

ROYAUME DE BELGIQUE

BREVET D'INVENTION



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1009082A6

NUMERO DE DEPOT : 09500097

Classif. Internat. : B61F

Date de délivrance le : 05 Novembre 1996

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 07 Février 1995 à 24H00 à l'Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : TECHNO ASSISTANCE ET SERVICES S.A.
rue de Wareme 87, B-4530 VILLERS-LE-BOUILLET(BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : COLENS Alain, BUREAU COLENS S.P.R.L., Rue Frans Merjay 21, -
B 1060 Bruxelles.

un brevet d'invention d'une durée de 6 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : GUIDAGE D'UN VEHICULE FERROVIAIRE.

INVENTEUR(S) : Fontaine Georges, rue de Hannut 11, B-5380 Bierwart (BE)

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Bruxelles, le 05 Novembre 1996
PAR DELEGATION SPECIALE :

WUYTS L
Directeur.

Guidage d'un véhicule ferroviaire

L'invention concerne un dispositif de guidage de véhicule ferroviaire.

5

Dans le domaine ferroviaire, le système de roulage est fréquemment basé sur l'emploi de chariots de type bogie composés généralement de 4 roues reliées par deux essieux. Ce type de bogie est classique et présente la propriété d'autoadapter la position des roues à la forme des courbes des rails. Par contre, dans le cas de l'emploi d'un chariot ou "roulement" à 2 roues, qui s'avère quelque fois plus avantageux pour certaine applications p.e. à plancher bas, le rail n'est plus apte à assurer seul le guidage, pareil roulement n'étant pas naturellement autoguidant.

10
15

Un système de positionnement du roulement par application d'une consigne calculée de manière à ce que le roulement s'inscrive dans les rails avec au moins autant de précision qu'un bogie classique s'avère donc nécessaire.

20

L'invention vise à procurer un tel système applicable à tout véhicule ferroviaire (train, tram ou autre) composé d'un ou plusieurs éléments, articulés ou non, qui seront désignés par l'expression "caisse", montés chacun sur un ou plusieurs roulements.

25

Ce système est soumis à deux contraintes de base: d'une part le trajet à effectuer est supposé inconnu à priori et d'autre part le système doit être capable de fonctionner sans élément extérieur au véhicule.

30

L'objectif est d'obtenir un véhicule autonome, apte à se déplacer sur tout parcours que l'on peut rencontrer dans la pratique, et sans modification extérieure obligatoire dans le cas de réseaux ferroviaire existants (p.e. pas de modifications du gabarit).

En conséquence directe de la première contrainte, les références ont été choisies liées aux caisses du véhicules, toutes les mesures ou paramètres s'y rapportant.

Le système est un système dit en boucle fermée, la position d'un roulement par rapport à la caisse le supportant est corrigée périodiquement en fonction de l'évolution des positions des caisses.

Le facteur de correction qui définit la consigne est évalué à partir de plusieurs paramètres caractérisant la position du véhicule à un endroit donné du parcours; le but étant d'en déduire la position à donner aux roulements lui correspondant.

Dans une première étape, typiquement à l'aide de capteurs appropriés, une série de mesures de la position relative entre caisses est effectuée, p.e. une mesure des angles que forment les caisses, de manière à prendre en compte les interactions entre les différents degrés de liberté du système. Les caisses étant supposées rigides, il y a autant de degrés de liberté que de caisses. Dans le cas particulier mais fréquent d'un véhicule à deux caisses, une seule mesure relative suffit.

Cependant ces systèmes de mesure se révèlent généralement insuffisants pour positionner correctement les roulements sur les rails. En effet pour un ensemble donné de paramètres, il peut y avoir plusieurs configurations de rail possibles.

En conséquence, selon l'invention, pour repérer l'évolution de la position des caisses dans l'espace, on propose l'emploi d'un paramètre absolu. Ce paramètre est
10 avantageusement fourni par un capteur gyroscopique. Le paramètre choisi est avantageusement l'évolution de l'angle formé par la ligne médiane de la caisse dans laquelle le capteur est monté, avec une droite conventionnelle absolue qui sera appelée "horizontale".

15

En pratique il n'est pas nécessaire de définir effectivement cette horizontale puisque c'est l'évolution de l'angle qui est à prendre en considération. Sur le plan théorique, le concept d' "horizontale" permet d'avoir une
20 référence absolue pour décrire un paramètre du mouvement du véhicule.

25

Outre le fait qu'il est absolu, le capteur gyroscopique possède d'autres propriétés intéressantes. En effet il est caractérisé par une très grande vitesse de réaction et une
grande sensibilité aux différents éléments caractérisant le parcours (forme de la courbe, vitesse du véhicule etc..). Il permet d'obtenir de manière quasi-instantanée une idée du rayon de courbure local des rails (amplitude de la mesure) et de sens de rotation du mouvement (signe de la
30 variation première de la mesure). Grâce à cette rapidité, la période entre deux corrections de position des

roulements peut être courte, ce qui permet de limiter les inconvénients dus à l'avancement du véhicule dans les rails avec une consigne constante.

5 Le capteur gyroscopique donne à lui seul des informations quantitatives et qualitatives suffisantes pour décrire le mouvement de la caisse à laquelle il est fixé. Grâce aux mesures relatives, ces informations peuvent être facilement répercutées aux autres caisses. Sur un plan pratique, une
10 bien meilleure précision est atteinte en plaçant un capteur gyroscopique dans chaque caisse. Ce n'est cependant pas indispensable quand des mesures relatives sont obtenues par d'autres types de capteur.

15 Selon l'invention, bien que théoriquement redondantes, les mesures relatives ne sont pas toujours inutiles. En effet ces capteurs classiques, qui mesurent par exemple une distance dans un système triangulaire, ont des caractéristiques différentes de celles d'un capteur
20 gyroscopique. En particulier ils sont nettement moins sensibles et leur mesure est employée pour affiner la formulation de la consigne en compensant l'erreur provenant de la trop grande sensibilité du capteur gyroscopique.

25 Ce dernier enregistre en effet des variations non significatives pour le guidage, variations dues aux divers mouvements de la caisse qui peuvent se produire lors d'un trajet rectiligne.

Selon l'invention, la consigne est obtenue grâce à un
30 calculateur en intégrant les informations provenant des différents capteurs et en appliquant un algorithme de

calcul déterminé. La consigne est ensuite envoyée au système de positionnement du roulement par rapport à la caisse. Ce système sera typiquement un système hydraulique à vérin agissant sur un élément du chariot pour régler
5 l'angle de ce dernier par rapport à la caisse.

L'invention sera mieux comprise à l'examen de l'exemple décrit ci-après et des dessins en annexe dans lesquels

10 la fig. 1 est une vue en plan d'un tram urbain à deux éléments,
la fig. 2 est une vue en plan plus en détail de l'articulation dans deux positions
la fig. 3 est un schéma du roulement auquel est un vérin de guidage est associé
15 la fig. 4 est un organigramme décrivant un exemple de fonctionnement du système dans son ensemble,
la fig. 5 est un schéma de principe illustrant le traitement des données pour la régulation de position selon
20 l'invention

A titre d'exemple le système est appliqué à un tram urbain composé de deux caisses articulées autour d'un axe 12 et de même longueur, l'une reposant sur deux roulements 1 (caisse
25 I), l'autre sur un seul roulement 2 (caisse II).

Au niveau de l'articulation est placée une jauge de déformation 3 dont la variation de longueur lors d'une inclinaison relative des deux caisses fournit un moyen simple de détermination de l'angle formé par les deux
30 caisses (bêta, fig. 2B).

Un capteur gyroscopique disponible sur le marché, p.e. sous la marque Gyrostar, est utilisé. Grâce à des éléments piézoélectriques qui se déforment sous l'effet du couple gyroscopique, ce capteur 4 fournit un signal électrique fonction de la vitesse angulaire de rotation de la caisse II (thêta) autour de l'axe vertical 5. La localisation du capteur 4 dans la caisse II n'influence pas la mesure de la vitesse de rotation car la caisse peut être considérée comme rigide vis à vis du mouvement.

Le positionnement des roulements se fait par l'action d'un vérin 6 hydraulique (fig. 3) reliant le chariot 10 à la caisse (non représentée). Leur position est repérée par l'angle alpha formé par l'essieu 7 du roulement 1 et l'axe longitudinal 8 de la caisse qu'il supporte. Cet angle peut être évalué par la mesure de la longueur d de la tige sortie du cylindre de vérin.

Pour un trajet rectiligne, l'angle alpha est de 90° .

Le vérin 6 est commandé par une pompe, elle-même entraînée par un moteur. C'est en agissant sur la vitesse et le courant du moteur au moyen d'un variateur que le vérin est actionné pour modifier l'angle alpha de la quantité voulue.

Celle-ci est donnée par une consigne calculée à partir de mesure thêta et bêta. Il y a lieu de tout d'abord transformer la mesure provenant du capteur gyroscopique en un paramètre lié à la variation par unité d'espace de l'angle absolu formé par l'axe longitudinal de la caisse II avec l'horizontale. Pour ce faire, on divise la vitesse angulaire de la caisse par la vitesse linéaire du tram. Le facteur $\sigma = \theta/v$ est ainsi formé.

La vitesse v est évaluée de manière classique à partir d'impulsions générées par les moteurs assurant l'entraînement des roues. Quand la vitesse v devient inférieure à 1 km/h, le calcul de σ n'est plus fiable. Une manière de résoudre ce problème consiste à considérer le tram comme étant à l'arrêt si la vitesse est inférieure à cette limite. On envoie alors une consigne nulle au moteur, gardant le vérin, et donc le roulement, dans sa position précédente. L'erreur de positionnement ainsi obtenue reste cependant inférieure à celle qu'induirait l'utilisation du facteur σ .

Quand la vitesse v du tram est supérieure à la limite inférieure susmentionnée une consigne est évaluée, combinant le facteur σ et l'évolution de l'angle β par unité d'espace ($\Delta\beta$); ce dernier intervient pour améliorer la précision du positionnement.

Le calculateur 9 évalue la consigne comme une combinaison linéaire des 2 facteurs avec des coefficients dépendant des conditions d'utilisation du système (type de moyen de transport, taille des caisses, types de parcours,...).

Dans le cas du tram de la fig. 1, avec les valeurs 6, 2 et 8 mètres pour a , b et c , on emploie par exemple la formule suivante :

$$\alpha = k \sigma.ds + k' \Delta\beta \quad \text{avec } k=6 \\ k'=0,25$$

ds représente la distance parcourue pendant une période entre deux calculs.

A partir de cette valeur, le calculateur détermine les consignes de vitesse et courant à introduire dans le variateur de manière à agir correctement sur le vérin (fig. 5).

5

Avantageusement, le calculateur assure aussi le contrôle de l'installation et l'action des systèmes de sécurité.

10 Selon une variante de l'invention, pour éviter le problème de vitesse minimum, on emploie un capteur gyroscopique donnant une mesure d'angle directement, sans passer par le paramètre vitesse.

15

20

25

30

Revendications

- 5 1. Système de guidage d'un chariot à un essieu pour
véhicule ferroviaire, le chariot étant guidé par
actionnement d'un moyen de guidage sous la commande d'un
calculateur caractérisé en ce que, lors du mouvement du
véhicule, le calculateur incorpore périodiquement au moins
10 un paramètre d'angle ou de vitesse angulaire, paramètre
issu d'un capteur gyroscopique placé dans au moins une
caisse du véhicule.
2. Système de guidage selon la revendication 1 caractérisé
15 en ce que le véhicule comprend plusieurs chariots.
3. Système de guidage selon la revendication 1 caractérisé
en ce que le véhicule comprend plusieurs caisses.
- 20 4. Système de guidage selon n'importe laquelle des
revendications précédentes caractérisé en ce que le capteur
gyroscopique est un capteur gyroscopique à éléments
piézo-électriques.
- 25 5. Système de guidage selon la revendication 3 ou 4
caractérisé en ce que le calculateur incorpore également
les données d'inclinaison relative des caisses, données
fournies par des capteurs appropriés non gyroscopiques.

6. Système de guidage selon n'importe laquelle des revendications précédentes caractérisé en ce que le calculateur incorpore des données de plusieurs capteurs gyroscopiques situés dans des caisses différentes.

5

7. Système de guidage selon n'importe laquelle des revendications précédentes caractérisé en ce que le moyen de guidage est un vérin.

10

8. Système de guidage selon n'importe laquelle des revendications précédentes caractérisé en ce que le véhicule est un tram.

15

9. Système de guidage selon n'importe laquelle des revendications précédentes caractérisé en ce que le paramètre d'angle est une vitesse angulaire par rapport à la verticale.

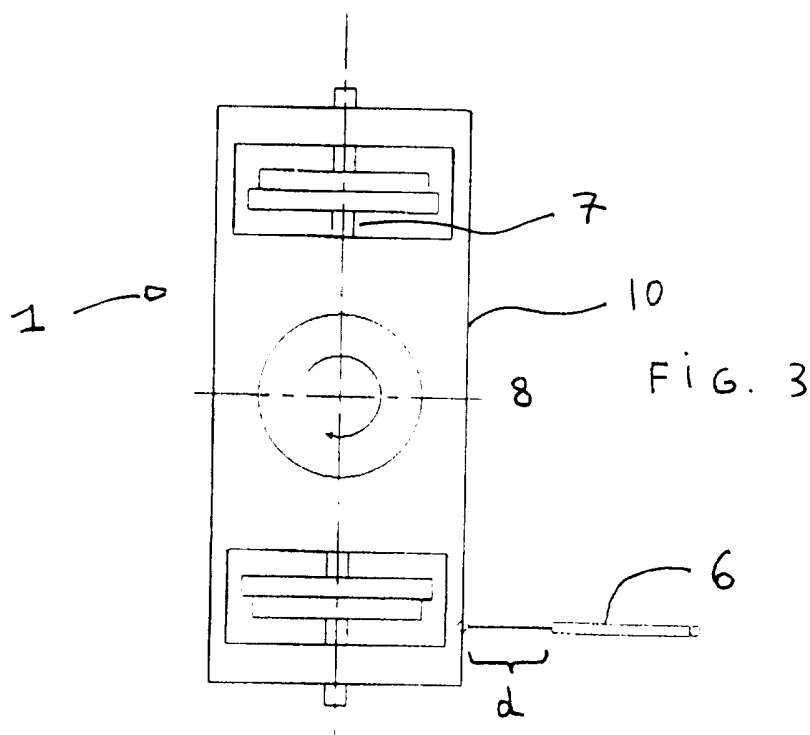
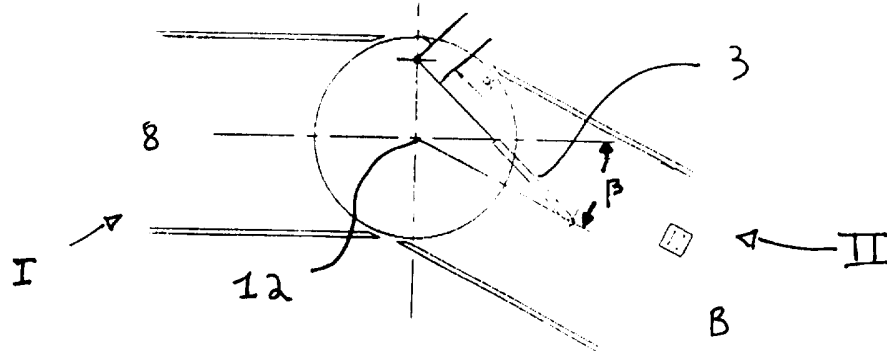
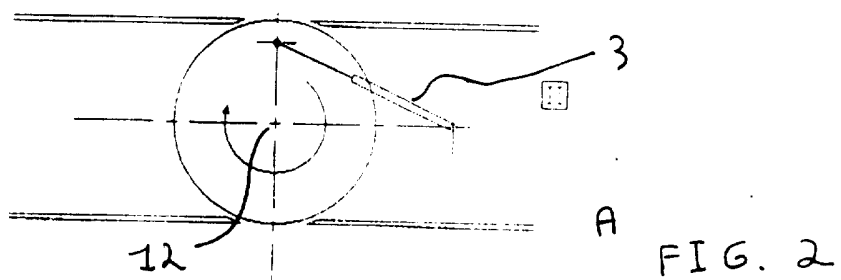
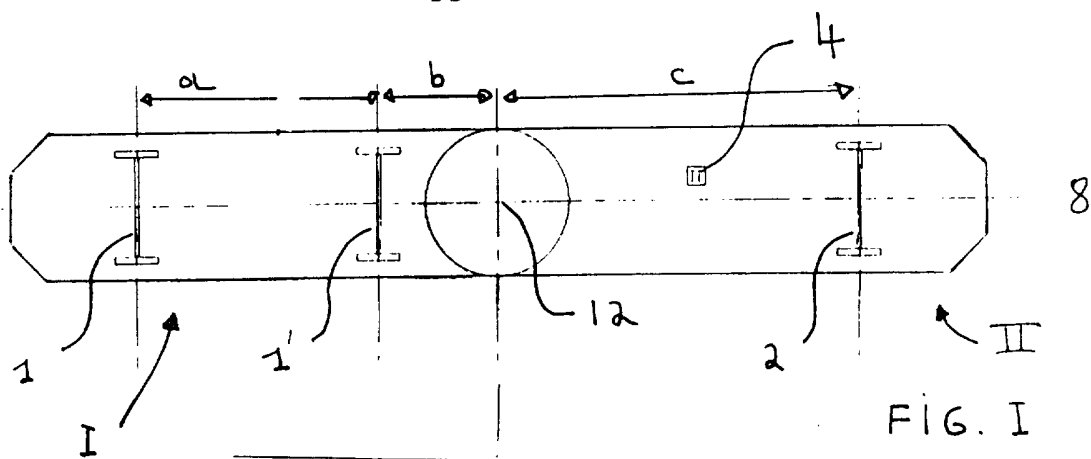
20

10. Véhicule muni d'un système de guidage selon n'importe laquelle des revendications précédentes.

25

30

-11-



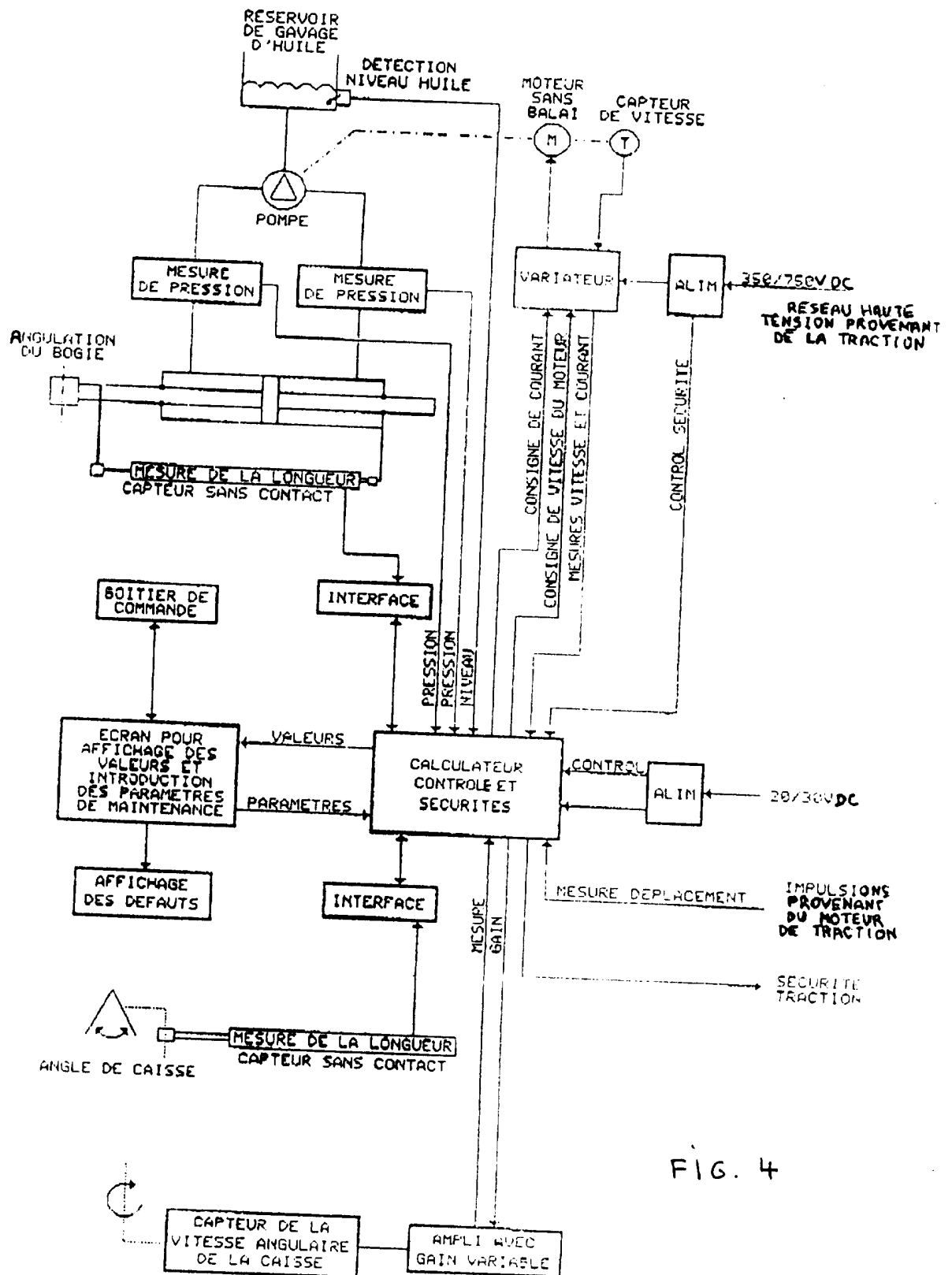


FIG. 4

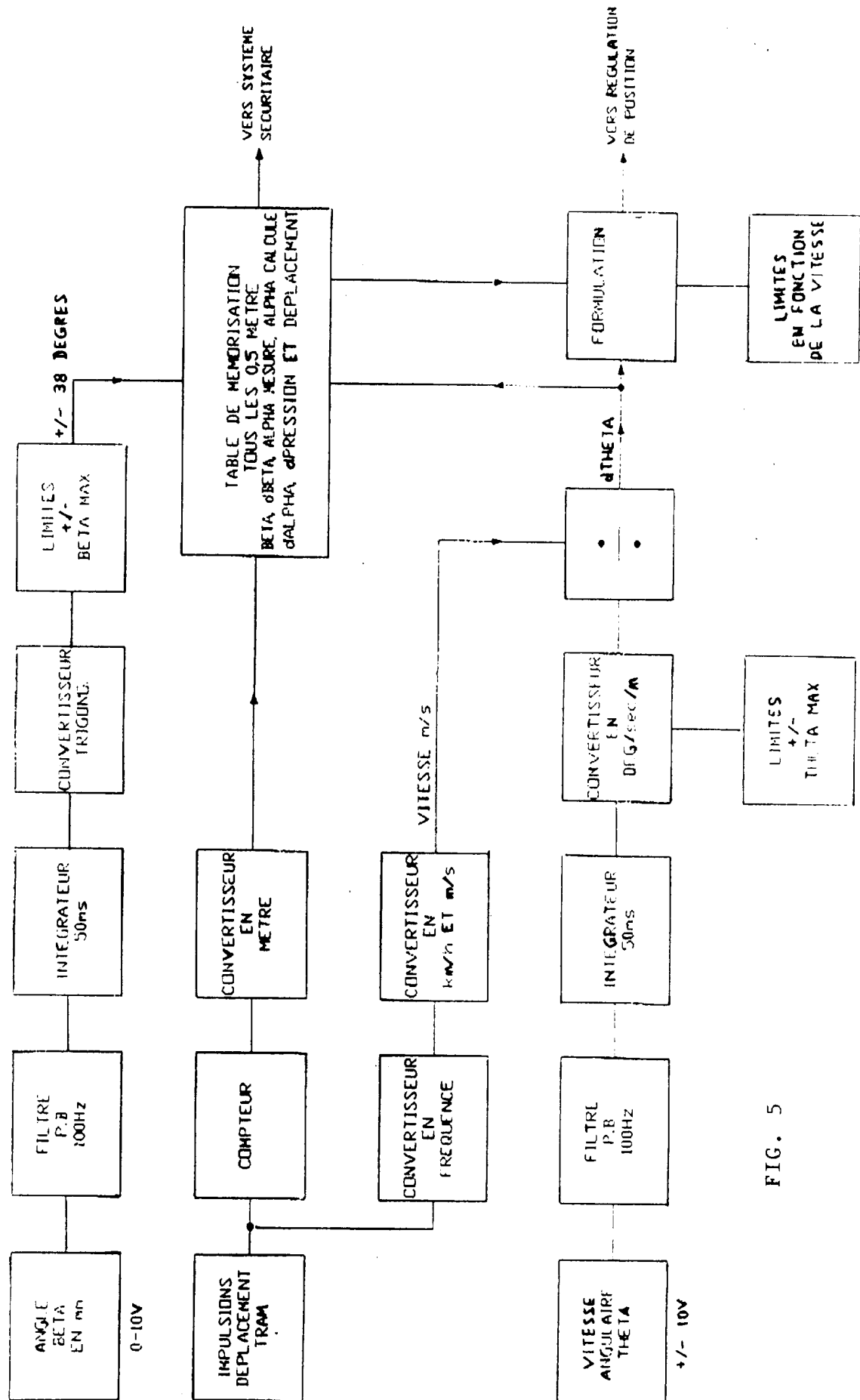


FIG. 5