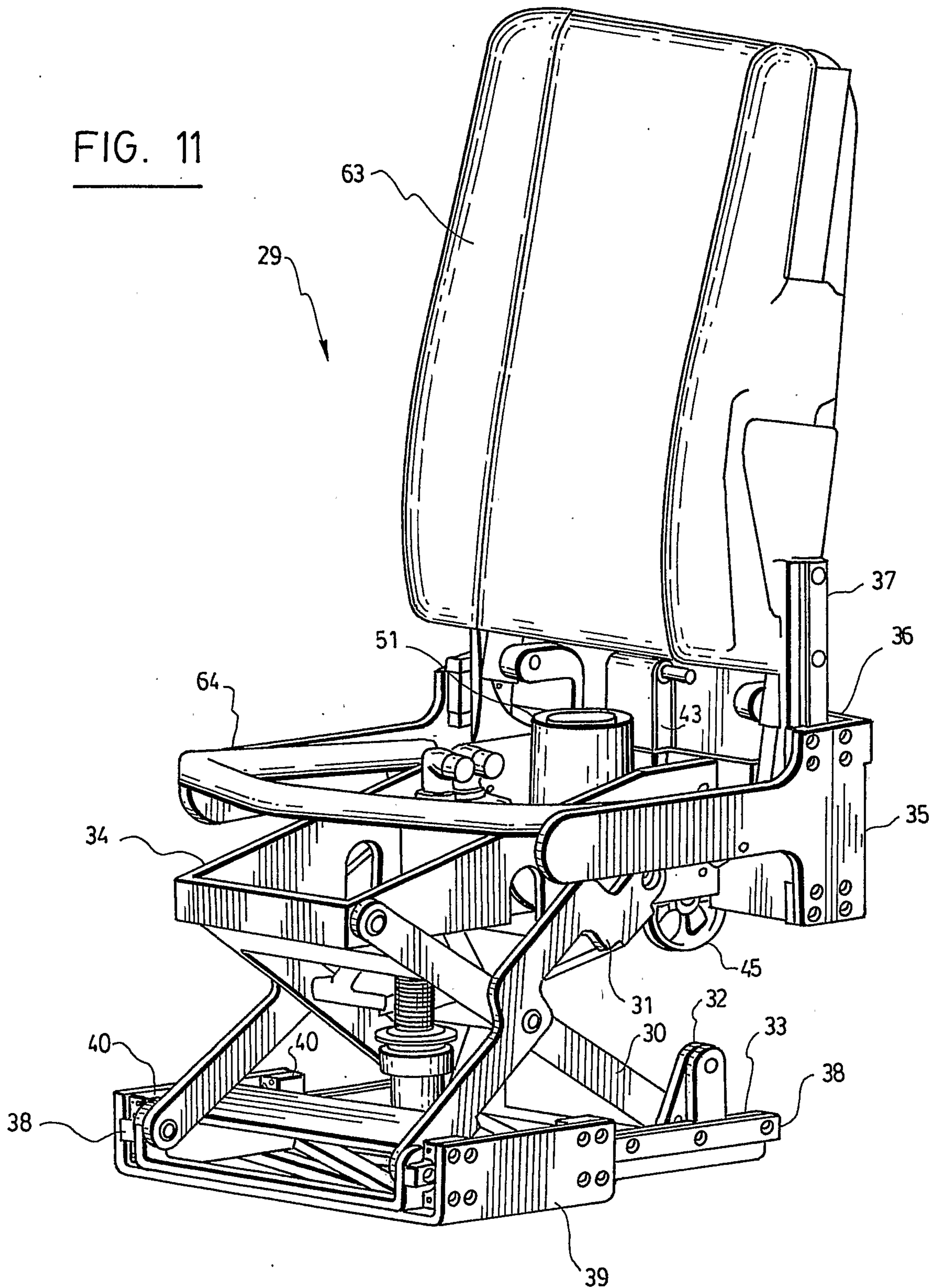


FIG. 10

FIG. 11



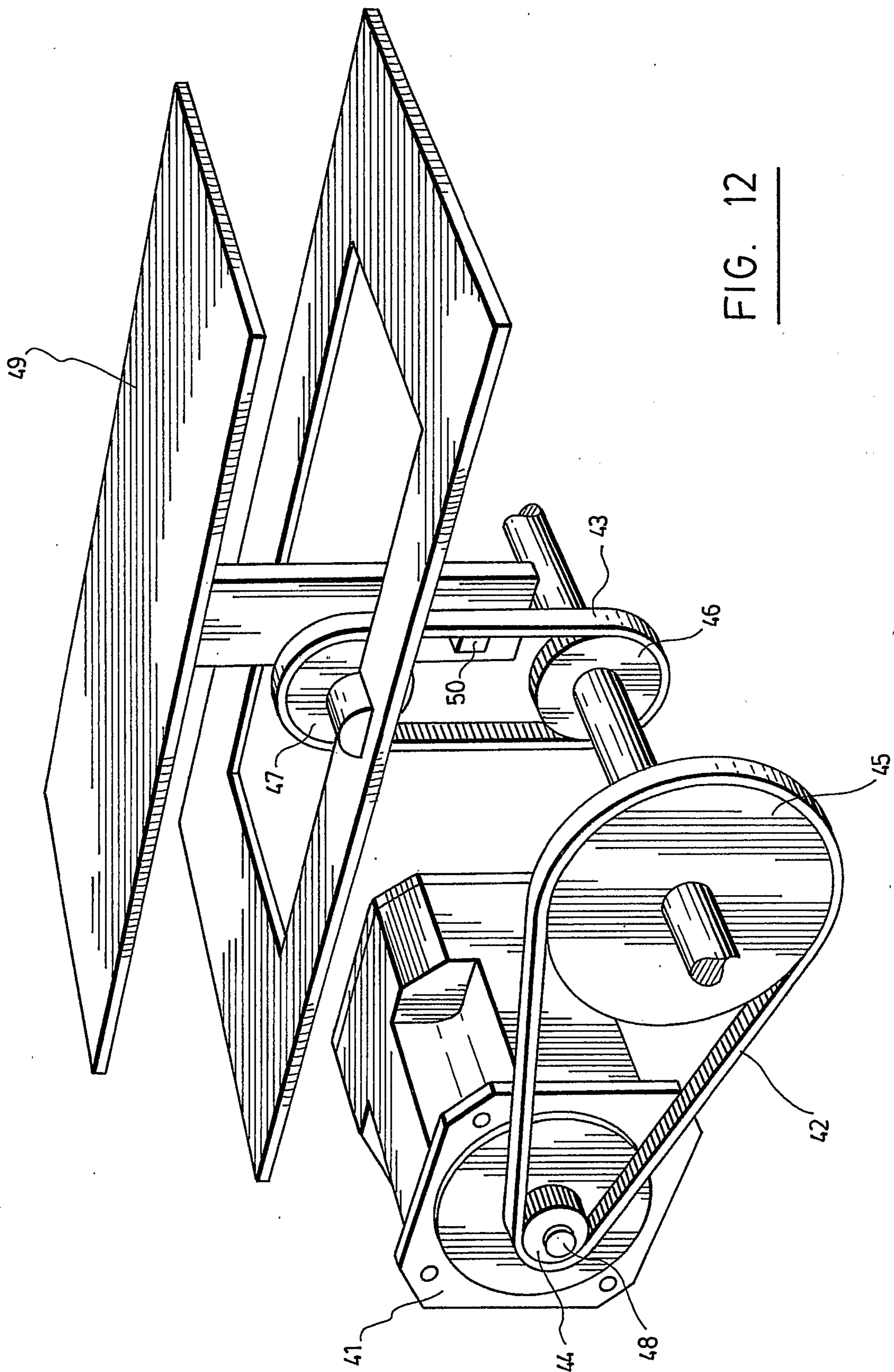


FIG. 12

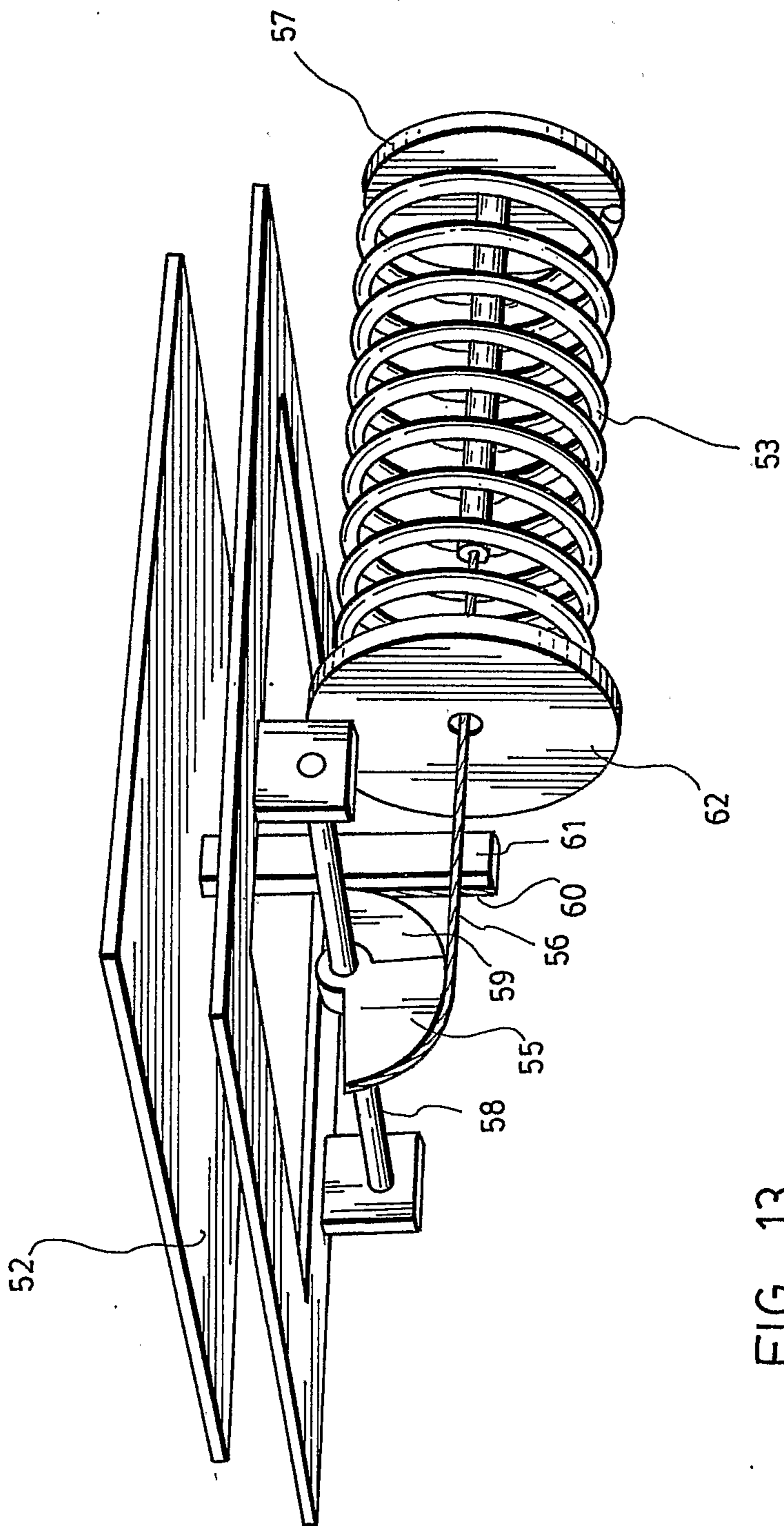


FIG. 13

