

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 15727

(54) Système permettant de contrôler la stabilité d'un véhicule lorsqu'il prend un virage.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 05 D 13/02; B 60 P 9/00; G 05 D 13/04, 13/62.

(22) Date de dépôt..... 17 septembre 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : JP, 5 mars 1982, n° 35537/82.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 36 du 9-9-1983.

(71) Déposant : TOYO UMPANKI CO., LTD., société de droit japonais. — JP.

(72) Invention de : Takenobu Yabuta et Takashi Sugata.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Malémont,
42, av. du Président-Wilson, 75116 Paris.

La présente invention concerne un système permettant d'éviter le basculement sur le côté de véhicules transporteurs de chargement, tels que transporteurs enjambeurs servant à transporter des conteneurs et des chargements analogues.

5 Un transporteur enjambeur est d'une grande hauteur et porte un conteneur de grande dimension ou un autre chargement lourd, maintenu à un niveau élevé et subit de ce fait une force centrifuge importante lorsqu'il prend un virage. Un tel transporteur étant utilisé sur un site de travail large, le transporteur doit se déplacer à une vitesse, par exemple, de plusieurs dizaines
10 de kilomètres à l'heure, vitesse relativement élevée pour des véhicules de travail de ce type. La force centrifuge agissant sur un véhicule en mouvement est proportionnelle à la deuxième puissance de sa vitesse, de sorte que le transporteur bascule fréquemment sur le côté lorsqu'il prend un virage à grande vitesse.

15 Si on considère le fait que la force centrifuge agissant sur un véhicule prenant un virage est en proportion du carré de la vitesse et en proportion inverse du rayon de braquage, il semble utile de pouvoir contrôler le rayon de braquage du véhicule se déplaçant à grande vitesse de façon que le rayon de braquage augmente en proportion du carré de la vitesse. On peut atteindre ce
20 but, par exemple, en limitant l'angle de sortie du système de direction assistée lorsqu'une grande vitesse est atteinte, ou en augmentant la réaction du volant pour des vitesses élevées afin qu'il soit nécessaire d'employer un plus grand effort pour manoeuvrer la poignée. Toutefois, si on fait en sorte que l'angle de sortie du système de direction assistée soit variable avec la vi-
25 tesse, le rayon de braquage du véhicule varie avec la vitesse même lorsque l'angle de rotation du volant est déterminé, ce qui donne au conducteur une impression étrange, ce qui est dangereux. En outre, si le volant est doté d'une plus grande réaction, il faudra un effort important pour ramener le volant à sa position neutre. Plus important encore est le fait que la force centrifuge
30 se rapporte à la fois à la hauteur et au poids du chargement porté par le véhicule, si bien qu'il est impossible d'empêcher totalement le véhicule de basculer sur le côté simplement en contrôlant le véhicule en fonction de la vitesse seule.

Un but de la présente invention est de réaliser un système permettant
35 d'empêcher un transporteur de basculer sur le côté, système qui est fiable à tout moment quels que soient le niveau et le poids du chargement porté par le

transporteur.

Un autre but de l'invention est d'empêcher un transporteur ou véhicule similaire de basculer sur le côté tout en réalisant un véhicule facile à diriger sans donner une impression étrange au conducteur.

5 Un autre but de l'invention est de fournir à tout moment au conducteur des informations concernant la probabilité de basculement sur le côté du véhicule.

La présente invention a donc pour objet un système permettant d'empêcher un véhicule de basculer sur le côté, système qui comprend des moyens mesurant le poids d'un chargement porté par le véhicule, des moyens pour mesurer la hauteur du centre de gravité du chargement porté par le véhicule, des moyens pour mesurer l'angle de braquage du véhicule, des moyens pour mesurer la vitesse de déplacement du véhicule, des moyens destinés à déterminer la hauteur globale du centre de gravité du véhicule et du chargement à partir du poids et de la hauteur du centre de gravité du véhicule et du poids et de la hauteur du centre de gravité mesurés du chargement et à déduire la stabilité statique du véhicule à partir de la hauteur globale du centre de gravité, des moyens destinés à déduire l'instabilité dynamique du véhicule lorsqu'il prend un virage, à partir de l'angle de direction et de la vitesse de déplacement mesurés, des moyens permettant de comparer l'instabilité dynamique à la stabilité statique et à émettre un signal de commande lorsque l'instabilité dépasse une limite acceptable dépendant de la stabilité, et des moyens de contrôle de la vitesse du véhicule pouvant être commandés par le signal de commande. Les moyens de commande de vitesse actionnent l'embrayage disposé entre la source motrice du véhicule et les roues d'entraînement de celui-ci ou freinent le véhicule. De préférence, la limite acceptable comprend deux étages. Lorsque l'instabilité a dépassé la première limite acceptable, l'embrayage est actionné. Le véhicule est freiné lorsque l'instabilité dépasse la seconde limite acceptable.

Selon l'invention, la hauteur globale du centre de gravité du véhicule et du chargement, calculée sur la base du poids et de la hauteur du centre de gravité mesurés du chargement porté par le véhicule est prise en considération en plus de la force centrifuge agissant sur le véhicule lorsqu'il prend un virage, ce qui permet d'empêcher à tout moment le véhicule de basculer sur le côté, ce de manière fiable, quels que soient le poids et la hauteur du chargement porté par le véhicule. La présente invention s'applique de manière générale à tous véhicules transporteurs de chargement ainsi qu'aux véhicules spéciaux,

tels que des transporteurs enjambeurs, destinés à porter des conteneurs lourds, suspendus à un niveau élevé. En effet, l'invention s'avère très utile pour empêcher ces véhicules spéciaux de basculer sur le côté. En outre, toujours conformément à l'invention, la vitesse du véhicule est contrôlée lorsqu'il se manifeste un danger de basculement sur le côté, et ce de manière que le conducteur puisse manoeuvrer le véhicule dans ce cas avec l'impression habituelle de conduite. Ceci assure une grande sécurité.

Le compartiment du conducteur du véhicule comprend une unité d'affichage visualisant un graphique représentant le rapport entre l'angle de braquage et la vitesse de déplacement permmissible en fonction de la stabilité statique. Les points représentant les mesures de l'angle de braquage et de la vitesse de déplacement sont affichés sur l'unité pour donner au conducteur des informations relatives à la probabilité d'un basculement sur le côté. Dans ces conditions, le véhicule peut être conduit en toute sécurité en se référant à ces informations.

Une forme d'exécution de la présente invention est décrite ci-après à titre d'exemple, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un transporteur enjambeur ;
- la figure 2 est un schéma synoptique représentant la réalisation de la partie électrique d'un mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 3 est un schéma représentant une partie d'une mémoire vive ;
- les figures 4 et 5 montrent un exemple de moyens permettant de mesurer le poids d'un conteneur, la figure 4 étant une vue de face représentant les moyens installés et la figure 5 un schéma synoptique représentant le circuit électrique de ces moyens ;
- la figure 6 est un schéma synoptique d'un autre mode de réalisation des moyens de mesure ;
- la figure 7 est un schéma synoptique d'un mode de réalisation des moyens de commande d'embrayage ;
- la figure 8 est un schéma synoptique d'un mode de réalisation des moyens de commande de frein ;
- la figure 9 est un organigramme représentant les étapes de traitement de l'unité centrale ;
- les figures 10 à 12 représentent des modèles illustrant le concept de base de l'invention ; et
- la figure 13 représente un mode de réalisation d'une image sur l'unité d'affichage.

La figure 1 représente un transporteur enjambeur destiné à transporter des conteneurs de grande dimension. Le transporteur comprend un bâti 1 réalisé de façon à laisser libre un espace central destiné à recevoir un conteneur 10 et comprenant une paire de longerons inférieurs opposés 2, des colonnes 3 s'étendant vers le haut à partir des parties avant et arrière de chaque longeron 2, des traverses 4 reliant latéralement les colonnes 3 à leurs extrémités supérieures, et des longerons supérieurs 5 reliant dans le sens longitudinal les colonnes 3 à leurs extrémités supérieures. Deux paires latérales de roues 6 sont prévues à chacune des parties avant et arrière du bâti 1. Les roues 6 situées de chaque côté du bâti 1 seront désignées première, seconde, troisième et quatrième roue en allant de l'avant vers l'arrière.

Le bâti 1 comporte à une partie supérieure un moteur 11 servant de force motrice du transporteur, un convertisseur de couple 12, un carter de transmission 13 et un carter de différentiel 14 qui sont portés sur des supports ou autres éléments. Un arbre de transmission 15 s'étend latéralement de chaque côté du carter différentiel 14 et s'étend en outre le long de chaque colonne arrière 3 vers le bas grâce à un pignon de renvoi. La troisième roue 6 servant de roue d'entraînement, est entraînée par la puissance fournie par l'arbre de transmission 15. Un embrayage permettant d'établir ou d'interrompre la transmission de la puissance du moteur 11 vers les roues d'entraînement 6 est logé dans le carter de transmission 13. Chacune des autres roues, à part les troisièmes roues, c'est-à-dire les roues d'entraînement, est pourvue d'un frein à disque 16.

Un compartiment de conducteur 7 est monté sur une partie supérieure d'une des colonnes avant 3. Ce compartiment 7 comporte intérieurement un volant 8, une pédale d'embrayage, une pédale de frein, l'unité d'affichage 56 qui sera décrite ci-après, et d'autres pédales, leviers, boutons, instruments, etc. nécessaires à la conduite du véhicule. Un système de direction assistée (non représenté) comprenant un vérin de direction, un système de tringles etc. est disposé à l'intérieur et au-dessous des longerons inférieurs 2. Toutes les roues 6 tournent d'un angle déterminé par le déplacement angulaire du volant 8 par le système de braquage.

Le bâti comporte un ensemble de levage se composant essentiellement de vérins de levage 21 monté sur les longerons supérieurs 5, d'une paire d'éléments de support latéral avant et arrière 22 pouvant se déplacer verticalement le long de guides 25 sur les colonnes 3, à l'intérieur de celles-ci, et des chaînes

23 et 24 portant les traverses 22 suspendues à leurs extrémités opposées. Deux pignons de chaîne 26 et 27 sont montés à rotation sur l'extrémité avant de la tige de chaque vérin 21. Chaque longeron 5 porte à rotation deux pignons 28, 29 à son extrémité avant et un pignon 30 à son extrémité arrière. Chacune des chaînes 23 portant suspendue une traverse 22 est fixée par une extrémité à la traverse 22, passe autour des pignons 28, 26 et est fixée par l'autre extrémité à l'extrémité avant du longeron 5. Chacune des chaînes 24 portant suspendue la traverse arrière 22 est fixée par une extrémité à cette traverse 22, passe autour des pignons 30, 29, 27 et est fixée, à l'autre extrémité, à l'extrémité avant du longeron 5.

Un cadre de suspension 31 est suspendu de manière mobile aux traverses 22 par des bras 33. Des tiges de suspension 32, prévues aux quatre angles du cadre 31, sont introduites dans des fentes réalisées aux quatre angles du haut du conteneur 10 et sont tournées de 90°, de sorte que le conteneur 10 est suspendu au cadre 31 qui le maintient. Les tiges des vérins de levage 21, lorsqu'elles sortent ou lorsqu'elles rentrent, permettent d'abaisser ou de soulever le cadre de suspension 31 et le conteneur 10 suspendu à celui-ci. Comme cela est bien connu, le conteneur 10 est transporté tout en étant suspendu et maintenu par la partie supérieure du cadre 1.

Le niveau du conteneur 10 est mesuré par des détecteurs 34 qui sont des transducteurs de rotation permettant de détecter le degré et le sens de la rotation des pignons 28 et 29. Les pignons 28 et 29 sont entraînés en rotation par les chaînes 23 et 24 d'une distance proportionnelle à la distance du mouvement vertical du cadre de suspension 31 selon le sens du mouvement. Les détecteurs 34 peuvent produire des signaux analogiques ou des signaux par impulsions, tant que les signaux soient proportionnels au degré de rotation des pignons 28, 29 et indicatifs du sens de la rotation.

La figure 2 représente le schéma électrique du système conforme à l'invention. Le fonctionnement global du système est commandé par une unité centrale (CPU) 40. L'unité centrale 40 est constituée de préférence par un microprocesseur. L'unité centrale 40 comprend une mémoire morte (ROM) 41 contenant son programme et une mémoire vive (RAM) 42 permettant de stocker diverses données. L'unité centrale 40 reçoit par une interface 47 des signaux représentant les valeurs mesurées obtenues grâce à des moyens 43 destinés à mesurer le poids du conteneur 10, à des moyens 44 destinés à mesurer le niveau du conteneur 10 et à déterminer la hauteur du centre de gravité de celui-ci, à des moyens 45 des-

tinés à mesurer l'angle de braquage du transporteur, et à des moyens 46 destinés à mesurer la vitesse de déplacement du transporteur. L'unité centrale 40 émet, par l'intermédiaire d'une interface 57, un signal de commande premier étage (premier signal de commande) et un signal de commande second étage (second signal de commande) pour empêcher le transporteur de basculer sur le côté. Le premier signal de commande est appliqué à une lampe d'alarme 51 et à des moyens de commande d'embrayage 52, tandis que le second signal de commande est appliqué à une sonnerie d'alarme 53 et à des moyens de commande de frein 54. L'unité centrale délivre également des données d'affichage à des moyens de commande d'affichage 55 pour visualiser sur une unité d'affichage 56 un graphique représentant le rapport entre l'angle de braquage et la vitesse de déplacement permise sous le rapport de la stabilité statique, et des points représentant les mesures de l'angle de braquage et de la vitesse de déplacement. La lampe 51, la sonnerie 53 et l'unité d'affichage 56 sont disposés dans le compartiment 7 du conducteur. L'unité d'affichage est un tube cathodique (CRT) ou un affichage à plasma.

Les figures 4 et 5 représentent un mode de réalisation des moyens 43 permettant de mesurer le poids du conteneur. L'extrémité de la chaîne 23 ou 24 reliée à la traverse 22 comporte une cellule de chargement 61, à laquelle est fixée une jauge de contrainte en vue de mesurer la force de traction agissant sur la chaîne 23 ou 24. Une butée 62 sert à arrêter l'extrémité arrière de la chaîne lorsque la chaîne a pris un certain mou. La cellule de chargement 61 est fixée à l'extrémité inférieure de chacune des chaînes 23, 24. Les jauges de contrainte des quatre cellules de chargement 61 sont reliées individuellement à des circuits en pont 63, et les sorties de ces circuits en pont 63 sont appliquées à un additionneur 64. Du fait que la somme des forces agissant sur les quatre chaînes 23, 24 représente le poids du conteneur 10, la sortie de l'additionneur 64 représente ce poids W_2 . La sortie de l'additionneur 64 est convertie en un signal numérique parallèle par un convertisseur analogique/numérique 65 avant d'être envoyé à l'unité centrale 40.

La figure 6 représente un autre mode de réalisation des moyens de mesure de poids 43, qui est adapté à détecter la pression de l'huile circulant dans les vérins de levage 21. L'huile sous pression est introduite dans les vérins 21 par l'intermédiaire d'un diviseur 66. La pression de l'huile est mesurée par un manomètre 67 au niveau du point de division. Du fait que la pression à ce point de division indique l'ensemble des forces agissant sur les vérins 21,

la sortie du manomètre 67 représente le poids W_2 du conteneur 10. La sortie du manomètre 67 est soumise à une conversion analogique/numérique.

Les moyens 44 destinés à mesurer la hauteur du centre de gravité du conteneur comprennent les transducteurs de rotation 34, mentionnés ci-dessus, un circuit arithmétique destiné à soumettre les signaux de sortie des transducteurs 34 à une opération d'addition ou de soustraction selon le sens de la rotation, et un convertisseur permettant de convertir la sortie du circuit arithmétique en un signal numérique parallèle. La hauteur du conteneur 10 est prédéterminée. Si la position du centre de gravité est prédéterminée en un point déterminé dans le sens de la hauteur, par exemple au centre, un signal représentant la hauteur, H_2 , du centre de gravité du conteneur 10 peut être obtenu.

Les moyens de mesure de l'angle de braquage 45 et les moyens de mesure de la vitesse du véhicule 46 sont déjà bien connus. Les moyens 45 sont conçus de façon à détecter le déplacement angulaire du volant 8 et comprennent, par exemple, un potentiomètre rotatif ou transducteur magnétoélectrique (dispositif de Hall) pour fournir en sortie une tension représentant le déplacement. Le curseur du potentiomètre effectue un mouvement circulaire en même temps que l'axe portant la roue 8. Lorsqu'on utilise un transducteur magnétoélectrique, un aimant est fixé sur l'arbre, et le transducteur est disposé en face de l'aimant. La vitesse de déplacement est mesurée par un compteur, par exemple, un transducteur de rotation destiné à détecter le nombre de tours d'un axe approprié du système de transmission de puissance. De toutes façons, l'angle de braquage mesuré θ et la vitesse V sont convertis en des signaux numériques qui sont envoyés ensuite à l'unité centrale 40. Bien que l'angle de braquage θ soit directionnel, la valeur absolue relative à la position neutre, si elle est mesurée, sert pleinement pour le but envisagé.

Les figures 10 à 12 représentent des modèles illustrant le concept de base de la présente invention pour empêcher un basculement sur le côté. En se référant à la figure 10, W_1 , H_1 , W et H sont définis comme suit :

- 30 W_1 : le poids du transporteur.
- H_1 : la hauteur du centre de gravité du transporteur.
- W : le poids total du transporteur et du conteneur.
- H : la hauteur globale du centre de gravité et du conteneur pris ensemble.

35 Le conteneur présente un poids W_2 et une hauteur du centre de gravité H_2 , de façon à permettre d'établir les équations suivantes :

$$W = W1 + W2 \quad (1)$$

$$H.W = H1.W1 + H2.W2 \quad (2)$$

Les équations (1) et (2) conduisent à l'équation suivante :

$$H = \frac{H1.W1}{W1 + W2} + \frac{H2.W2}{W1 + W2} \quad (3)$$

La figure 11 montre comment le transporteur peut être dirigé à l'aide du volant 8. Sur cette figure, R, L, T et α sont définis comme suit.

R : rayon de braquage.

L : la distance entre la première roue et la quatrième roue
(empattement)

T : la distance entre les roues latérales opposées.

On utilisant l'angle de braquage Θ , on trouve les rapports suivants.

$$\alpha = 90^\circ - \Theta \quad (4)$$

$$\tan \alpha = \frac{R - T/2}{L/2} \quad (5)$$

L'équation (5) donne l'équation suivante :

$$R = \frac{L}{2} \cdot \tan \alpha + \frac{T}{2} \quad (6)$$

Bien que l'angle mesuré par les moyens de mesure de l'angle de braquage 45 et l'angle sous lequel les premières roues sont braquées en réalité soient représentés tous les deux par Θ , il ne se pose aucun problème parce que ces angles sont proportionnels. En outre, bien que les angles sous lesquels les premières roues opposées sont braquées diffèrent l'un de l'autre, la moyenne de ces angles est représentée par Θ . Le rayon de braquage R du transporteur est obtenu à partir des équations (4) et (6) ou, éventuellement, à partir de modifications de ces équations, en utilisant l'angle de braquage mesuré Θ .

Les forces agissant sur le transporteur lorsqu'il prend un virage, sont représentées sur la figure 12, sur laquelle F, g et Wout désignent les valeurs suivantes.

F : force centrifuge lors du braquage.

g : accélération de gravité (9,8 m/s²).

Wout : charge sur les roues extérieures lors d'un braquage.

La force centrifuge F est représentée par l'équation suivante en utilisant la vitesse V, le poids total W et la rayon de braquage R.

$$F = \frac{V^2 \cdot W}{R \cdot g} \quad (7)$$

On suppose maintenant que la position du centre de gravité global soit déplacée par la force centrifuge F lors d'un braquage vers une position située à une distance ℓ de la roue extérieure 6a, comme le montre le pointillé. Si le moment de la réaction (indiqué par une ligne en traits interrompus) contre la force exercée sur la roue extérieure 6a et le moment dû au centre de gravité admis, chacun autour de la roue intérieure 6b, sont en équilibre, on a

l'équation suivante :

$$W_{out}.T = (T - \ell).W \quad (8)$$

Ce qui conduit à :

$$\ell = (1 - \frac{W_{out}}{W}).T \quad (9)$$

Par contre, si le moment de la réaction contre la force agissant sur la roue extérieure 6a et le moment global du poids total W et de la force centrifuge F , chacun autour de la roue intérieure 6b, sont en équilibre, on a

l'équation suivante :

$$W_{out}.T = \frac{T}{2}.W + F.H \quad (10)$$

Les équations (7) et (10) donnent l'équation suivante :

$$\frac{W_{out}}{W}.T = \frac{V^2.H}{R.g} + \frac{T}{2} \quad (11)$$

En substituant l'équation (11) à l'équation (9), on a :

$$\begin{aligned} \ell &= T - \left(\frac{V^2.H}{R.g} + \frac{T}{2} \right) \\ &= \frac{T}{2} - \frac{V^2.H}{R.g} \end{aligned} \quad (12)$$

La stabilité S du transporteur lors d'un braquage est définie par l'équation suivante :

$$S = \frac{\ell}{H} \quad (13)$$

En substituant l'équation (12) à ℓ dans l'équation (13), on obtient :

$$S = \frac{T}{2H} - \frac{V^2}{R.g} \quad (14)$$

$T/2H$ dans cette équation représente la stabilité au repos, tandis que $V^2/(R.g)$ représente l'instabilité à l'état dynamique. La condition selon laquelle le transporteur bascule sur le côté est donnée par $\ell = 0$, c'est-à-dire :

$$S = 0 \quad (15)$$

Par conséquent :

$$\frac{T}{2H} < \frac{V^2}{R.g} \quad (16)$$

Ainsi, le transporteur bascule sur le côté lorsque l'instabilité dynamique dépasse la stabilité statique.

Si $S = 0$ dans l'équation (14), la vitesse V à l'état critique de basculement sur le côté est donnée par :

$$V = \frac{R.g.T}{2H} \quad (17)$$

La figure 3 représente une partie de la mémoire vive 42 qui comporte une zone de stockage de diverses constantes, y compris $W1$, $H1$, L et T qui dépendent du transporteur, l'accélération de gravité g et des facteurs de sécurité $K1$ et $K2$, une zone de stockage des valeurs mesurées $W2$, $H2$, θ et V , et une zone de stockage des valeurs W et H calculées à partir des équations (1) et (2). Les deux facteurs de sécurité $K1$ et $K2$ sont tous les deux inférieurs à 1 et $K1 < K2$.

La figure 9 représente les étapes de traitement par l'unité centrale. Le traitement assuré par l'unité centrale comprend la lecture de données, le contrôle arithmétique et l'affichage. Ces opérations se déroulent en même temps. Dans l'opération de lecture de données, le poids du conteneur $W2$ la hauteur du centre de gravité du conteneur $H2$, l'angle de braquage θ et la vitesse V , valeurs fournies par les moyens 43 à 46 sont lues (étapes 101 à 104) et ces données sont stockées dans la mémoire vive 42. Lorsque le conteneur 10 est soulevé jusqu'à un niveau déterminé, tout en étant suspendu au cadre 31, le poids W et la hauteur du centre de gravité $H2$ du conteneur 10 sont déterminés, de sorte que les étapes de lecture de 101 et 102 peuvent s'effectuer après la mise en place du conteneur 10. Par contre, l'angle de braquage θ et la vitesse V sont lus de manière répétée selon un cycle très court, et les dernières données sont stockées dans la mémoire 42. En variante, ces données peuvent être chargées dans un registre approprié.

Dans l'opération de contrôle arithmétique, le poids total W et la hauteur globale du centre de gravité H sont calculés à partir des équations (1) et (3) à l'aide des constantes $W1$ et $H1$ et des valeurs mesurées $W2$ et $H2$, les valeurs étant stockées dans la mémoire 42 (étape 111). La stabilité statique $T/2H$ est calculée à l'aide de la constante T et de la valeur calculée H (étape 112). Ensuite, la stabilité $T/2H$ est multipliée par les facteurs de sécurité $K1$ et $K2$ pour obtenir des première et seconde limites permissibles, qui sont char-

gées dans les registres A et B respectivement (étapes 113, 114). Une fois la mise en place du conteneur 10 terminée, ces limites sont déterminées, ce qui permet d'effectuer les étapes 111 et 114.

Les constantes L et T et la mesure θ sont substituées dans les équations (4) et (6) pour calculer le rayon de braquage R (étape 115). La valeur calculée R, la valeur mesurée V et la constante g servent à calculer l'instabilité dynamique $V^2/(R.g)$, valeur qui est chargée dans un registre C (étape 116). L'instabilité dynamique stockée dans le registre C est ensuite comparée à la première limite permmissible stockée dans le registre A et ensuite à la seconde limite permmissible stockée dans le registre B (étapes 117, 118). Si l'instabilité dynamique dépasse la première limite permmissible, un premier signal de contrôle est émis (étape 119). Si l'instabilité dépasse la seconde limite, un second signal de contrôle est émis (étape 120). Lorsque l'instabilité est inférieure à ces deux limites permmissibles, aucun signal de contrôle n'est fourni. Les étapes 115 à 120 sont répétées selon un cycle très court. Bien que l'on utilise des équations numériques dans les étapes arithmétiques 111, 112, 115, 116, etc., les valeurs concernées peuvent être obtenues en se référant à des tableaux préparés préalablement et stockées dans la mémoire vive 42. L'utilisation d'un tableau est avantageux, notamment lorsqu'il s'agit de calculer le rayon de braquage R à l'étape 115.

En réponse au premier signal de contrôle, la lampe d'alarme 51 s'allume, prévenant le conducteur de la probabilité d'un basculement sur le côté. En même temps, l'embrayage situé dans le carter de transmission 16 est débrayé. Du fait que les roues d'entraînement ne reçoivent plus de puissance, le transporteur ralentit spontanément. Lors de l'émission du second signal de contrôle, la sonnerie 53 se met en marche, notifiant le conducteur d'un grand danger, et les freins 16 fonctionnent pour arrêter le transporteur, empêchant de ce fait un basculement sur le côté du véhicule.

En ce qui concerne l'opération d'affichage, des données destinées à un graphique représentant le rapport entre la vitesse V et l'angle de braquage θ (ou rayon de braquage R) à l'état critique d'un basculement sur le côté, sont préparées à l'aide des équations (4), (6) et (7) (étape 131), et les données sont envoyées au moyen de commande 55 (étape 132). De préférence, les facteurs de sécurité K1, K2 ou d'autres valeurs sont incorporées dans le graphique. La figure 13 montre, à titre d'exemple, une image obtenue sur l'unité d'affichage 56. La vitesse V est portée en abscisse et l'angle de braquage θ en ordonnée.

Un graphique D est représenté sur la base de ces données. La zone hachurée au-dessus de la courbe D constitue la zone représentant la probabilité d'un basculement sur le côté. Du fait que le graphique D est déterminé une fois le conteneur 10 mis en place, l'opération de préparation des données du graphique ne peut être effectuée qu'une seule fois.

Dans l'opération d'affichage, les valeurs mesurées V et θ sont fournies et des points brillants d1 à d4, etc., sont visualisés sur l'unité d'affichage 56 pour représenter ces mesures d'un instant à l'autre (étape 133). Pendant que le transporteur est à l'arrêt, le point indicatif de l'état de déplacement du transporteur est à l'origine du système de coordonnées, comme indiqué en d1. Lorsque le transporteur avance en ligne droite, le point avance sur l'abscisse comme indiqué en d2, représentant la vitesse à l'instant concerné. Si le conducteur agit sur le volant 8 pour faire tourner le transporteur, le point s'éloigne de l'abscisse vers une position correspondant à la vitesse V et à l'angle de braquage θ à cet instant, comme indiqué en d3 ou d4. Ainsi, la position du point brillant sur l'unité d'affichage 56 indique au conducteur si le transporteur s'approche de la zone de danger. Les mesures V et θ sont extraites de la mémoire vive 42 selon un cycle très court, et les dernières données sont envoyées au moyen de contrôle 55.

Les figures 7 et 8 montrent, à titre d'exemple, des moyens de commande d'embrayage 52 et des moyens de commande de freins 54, respectivement. Pour chacun de ces moyens, une soupape à solénoïde d'un circuit hydraulique est commandée par le signal de contrôle. En ce qui concerne les moyens de commande d'embrayage 52, une valve 71 est ouverte sous l'action du premier signal de contrôle pour débrayer hydrauliquement l'embrayage 58. En ce qui concerne les moyens de commande de freins 54, le second signal de contrôle ouvre une valve 72 pour serrer hydrauliquement les freins 16 des roues 6. Des signaux de contrôle peuvent être émis, divisés en une pluralité de segments, pour contrôler le degré d'ouverture des valves 71 et 72. L'embrayage et les freins peuvent, bien entendu, être commandés d'une autre manière en fonction de leur construction.

REVENDICATIONS

1. Système permettant d'éviter le basculement sur le côté d'un véhicule, caractérisé en ce qu'il comprend :

des moyens (43) servant à mesurer le poids d'un chargement (10) porté
5 par le véhicule,

des moyens (44) servant à mesurer la hauteur du centre de gravité du chargement (10) porté par le véhicule,

des moyens (45) servant à mesurer l'angle de braquage du véhicule,

des moyens (46) servant à mesurer la vitesse de déplacement du véhicule,
10 le,

des moyens (40) servant à déterminer la hauteur globale du centre de gravitation du véhicule et du chargement (10) à partir du poids et de la hauteur du centre de gravité du véhicule et du poids et de la hauteur du centre de gravité mesurés du chargement (10) et à déduire la stabilité statique du
15 véhicule à partir de la hauteur globale du centre de gravité

des moyens servant à déduire l'instabilité dynamique du véhicule lorsqu'il prend un virage à partir de l'angle de braquage et de la vitesse de déplacement mesurés,

des moyens servant à comparer l'instabilité dynamique à la stabilité statique et à émettre un signal de contrôle lorsque l'instabilité dépasse une limite permmissible dépendant de la stabilité, et
20

des moyens (55) de commande de vitesse du véhicule aptes à être contrôlés par le signal de contrôle.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un embrayage
25 (52) disposé entre une source de force motrice (11) du véhicule et des roues d'entraînement (6) est débrayé par les moyens de contrôle de vitesse (55).

3. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le véhicule est freiné par les moyens de contrôle de vitesse (55).

4. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que la limite
30 permmissible est établie en deux étages, un embrayage du véhicule étant débrayé lorsque l'instabilité dépasse la première limite permmissible et le véhicule étant freiné lorsque l'instabilité dépasse la seconde limite permmissible.

5. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens d'affichage (56) permettant la visualisation d'un graphique
35 représentant le rapport entre l'angle de braquage et la vitesse de déplacement permmissible en fonction de la stabilité statique.

6. Système selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'un point (d1, d2, d3, d4) représentant l'angle de braquage et la vitesse de déplacement mesurés est visualisé sur les moyens d'affichage (56).

5 7. Système permettant d'éviter le basculement sur le côté d'un véhicule, caractérisé en ce qu'il comprend :

des moyens (43) servant à mesurer le poids d'un chargement (10) porté par le véhicule,

des moyens (44) servant à mesurer la hauteur du centre de gravité du chargement (10) porté par le véhicule,

10 des moyens (45) servant à mesurer l'angle de braquage du véhicule,

des moyens (46) servant à mesurer la vitesse de déplacement du véhicule,

des moyens (40) servant à déterminer la hauteur globale du centre de gravité du véhicule et du chargement (10) à partir du poids et de la hauteur du centre de gravité du véhicule et du poids et de la hauteur du centre de gravité mesurés du chargement (10) et à déduire la stabilité statique du véhicule à partir de la hauteur globale du centre de gravité,

15 des moyens servant à déduire l'instabilité dynamique du véhicule lorsqu'il prend un virage à partir de l'angle de braquage et de la vitesse de déplacement mesurés, et

20 des moyens d'affichage (56) permettant la visualisation d'un graphique représentant le rapport entre l'angle de braquage et la vitesse de déplacement permissible en fonction de la stabilité statique et d'un point représentant l'angle de braquage et la vitesse de déplacement mesurés.

FIG.1.

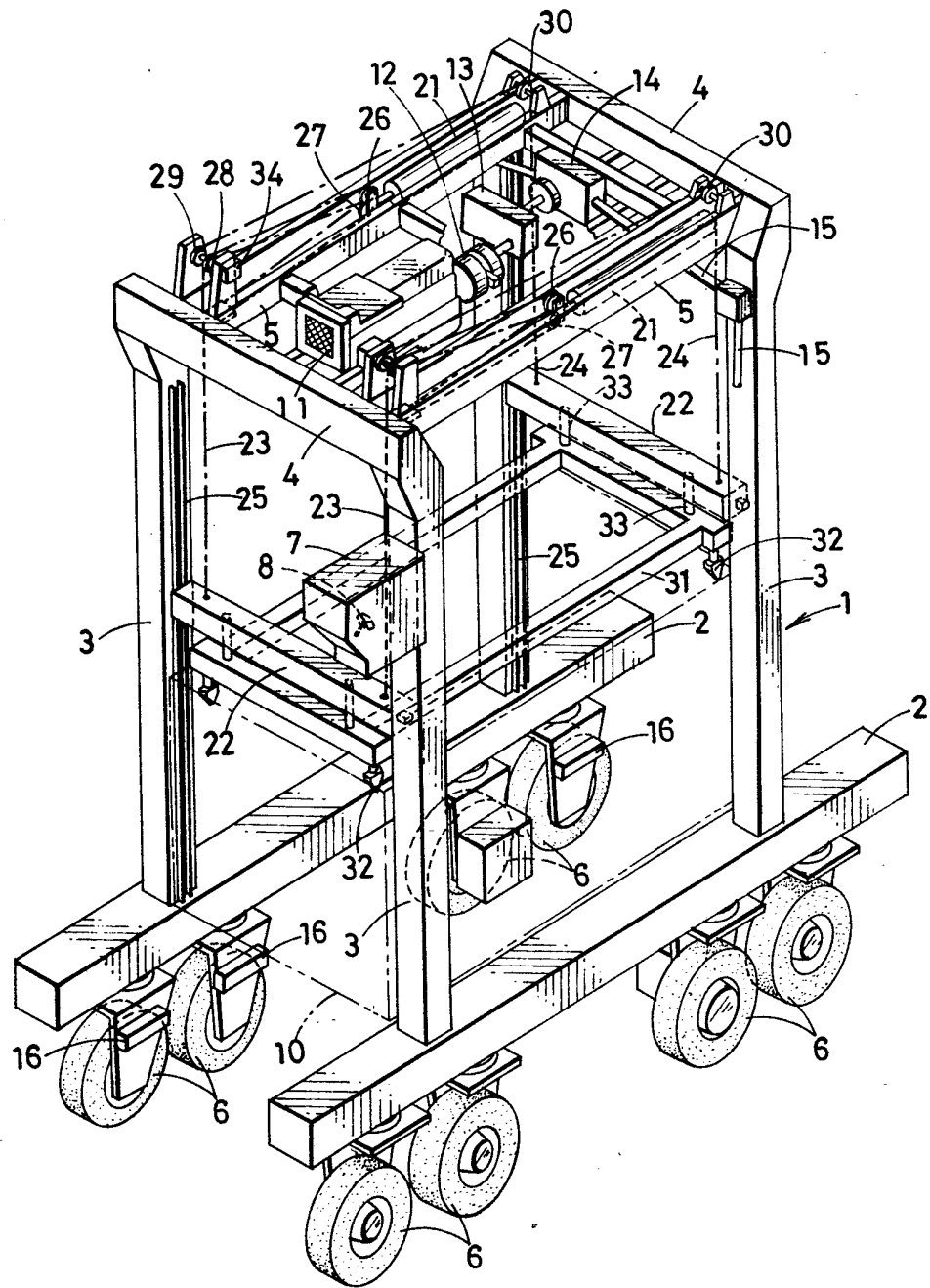


FIG. 2.

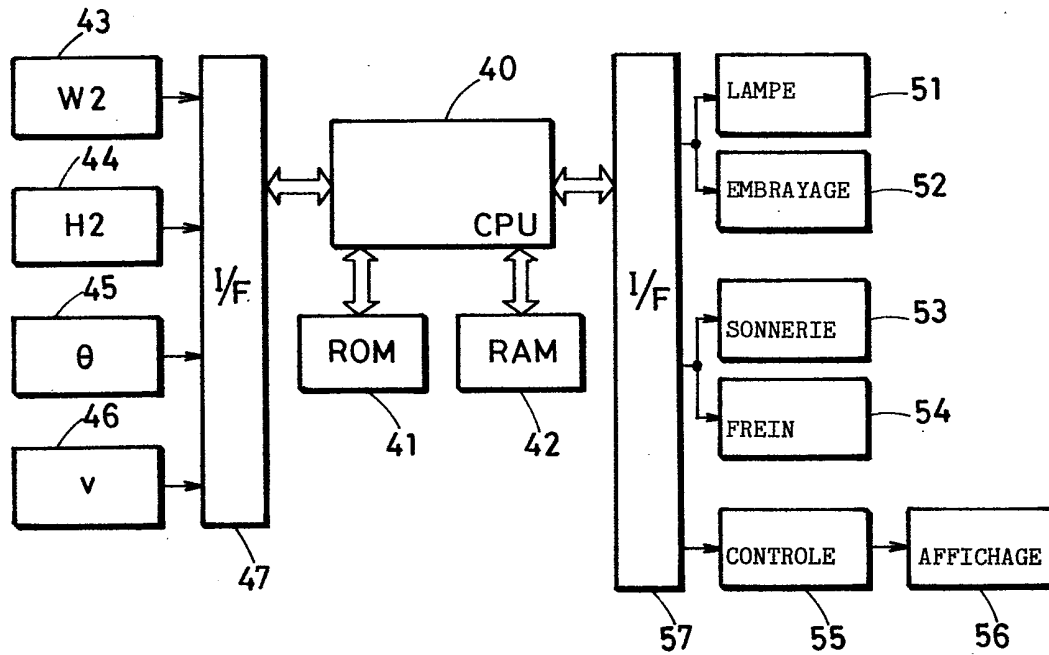


FIG. 3.

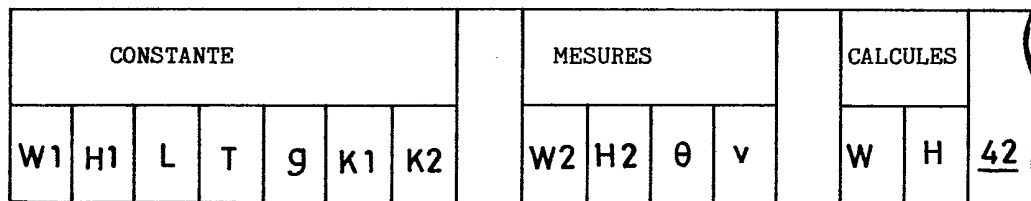
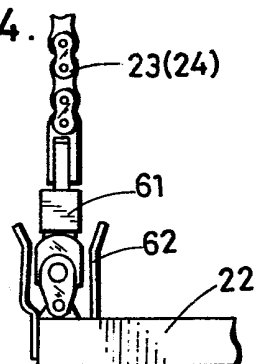


FIG. 4.



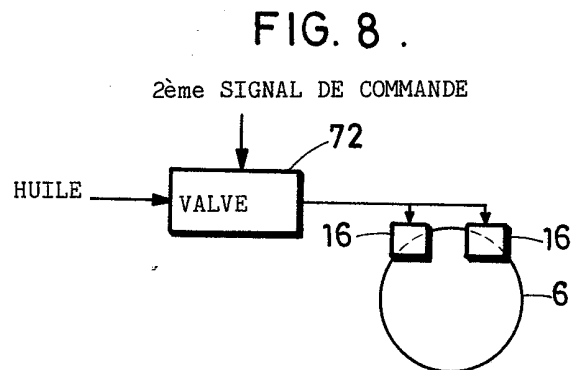
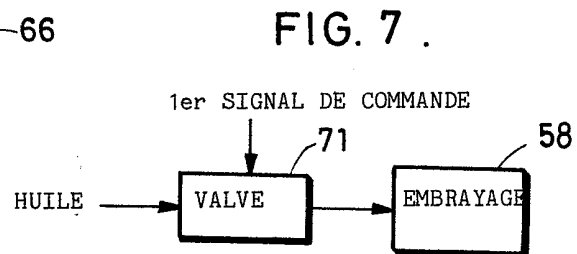
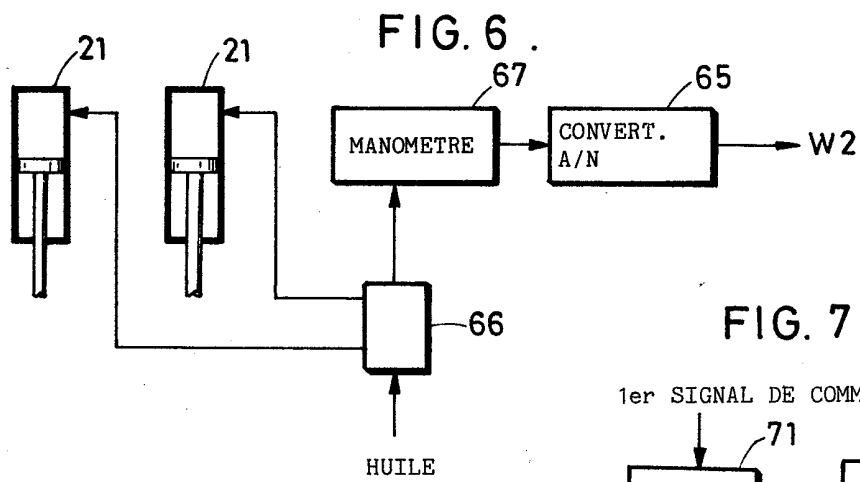
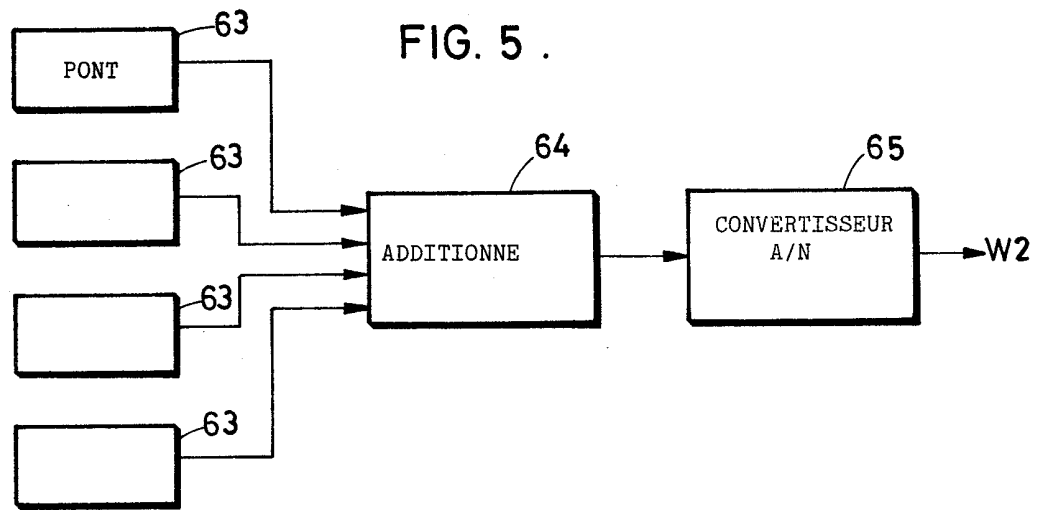


FIG. 9 .

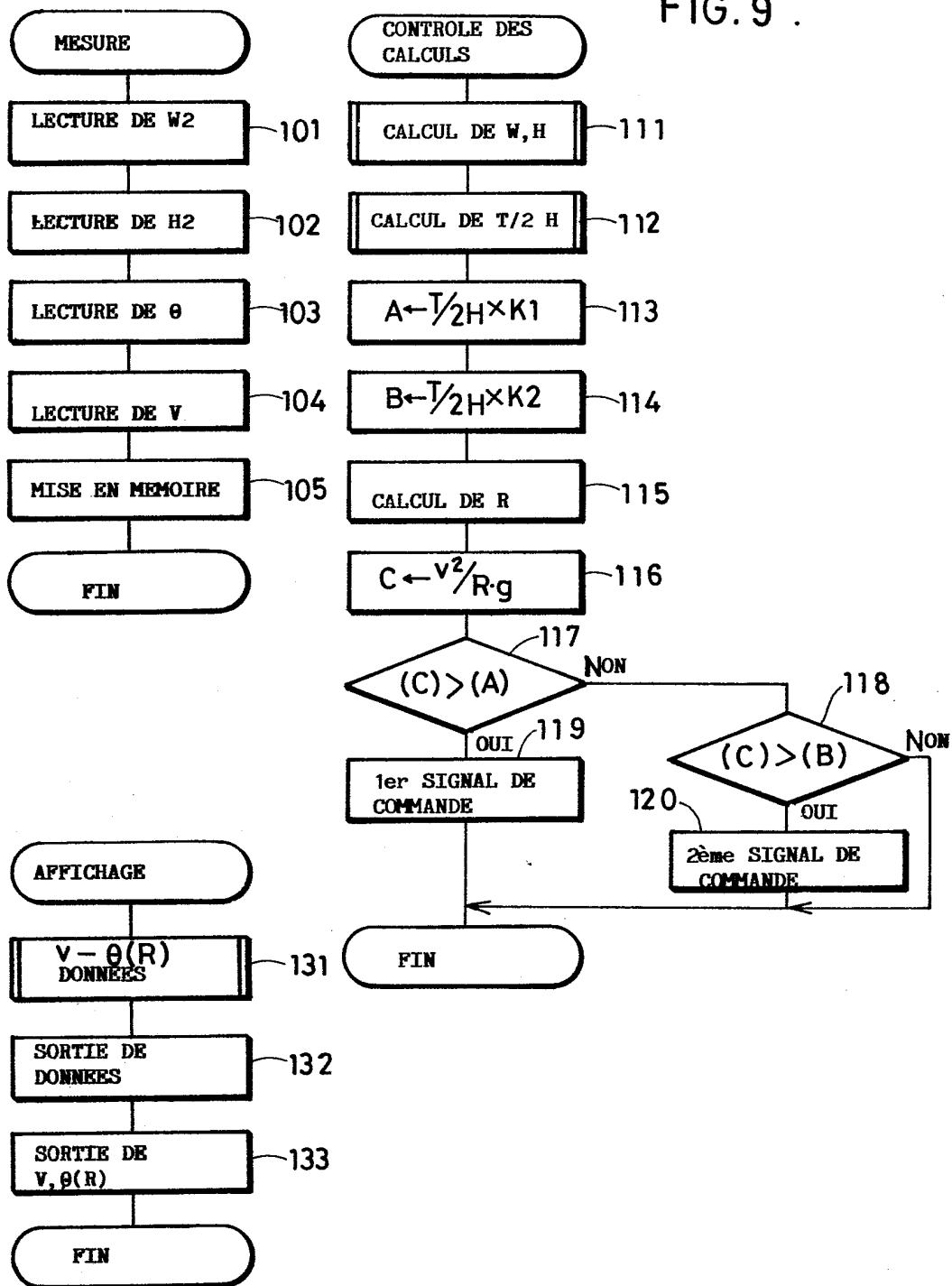


FIG.10.

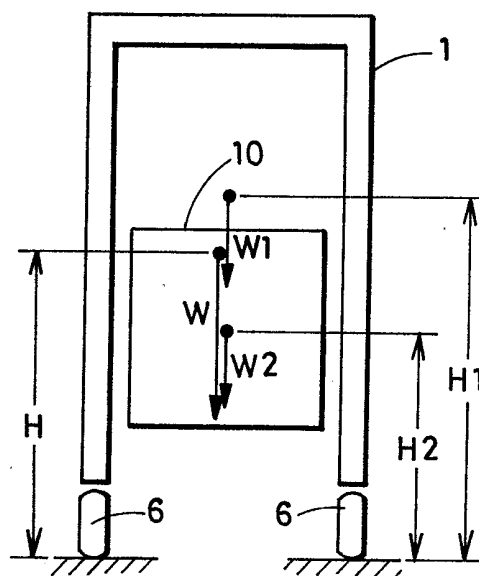


FIG.11.

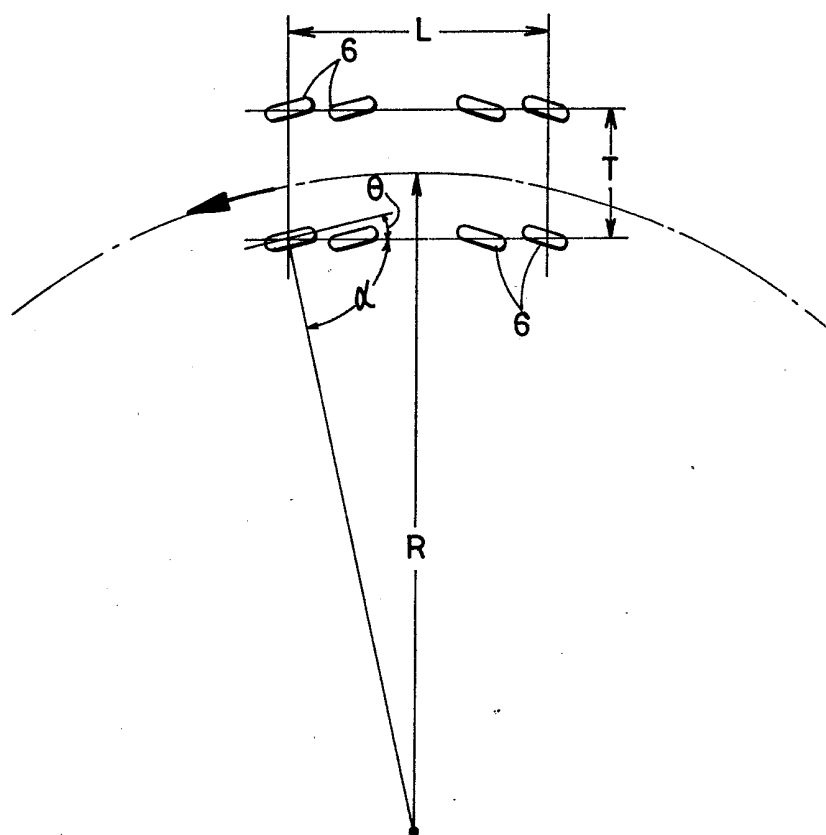


FIG.12.

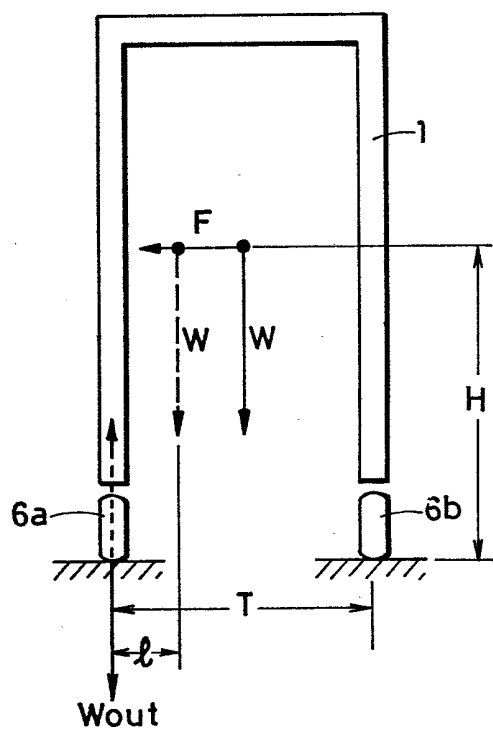


FIG.13.

