

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 520 185**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 82 00995**

(54) Dispositif de guidage automatique du déplacement d'un véhicule, notamment d'un véhicule tous terrains.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). A 01 B 69/00, 69/04; G 05 D 1/02.

(22) Date de dépôt ..... 22 janvier 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 30 du 29-7-1983.

(71) Déposant : Société dite : PRECICULTURE. — FR.

(72) Invention de : Denis Lestrade.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Claude Rodhain, conseils en brevets d'invention,  
30, rue La Boétie, 75008 Paris.

1

" Dispositif de guidage automatique du déplacement d'un véhicule, notamment d'un véhicule tous terrains ".

La présente invention concerne les dispositifs de guidage automatique de déplacement de véhicules, notamment de véhicules tous terrains, tels que les engins agricoles, du type comprenant d'une part, des moyens de détection des écarts de la position du véhicule par rapport à un trajet fixé à l'avance, ces moyens comportant au moins un capteur de détection d'un paramètre de position instantanée fournissant une information électrique de position détectée et, d'autre part, un organe de commande actionné à partir de cette information et qui est lui-même relié à un organe d'orientation des roues directrices du véhicule.

On connaît déjà, par exemple, par le brevet français du demandeur n° 81 04 550, un dispositif de ce type dans lequel le trajet fixé à l'avance que doit suivre le véhicule, est une ligne droite du terrain dont la direction est matérialisée par l'orientation que prend, par rapport à son support, un organe aimanté monté rotatif et flottant et qui se dirige donc vers le Nord magnétique, les moyens de détection d'écart d'orientation formés par la coopération de plages angulaires réfléchissantes limitées de l'organe aimanté avec un organe opto-électrique qui fournit une information électrique d'écart d'orientation à destination de l'organe de commande de l'orientation des roues.

Un tel dispositif connu, utilisant par exemple un compas de navigation à sortie analogique, avait pour but de fournir une grande précision de réponse, à partir de l'amplification optique du décalage de la partie mobile de l'organe aimanté, la sortie analogique donnée par l'organe opto-électrique étant capable d'alimenter l'asservissement de direction. Une telle structure constituait toutefois un ensemble encombrant et lourd qui s'accommodait mal des vibrations du moteur et des chocs inévitables à la mise en service, les amplitudes et les fréquences des chocs, dûs à la nature des

terrains par définition très divers, étant pratiquement impossibles à prévoir, ce qui rendait extrêmement difficile l'obtention d'informations de commande justes. Le compas devait, par ailleurs, être installé sur un support lui-même orientable par rapport au véhicule pour permettre le réglage initial de la direction de l'axe du tracteur, afin d'adapter le tracé du premier trajet à la bordure du terrain, par exemple du champ à couvrir. Il aurait aussi fallu entre le compas et le support orientable un frein assurant le maintien régulier de l'angle de calage initial tout au long de chacun des trajets à effectuer en ligne droite, ce frein accroissant encore l'encombrement et le prix du dispositif.

Il convient de noter en outre qu'un dispositif de guidage, tel qu'ici considéré, doit permettre au véhicule de suivre plusieurs trajets parallèles successifs sur le terrain, en allers et retours, de sorte qu'il doit si possible aider le conducteur à exécuter, à la fin d'un trajet, un demi-tour correspondant très exactement à une variation d'orientation de  $180^\circ$  pour qu'il se retrouve bien aligné au départ du nouveau trajet parallèle à effectuer.

C'est pourquoi, la présente invention a pour but de fournir un dispositif du type considéré et qui ne présente pas les inconvénients précités, et plus particulièrement ne soit pas sensible aux vibrations et chocs auxquels est normalement soumis le véhicule sur lequel il est monté, en étant, par ailleurs, compact et moins onéreux.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif du type précité, caractérisé en ce que les moyens de détection des écarts de position comprennent un détecteur de distance parcourue par le véhicule et un détecteur d'orientation d'une roue directrice par rapport à l'axe du véhicule, fournissant tous deux des informations électriques à l'entrée d'un dispositif de calcul et régulation comportant un comparateur dont une autre entrée est relié à un organe de mise en mémoire et restitution de données théoriques du trajet à effec-

tuer, qui comporte un élément d'introduction de valeur de la distance à respecter entre les trajets parallèles recopiés, tandis que sa sortie est reliée audit organe de commande de l'organe d'orientation des roues directrices.

5 Grâce à cet agencement, le comparateur compare, à chaque instant, les valeurs détectées de paramètres définissant la position du véhicule sur le terrain, avec les valeurs théoriques du trajet préfixé, pour actionner l'organe de commande de l'orientation des roues dans un sens 10 tendant en permanence à maintenir le véhicule sur le trajet prévu. Ainsi, le traitement des informations est purement électrique, donc statique, et n'est, par conséquent, plus sensible aux vibrations et chocs, tandis que, par ailleurs, le dispositif devient, d'une part, très compact, donc peu 15 encombrant et facile à embarquer à l'intérieur du véhicule et, d'autre part, d'un prix de revient réduit, parce que facilement assemblable à partir d'éléments du commerce.

On obtient ainsi tout d'abord une conservation régulière du cap fixé. On sait en effet que, sur un trajet long et parfois accidenté, cette conservation du cap implique une correction constante et progressive dès que le véhicule s'éloigne du cap théorique, ce véhicule effectuant de temps à autre, notamment dans le cas d'engin agricole, tel qu'un tracteur, muni d'instruments de travail du sol ou de traitement des végétaux, des embardées dues par exemple à la plongée des roues à l'intérieur du sillon, à la rencontre d'une grosse pierre ou à la conduite sur terrain détrempé. Il est clair que c'est, entre autres, dans le cas d'application à un tracteur, précité qu'il convient de maintenir parfaitement ce tracteur suivant le trajet désiré afin d'éviter un empiètement sur le passage précédemment effectué, qui pourrait avoir des conséquences très graves, par exemple s'il s'agit d'un pulvérisateur attelé derrière un tracteur, auquel cas un écart se traduit par un chevauchement, et donc une brûlure des végétaux qui reçoivent un double traitement, ou au contraire dans le cas d'un écart en sens inverse, une absence totale de traitement.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, à titre d'exemple non limitatif et en regard des dessins annexés sur lesquels :

5 - la Fig. 1 représente une vue d'ensemble et schématisée d'un dispositif de guidage suivant un mode de réalisation particulier conforme à l'invention ;

10 - la Fig. 2 illustre un exemple de tracé à allers et retours multiples réalisable à l'aide de ce dispositif ;

- la Fig. 3 illustre une phase particulière du fonctionnement de ce dispositif, lors du " recalage " de position sur une ligne droite ;

15 - la Fig. 4 illustre une autre phase de ce fonctionnement, lors d'un demi-tour entre deux trajets en ligne droite ;

- la Fig. 5 illustre l'exécution d'un demi-tour en regard de l'élément de visualisation d'un tel demi-tour.

20 Le dispositif de guidage illustré est destiné à équiper un engin agricole, tel qu'un tracteur muni d'un ou plusieurs instruments de travail du sol ou de traitement des végétaux, et dont sont représentés uniquement le volant 1 et une paire de roues directrices 2. Ces dernières sont reliées par une tringlerie de commande d'orientation comportant, d'une part, pour chaque roue, un bras coudé 3 dont le coude 4 est monté pivotant sur le chassis 5 du tracteur, et d'autre part, une biellette transversale de jonction 6 qui est solidaire en translation de la tige d'un vérin de commande 7

25 qui est lui-même monté sur le chassis 5.

30 La direction 8 commandée par le volant 1 coopère avec un distributeur du type " orbitrol " 9 qui est muni d'une alimentation 10 et dont les deux tuyauteries 11 sont reliées par l'intermédiaire d'une vanne de commande 13, (dans une première position "manuel") à deux tuyauteries qui

conduisent aux deux chambres du vérin 7, cette même vanne 13 pouvant également mettre (dans une seconde position "automatique") en communication, d'une part, une servo-valve 14 avec son alimentation hydraulique propre 15 et d'autre part, les 5 deux tuyauteries de commande 16 de cette même servo-valve avec les tuyauteries 12 du vérin ; les deux entrées de commande électrique 17 de la servo-valve sont, par ailleurs, reliées à un dispositif de calcul et régulation 18 disposé derrière le tableau de bord de l'engin et qu'un bouton de commutateur 19 10 de commande de la vanne (positions "manuel" et "automatique") est disposé sur ce tableau de bord 20 lui-même à proximité du volant 1.

Le dispositif de guidage comporte encore d'une part, un détecteur de distance parcourue constitué 15 par un capteur de vitesse 21 plus particulièrement réalisé sous la forme d'un codeur opto-électrique qui est disposé sur le chassis 5 de l'engin à proximité du moyeu de l'une des roues directrices 2 et qui émet, sur sa ligne de sortie 22, une grandeur de sortie analogique constituée par des impulsions 20 électriques successives, se suivant à raison d'un top par unité de distance parcourue choisie par exemple 1 top/25 cm, et, d'autre part, un détecteur d'orientation de roue directrice constitué par un potentiomètre rotatif 23 dont l'axe est disposé suivant l'axe de pivotement 4 du bras coudé 3 associé à 25 la même roue directrice 2 et dont la résistance 23a est par exemple solidaire du chassis 5 et le curseur 23b solidaire de ce bras coudé 3, ce potentiomètre fournissant, entre les deux lignes de courant 24 qui en sont solidaires, une grandeur de sortie analogique constituée par une tension électrique, ces 30 deux lignes 24 et la ligne de sortie 22 du codeur étant reliées au dispositif de calcul et régulation 18.

Ce dernier dispositif de calcul et régulation 18 comprend un calculateur de coordonnées détectées 25 dont trois entrées reçoivent la ligne de sortie 22 du codeur 35 21 et les deux lignes 24 du potentiomètre 23, tandis que sa

propre sortie est reliée par une ligne de fourniture de coordonnées détectées en contrôle permanent de position 26, et à travers une mémoire 27 de stockage des coordonnées détectées, à une première entrée d'un comparateur 28. Celui-ci présente deux autres entrées qui sont reliées l'une par une ligne de fourniture de coordonnées théoriques en contrôle permanent de positions 29 à une sortie d'une seconde mémoire 30 constituant un organe de mise en mémoire et restitution de coordonnées théoriques, et l'autre par une ligne de fourniture de coordonnées théoriques en contrôle intermittent de position 31 à un second calculateur de coordonnées théoriques 32. Ce calculateur 32 comporte deux étages 32a et 32b reliés entre eux et dont le premier 32a présente deux entrées qui sont reliées l'une par une ligne de déclenchement 33 à la sortie d'un compteur-déclencheur 34 dont l'entrée est reliée à la ligne 22 du codeur, et l'autre par une ligne de contrôle intermittent 35 à un émetteur-récepteur d'ondes 36 qui est monté sur le chassis 5 de l'engin.

Cet émetteur-récepteur 36 est calé sur une fréquence donnée et coopère avec des bornes de réception et de renvoi d'ondes M et N qui sont, comme le montre la Fig. 2, fixées aux deux bouts d'une extrémité 38 d'un champ 39 que doit couvrir le tracteur T équipé du dispositif ici décrit.

Le premier étage 32a du calculateur 32 constitue un étage de contrôle intermittent des distances de l'engin aux bornes tandis que son second étage 32b constitue un étage de calcul de la position réelle instanciée de l'engin par rapport aux bornes, les deux sorties de cet étage étant reliées respectivement l'une par la ligne de contrôle intermittent 31 au comparateur 28 et l'autre par une ligne 41 de fourniture de coordonnées réelles en mémorisation d'un trajet initial, à une première entrée de la mémoire 30. Une seconde entrée de cette mémoire 30 est reliée par une ligne 42 à un élément 43 d'introduction de la valeur de la distance à

respecter entre les trajets parallèles successifs de l'engin, cet élément étant disposé sur le tableau de bord 20 et étant constitué par exemple par une roue codeuse, un clavier ou tout autre élément équivalent, tandis qu'une troisième entrée de 5 cette même mémoire 30, est reliée directement à la sortie de la mémoire 27 par une ligne 44 de fourniture de coordonnées détectées en demi-tour. Une seconde sortie de la mémoire 30 est reliée par une ligne 45 à un organe de visualisation de coïncidence en fin de demi-tour 46 qui est disposé sur le tableau de bord 20 et qui, comme le montre plus en détail la Fig. 5 comprend, dans une fenêtre 46a, un jeu de diodes électronoluminescentes qui constituent une bande rouge 46 b qui s'étend depuis le bord gauche de la fenêtre jusqu'en une position qui, suivant la tension d'alimentation de l'organe, fournit 10 sur la ligne 45, et par conséquent le nombre de diodes allumées, s'étend jusqu'à une ligne qui est située sur la gauche (46c) d'une position médiane, sur cette position médiane (46d) ou sur sa droite (46e), une lampe d'intersection de trajet 46f étant en outre disposée en-dessous de la ligne 15 médiane 46d.

Le fonctionnement du dispositif ainsi décrit est le suivant, ce fonctionnement se décomposant en trois parties différentes essentielles, à savoir : la mise en mémoire automatique d'un trajet initial, la recopie en 25 parallèle de ce trajet de manière entièrement automatique, et la réalisation d'un demi-tour de manière manuelle avec guidage automatique.

Pour la mise en mémoire automatique d'un trajet initial l'engin agricole T est placé à un bout A 30 de l'extrémité 47 du champ opposée à celle 38 suivant laquelle sont disposées les bornes M et N, ce champ étant ici supposé à bordures rectilignes régulières, constituent ainsi un quadrilatère. Le conducteur met le commutateur 19 en position "manuel", de sorte que le volant contrôle directement le vérin 35 de direction 7 et il fait alors décrire au tracteur un trajet

- 8 -

initial AB qui suit le bord 47 du champ en subissant de légers écarts transversaux par rapport à la ligne droite théorique AB. Tout au long de ce trajet et en chaque point, l'émetteur-récepteur 36, coopérant avec les bornes M et N, permet au 5 calculateur de calculer la somme des deux distances MT + TN, la distance entre les bornes M et N étant connue et introduite dans la mémoire 30, par exemple à l'aide d'une autre roue codeuse 43a, de calculer les coordonnées de la position du tracteur par rapport à ces deux bornes prises comme base 10 de référence. Ces coordonnées, calculées en chaque point, font alors l'objet, dans le même calculateur 32, d'une moyenne arithmétique qui permet alors de calculer et mettre en mémoire, par l'intermédiaire de la ligne 41, la pente  $\alpha_0$  du trajet initial AB par rapport à la direction  $\Delta$  de la ligne 15 MN des bornes. La même mémoire 30 reçoit, par l'intermédiaire de la ligne 42, la valeur désirée  $d$  de la distance à respecter entre deux allers et retours successifs, valeur qui est 20 introduite par le conducteur à l'aide de la roue codeuse 43.

Cette phase initiale du fonctionnement 25 étant achevée, le tracteur est parvenu au point 3 et le conducteur conserve le commutateur 19 en position "manuel". Il convient de noter que, lorsque le tracteur est par exemple 30 parvenu au point B avec ses roues directrices en position sensiblement droite, suivant la ligne AB, le curseur du potentiomètre est calé soit par le conducteur, par exemple à l'aide d'un organe de préréglage initial non représenté, soit directement par calcul de la moyenne des valeurs enregistrées au cours de ce trajet AB, et ceci de manière qu'aucune tension n'apparaisse entre les deux lignes 24, ou bien que la valeur existante de cette tension soit exactement équilibrée, au niveau du comparateur 28 par la tension provenant du calculateur 35 30 et correspondant à la valeur  $\alpha_0$  de la pente du trajet initial AB.

Bien qu'un demi-tour BC doive être exécuté pour que le tracteur soit placé au début C d'une nouvelle ligne droite CD à effectuer, un tel demi-tour ne sera décrit que par la suite, cette troisième phase du

- 9 -

fonctionnement que constitue le recopiage du trajet initial suivant cette ligne CD formant un élément absolument indispensable et prépondérant du guidage objet de la présente invention.

5                   Au point C, le tracteur se trouve normalement orienté dans une direction exactement parallèle à la ligne initiale AB et le commutateur 19 est passé en position "automatique" d'une manière qui sera décrite plus loin, de sorte que le vérin de direction 7 est commandé par servo-valve 14 et par conséquent par le dispositif de calcul et régulation 18. En l'absence du recalage intermittent qui sera décrit ci-dessous, le potentiomètre 23 fournit en permanence et tout au long du trajet CD, une valeur de tension analogique qui correspond à l'angle des roues directrices 2 par rapport au chasis 5 est donc à l'écart que ces roues peuvent faire par rapport à l'angle initial ~~de~~ de la direction du tracteur au point C, c'est à dire la valeur moyenne enregistrée au cours de la ligne initiale AB, cette valeur de base ~~de~~ étant conservée dans la mémoire 30 comme indiqué précédemment. Le comparateur 28 peut donc procéder en permanence à une comparaison de la valeur théorique à respecter ~~de~~ et la valeur détectée en permanence , formées respectivement par les lignes 26 et 29, la sortie du comparateur étant constituée par une valeur analogique qui est directement fonction de la différence constatée et qui, par l'intermédiaire d'un étage de commande 48, actionne la servo-valve 14, qui elle-même déplace le vérin 7 et les roues 2 dans un sens tendant à annuler la différence constatée. Il est important de noter que cet asservissement de direction est actionné de manière permanente tout au long trajet CD, mais que par contre, il est réalisé à partir de valeurs de direction détectées, c'est-à-dire pouvant ne pas correspondre à la position exacte voulue du tracteur en raison de divers phénomènes, tel qu'un glissement de roues sur le terrain qui se produit lorsque ces roues "dérapent" sur un terrain détrempé ou en pente, c'est-à-dire glissent latéralement tout en conservant la même

- 10 -

direction. On notera également qu'au cours de cette phase de recopiage, le calculateur 25 peut en principe être inactif, ainsi que la mémoire 27, dans la mesure où le comparateur 28 ne procède qu'à une simple comparaison sur une valeur directement détectée par le potentiomètre 23. Dans ce même type de fonctionnement, c'est-à-dire en dehors d'un recalage, le codeur 21 n'est pas effectivement actif et il ne fait que fournir des tops successifs, par exemple à raison de 1 top/25cm, ce qui constitue aussi l'équivalent d'une base de temps.

Toutefois, à ce fonctionnement permanent réalisé tout au long du trajet CD, se superpose de façon intermittente un fonctionnement provisoire en " recalage de direction " qui permet de compenser les écarts transversaux dûs, entre autres, au glissement indiqué ci-dessus. Ce fonctionnement est, par exemple, mis en service à intervalles réguliers constituant un multiple de l'unité de distance parcourue correspondant à un top du codeur, par exemple tous les 30m, ce qui correspond au passage de 120 impulsions successives de ce codeur. C'est le compteur 34 qui est prétréglé sur cette valeur (par exemple 120) qui se déclenche au bout de l'intervalle considéré en envoyant une impulsion de sortie sur la ligne 33 en direction du calculateur 32, et simultanément sur le comparateur 28 par la ligne 26 et à travers la mémoire 27. Cette dernière impulsion sur le comparateur 28 commande un circuit d'annihilation de celui-ci qui bloque provisoirement son entrée 29 en provenance de la mémoire 30 pour donner simultanément la priorité à la ligne 31 en provenance du calculateur 32. Ce fonctionnement provisoire est schématisé sur la Fig 1 par la représentation des lignes considérées en trait pointillé, alors que le fonctionnement en asservissement permanent décrit précédemment est schématisé en trait plein, et le fonctionnement en mise en mémoire initiale décrit au début, en trait interrompu (jonction directe calculateur 32 - mémoire 30).

- 11 -

A la suite du déclenchement provoqué par l'impulsion en provenance du compteur 34, cette impulsion se traduit par un ordre de contrôle de position sur l'émetteur-récepteur 36 qui procède alors à un relevé de

5 la position effective du tracteur T qui se trouve en un point P (distance CP = 30 m), suivant le principe de relevé trigonométrique déjà indiqué plus haut. Le calculateur 32 traite alors l'information fournie par l'émetteur-récepteur pour calculer les coordonnées réelles instantanées de la position  
10 P du tracteur par rapport aux bornes M et N prises comme système de référence, ces coordonnées étant dites "réelles" en ce sens qu'elles tiennent compte de l'existence des phénomènes de dérapage indiqués. Par ailleurs, les valeurs effectivement détectées par le codeur 21 et le potentiomètre 23, valeurs qui  
15 ne tiennent pas compte de ce dérapage, se trouvent traitées par le calculateur 25, qui intervient donc ici, par exemple grâce au déblocage d'un circuit inhibiteur par une impulsion de déclenchement provenant également du compteur 34, de manière que ce calculateur, à partir de ces deux valeurs ainsi  
20 que des valeurs de pente initiale  $\alpha_0$  et de distance entre lignes  $d$ , calcule les coordonnées du point P' de la ligne CD où le tracteur devrait se trouver s'il n'y avait pas dérapage.

Ces dernières coordonnées du point P' sont alors comparées, dans le comparateur 28, avec des coordonnées "réelles" du point P formées par l'autre calculateur 32, et la sortie du comparateur actionne alors la servo-valve 14 de commande de direction, en provoquant un recentrage par rapport à l'axe théorique de la ligne CD qui correspond au tronçon théorique CP'. Le tracteur va alors décrire un nouveau tronçon PQ le long duquel aura à nouveau lieu un asservissement permanent ne tenant compte que de l'angle  $\alpha$  de direction, le circuit de contrôle intermittent constitué par l'émetteur-récepteur 36 étant redevenu inactif. Ce ne sera qu'une fois exécuté ce nouveau tronçon de trajet PQ que le circuit de contrôle intermittent sera à nouveau mis en service par le  
35

compteur 34. Il est à noter que la durée de fonctionnement de ce circuit de contrôle intermittent est à chaque fois infinitement brève par rapport à la durée du déplacement sur un tronçon CP ou PQ.

5 A titre de variante, il peut être envisagé, si l'on désire par exemple utiliser un émetteur-récepteur dont la précision soit plus faible, donc qui soit moins onéreux, de provoquer plusieurs contrôles successifs, par exemple au nombre d'une dizaine, qui soient effectués 10 immédiatement l'un derrière l'autre et le plus rapproché possible les uns des autres pour être considérés comme exécutés pratiquement au même point, ces contrôles multiples permettant au calculateur 32 d'effectuer une moyenne arithmétique des diverses valeurs de coordonnées ainsi obtenues, et 15 qui, statistiquement, sont différentes, le nombre de contrôles étant suffisant pour que cette moyenne améliore notablement la précision de la mesure. Il est important de remarquer qu'une telle série de contrôles s'effectue par exemple sur une période de l'ordre du 1/1000e de seconde, donc sur un trajet 20 de l'ordre du mm, ce qui est incommensurable avec la distance longue d'un tronçon de trajet entre contrôles (30m).

Le guidage du tracteur sur chacun des trajets en ligne droite successifs CD, EF, GH, etc..., s'effectuera d'une manière absolument identique avec un asservissement de direction permanent ne tenant pas compte du dérapage et des recalages intermittents qui en tiennent comptent et ne font fonctionner l'émetteur-récepteur que pendant des périodes de temps extrêmement brèves.

Chacun des demi-tours qui doit réunir 30 ces trajets en ligne droite s'effectue de la manière suivante:

Au point B, comme d'ailleurs, à chaque point de départ d'un demi-tour : D, F, H, etc..., le conducteur met le commutateur 19 en position "manuel" de sorte que la servo-valve 14 est mise hors circuit et que c'est le 35 volant qui commande directement le vérin de direction 7. Ceci

- 13 -

signifie que le conducteur peut suivre tout trajet qui lui convient pour se diriger vers le point d'arrivée C du demi-tour et lui permet plus particulièrement de choisir les portions de terrain les plus favorables ou au contraire d'éviter 5 les obstacles tels que des grosses pierres ou des souches ou troncs d'arbres. Dès le départ B du demi-tour, le passage sur "manuel" provoque la mise en service de la mémoire 27, par exemple à l'aide d'un circuit de déclenchement lié audit commutateur, de manière à mettre en mémoire les coordonnées 10 instantannées du tracteur à cet emplacement de départ, dans la mémoire 27 qui était précédemment vide, constituant ainsi une nouvelle base de référence pour le mouvement du demi-tour. Il est entendu que, au point de départ B du demi-tour, l'orientation du tracteur a une valeur  $\alpha$ , qui était celle de 15 la ligne droite initiale AB, telle que mise en mémoire dans la mémoire 30.

Au fur et à mesure que le tracteur se déplace, sous la volonté du conducteur, le codeur 21 émet des tops réguliers espacés correspondant à des espacements de 25 cm sur le terrain et à la fin de chaque intervalle i un ordre 20 d'interrogation est émis à destination du potentiomètre 23 qui fournit la valeur de la nouvelle orientation du tracteur  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \text{etc...}$ . En chacun de ces points successifs : J, K, L, etc..., le calculateur 25 calcule les nouvelles 25 coordonnées du tracteur par rapport aux coordonnées de base du point B, et ceci en utilisant les valeurs successives fournies par le codeur et le potentiomètre. Simultanément, ces nouvelles coordonnées sont, à chaque fois, mises en mémoires dans la mémoire 27. Simultanément, ces mêmes coordonnées sont envoyées au comparateur 28 qui reçoit, par ailleurs de la mémoire 30 les coordonnées de la nouvelle ligne droite CD à rejoindre, coordonnées qui ont précédemment été mises en mémoire 30 à partir du calcul initial effectué par le calculateur 32 lors du relevé du trajet initial AB par l'émetteur-récepteur et 35 tenant compte de la distance d entre lignes à respecter, introduite par le conducteur à l'aide de la roue codeuse 43,

- 14 -

distance qui est par exemple de 35 m. La comparaison s'effectue en permanence jusqu'à ce que le tracteur ait rejoint l'alignement de la nouvelle ligne droite. Dès que le trajet du tracteur recoupe une bande située à cheval sur la ligne CD et ayant une largeur de par exemple  $\frac{d}{5}$  de chaque côté de celle-ci, le comparateur 28 de commande, à partir de la mémoire 30, qui reçoit les coordonnées détectées en provenance de la mémoire 27 par une ligne 48 représentée par un trait fléché, le dispositif de visualisation 46 dont la bande rouge 46b se déplace de part et d'autre de la position médiane 46d tant que le tracteur se déplace alternativement sur la droite et la gauche de l'alignement CD. Le déplacement alternatif est bien entendu commandé par le conducteur agissant sur le volant 1 et dont l'attention a été attirée par cet organe de visualisation dès que la trajectoire du tracteur a recoupé pour la première fois la bande précitée et que la bande rouge a commencé à se diriger à partir du bord gauche de la fenêtre 46a en direction de la ligne médiane 46 d. A chaque fois que le tracteur recoupe l'alignement CD, la lampe 46 f s'allume 20 et se rééteint immédiatement, pour demeurer définitivement allumée lorsque le tracteur simultanément se trouve sur l'alignement CD et dans la direction exacte voulue grâce à l'amortissement du mouvement ondulatoire qu'il a donné au tracteur de cet alignement. Simultanément, un circuit de déclenchement fait repasser le commutateur 19 sur la position "automatique" 25 de sorte que la ligne droite suivante (CD, EF, etc...) s'effectue de la manière indiquée plus haut.

Le fonctionnement ci-dessus concerne le cas particulier d'application, en général le plus répandu, où le trajet initial à recopier est une ligne droite, par exemple le cas de couverture d'un champs à bordure rectiligne. Il est mentionné possible d'envisager également le cas d'application concernant un trajet initial à recopier qui est courbe. Dans ce cas, la première phase du fonctionnement, 35 qui concerne la mise en mémoire de ce trajet initial ne se

limite pas à un simple calcul de la pente d'une droite, comme dans le cas précédent, mais s'étend à un relevé complet des coordonnées de la courbe initiale à recopier, tout au long de celle-ci, ce relevé s'obtenant en permanence à l'aide des 5 valeurs qui sont détectées par le codeur 21 et le potentiomètre 23 et que le calculateur 25 transforme en coordonnées par rapport à l'origine A du trajet courbe, ces coordonnées étant successivement mises en mémoire dans la mémoire 27 qui dans ce cas est rendue active, de même qu'elle l'est au cours 10 de l'exécution d'un demi-tour telle que décrite plus haut. Un avantage essentiel obtenu dans ces cas d'extension d'application du dispositif de guidage est qu'aucune modification notable de celui-ci n'est exigée, aucun élément important n'étant à rajouter à ce dispositif. Cette mise en mémoire en continu des coordonnées du trajet suivi, qui est obligatoire dans le suivi d'un demi-tour ou d'un trajet initial courbe, peut être réalisée également de manière facultative au cours du suivi d'un trajet initial rectiligne. On rappelle toutefois qu'au cours du recopiage d'un tel trajet initial, par exemple lors du suivi d'un trajet CD ou EF, etc..., les coordonnées initiales de chaque tronçon CP', P'Q', Q'R', etc ... à la fin duquel est exécuté un recalage, sont mises en mémoire dans la même mémoire 27, et que dès que la rectification correspondant à un recalage a été effectuée, en P', Q', R', etc..., cette mémoire 27 se vide et prend en mémoire les nouvelles coordonnées initiales du tronçon suivant, qui sont celles de P', Q', R', etc...

En ce qui concerne la disposition de l'émetteur-récepteur sur le tracteur et des bornes sur le terrain, on notera que l'inverse peut être prévu, mais que l'alignement décrit est le plus favorable dans la mesure où l'émetteur récepteur doit être alimenté en courant électrique et qu'une telle alimentation est déjà disponible sur le tracteur. Il est par ailleurs bien connu que c'est en mesurant le temps qui s'écoule entre l'émission d'une onde et la réception de l'onde renvoyée par une borne que l'émetteur-récepteur

donne la valeur de la distance que le sépare de cette borne.

Une réalisation particulièrement simplifiée et peu onéreuse du dispositif de calcul et régulations 18 s'obtiendra en utilisant un micro-processeur dont 5 l'essentiel sera avantageusement constitué d'un circuit imprimé ou carte électronique d'asservissement traitant toutes les informations considérées.

Il est encore important de souligner que le codeur 21 et le potentiomètre doivent être toujours 10 l'un et l'autre sur la même roue directrice, afin que leurs informations soient cohérentes, et par ailleurs que la roue considérée ne doit pas, si possible être une roue tractrice ou motrice, afin d'éviter l'influence incontrôlable qu'auraient dans le cas contraire sur la régulation, les phénomènes de patinage 15 d'une roue tractrice. Du fait de la disposition du codeur et du potentiomètre sur une roue située latéralement par rapport à l'axe du tracteur, il convient que la régulation tienne compte d'une part, des différences angulaires qui apparaissent entre les deux roues lors d'un braquage (épure de Jeanteau) et d'autre part, d'une correction sur la distance parcourue, correction qui doit être apportée sur l'une des coordonnées calculées ( $x$ ) et qui est différente suivant qu'il s'agit d'un visage à droite ou à gauche ; la première correction citée dépend de la structure et les dimensions du tracteur et l'information correspondante devra être fournie par 20 le conducteur de ce tracteur, tandis que la seconde correction 25 est une fonction directe de la valeur de la voie avant du tracteur.

Il est encore bon de rappeler que la 30 servo-valve ici utilisée peut être considérée comme un distributeur dont on peut toutefois doser le débit ; en effet, à l'inverse d'un distributeur normal qui reste stable sur la distribution choisie et qui débite en fonction des caractéristiques de la pompe qui l'alimente, on a, dans le cas de 35 la servo-valve, un débit toujours égal ou inférieur à celui de

la pompe, et donc la possibilité de moduler ce débit à la valeur désirée.

Deux dernières remarques concernant,  
d'une part, le fait que la plupart des composants utilisés  
5 sont communs aux deux phases distinctes de fonctionnement  
en demi-tour et en ligne droite, de sorte que l'investisse-  
ment global n'est pas doublé, mais au contraire réduit au  
strict minimum, et que, par ailleurs, le conducteur est li-  
béré au maximum de toute initiative et nécessité d'adresse  
10 particulière, ce qui facilite le suivi des opérations annexes,  
et d'autre part, le fait que le dispositif de guidage doit  
dans tous les cas respecter les deux contraintes que consti-  
tuent la nécessité d'un calage angulaire parfait au départ de  
chaque tracé en ligne droite, et l'élimination de tout glis-  
15 sement, autre qu'angulaire, des roues sur le terrain.

REVENDICATIONS

1°/ Dispositif de guidage automatique du déplacement d'un véhicule, notamment d'un véhicule tous terrains tel qu'un engin agricole, du type comprenant d'une part des moyens (21,23) de détection des écarts de la position du véhicule par rapport à un trajet fixé à l'avance, ces moyens comportant au moins un capteur (23) de détection d'un paramètre de position instantanée fournissant une information électrique de position détectée et, d'autre part, un organe de commande (14) actionné à partir de cette information et qui est lui-même relié à un organe (7) d'orientation des roues directrices (2) du véhicule, caractérisé en ce que les moyens (21,23) de détection des écarts de position comprennent un détecteur (21) de distance parcourue par le véhicule et un détecteur (23) d'orientation d'une roue directrice par rapport à l'axe du véhicule, fourni 10 nssant tous deux des informations électriques à l'entrée d'un dispositif de calcul et régulation (18) comportant un comparateur (28) dont une autre entrée est reliée à un organe (30) de mise en mémoire et restitution de données théoriques du trajet à effectuer, qui comporte un élément (43) d'introduction de valeur de la distance à respecter entre les trajets parallèles recopiés, tandis que sa sortie est reliée audit organe de commande (14) de l'organe d'orientation des roues directrices.

25 2°/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'entrée de l'organe (30) de mise en mémoire et restitution des données théoriques du trajet à effectuer est reliée à une sortie d'un organe (32) calculateur des coordonnées d'un trajet initial à recopier, l'entrée de cet organe calculateur (32) étant elle-même reliée à des moyens (36-M-N) détecteurs de paramètres de ce trajet initial .

3°/Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens (36-M-N) détecteurs de paramètres du trajet initial comprennent un émetteur-récepteur d'ondes (36) calé sur une fréquence donnée et deux bornes (M-N) de renvoi des ondes, calées sur la même fré-

quence et disposées, à demeure et à distance fixes l'une de l'autre, sur le terrain (39).

4°/ Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que lesdites bornes (M,N) sont 5 disposées sur le terrain (39) suivant une ligne (38) peu inclinée par rapport au trajet initial (AB) à recopier.

5°/ Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que, dans le cas où le trajet initial à recopier est une ligne 10 droite, lesdits moyens détecteurs de paramètres du trajet initial (36-M-N) sont mis en service d'une part au voisinage du début de ce trajet rectiligne et d'autre part au voisinage de sa fin et en ce que l'organe calculateur (32) comprend des moyens de calcul de pente de la droite par 15 rapport à la ligne joignant les bornes.

6°/ Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que, dans le cas où le trajet initial à recopier est une ligne courbe, lesdits moyens de détection des écarts (21,23) sont 20 mis en service tout au long du déplacement du véhicule sur ce trajet et en ce que, entre ces moyens de détection (21, 23) et le comparateur (28) sont interposés un organe calculateur de coordonnées (25) et des moyens (27) de mémorisation continue des coordonnées instantanées du véhicule.

25 7°/ Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le dispositif de calcul et régulation (18) comprend un organe (25) calculateur des coordonnées instantanées du véhicule sur un trajet courant de recopiage, dont les entrées sont reliées auxdits détecteurs de distance parcourue (21) et 30 d'orientation de roue (23) et dont la sortie est reliée à la première entrée dudit comparateur (28).

35 8°/ Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'organe (25) calculateur de coordonnées instantanées comprend des moyens de calcul

permanent opérant sur toutes les informations successives fournies par lesdits détecteurs de distance et d'orientation (21, 23).

5                   9°/ Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, caractérisé en ce que les moyens (36-M-N) détecteurs de paramètres du trajet initial servent de moyens détecteurs de paramètres d'un trajet courant de recopiage et comportent un élément (34) d'actionnement intermittent de ces moyens détecteurs, l'organe calculateur de coordonnées (32) qui est relié à ces moyens détecteurs présentant une seconde sortie qui est reliée audit comparateur (28).

10                 10°/ Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que ledit élément (34) d'actionnement intermittent desdits moyens détecteurs de trajet initial est un compteur (24) disposé entre l'organe détecteur de distance parcourue (21) et ledit organe calculateur (32) associé auxdits moyens détecteurs (36-M-N).

15                 11°/ Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, caractérisé en ce qu'il comporte un organe commutateur (19) qui est interposé entre ledit organe de commande (14) et l'organe d'orientation des roues (7) et qui peut également relier le volant (1) du tracteur à cet organe d'orientation (7).

20                 12°/ Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que des moyens (27) de mémorisation continue des coordonnées instantanées du véhicule sont interposés entre ledit organe calculateur de coordonnées instantanées (25) et ledit organe de mise en mémoire et restitution (30) qui présente lui-même une sortie reliée à un organe (46) de visualisation d'écart de position par rapport au trajet en ligne droite suivant.

25                 13°/ Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que l'organe détecteur de distance parcourue est un codeur opto-

- 21 -

électrique à impulsions (21) et l'organe détecteur d'orientation des roues est un potentiomètre (23), ces deux organes étant disposés sur une même roue directrice du véhicule.

1/2

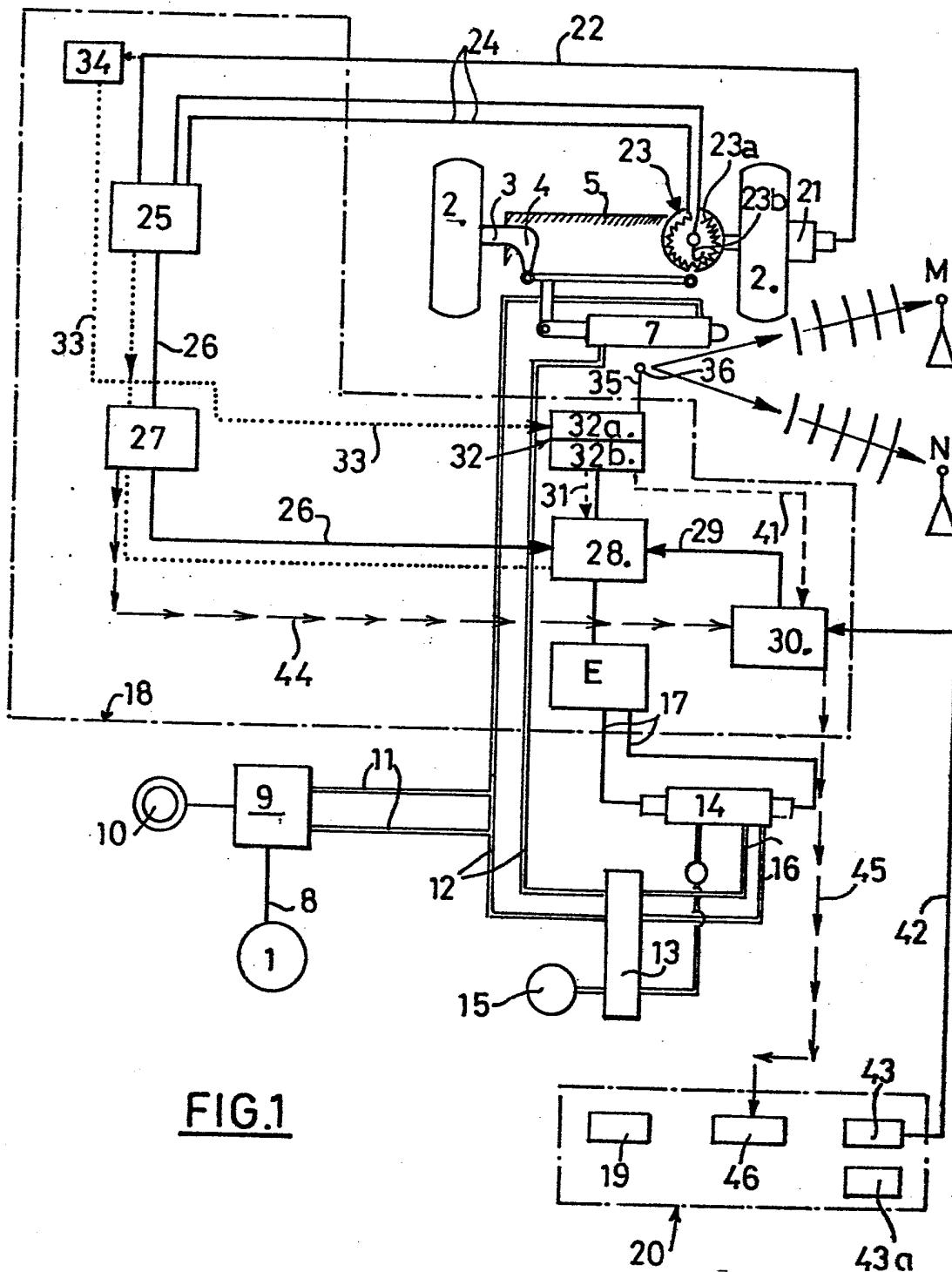


FIG.1

2/2

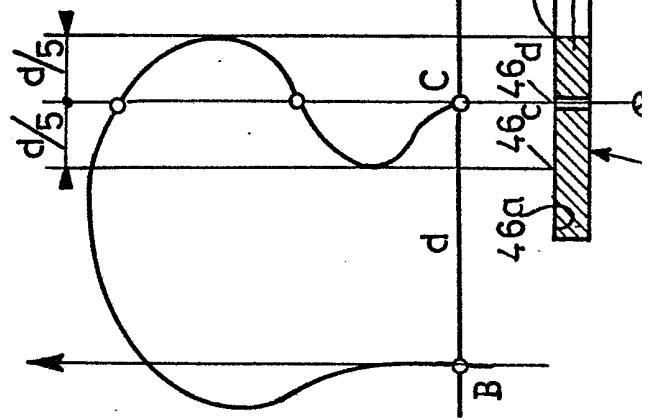


FIG.3

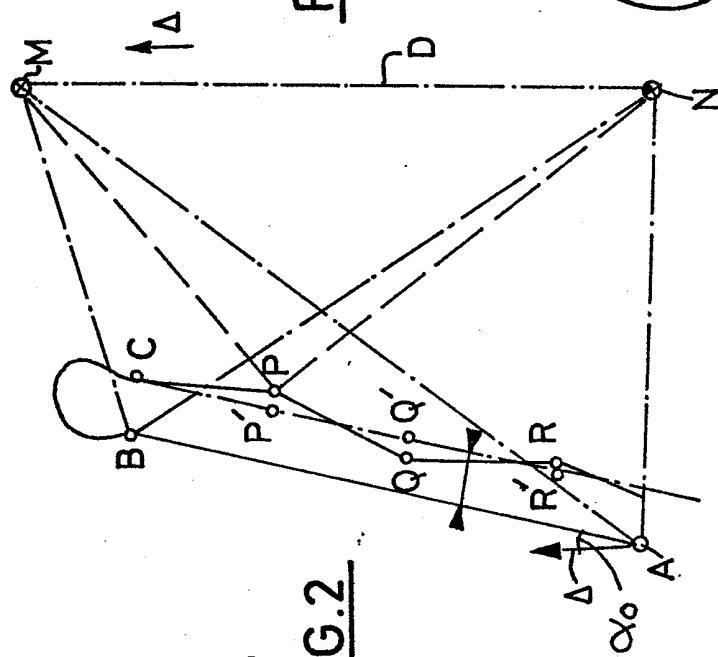


FIG.2

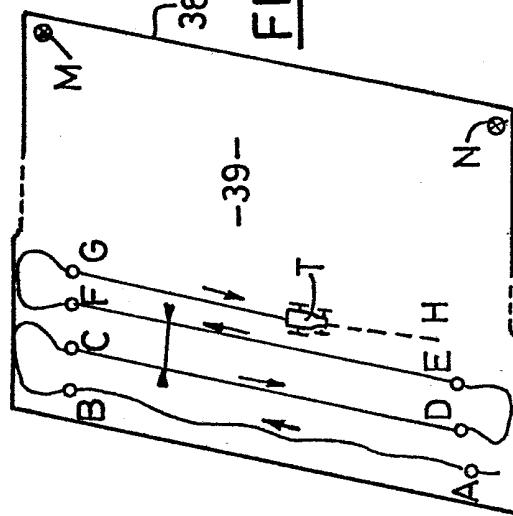


FIG.5

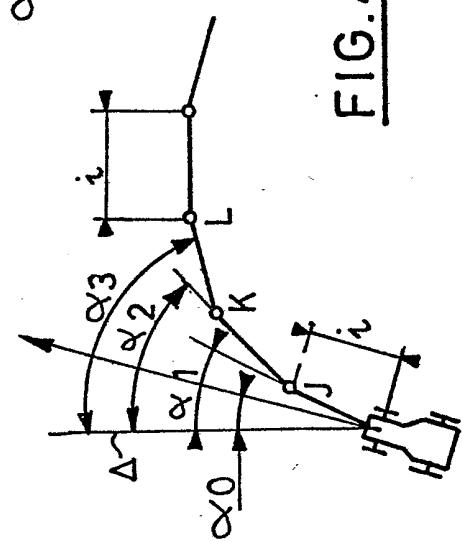


FIG.4