

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 059 901 B2

(12)

NOUVEAU FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la
décision concernant l'opposition:
04.09.1996 Bulletin 1996/36

(51) Int. Cl.⁶: **B66C 23/90**, E06C 5/36

(45) Mention de la délivrance du brevet:
20.02.1985 Bulletin 1985/08

(21) Numéro de dépôt: **82101486.7**

(22) Date de dépôt: **26.02.1982**

(54) **Dispositif de commande à microprocesseur pour échelle orientable déployable ou bras
élévateur analogue**

Steuergerät mit einem Mikroprozessor für eine drehbare, ausfahrbare Leiter oder einen gleichartigen
Hebearm

Microprocessor-controlled device for a rotatable, extendable ladder or similar lifting arm

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE GB IT LI NL SE

(30) Priorité: **05.03.1981 FR 8104449**

(43) Date de publication de la demande:
15.09.1982 Bulletin 1982/37

(73) Titulaire: **CAMIVA**
Société anonyme dite :
F-73230 Saint-Alban-Leyse (FR)

(72) Inventeurs:
• **Artaud, Claude**
F-73190 Challes-les-Eaux (FR)
• **Vincent, Michel**
F-73230 Saint-Alban-Leyse (FR)

(74) Mandataire: **Casalonga, Axel et al**
BUREAU D.A. CASALONGA - JOSSE
Morassistrasse 8
80469 München (DE)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 008 210 **DE-A- 2 033 469**
DE-A- 2 504 455 **DE-A- 2 836 337**
DE-A- 3 011 715 **DE-B- 1 296 778**
DE-C- 1 784 672 **DE-C- 2 230 546**
FR-A- 2 105 802 **GB-A- 2 050 294**

- **MAGIRUS-Bedienungsanleitung H 6030-19**
- **Dr.-Ing. K. Overlach "Aktive Kippsicherung, ein
Beitrag zur Erhöhung der Kippsicherheit bei
Fahrzeugkranen", Karlsruhe, 13.11.73**

EP 0 059 901 B2

Description

La présente invention est relative à un dispositif de commande incluant le contrôle et la sécurité des mouvements d'une échelle, telle que par exemple une échelle de sauvetage et de lutte contre l'incendie, ou de bras élévateur analogue monté sur véhicule.

On connaît des dispositifs de commande électroniques analogiques basés sur le principe suivant : un index symbolise sur un diagramme la position de l'extrémité de l'élévateur et permet, grâce à un système d'axe de coordonnées adapté, la lecture des paramètres fonctionnels.

Cet index comporte une partie conductrice du courant électrique qui effectue, lors du déplacement de l'index, une commutation électrique avec les différentes zones du diagramme, elles-mêmes conductrices et généralement réalisées sous forme de circuits imprimés. La commutation avec ces zones produit l'allumage ou l'extinction de voyants et éventuellement l'arrêt automatique des mouvements lorsque ceux-ci deviennent dangereux, notamment pour la stabilité du véhicule porteur.

Ces dispositifs sont généralement associés à un système logique analogique électromécanique ou électronique, qui génère à partir des informations reçues de différents capteurs et de l'index mobile, des ordres provoquant le changement d'état de voyants, le déclenchement d'avertisseur(s) sonore(s) ou de dispositifs agissant sur l'exécution des mouvements.

L'augmentation du nombre des paramètres de fonctionnement due notamment à l'utilisation de systèmes de stabilisation du véhicule à entr'axes des points d'appui variables, ainsi que la recherche d'une plus grande précision dans la mesure, le traitement et l'indication des paramètres de fonctionnement, rendent difficile la réalisation de systèmes analogiques simples et fiables.

La demande de brevet anglais 2 050 294 se rapporte de façon générale à une commande de grue orientable faisant intervenir un microprocesseur, des capteurs de certains paramètres de fonctionnement, et des comparaisons avec une table de données limites mises en mémoire, en vue de déclencher avant dépassement de ces dernières, une alarme et/ou commande d'arrêt de sécurité du mouvement de grue. Cela doit être regardé comme un état de la technique auquel se rattachent également la demande de brevet allemand 2 836 337 ainsi que la demande de brevet européen 0 008 210.

La demande de brevet anglais 2 050 294 porte pour l'essentiel (rev. 1) sur une utilisation particulière de paramètre de fonctionnement pour déterminer par calcul l'état réel de travail de la flèche (longueur et flexion). La phase d'arrêt sécurité y est prévue par une simple coupure de mouvement par relais (voir description et revendication 4).

La demande de brevet européen 0 008 210 porte essentiellement sur un agencement de codeurs optiques pour traiter les paramètres captés de fonctionnement choisis en vue de leur traitement et comparaison avec des données limites.

La demande de brevet allemand 2 836 337 porte sur l'utilisation conjointe de deux chaînes de paramètres de sécurité différents (double sécurité) testés séparément par un microcalculateur destiné à donner seulement une alarme en cas de défaut indiqué par l'une des chaînes de surveillance, et à faire continuer le fonctionnement de la grue tant que l'autre chaîne ne donne pas à son tour d'indication contraire.

La demande de brevet allemand no. 20 33 469 concerne la commande d'une échelle à partir d'une mesure du couple réel et d'une comparaison de ce couple réel à un couple maximal prédéterminé.

Dans aucune de ces demandes il n'est prévu, en combinaison avec un microprocesseur lecteur de signaux électriques représentatifs du sens et de la vitesse d'exécution des mouvements désirés, des dispositions permettant d'obtenir une décélération automatique de vitesse à l'approche de la portée limite d'utilisation correspondante.

Tel qu'il est revendiqué, le dispositif de commande de l'invention pour une échelle orientable déployable, ou bras élévateur analogue, muni d'une plateforme articulée propre à transporter une ou plusieurs personnes, comprend au moins une commande de dressage ou abaissement, une commande de déploiement et repliement et une commande de pivotement à organes de sélection manuelle des mouvements désirés, des actionneurs de dressage et d'abaissement, de déploiement et repliement, et de pivotement, lesdits organes de sélection étant adaptés pour fournir des signaux électriques représentatifs du sens de commande et de la vitesse désirée d'exécution des mouvements désirés. Selon l'invention, le dispositif comprend un microprocesseur lecteur des signaux de commande recevant lesdits signaux électriques. Ledit microprocesseur comprend en mémoire : les portées maximales à ne pas dépasser en fonction de divers paramètres sélectionnables et prédéterminés de mise en service de l'échelle, incluant des choix de charges prédéterminées et des orientations d'échelle prédéterminées ; une séquence de calcul cyclique de la portée réelle à partir des informations données par des capteurs de mesure de l'angle de dressage et de la longueur déployée ; une séquence de comparaison cyclique de la portée réelle calculée avec la portée maximale correspondant aux conditions de mise en oeuvre prédéfinies et autorisant ou non le mouvement demandé.

Ledit microprocesseur comprend en outre en mémoire une loi de décélération des mouvements d'abaissement et de déploiement au moins, dans des zones terminales prédéterminées d'évolution de ces mouvements correspondant à une certaine approche de la portée maximale d'utilisation prédéterminée correspondant au cas d'utilisation de l'échelle, compte tenu du choix de charge fait par l'utilisateur, lesdites zones terminales étant limitées par ladite portée

maximale d'utilisation prédéterminée et étant recalculées constamment par le microprocesseur en cours de mouvement.

Le microprocesseur comprend également en mémoire une séquence de comparaison cyclique, dans cette approche, de la vitesse de commande affichée avec la vitesse dérivée de ladite loi pour chaque mouvement considéré, destinée à imposer ladite loi lorsque la vitesse de commande affichée est excessive, en fournissant aux sorties du microprocesseur commandant ces mouvements des signaux représentatifs de la vitesse de commande affichée ou automatiquement modifiés en fonction de ladite loi pour atteindre la portée maximale prédéterminée à vitesse nulle; lesdites sorties étant connectées à des organes de commande électrique proportionnelle d'activation des actionneurs des mouvements considérés.

De plus, une telle commande à microprocesseur permet aussi de limiter l'accélération à la mise en marche et à l'arrêt en réponse aux ordres de commandes volontaires de mise en marche ou d'arrêt, par intervention de lois prédéterminées mises en mémoire.

Une telle commande se prête aussi à l'affichage numérique des paramètres de fonctionnement avec une précision aussi grande que souhaitée, qu'il s'agisse notamment des paramètres actuels ou limites de fonctionnement.

L'atteinte de limite de fonctionnement marquée par le processus d'arrêt automatique précité peut aussi être avantageusement accompagnée d'une aide au pilotage ultérieur par émission d'un message parlé indiquant au pilote la ou les solutions restant à sa disposition.

Une telle commande à microprocesseur présente aussi l'intérêt d'être aisément adaptable à toutes options d'équipement du matériel et de changements des limites pour lesquelles il suffit de modifier les données prises en mémoire.

On sait qu'un microprocesseur se prête aussi à l'établissement aisé d'un programme d'autodiagnostic permettant notamment d'identifier le cas échéant les capteurs défectueux.

En outre, en cas d'équipement à plate-forme usuelle articulée à l'extrémité supérieure de l'échelle, le microprocesseur permet aussi la commande et le contrôle automatique de mise à l'horizontale du plancher de plate-forme en fonction de l'angle de dressage de l'échelle.

Une forme de réalisation d'un dispositif de commande à microprocesseur pour échelle orientable déployable est d'ailleurs ci-après décrite à titre d'exemple illustratif de l'invention et en référence au dessin annexé, dans lequel :

la figure 1 est une vue schématique d'une telle échelle sur véhicule indicative de ses paramètres de fonctionnement ;

la figure 2 est une vue de côté de l'ensemble de l'échelle seule sur son véhicule ;

la figure 3 est un diagramme des limites d'utilisation de l'échelle en fonction des différents paramètres de fonctionnement ;

la figure 4 est un schéma général d'ensemble des entrées et sorties du microprocesseur ;

la figure 5 représente la constitution générale du système électronique à microprocesseur ;

la figure 6 représente un exemple de réalisation de tableau d'affichage ;

la figure 7 est un schéma d'ensemble du système hydraulique de commande des divers mouvements de l'échelle ;

la figure 8 est l'organigramme général des opérations exécutées par le microprocesseur ;

la figure 9 est un organigramme détaillé des divers calculs effectués par le microprocesseur, de leur mémorisation et des affichages en découlant ;

la figure 10 est un organigramme des divers affichages et signalisations d'information de l'utilisateur ;

la figure 11 est un organigramme relatif aux diverses conditions d'utilisation et de portée de l'échelle ;

la figure 12 est l'organigramme schématique de l'opération de contrôle d'un mouvement (mouvement d'abaissement pris en exemple) ;

la figure 13 est l'organigramme de principe du ralentissement automatique des mouvements avant arrêt automatique ;

la figure 14 est un diagramme de vitesse en fonction de l'espace pour l'un des mouvements de l'échelle ;

les figures 15 et 16 sont des vues illustratives complémentaires d'un mode de ralentissement automatique progressif à plusieurs paliers contrôlé par le microprocesseur pour le mouvement de développement de l'échelle ;

les figures 17 et 18 sont des vues illustratives complémentaires concernant le ralentissement automatique progressif du mouvement d'abaissement de l'échelle ;

les figures 19 et 20 sont des vues illustratives complémentaires se rapportant au ralentissement automatique progressif du mouvement de pivotement de l'échelle ;

la figure 21 est l'organigramme de principe de la commande automatique de mise à l'horizontale de la plate-forme ;

la figure 22 est un schéma de principe du système d'émission de messages parlés.

L'échelle sur véhicule représentée aux figures 1 et 2 est constituée :

- d'un châssis-cabine 1 à quatre vérins de calage 2 qui assurent la stabilité du châssis pendant l'utilisation de l'échelle. Chacun des vérins est monté sur une poutre support télescopique 3 qui permet d'ajuster le polygone d'appui à la place disponible autour du véhicule (distance d variable) ;
- 5 — d'une tourelle d'orientation 4 qui peut pivoter par rapport au châssis (angle θ). Cette tourelle comporte en outre une partie 5 articulée autour d'un axe horizontal 5a en vue de maintenir l'axe des éléments d'échelle dans un plan vertical passant par cet axe même lorsque le véhicule est incliné (dispositif de correction de dévers angle δ) ;
- d'un support d'échelle 6 appelé berceau articulé autour d'un axe horizontal 6a et qui permet de faire varier l'angle de dressage α de l'échelle de - 15° à + 75° ;
- de quatre plans d'échelle télescopiques 7, 8, 9, 10 à développement simultané ;
- 10 — d'une plate-forme de sauvetage amovible 11 articulée en bout du plan d'échelle 10 suivant un axe 12 afin de pouvoir conserver l'horizontalité de son plancher pendant les mouvements de dressage ou d'abaissement (angle β).

Un système de contrôle et de sécurité des mouvements de l'échelle a pour but de fournir à l'utilisateur la valeur des paramètres de fonctionnement tels que l'angle de dressage α , la longueur développée L, la charge maximale possible à l'extrémité de l'échelle, la hauteur atteinte H, la portée P... d'alerter l'utilisateur et éventuellement d'arrêter les mouvements lorsque ceux-ci deviennent dangereux, notamment en cas de choc avec un obstacle ou en cas d'atteinte des limites de stabilité du véhicule.

La figure 3 donne à titre d'exemple les diagrammes d'utilisation limite de l'échelle correspondant à la stabilité minimale admise dans les cas d'utilisation suivants :

- 20 a) Extrémité de l'échelle non appuyée ; poutres 3 rentrées, orientation échelle défavorable (limites indiquées en trait plein) ;
 - 25 a1) trois hommes plus la plate-forme de sauvetage (portée P1) ;
 - a2) trois hommes à l'extrémité, sans plate-forme, ou deux hommes plus plate-forme (portée P4) ;
 - a3) deux hommes à l'extrémité, sans plate-forme, ou un homme plus plate-forme (portée P7) ;
 - a4) un homme à l'extrémité, sans plate-forme (portée P10) ;
- 30 b) poutres 3 demi-sorties, ces limites deviennent : a'1, a'2, a'3, a'4 (en trait mixte) auxquelles correspondent les portées P2, P5, P8 et P11 ;
- c) poutres 3 sorties ou orientation échelle voisine de l'axe du véhicule, ces limites deviennent a''1, a''2, a''3, a''4 (en trait pointillé) auxquelles correspondent les portées P3, P6, P9, P12 ;
- d) extrémité de l'échelle en appui, deux hommes par plan d'échelle (b, b', b'', selon sortie poutres) auxquelles correspondent les portées P13, P14, P15.

35 Cette figure 3 symbolise les diagrammes d'utilisation correspondant à trois positions possibles des vérins d'appui, mais une variation continue du diagramme peut être envisagée.

En fonction de la position des poutres-support des vérins de calage et de l'angle d'orientation de l'échelle par rapport au châssis, une limite d'utilisation de l'échelle, avant tout risque de renversement, est définie expérimentalement pour chaque cas de charge.

Les différentes limites sont mises en mémoire dans le système de contrôle.

Pendant les mouvements de l'échelle, le système de contrôle compare la position de l'échelle à chacune des limites et il allume un voyant qui correspond à la possibilité de charge maximale. Il y a arrêt automatique des mouvements de déploiement, d'abaissement et éventuellement de pivotement lorsque l'échelle équipée de sa plate-forme de sauvetage atteint la limite correspondant au cas de charge a1, a2, et a3, ou lorsque l'échelle sans plate-forme de sauvetage atteint la limite correspondant à a4, ou les limites allant de a'1 à a'4 ou de a''1 à a''4 selon la position des poutres 3.

La poursuite des mouvements après ces limites pour atteindre les limites b, b', b'' (portées P13, P14, P15) ne peut se faire que si l'opérateur actionne un contacteur « échelle en appui ». Un nouvel arrêt automatique des mouvements de déploiement, d'abaissement et éventuellement de pivotement intervient lorsque les limites b, b' ou b'' sont atteintes.

50 A chaque changement de limite de charge, un dispositif sonore est actionné pour attirer l'attention de l'utilisateur. Lorsque la plate-forme de sauvetage est utilisée, un capteur signale sa présence.

Des interrupteurs permettent de sélectionner les limites : deux hommes plus plate-forme, un homme plus plate-forme. Avant d'atteindre la limite d'utilisation correspondant au cas de charge choisi, un pré-signal intervient ainsi qu'un ralentissement des manoeuvres comme on le verra plus loin.

55 Le principe général de fonctionnement est d'abord ci-après indiqué en se référant au schéma d'ensemble et de la commande à microprocesseur MPU de la figure 4.

Les informations de position de l'échelle délivrées par les différents capteurs sont lues périodiquement par le microprocesseur et mises en mémoire.

Le microprocesseur traite ces données et compare l'état de l'échelle aux limites d'utilisation stockées en mémoire permanente.

Les ordres de commande des mouvements (sens et vitesse) donnés par l'opérateur pénètrent dans le microprocesseur ; ils sont validés ou modifiés selon le résultat de la comparaison de l'état de l'échelle aux limites d'utilisation puis transmis aux organes de commande de puissance. Simultanément, le microprocesseur génère, s'il y a lieu, les ordres de commande du mouvement automatique de mise à l'horizontale du plancher de la plate-forme.

S'il advient que l'opérateur demande un mouvement qui devient dangereux pour la stabilité du véhicule, le microprocesseur provoque l'arrêt automatique de ce mouvement lorsque la limite est atteinte, mais après avoir réalisé une décélération progressive du mouvement jusqu'à l'arrêt total et ceci quel que soit l'ordre de commande donné par l'opérateur ainsi qu'on le verra plus loin.

La figure 5 illustre la constitution générale du système électronique à microprocesseur qui comprend : un microprocesseur (MPU) ici le 6802 de MOTOROLA, qui coordonne toutes les fonctions du système et possède une mémoire de travail (RAM) interne de 128 octets.

- Deux mémoires programmables (REPRO 1 et 2) ici les 2716 de MOTOROLA. La totalité du programme est enregistré dans ces mémoires (4K octets avec possibilité d'extension).
- Une mémoire de travail externe (RAM) ici la 6810 de MOTOROLA. C'est dans cette mémoire que sont stockés les paramètres extérieurs et les résultats des calculs. (128 octets en plus des 128 octets du MPU. Extension possible).
- Des interfaces d'adaptation des entrées et sorties à codage d'adresse (PIA 1 et PIA 2) ici les 6821 de MOTOROLA.

Tous ces éléments sont reliés ensemble par des BUS usuels.

- BUS des DONNEES = ensemble de fils véhiculant les informations d'entrées, sorties ou mémoire.
- BUS des ADRESSES = ensemble de fils comportant le codage des emplacements ou destinations des informations véhiculées par le BUS des DONNEES.
- BUS de COMMANDE = ensemble de fils par lesquels cheminent les signaux de commande auxiliaires validant les adresses et transferts des données.

De plus, des circuits annexes permettent une adaptation des éléments extérieurs (détecteurs, mesures et commandes pour entrées, contacts, voyants, affichages numériques et commandes de mouvements pour sorties). Ces circuits sont :

- Des circuits d'entrées logiques avec opérateurs de puissance (BUFFERS D'ENTREES 1, 2 et 3).
- Deux multiplexeurs 1 et 2 d'entrées analogiques, ici les IH 6116 de TEKELEC suivis d'un convertisseur Analogique/Numérique.
- Un circuit de sorties logiques pour voyants de contrôle (sorties S1 à S16).
- Huit décodeurs BCD à 7 segments, ici les M 04311B de MITEL, pour affichage numérique de divers paramètres (sorties S25 à S32).
- Des convertisseurs Numérique/Analogique pour toutes les sorties de commande proportionnelle des mouvements (S33 à S37).
- Un circuit de sorties logiques avec opérateurs de puissance (BUFFER DE SORTIE S17 à S19).
- Deux décodeurs servant de démultiplexeurs pour entrées, sorties et circuits d'affichage numérique (ici les décodeurs 74 LS 138 de MOTOROLA).

La totalité du programme permettant la commande et le contrôle du fonctionnement de l'échelle est enregistré en mémoire REPRO. Sur cette même mémoire sont enregistrées toutes les limites d'utilisation permises suivant les différents cas de figures que l'échelle peut prendre.

Les diverses entrées et sorties ici prises en compte sont notamment :

- Entrées logiques : E1 (Alimentation électrique) ; E2 (Pression d'huile des vérins de calage) ; E3 (Echelle sur support échelle) ; E4 (Poutres télescopiques sorties côté gauche) ; E5 (Poutres télescopiques sorties côté droit) ; E6 (Poutres télescopiques 1/2 sorties côté gauche) ; E7 (Poutres télescopiques 1/2 sorties côté droit) ; E8 (Réarmement microprocesseur) ; E9 (Plate-forme de sauvetage en bout d'échelle) ; E10 (Utilisation avec deux hommes dans la plate-forme) ; E11 (Utilisation avec un homme dans la plate-forme) ; E12 (Utilisation de l'échelle avec appui) ; E13 (Arrêt d'urgence - coup de poing) ; E14 (Fin de course repliement) ; E15 (Fin de course déploiement) ; E16 (Marche/arrêt concordance automatique d'échelons) ; E17 (Capteur de concordance d'échelons) ; E18 (Capteur de choc à l'abaissement) ; E19 (Capteur de choc au déploiement) ; E20 (Capteur de choc au pivotement à droite) ; E21 (Capteur de choc au pivotement à gauche) ; E23 (Capteur d'angle de dressage où l'échelle peut heurter la cabine pendant le pivotement) ; E24 (Sécurité dévers maximal) ; E25 (Fin de course abaissement) ; E26 (Fin

de course dressage) ; E27 (Début de zone de ralentissement avant fin de course abaissement) ; E28 (Début de zone de ralentissement avant fin de course dressage) ; E29 (Sécurité mise à l'horizontale de la plate-forme à l'abaissement) ; E30 (Sécurité mise à l'horizontale de la plate-forme au dressage) ; E31 (Plate-forme verrouillée en position travail) ; E32 (Plate-forme verrouillée en position route) ; E33 (Commande de retour automatique de l'échelle sur son support) ; E34 (Commande de secours sans sécurité automatique).

— Entrées analogiques E41 (Commande dressage/abaissement) ; E42 (Commande déploiement/reploiement) ; E43 (Commande pivotement droite/gauche) ; E44 (Mesure de l'angle de dressage α) ; E45 (Mesure de l'angle de la plate-forme par rapport à l'échelle β) ; E46 (Mesure de l'angle de pivotement θ) ; E47 (Mesure de la longueur développée L) ; E48 (réservée) ; E49 (réservée) ; E50 (Mesure de l'angle de correction de dévers δ) ; E51 (Mesure de surcharge de la structure).

— Sorties logiques : S1 (Voyant défaut du système électronique) ; S2 (Voyant dévers trop important) ; S3 (Voyant plate-forme avec trois hommes) ; S4 (Voyant plate-forme avec 2 hommes) ; S5 (Voyant plate-forme avec un homme) ; S6 (Voyant trois hommes sur l'échelle) ; S7 (Voyant deux hommes sur l'échelle) ; S8 (Voyant un homme sur l'échelle) ; S9 (Voyant échelle en appui) ; S10 (Voyant concordance d'échelons) ; S11 (Voyant demandant le dressage ou le repliement) ; S12 (Voyant poutres télescopiques sorties ou échelle dans l'axe du châssis) ; S13 (Voyant poutres télescopiques 1/2 sorties) ; S14 (Voyant poutres télescopiques rentrées) ; S15 (Voyant défaut correction dévers) ; S17 (Avertisseur de changement de zone d'utilisation) ; S18 (Avertisseur signalant l'approche ou l'arrêt automatique) ; S19 (Pilotage pression d'huile de la pompe hydraulique).

— Sorties numériques : S25 (Affichage angle de dressage α) ; S26 (Affichage longueur développée L) ; S27 (Affichage portée) ; S28 (Affichage hauteur) ; S29 (Affichage de la longueur développable avant changement de zone d'utilisation) ; S30 (Affichage de la portée maximale avant changement de zone d'utilisation) ; S31 (Affichage de la hauteur maximale avant changement de zone d'utilisation) ; S32 (Affichage du numéro de capteur défectueux).

— Sorties analogiques : S33 (Commande proportionnelle dressage/abaissement) ; S34 (Commande proportionnelle développement/reploiement) ; S35 (Commande proportionnelle pivotement droite/gauche) ; S36 (Commande proportionnelle de mise à l'horizontale de la plate-forme) ; S37 (Commande proportionnelle de correction de dévers).

Le principe de fonctionnement est le suivant :

Après mise sous tension du dispositif dans son ensemble, le programme prévoit d'initialiser les cases mémoire en RAM.

Le MPU par le BUS des données, en excitant les adresses correspondantes, permet le transfert de REPRM en RAM des paramètres d'initialisation.

Ensuite, le programme prévoit la lecture et le stockage des entrées en RAM. Toutes les entrées logiques E1 à E34 sont présentes sous forme de 1 ou de 0 aux bornes des BUFFERS d'entrée.

Le MPU, grâce aux adresses du PIA 1 et du BUFFER 1 d'entrée, lit l'ensemble des entrées E1 à E16 qu'il faut transférer en RAM par le BUS des données et les adresses de mémoire.

De même, pour les entrées E17 à E32 avec le PIA 1 et BUFFER 2 d'entrée et ainsi de suite par séries de 16 entrées.

Toutes les entrées analogiques E41 à E51 sont présentes sous forme de tension aux bornes des multiplexeurs d'entrées analogiques.

Le MPU, grâce aux adresses du PIA 1, du multiplexeur 1 et du convertisseur A/N, lit l'entrée E41, convertie en numérique et transfère par le BUS des données et l'adresse de la mémoire, le mot binaire correspondant dans la RAM.

De même, pour chacune des entrées E42 à E48, et pour les entrées E49 à E51 avec les adresses PIA 1, multiplexeur 2 et le convertisseur A/N intermédiaire.

Lorsque toutes les données extérieures sont en mémoire RAM, le MPU effectue les calculs nécessaires au bon déroulement du programme en allant puiser dans la RAM par le BUS des données et d'adresses les données précédemment stockées.

Les résultats de ces calculs sont d'une part stockés en RAM par l'intermédiaire du BUS données et de nouvelles adresses et d'autre part affichés sur le tableau de contrôle délimité en trait mixte à la figure 5. Ce transfert vers le panneau d'affichage des voyants logiques : position poutres, cas de charge alerte... se fait par la voie des BUS données et adresses PIA 2 et du Décodeur de sorties, ce qui permet de transmettre jusqu'à 16 informations à la fois (S1 à S15 dans cet exemple).

L'affichage des paramètres d'angle de dressage, de longueur développée, portée et hauteur se fait par la voie des BUS données et adresses du PIA 2, du Décodeur d'affichage numérique, et d'un décodeur 7 segments pour chaque sortie numérique, c'est-à-dire pour S25 à S32 à la suite.

Ensuite vient la vérification du fonctionnement de l'échelle (avec ou sans plate-forme) avec prise en compte des informations de commande de vitesse des différents mouvements, des paramètres de sécurité, pour délivrance des ordres de commande de vitesse de déplacement de l'échelle, ceci suivant un ordre de tests défini par l'organigramme que l'on verra plus loin.

Lorsque l'ensemble du programme de l'organigramme a été vu et les ordres de fonctionnement ou d'arrêt donnés, le MPU revient au début du programme.

Le MPU, à chaque cycle, fait la lecture de toutes les entrées logiques et analogiques qu'il stocke en RAM aux mêmes adresses que précédemment, les paramètres déjà stockés étant automatiquement effacés.

5 Ensuite le MPU exécute tous les calculs avec ces nouveaux renseignements et les éléments affichés sont éventuellement mis à jour.

Dans certains cas, pour éviter un défilement des chiffres par exemple, certaines données ne sont affichées que toutes les 2 secondes par exemple.

10 Le MPU boucle le programme en quelques millisecondes. Ce temps est variable suivant le nombre de mouvements exécutés. En tout état de cause, chacun des paramètres de contrôle de l'échelle est lu environ 200 fois par seconde.

Un auto-contrôle des entrées est inclus dans les programmes ; par exemple, dans les mesures, si deux lectures successives d'une entrée analogique donnent un écart important, la nouvelle valeur n'est pas validée et d'autres mesures sont faites. Si ce défaut persiste, le MPU, par l'affichage du numéro affecté au capteur en défaut, signale cet incident et éventuellement stoppe le fonctionnement normal de l'échelle.

15 De même, l'information donnée par certains capteurs logiques est vérifiée en fonction de la mesure d'un paramètre analogique. L'inverse existe également, par exemple, si l'entrée logique E23 est détectée, l'entrée analogique E44 doit obligatoirement donner une valeur d'angle de dressage inférieur à + 6°.

20 De plus, chaque fois que le MPU donne un ordre de commande de mouvement, le sens de la variation des mesures analogiques est vérifié, par exemple S34 + 1V = sortie de commande proportionnelle de déploiement. S34 donne donc un signal positif. Le MPU vérifie si la valeur de l'entrée analogique E47 (Mesure de la longueur développée) croît, sinon, comme précédemment, la lecture de l'entrée E47 est effectuée plusieurs fois, et si l'anomalie persiste, il y a affichage du numéro affecté au capteur E47 et arrêt du fonctionnement de l'échelle.

Le système réalise ainsi un auto-contrôle et évite de donner des ordres erronés dans le cas où il reçoit de fausses informations.

25 Le microprocesseur commande également le tableau d'affichage et de signalisation qui renseigne l'utilisateur sur l'état de l'échelle et ses possibilités.

La figure 6 illustre une réalisation du tableau d'affichage. Les informations suivantes sont données à l'opérateur :

- Position des vérins de calage par rapport au véhicule : cases 13, 14, 15 par allumage des voyants 16, 17, 18 ;
- 30 — Position de l'échelle : angle de dressage (case 19, afficheur numérique 20), longueur développée (case 21, afficheur 22), portée (case 23, afficheur 24), hauteur (case 25, afficheur 26) ;
- Possibilités maximales de l'échelle au même angle de dressage et à la même charge : longueur maximale (case 27 afficheur 28), portée maximale (case 29, afficheur 30), hauteur maximale (case 31, afficheur 32) ;
- 35 — Possibilités de charge de l'échelle : trois hommes dans la plate-forme (voyant 33) ; deux hommes dans la plate-forme (voyant 34) ; un homme dans la plate-forme (voyant 35) ; trois hommes à l'extrémité de l'échelle (voyant 36) ; deux hommes à l'extrémité de l'échelle (voyant 37) ; un homme à l'extrémité de l'échelle (voyant 38) ; huit hommes sur l'échelle en appui (voyant 39) ;
- Fonction particulière : concordance des échelons des différents éléments de l'échelle (case 40, voyant 41) ; défaut de fonctionnement du microprocesseur (case 42, voyant 43), nécessité de reposer ou de dresser l'échelle (case 44, voyant 45), mauvais fonctionnement d'un capteur avec affichage du numéro du capteur (case 46, afficheur numérique 47), défaut correction dévers (voyant 48) les cases 49, 50 étant ici libres avec des voyants indicateurs supplémentaires.

La figure 7 représente le schéma de principe du circuit hydraulique de commande des mouvements.

45 Une pompe à débit variable 52 alimente l'ensemble de l'installation à partir d'un réservoir 53. La commande des poutres télescopiques qui supportent les vérins de calage s'effectue par l'intermédiaire des distributeurs 54 et 55 qui alimentent respectivement les vérins 56 des poutres gauches et les vérins 57 des poutres droites. Un distributeur 58 assure la commande de vérins 59 de neutralisation de la suspension élastique du véhicule et des vérins de calage 2. Lorsque les vérins de calage 2 sont en appui au sol, un pressostat 60 enregistre la montée de pression en résultant et il établit la mise sous tension du système électronique de l'échelle par l'entrée E1. Dès lors, la commande des mouvements de l'échelle proprement dite est possible par action sur les électrodistributeurs proportionnels 61, 62, 63 et 64.

L'électrodistributeur 61 commande le mouvement de déploiement-reploiement par l'intermédiaire du moteur hydraulique 65 qui actionne un treuil. L'électrodistributeur 62 commande le mouvement de dressage-abaissement par l'intermédiaire des vérins 66.

55 L'électrodistributeur 63 alimente les vérins de correction de dévers 67 qui provoquent la rotation de la partie 5 de la tourelle.

L'électrodistributeur 64 commande le mouvement de pivotement à droite ou à gauche par l'intermédiaire du moteur 68.

Chacun des électrodistributeurs 61, 62, 63, 64 est du type proportionnel c'est-à-dire qu'il délivre un débit proportionnel à la tension de commande des bobines. Un électrodistributeur 51 mis sous tension dès que l'un des électrodistributeurs 61, 62, 63, 64 est également mis sous tension, permet d'envoyer à la pompe 52 l'information de pression maximale nécessaire dans les circuits qui modifie la cylindrée de pompe de façon à ce qu'elle délivre juste le débit nécessaire à l'utilisation, à la pression régnant dans le circuit d'utilisation.

En l'absence de tension de commande de l'électrodistributeur 51, le débit de la pompe 52 est nul. Ainsi dans le cas où un arrêt d'urgence est demandé par l'opérateur, entrée E13 du microprocesseur, le microprocesseur coupe l'alimentation électrique du distributeur 51, sortie S19 du microprocesseur (pilotage pression d'huile de la pompe à valeur nulle par état 0 de sortie).

On a représenté à la figure 8 l'organigramme général des opérations effectuées par le système électronique à microprocesseur.

Dès que le véhicule est correctement calé, le pressostat 60 effectue la mise sous tension du système électronique qui entre en fonction et effectue les opérations suivantes :

- initialisation des mémoires ;
- lecture des entrées E1 à E51 et stockage en mémoire travail ;
- calcul des paramètres hauteur, portée ;
- comparaison de la portée réelle avec les portées limites ;
- calcul des valeurs maximales de longueur développée L, portée P, hauteur H possibles avant d'atteindre la prochaine limite à angle de dressage constant ;
- vérification si l'échelle est utilisée avec sa plate-forme de travail : si OUI, la vitesse maximale possible de chacun des mouvements Dressage/Abaissement, Déploiement-Reploiement, pivotement droite ou gauche, est réduite car dans ce cas l'échelle est susceptible d'être manoeuvrée avec du personnel dans la plate-forme. Dans le cas contraire, la vitesse maximale est simplement limitée par les composants hydrauliques et mécaniques ;
- arrêt d'urgence : si l'arrêt d'urgence (sécurité coup de poing, entrée E13) a été actionné, il y a arrêt de tous les mouvements par retour à zéro des électrodistributeurs 61, 62, 63, 64 et passage de la pompe 52 à débit nul comme précédemment indiqué. Ensuite, le programme se repositionne au début et se réexécute.

Si l'arrêt d'urgence n'est pas demandé, le programme se poursuit.

Vérification de la valeur de l'angle de dressage α :

S'il est inférieur ou égal à 20° l'influence du dévers sur l'échelle est négligeable et l'échelle doit être à la position correspondant à un dévers nul ($\delta = 0$) afin de permettre éventuellement un retour de l'échelle sur son support route.

Dans le cas où elle ne le serait pas, les mouvements sont arrêtés et l'échelle est remise à la position $\delta = 0$.

S'il est supérieur, il y a vérification que la correction de dévers est effectuée et que le dévers maximal admis n'est pas atteint (Entrée E24). Dans le cas contraire, il y a arrêt des mouvements pour correction du dévers et retour au début du programme.

Le programme comporte ensuite le test de surcharge de l'échelle (Entrée E51).

Si OUI, il y a arrêt des mouvements aggravant le cas de charge, que sont le déploiement et l'abaissement, et poursuite du programme par examen des autres mouvements.

Si NON, le programme se poursuit.

Le programme comporte ensuite le contrôle successif des différents mouvements :

Le principe de contrôle des mouvements est le même pour tous les mouvements hormis le repliement pour lequel il peut se superposer la concordance automatique des échelons.

Ces mouvements d'abaissement, déploiement, puis dressage sont contrôlés de la façon suivante :

Le mouvement est-il demandé par l'opérateur ? (Entrées E41 à E43)

NON : maintien ou mise en position d'arrêt de ce mouvement.

OUI : ce mouvement est-il en fin de course ou engendre-t-il un choc ?

Si OUI : arrêt du mouvement.

Si NON : poursuite du programme.

Ce mouvement s'approche-t-il d'un arrêt automatique (zone ralentie) ?

Si NON : le mouvement est exécuté à la vitesse demandée.

Si OUI : la vitesse maximale possible en fonction du prochain arrêt est déterminée par le microprocesseur et le mouvement est exécuté à cette vitesse si la vitesse demandée est supérieure ou égale à cette vitesse (voir description plus loin).

Reploiement : le principe est le même hormis que si le mouvement n'est pas demandé, le système contrôle si la concordance automatique des échelons est demandée :

Si NON : il y a arrêt du repliement.

5 Si OUI : il y a repliement lent de l'échelle dans le cas où les échelons ne sont plus en concordance, ou arrêt s'il sont déjà en concordance.

Vérification de l'angle de dressage α :

10 Supérieur ou égal à 70° : la manoeuvre de pivotement est stoppée car par le jeu du dévers du châssis l'angle de dressage peut augmenter. Puis le programme reprend au début.

Inférieur à 70° : il y a contrôle des mouvements de pivotement à droite ou à gauche de façon semblable aux autres mouvements puis retour au début du programme.

15 Les figures 9, 10 et 11 représentent l'organigramme détaillé du calcul des hauteurs et portées, de la mémorisation de la position des poutres support des vérins de stabilisateur, de l'affichage des limites de charges autorisées et de la mise en mémoire de la portée limite correspondant au cas de fonctionnement.

20 Comme indiqué dans la case « calcul » de la figure 9, le microprocesseur après avoir lu tous les paramètres d'entrée, calcule la portée P, la hauteur H, les valeurs maximales de longueur développable L maxi avant arrêt automatique à angle de dressage constant et hauteur H maxi correspondante, la valeur maximale de l'angle de dressage α_2 correspondant à la portée maximale pour laquelle il doit y avoir arrêt automatique à longueur développée L constante ; l'angle de dressage α_r , la portée P_r et la longueur développée L_r de début de ralentissement des mouvements. $\Delta\alpha$ correspond à une plage angulaire de ralentissement de l'abaissement avant arrêt automatique, et ΔP et ΔL à deux plages de ralentissement avant arrêt automatique en portée ou longueur développée.

25 Les différentes valeurs prises en compte sont mémorisées dans des mémoires indiquées dans la case « Calcul » de la figure 9, par la lettre M suivie d'un indice d'identification. Pour ces calculs, le microprocesseur utilise la mémoire M20 dans laquelle est stockée la portée maximale correspondant au cas d'utilisation de l'échelle (fig. 3 et 11).

A la mise en marche cette mémoire est initialisée. Les valeurs ainsi calculées sont affichées sur les sorties indiquées dans la case « Affichage ».

30 Le microprocesseur contrôle ensuite dans quelle position sont les vérins de calage 2 et quelle est l'orientation θ de l'échelle par rapport à l'axe longitudinal du véhicule. Si l'orientation θ de l'échelle ne présente pas un écart supérieur à $\pm 25^\circ$ par rapport à l'axe longitudinal du véhicule la portée utile est la portée maximale pour la charge considérée et elle est indépendante de la position des stabilisateurs. Pour des orientations différentes de l'échelle, le microprocesseur mémorise la position des poutres situées du côté où l'échelle est orientée (mémoires M2, M3, M4, fig. 9).

35 Le microprocesseur procède ensuite à l'affichage du cas de charge (fig. 10). Il examine si l'échelle est utilisée avec ou sans sa plate-forme (entrée E9) quel est le choix de charge fait par l'utilisateur (1, 2 ou 3 hommes sur la plate-forme, échelle en appui, entrées E10, E11, E12) et il compare, dans le cas de l'échelle utilisée sans plate-forme, la portée réelle de l'échelle stockée dans la mémoire M21, aux portées limites autorisées en fonction de la position des stabilisateurs ; il en déduit la charge maximale possible et procède à l'allumage du voyant correspondant et à l'extinction des autres voyants par les sorties S3 à S9 (voyants 33 à 39).

40 Le microprocesseur contrôle ensuite s'il y a concordance des échelons et il fait l'affichage correspondant (voyant 41).

La séquence suivante est relative à l'émission d'un signal sonore lorsqu'il y a changement de cas de charge ; ainsi un signal sonore de durée 1 seconde est émis lorsque la portée devient égale à P4, P5, P6, P7, P8 ou P9.

45 La séquence suivante (fig. 11) affecte à la mémoire M20 la portée maximale (afficheur 30) correspondant au cas d'utilisation de l'échelle et en réalise l'affichage (sortie S30). Le microprocesseur procède ensuite à la limitation des vitesses maximales possibles des mouvements dans le cas où l'échelle est utilisée avec sa plate-forme, comme déjà indiqué (test passant par E9).

Le principe de fonctionnement de commande des mouvements est décrit à l'aide de la figure 12 en prenant comme exemple l'abaissement de l'échelle (avec signaux analogiques sous forme de tension).

50 L'opérateur, par l'intermédiaire d'un manipulateur de commande de Dressage/Abaissement, demande l'abaissement de l'échelle et envoie au système électronique une tension proportionnelle à la vitesse demandée. Le système de commande et de contrôle vérifie si le mouvement demandé est exécutable en fonction des divers paramètres de sécurité inscrits au programme et génère, s'il y a compatibilité, le signal de commande (sortie S33) qui sera pris en compte par l'électrodistIBUTEUR (62) de commande du mouvement considéré. Les commandes des mouvements, dans l'exemple choisi, se font de la façon suivante :

55

$E41 = 0 \text{ Volt } (\pm 1 \text{ V}) = \text{pas de mouvement}$

$-1 \text{ Volt} > E41 > -6 \text{ Volts} = \text{demande d'abaissement}$

+ 1 Volt < E41 < + 6 Volts = demande de dressage.

Comme l'indique l'organigramme de la figure 12, le MPU compare la valeur analogique E41 (stockée avec RAM) avec la valeur - 1 Volt (stockée en REPRON). Deux cas peuvent se produire.

5

E41 \geq - 1 Volt = pas d'abaissement demandé

E41 < - 1 Volt = abaissement demandé.

10 Si le résultat de la comparaison est « pas d'abaissement demandé », le MPU met la sortie S33 à 0 (ou la maintient si elle y était précédemment).

Si le résultat est « abaissement demandé », le MPU vérifie, dans l'ordre du programme les valeurs logiques des entrées E18, E25 et E29 (stockées en RAM). Si l'une d'elles est à 1, la sortie S33 est mise (ou maintenue) à 0.

15 Ensuite vient la vérification de la position de l'échelle par rapport au châssis en pivotement et en dressage/abaissement pour éviter toute interférence avec la cabine du véhicule (tests A et B).

Si A et B sont positifs, le MPU met S33 à 0.

Si A est positif et B négatif, le test C est fait.

20 Si C est positif : la sortie analogique S33 génère un signal proportionnel à l'entrée E41 avec une valeur maximale dégressive en conformité avec une courbe de ralentissement avec arrêt de fin de course, mise en mémoire REPRON et que l'on verra plus loin.

Si A est négatif ou C, le MPU vérifie l'entrée logique E27 (test D) et le test E.

Si D ou E est positif la sortie S33 génère comme ci-dessus un signal proportionnel à l'entrée E41 à valeur maximale limitée par ladite courbe de ralentissement avant fin de course.

25 Si D et E négatifs, le MPU génère un signal proportionnel à l'entrée E41 sans correction sauf en cas de demande ou de suppression brutale de la commande du mouvement (entrée E41) ou en ce cas le MPU génère le signal de sortie à l'accélération et à la décélération, selon d'autres courbes de pilotage de vitesse mises en mémoire REPRON, ceci pour avoir un plus grand confort de pilotage de l'échelle et éviter des sollicitations mécaniques désagréables de l'échelle.

30 Dans le cas d'utilisation d'une plate-forme 11 en bout de l'échelle, le MPU qui gère la sortie S33 peut, sans attendre un écart d'horizontalité de la plate-forme, commander simultanément sa mise à l'aplomb en générant un signal proportionnel à S33 sur la sortie S36 : commande proportionnelle de mise à l'horizontale de la plate-forme 11, cette commande proportionnelle pouvant coopérer avec un actionneur non représenté, tel qu'un vérin électrique interposé entre le dernier échelon 10 de l'échelle et la plate-forme pour faire varier l'angle β .

35 De plus, une boucle de contrôle est incorporée au programme, qui permet, par la mesure de l'angle β de la plate-forme par rapport à l'échelle (E45) de mettre au programme un paramètre de correction permettant de supprimer les écarts dus au système électro-hydro-mécanique de commande de puissance des mouvements de l'échelle.

La commande de dressage est contrôlée et exécutée par le MPU suivant le même principe que la commande d'abaissement ci-dessus, avec bien sûr, des paramètres à contrôler propres à ce mouvement.

40 La commande des mouvements de déploiement et de repliement se fait sur le même principe que la commande d'abaissement et de dressage en fonction de l'entrée E42, des tests de sécurité propres à ces mouvements, pour générer un signal proportionnel à la sortie S34 = commande proportionnelle Déploiement/Repliement.

Pour la commande des mouvements de pivotement à droite ou à gauche, le MPU, comme pour la commande d'abaissement et de dressage, mais en fonction de l'entrée E43 et des tests propres à ces mouvements, génère un signal proportionnel à la sortie S35 = Commande proportionnelle de Pivotement à droite ou à gauche.

45 La figure 13 définit l'organigramme de principe du ralentissement automatique des mouvements de pivotement, abaissement ou déploiement avant arrêt automatique, correspondant à la portée maximale admissible.

Le microprocesseur reçoit les ordres de mouvement de l'opérateur. Si la portée P est supérieure ou égale à la portée maximale admissible Pa, le microprocesseur ne commande pas le mouvement.

50 Si la portée P est inférieure à la portée maximale admissible Pa, le microprocesseur compare la portée P à la portée Pr correspondant au début de la zone où le mouvement doit être ralenti afin d'atteindre le point d'arrêt automatique à vitesse nulle.

La figure 14 illustre le diagramme de la vitesse du mouvement en fonction de l'espace parcouru. Dans la zone A correspondant à une portée P inférieure ou égale à Pr, la vitesse du mouvement est celle demandée par l'opérateur et elle peut aller jusqu'à la vitesse maximale Vm permise par les systèmes de commande.

55 Dans la zone B correspondant à une portée P supérieure à Pr et inférieure à Pa, le microprocesseur impose une vitesse maximale définie par la limite C qui joint le point de début de ralentissement où la vitesse peut être maximale au point de fin de ralentissement où la vitesse doit être nulle.

Dans la zone B le microprocesseur commande le mouvement à la vitesse demandée par l'opérateur aussi longtemps que celle-ci est inférieure à la vitesse limite définie par la courbe C, puis à la vitesse correspondant à cette

courbe C lorsque la vitesse demandée par l'opérateur devient supérieure à cette dernière. Un tel système de ralentissement de mouvement n'est efficacement réalisable que grâce à l'utilisation d'un microprocesseur car les zones de ralentissement de chaque mouvement sont fonction du grand nombre de paramètres dont dépend la portée limite Pa et elles doivent être recalculées constamment en cours de mouvement, ainsi qu'on la vu, les divers mouvements de l'échelle pouvant être simultanés et influençant la portée limite Pa. Le microprocesseur limite ainsi dans tous les cas les effets dynamiques néfastes et notamment tout balancement de l'échelle indésirable.

Plus particulièrement le ralentissement des divers mouvements peut être contrôlé de la manière suivante par le microprocesseur.

Ralentissement des mouvements de développement et d'abaissement :

Lorsque la portée P est comprise entre les portées Pr et Pa, le microprocesseur calcule la vitesse maximale admissible pour chaque mouvement correspondant à un ralentissement progressif. Pour cela, chaque mouvement est considéré comme s'il était exécuté seul, cela n'étant possible que grâce à la très grande rapidité de calcul du microprocesseur.

Développement (voir fig. 15 et 16) :

A l'instant t l'extrémité de l'échelle est en N à une distance x de la zone du point d'arrêt automatique. L'espace L étant partagé en n1 pas de décélération, la Vitesse maximale de développement compatible avec le ralentissement progressif est donnée par la relation suivante :

$$V_{Lm}(N) = V_{LMaxi} [1 - (1/n1) \times |(\Delta L - x)/(\Delta L/n1)|]$$

Le microprocesseur qui possède en mémoire la relation vitesse-ordre de commande S34 du mouvement de développement, détermine l'ordre de commande S34_m maximal qui correspond à la vitesse maximale V_{Lm}(N) admissible.

Abaissement (voir fig. 17 et 18) :

de la même façon que pour le développement on a :

$$V_{\alpha m}(R) = V_{\alpha Maxi} [1 - (1/n2) \times |(\Delta \alpha - y)/(\Delta \alpha/n2)|]$$

Le microprocesseur qui possède en mémoire la relation vitesse-ordre de commande S33 du mouvement d'abaissement détermine l'ordre de commande S33_m maximal qui correspond à la vitesse maximale V_{αm}(R) admissible.

Pivotement (voir fig. 19 et 20) ;

Pendant le pivotement, la portée Pa correspondant à l'arrêt automatique peut changer, par exemple lorsque l'échelle s'écarte de l'axe longitudinal du véhicule et que les poutres des vérins sont rentrées ou demi-sorties. Dans ce cas, si l'extrémité T de l'échelle correspond à une portée supérieure à la valeur admissible pour $\theta > \theta_a$ et si $\theta_r < \theta < \theta_a$ le mouvement de pivotement est ralenti progressivement entre θ_r et θ_a de la même façon que précédemment et la vitesse maximale admissible est donnée par :

$$V_{\theta m}(T) = V_{\theta Maxi} [1 - (1/n3) \times |(\Delta \theta - z)/(\Delta \theta/n3)|]$$

Le microprocesseur qui possède en mémoire la relation vitesse-ordre de commande S35 du mouvement de pivotement, détermine l'ordre de commande S35_m maximal qui correspond à la vitesse maximale V_{θm}(T) admissible.

En variante, il est possible de réaliser une loi de portée en fonction de l'angle de pivotement telle que la trajectoire de l'extrémité de l'échelle projetée sur le plan horizontal soit une parallèle à l'axe longitudinal du véhicule dans le secteur où il peut y avoir risque de basculement, cette loi étant illustrée par la courbe (C) représentée sur la figure 19.

La figure 21 définit l'organigramme de principe de la mise à l'horizontale de la plate-forme de travail 11.

Pour que la plate-forme de travail reste horizontale, le microprocesseur commande simultanément le mouvement angulaire de la plate-forme et le dressage ou l'abaissement de l'échelle à la même vitesse. Pour éviter les risques de dérive, des capteurs de types connus tels que potentiomètres ou codeurs angulaires mesurent l'angle de dressage α et l'angle β du plancher de la plate-forme par rapport à l'échelle.

En cas d'écart, le microprocesseur calcule la vitesse nécessaire pour suivre le mouvement de dressage ou abaissement et pour supprimer l'écart de position au bout d'un temps défini, par exemple 5 secondes.

Ce dispositif qui réalise le mouvement angulaire simultané de la plate-forme 11 et de l'échelle permet d'avoir une mise à l'horizontale de la plate-forme précise et sans à-coup, ce qui améliore le confort des passagers.

Lorsque l'opérateur demande un mouvement qui devient dangereux pour la stabilité du véhicule, le microprocesseur provoque ainsi qu'exposé l'arrêt automatique de ce mouvement lorsque la limite est atteinte, après avoir réalisé la

L'arrêt du mouvement étant effectif, le voyant demandant le dressage ou le repliement (S11 - voyant 45, fig. 6) s'allume.

L'opérateur, pouvant être dans un contexte de panique, peut ne pas réagir immédiatement et se demander pourquoi l'échelle n'est plus commandée. C'est alors que l'émission d'un message parlé prend toute sa valeur et est ici assurée à partir du microprocesseur selon le schéma de la figure 22.

Le microprocesseur à ce moment, envoie par les BUS, les informations nécessaires à la diffusion du message correspondant au cas de figure ayant provoqué l'arrêt automatique. Les circuits mémoire 69 et synthétiseur de paroles 70 fabriquent la phrase à diffuser qui, après amplification en 71 est transmise à un haut-parleur 72 placé près de l'opérateur d'échelle agissant dans le véhicule. Un deuxième poste d'écoute 73 peut être mis au poste de commande d'échelle

situé dans la plate-forme 11 pour informer un opérateur agissant à partir de la plate-forme. L'utilisation d'un microprocesseur permet par ailleurs une plus grande facilité d'adaptation à des contraintes particulières. Ainsi, lorsque l'échelle ou le bras élévateur est monté sur différents types de châssis-cabine, les limites de fonctionnement changent et il suffit de modifier les valeurs mises en mémoire. De même, si des modifications ou des options sont demandées dans le système de sécurité, il suffit d'ajouter éventuellement des capteurs supplémentaires et de modifier le programme. C'est dire que de nombreuses variantes peuvent être aisément adaptées tout en restant dans le cadre de l'invention.

Revendications

1. Dispositif de commande d'échelle orientable déployable, ou bras élévateur analogue, muni d'une plateforme articulée propre à transporter une ou plusieurs personnes, comprenant au moins une commande de dressage ou abaissement, une commande de déploiement et repliement et une commande de pivotement à organes de sélection manuelle des mouvements désirés, des actionneurs de dressage et d'abaissement, de déploiement et repliement, et de pivotement, lesdits organes de sélection étant adaptés pour fournir des signaux électriques représentatifs du sens de commande et de la vitesse désirée d'exécution des mouvements désirés, caractérisé par le fait qu'il comprend un microprocesseur lecteur des signaux de commande recevant lesdits signaux électriques, ledit microprocesseur comprenant en mémoire: les portées maximales à ne pas dépasser en fonction de divers paramètres sélectionnables et prédéterminés de mise en service de l'échelle, incluant des choix de charges prédéterminées et des orientations d'échelle prédéterminées; une séquence de calcul cyclique de la portée réelle à partir des informations données par des capteurs de mesure de l'angle de dressage et de la longueur déployée; une séquence de comparaison cyclique de la portée réelle calculée avec la portée maximale correspondant aux conditions de mise en oeuvre prédéfinies et autorisant ou non le mouvement demandé, par le fait que ledit microprocesseur comprend en mémoire une loi de décélération, des mouvements d'abaissement et de déploiement au moins, dans des zones terminales prédéterminées d'évolution de ces mouvements correspondant à une certaine approche de la portée maximale d'utilisation prédéterminée correspondant au cas d'utilisation de l'échelle, compte tenu du choix de charge fait par l'utilisateur, lesdites zones terminales étant limitées par ladite portée maximale d'utilisation prédéterminée et étant recalculées constamment par le microprocesseur en cours de mouvement, et par le fait que le microprocesseur comprend en mémoire une séquence de comparaison cyclique dans cette approche de la vitesse de commande affichée à la vitesse dérivée de ladite loi pour chaque mouvement considéré, destinée à imposer ladite loi lorsque la vitesse de commande affichée est excessive, en fournissant aux sorties du microprocesseur commandant ces mouvements des signaux représentatifs de la vitesse de commande affichée ou automatiquement modifiés en fonction de ladite loi pour atteindre la portée maximale prédéterminée à vitesse nulle; lesdites sorties étant connectées à des organes de commande électrique proportionnelle d'activation des actionneurs des mouvements considérés.
2. Dispositif de commande selon la revendication 1, caractérisé en ce que le microprocesseur comprend en mémoire une loi d'accélération à la mise en marche et une loi de décélération à l'arrêt, imposées en réponse à tout signal de commande volontaire de mise en marche et d'arrêt pour chaque mouvement considéré.
3. Dispositif de commande selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte des capteurs de positions limites pour les mouvements considérés imposant ladite loi de décélération avant arrêt.

4. Dispositif de commande selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au microprocesseur est associée une mémoire d'instructions sélectivement activée en réponse à divers cas limites d'arrêt automatique des mouvements considérés et connectée à un synthétiseur de parole pour émettre des messages parlés d'instructions à l'intention de l'utilisateur.

5. Dispositif de commande selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte, connectés au microprocesseur, des circuits d'affichage des valeurs limites déterminées de portée maximale et longueur développée et angle de dressage ou abaissement correspondants, des valeurs réelles de longueur développée et d'angle de dressage mesurées par des capteurs, et de portée correspondante calculée.

6. Dispositif de commande selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte, connecté au microprocesseur, un système avertisseur sonore à actionnement temporaire pour des changements prédéterminés de portée maximale limite, correspondant à des changements de cas de charge possible apparaissant sur des afficheurs également connectés au microprocesseur.

7. Dispositif de commande selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte, connecté au microprocesseur, un système avertisseur sonore à actionnement temporaire à la mise en jeu de ladite loi de décélération automatique pour prévenir du ralentissement imposé avant tout arrêt automatique.

8. Dispositif de commande selon l'une des revendications précédentes, pour échelle ou bras élévateur comportant une plate-forme d'extrémité articulée et un actionneur de mise à l'horizontale de la plate-forme, caractérisé en ce qu'il comporte un capteur de mesure de l'angle de plate-forme par rapport à l'échelle ou au bras et que le microprocesseur comprend en mémoire une séquence de comparaison cyclique des valeurs fournies par le capteur de mesure de l'angle de dressage et le capteur de mesure de l'angle de plate-forme, en vue de fournir sur une sortie du microprocesseur connectée à un organe à commande électrique proportionnelle de l'actionneur de mise à l'horizontale, un signal dérivé du signal de commande de la vitesse de dressage ou d'abaissement en l'absence d'écart de comparaison, ou un signal corrigé en fonction de l'écart de comparaison par une séquence de correction cyclique prévue dans le microprocesseur.

Claims

1. Control device for a rotatable, extendable ladder, or similar lifting arm, provided with an articulated platform suitable for transporting one or more persons, comprising at least a control for raising and lowering, a control for extension and retraction and a control for pivoting, with manual means for selecting the movements desired, and actuators for raising and lowering, for extension and retraction and for rotation, said selecting means being suitable for supplying electrical signals representative of the control direction and the desired speed of execution of the movements desired, characterised by the fact that it comprises a control signal reading microprocessor receiving said electrical signals, said microprocessor comprising in memory: the maximum reaches, not to be exceeded, according to different selectable and pre-determined parameters for operation of the ladder, including pre-determined loading options and pre-determined ladder orientations; a cyclic sequence of calculation of the actual reach from data supplied by sensors for measuring the angle of raising and the length extended; a cyclic sequence of comparison of the calculated actual reach with the maximum reach corresponding to pre-defined operating conditions and authorising or not the movement requested, by the fact that said microprocessor comprises in its memory a law for deceleration, at least for the lowering and extending movements in terminal zones pre-determined for the course of these movements, corresponding to a certain approach to the maximum pre-determined operating reach corresponding to the circumstances in which the ladder is being operated, taking into account the load selection made by the user, said terminal zones being limited by said pre-determined maximum operating reach and being continuously recalculated by the microprocessor during movement, and by the fact that the microprocessor comprises in its memory a cyclic sequence of comparison, in this approach, of the control speed indicated to the speed derived from said rule for each movement concerned, intended for applying said rule when the indicated control speed is excessive, by supplying to the outputs of the microprocessor controlling these movements signals representing the indicated control speed, or automatically modified according to said rule, to obtain the maximum pre-determined reach at zero speed, said outputs being connected to electrical proportioning control means for activating actuators for the movements concerned.

2. The control device according to claim 1, characterised in that the microprocessor contains in its memory a law of acceleration for the start up and a law of deceleration for stopping, imposed in response to any signal of voluntary command for starting up or stopping for each movement considered.

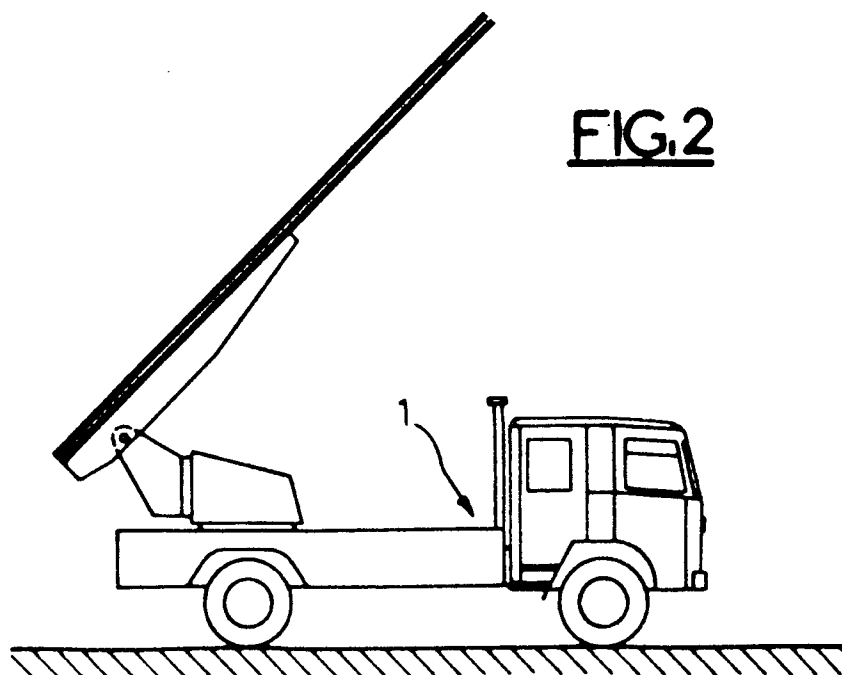
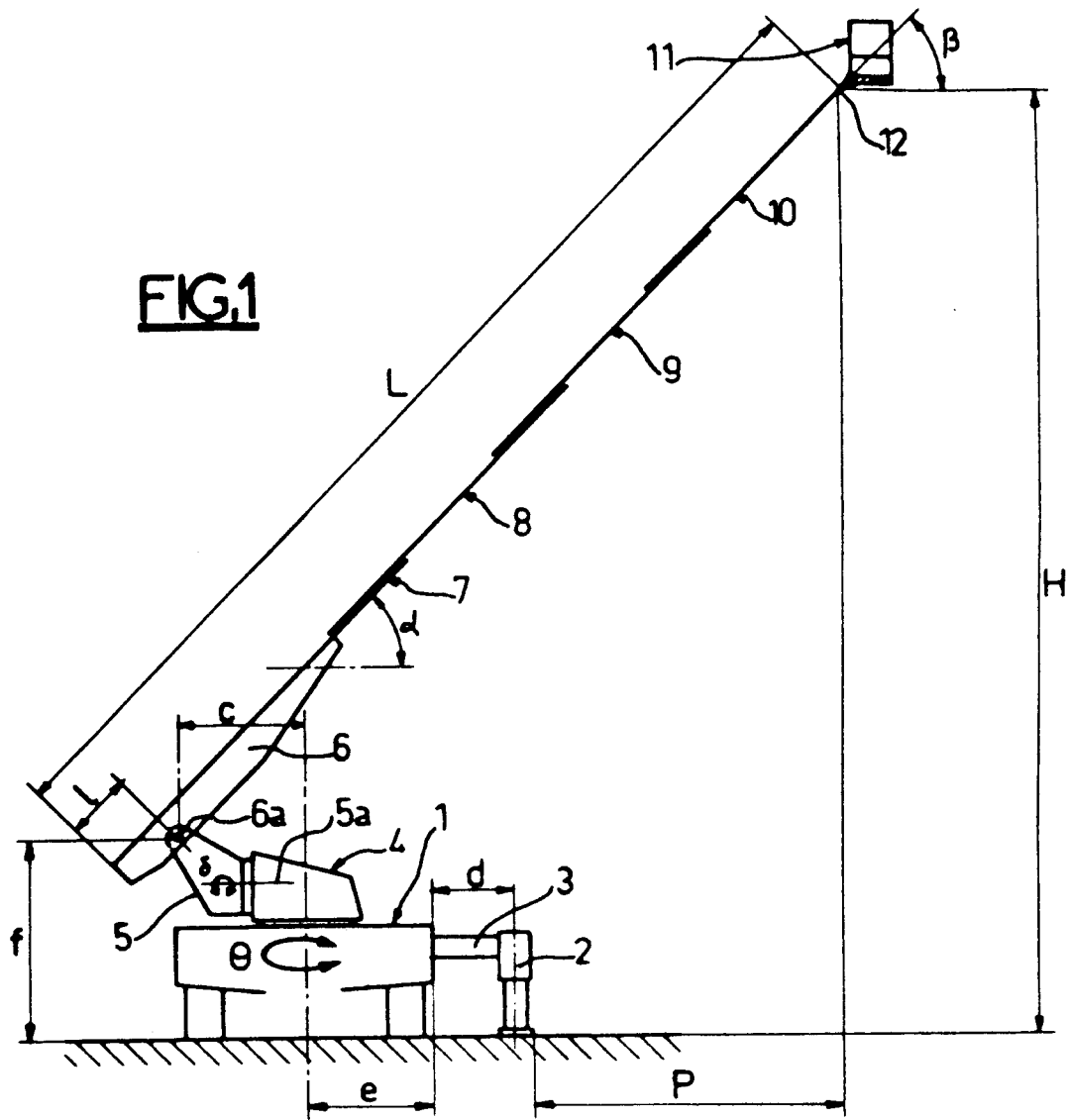
3. The control device according to claim 2, characterised in that it includes sensors of the maximum allowable positions for the movements considered, imposing the law of deceleration before stopping.
- 5 4. The control device according to any of the preceding claims, characterised in that to the microprocessor is associated a memory of instructions selectively activated in response to diverse border-line cases to stop automatically the movements considered and connect to a voice synthesizer to emit spoken messages of instructions for the information of the operator.
- 10 5. The control device according to any of the preceding claims, characterised in that it includes, connected to the microprocessor, display circuits for the determined limiting values of the maximal reach and corresponding developed length and angle of raising and lowering, for the actual values of extended length and vertical angle measured by sensors, and for the corresponding calculated reach.
- 15 6. The control device according to any of the preceding claims, characterised in that it includes, connected to the microprocessor, an audible warning system of temporary activation for the pre-determined changes of the limiting maximal reach, corresponding to changes of the case of possible load appearing on the display equally connected to the microprocessor.
- 20 7. The control device according to any of the preceding claims, characterised in that it includes, connected to the microprocessor, an audible warning system of temporary activation for the entry into use of the said law of automatic deceleration to forewarn of an imposed slowing before an automatic full stop.
- 25 8. The control device according to any of the preceding claims, for a ladder or lifting arm including a platform at its articulated end and an activator to horizontal position of the platform, characterised in that it includes a sensor for the measurement of the angle of the platform relative to the ladder or arm and that the microprocessor contains in its memory a sequence of cyclic comparisons of values supplied by the sensor of the measure of platform angle, in order to apply to an output of the microprocessor connected to an instrument of electric control proportional to the activator of horizontal position, a signal derived from the signal of control of the speed of raising or lowering in the absence of difference of comparison, or a corrected signal according to the difference of comparison by a
30 sequence of cyclic correction provided within the microprocessor.

Patentansprüche

- 35 1. Steuervorrichtung für eine drehbare, ausfahrbare Leiter oder einen gleichartigen Hebearm, die mit einer frei beweglichen, zum Transport einer oder mehrerer Personen geeigneten Plattform versehen ist, umfassend zumindest eine Aus- und Zustellsteuerung, eine Aus- und Einfahrsteuerung und eine Drehsteuerung mit handbedienten Auswahlorganen für die gewünschten Bewegungen, Schaltern für das Aus- und Zustellen, für das Aus- und Einfahren und für das Drehen, wobei die genannten Auswahlorgane geeignet sind, elektrische Signale abzugeben, die für die Steuerrichtung und die für die Ausführung der vorgesehenen Bewegungen gewünschte Geschwindigkeit
40 repräsentativ sind, dadurch gekennzeichnet, daß ein Mikroprozessor vorgesehen ist, der Steuersignale lesen kann und der die genannten elektrischen Signale empfängt; wobei dieser Mikroprozessor gespeichert hat: die aufgrund verschiedener für den Einsatz der Leiter wählbarer und vorbestimmter Parameter einschließlich Auswahlen vorbestimmte Lasten und vorbestimmter Ausrichtungen der Leiter nicht zu überschreitenden maximalen Ausladungen; eine zyklische Rechensequenz für die tatsächliche Ausladung, die sich auf die von Meßfühlern für den Ausstellwinkel und die Ausfahrlänge stammenden Informationen stützt; eine zyklische Vergleichssequenz für die tatsächliche Ausladung, die auf der Grundlage der den vorbestimmten Einsatzbedingungen entsprechenden maximalen Ausladung berechnet wird, und die die gewünschte Bewegung zuläßt oder nicht; und daß der Mikroprozessor gespeichert hat ein Verzögerungsgesetz zumindest für Ausstell- und Ausfahrbewegungen innerhalb von für den Ablauf dieser Bewegungen vorbestimmten Endzonen, die einem Näherungswert des vorgegebenen maximalen Verwendungs-
45 bereiches entsprechen, je nach dem Einsatz der Leiter, unter Berücksichtigung der durch den Benutzer erfolgten Lastwahl, wobei die Endzonen durch den vorgegebenen maximalen Verwendungsbereich begrenzt und im Verlauf der Bewegung durch den Mikroprozessor immer wieder neu berechnet werden; und eine zyklische Vergleichssequenz bei dieser Annäherung der angezeigten Steuergeschwindigkeit an die vom genannten Gesetz abgeleitete Geschwindigkeit für jede vorgesehene Bewegung, wodurch das erwähnte Gesetz zwingend zu wirken beginnt, sobald die angezeigte Steuergeschwindigkeit überhöht ist, indem an die Ausgänge des diese Bewegungen steuernden Mikroprozessors Signale weitergegeben werden, die für die angezeigte Steuergeschwindigkeit repräsentativ sind oder automatisch entsprechend dem genannten Gesetz dergestalt modifiziert werden, daß die vorbestimmte, maximale Ausladung mit der Geschwindigkeit Null erreicht wird; wobei diese Ausgänge an propor-
50
55

tionale Organe elektrische Steuerorgane für die Betätigung der Stellorgane für die vorgesehenen Bewegungen angeschlossen sind.

2. Steuervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroprozessor ein Beschleunigungsgesetz bei Inbetriebsetzung und ein Verzögerungsgesetz beim Anhalten gespeichert hat, die jedesmal, wenn für eine vorgesehene Bewegung ein Betriebs- oder Haltesteuersignal eingegeben wird, zwingend zu wirken beginnen.
3. Steuervorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie Endstellungsfühler für die in Betracht gezogenen Bewegungen vorsieht, die das erwähnte Verzögerungsgesetz vor dem Halten aufzwingen.
4. Steuervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an den Mikroprozessor ein Befehlsspeicher angeschlossen ist, der als Reaktion auf verschiedene Grenzfälle automatischen Anhaltens der vorgesehenen Bewegungen selektiv aktiviert wird, und der mit einem Sprachsynthesizer für die Ausgabe von gesprochenen Mitteilungen als Anweisungen für den Benutzer verbunden ist.
5. Steuervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie an den Mikroprozessor angeschlossene Anzeigeschaltungen für die vorbestimmten Grenzwerte der maximalen Ausladung und Ausfahrlänge sowie des entsprechenden Aus- oder Zustellwinkels, die tatsächlichen Werte der ausgefahrenen Länge und des durch Meßfühler erfaßten Ausstellwinkels und die entsprechend berechnete Auslegung umfaßt.
6. Steuervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie ein an den Mikroprozessor angeschlossenes akustisches Warnsystem umfaßt, das jeweils bei Eintritt von vorgegebenen Veränderungen der maximalen Grenzausladung, die auf ebenfalls an den Mikroprozessor angeschlossenen Anzeigegegeräten aufscheinenden Veränderungen eines möglichen Lastfalles entsprechen, vorübergehend in Gang gesetzt wird.
7. Steuervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie ein an den Mikroprozessor angeschlossenes akustisches Warnsystem umfaßt, das durch das Wirken des genannten automatischen Verzögerungsgesetzes zeitweise in Gang gesetzt wird, um vor der jedem automatischen Anhalten zwingend vorangehenden Verlangsamung zu warnen.
8. Steuervorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche für eine Leiter oder einen Hebearm mit einer am Ende angelenkten Plattform und einem Stellorgan für die Horizontalstellung der Plattform, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Meßfühler für die Erfassung des Neigungswinkels der Plattform im Verhältnis zur Leiter oder zum Hebearm umfaßt, und daß der Mikroprozessor eine zyklische Vergleichssequenz der vom Meßfühler für den Ausstellwinkel und dem Meßfühler für den Neigungswinkel der Plattform gelieferten Werte gespeichert hat, um an einen an ein proportionales elektrisches Steuerorgan für das Stellorgan für die Horizontalstellung angeschlossenen Mikroprozessorausgang ein Signal zu liefern, das bei Fehlen einer Vergleichsabweichung vom Steuersignal für die Aus- oder Ausstellgeschwindigkeit abgeleitet wird, oder aber ein Signal, das durch eine im Mikroprozessor vorgesehene zyklische Korrektursequenz auf Grund der Vergleichsabweichung korrigiert wurde.



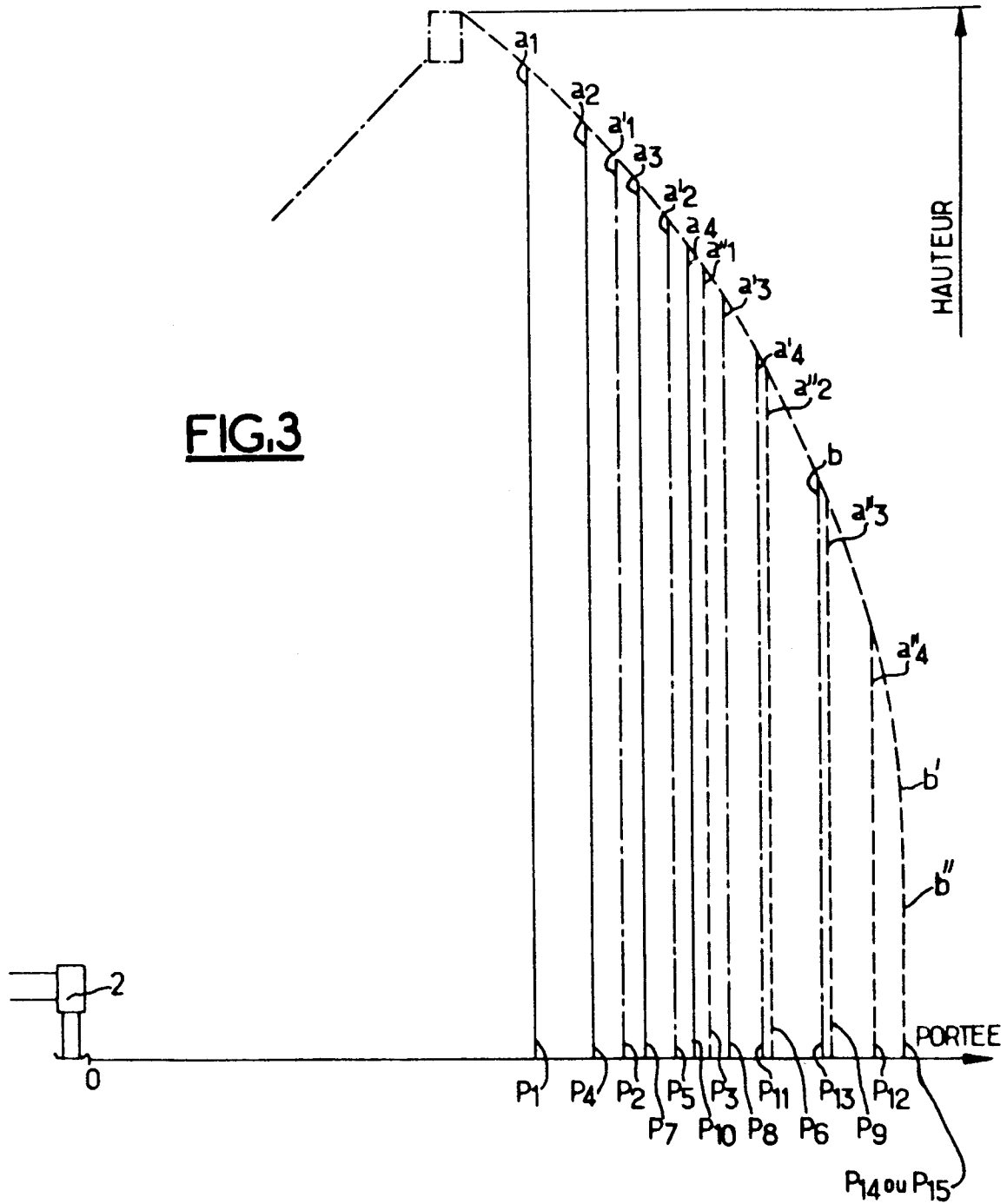


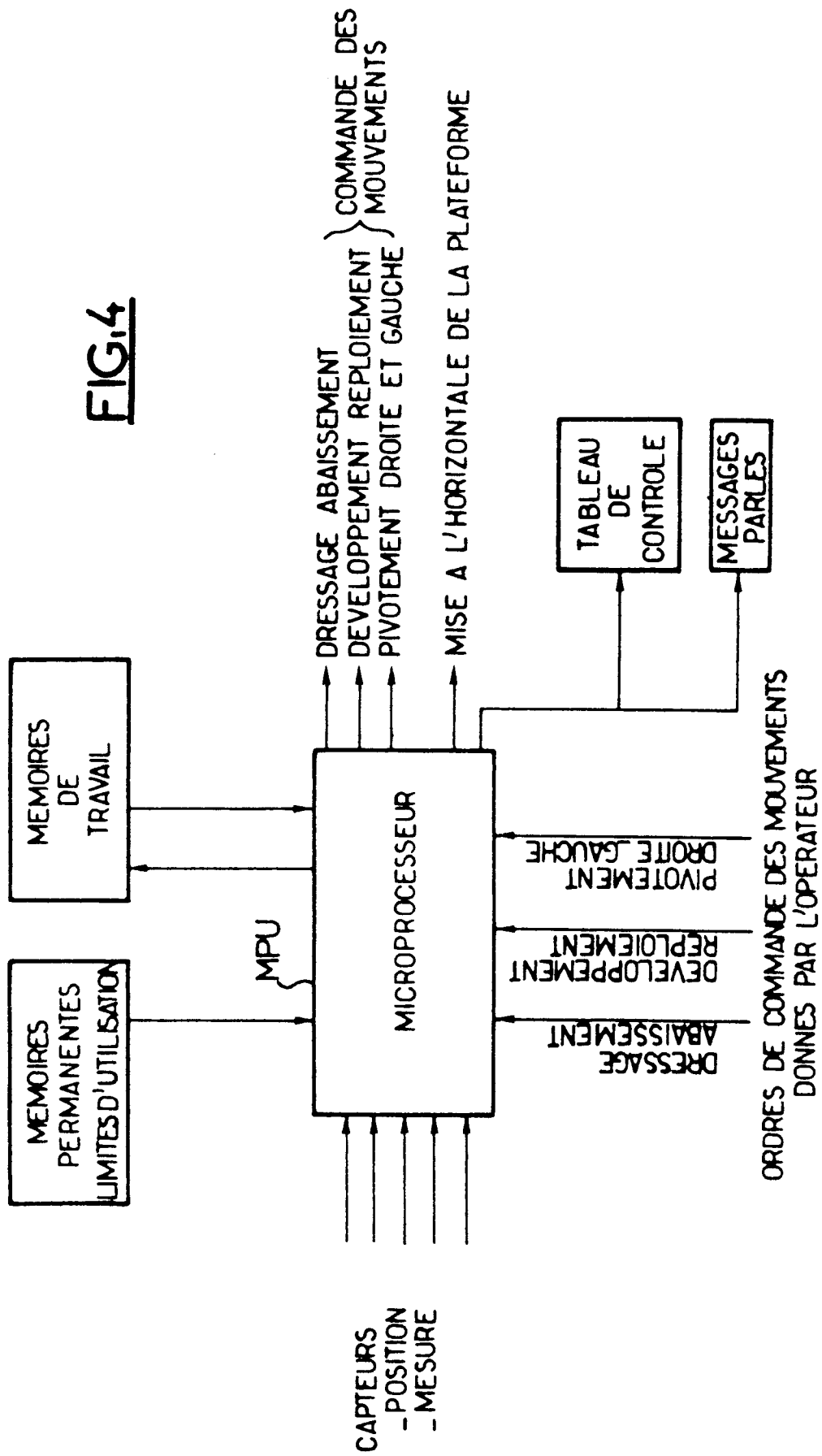
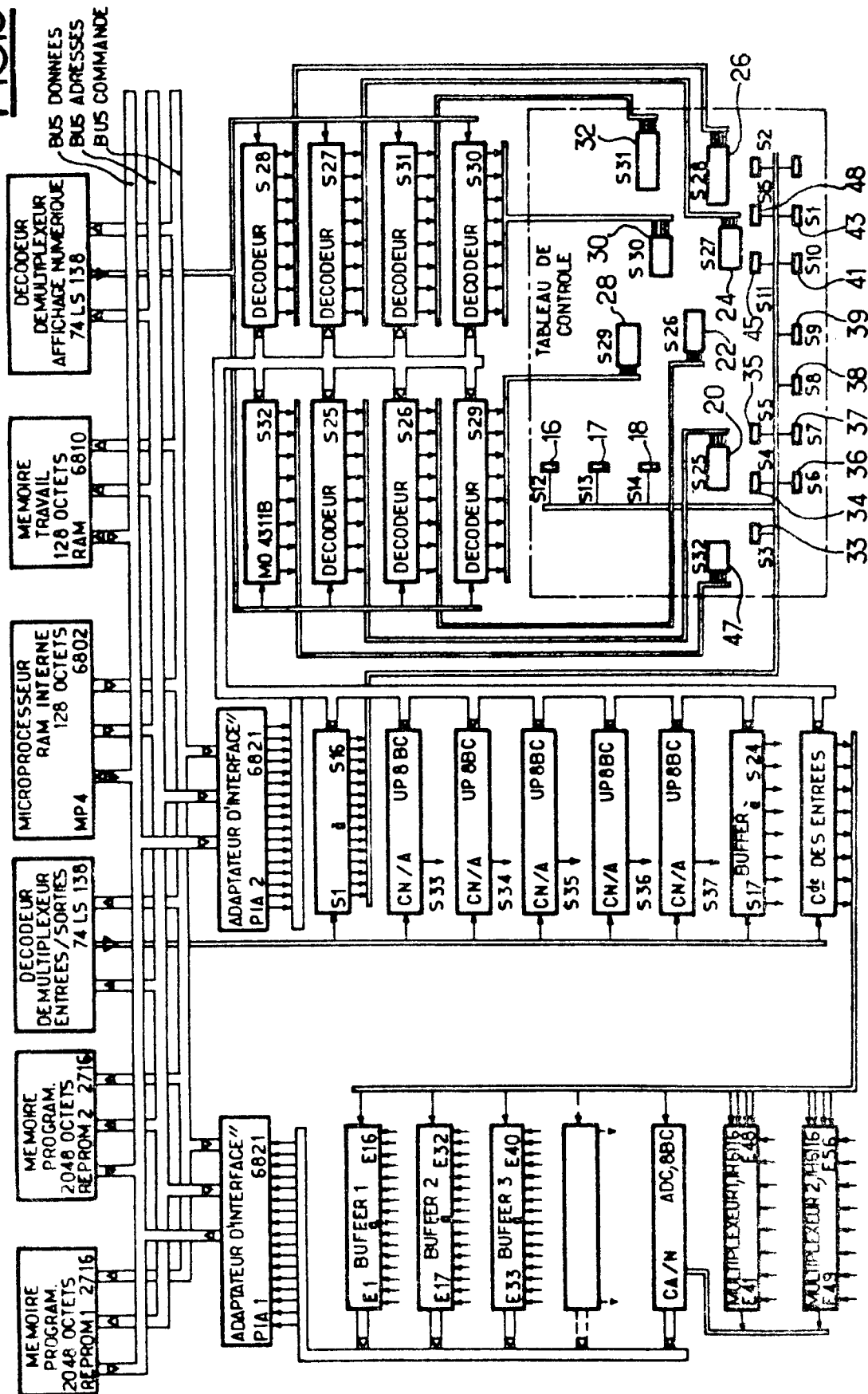
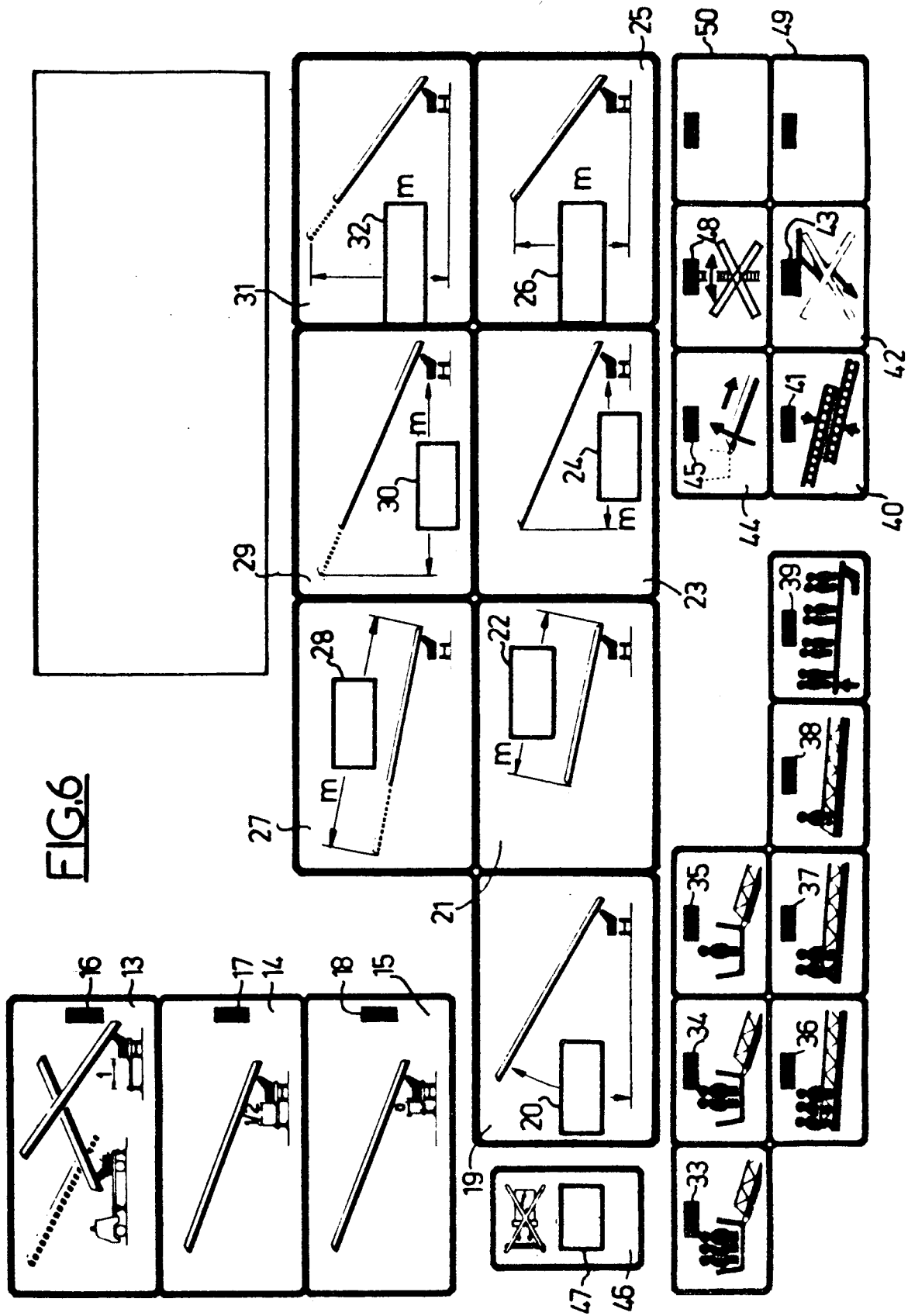
FIG.4

FIG.5





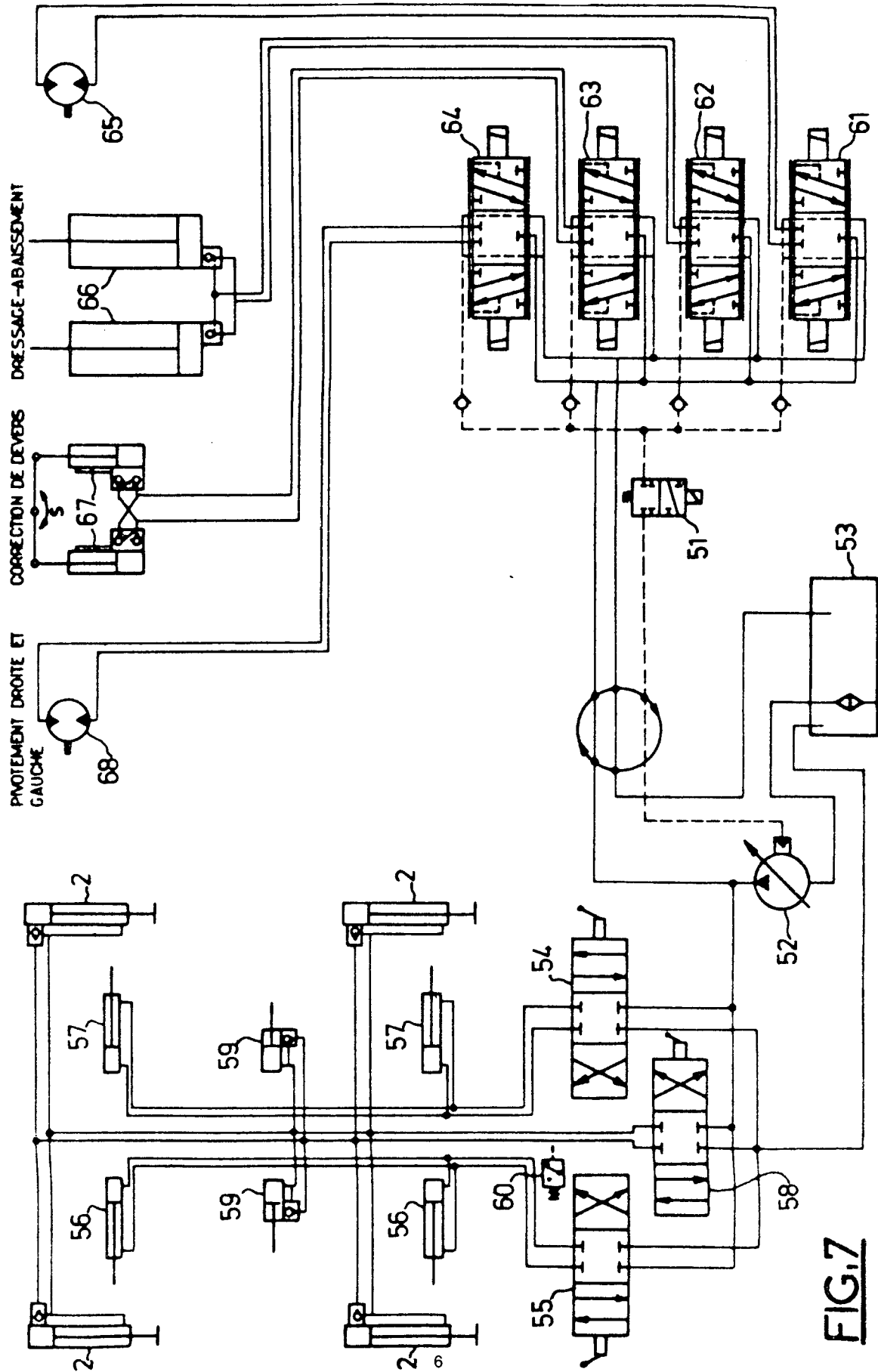


FIG.8

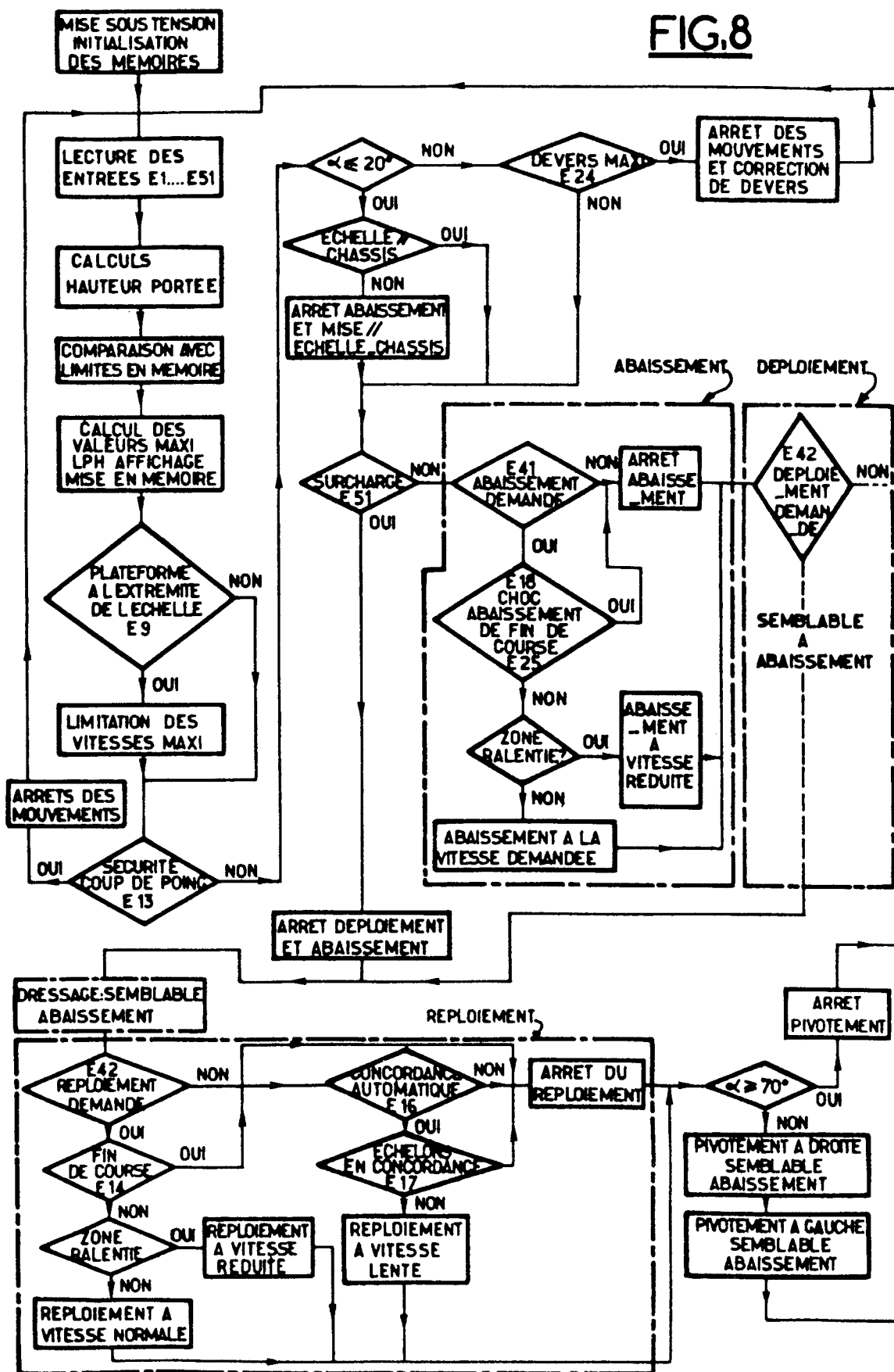
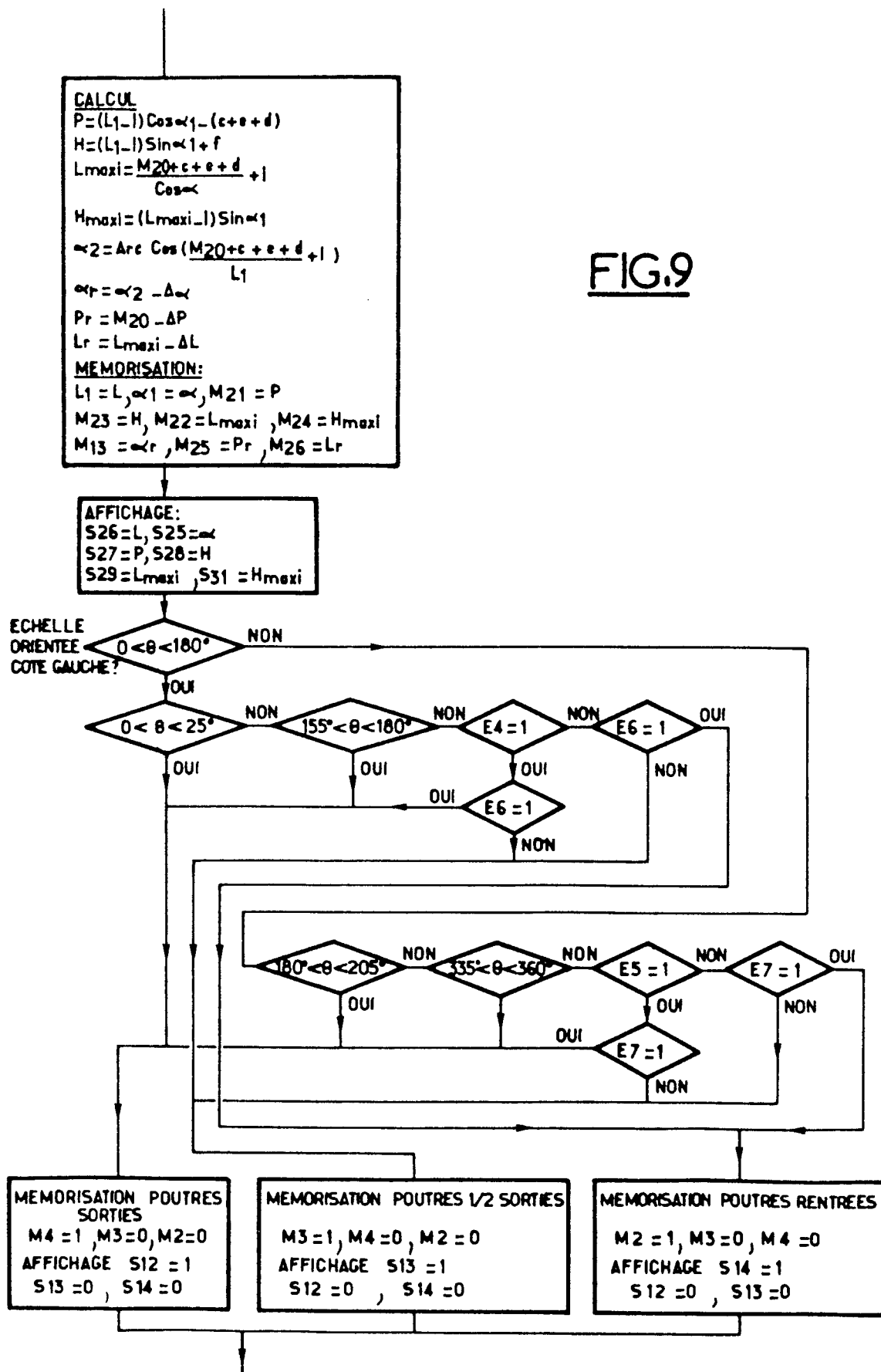


FIG.9



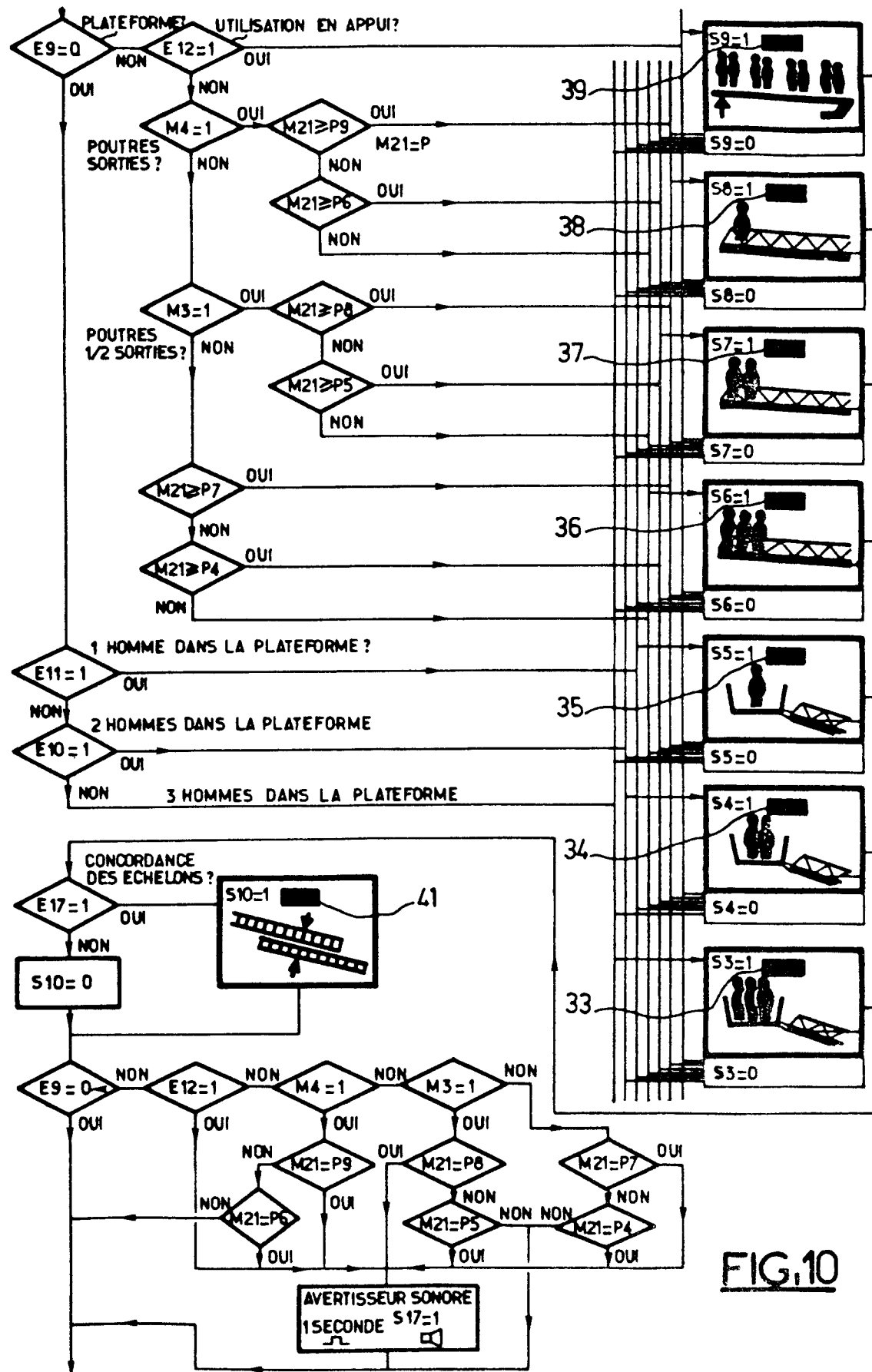


FIG.10

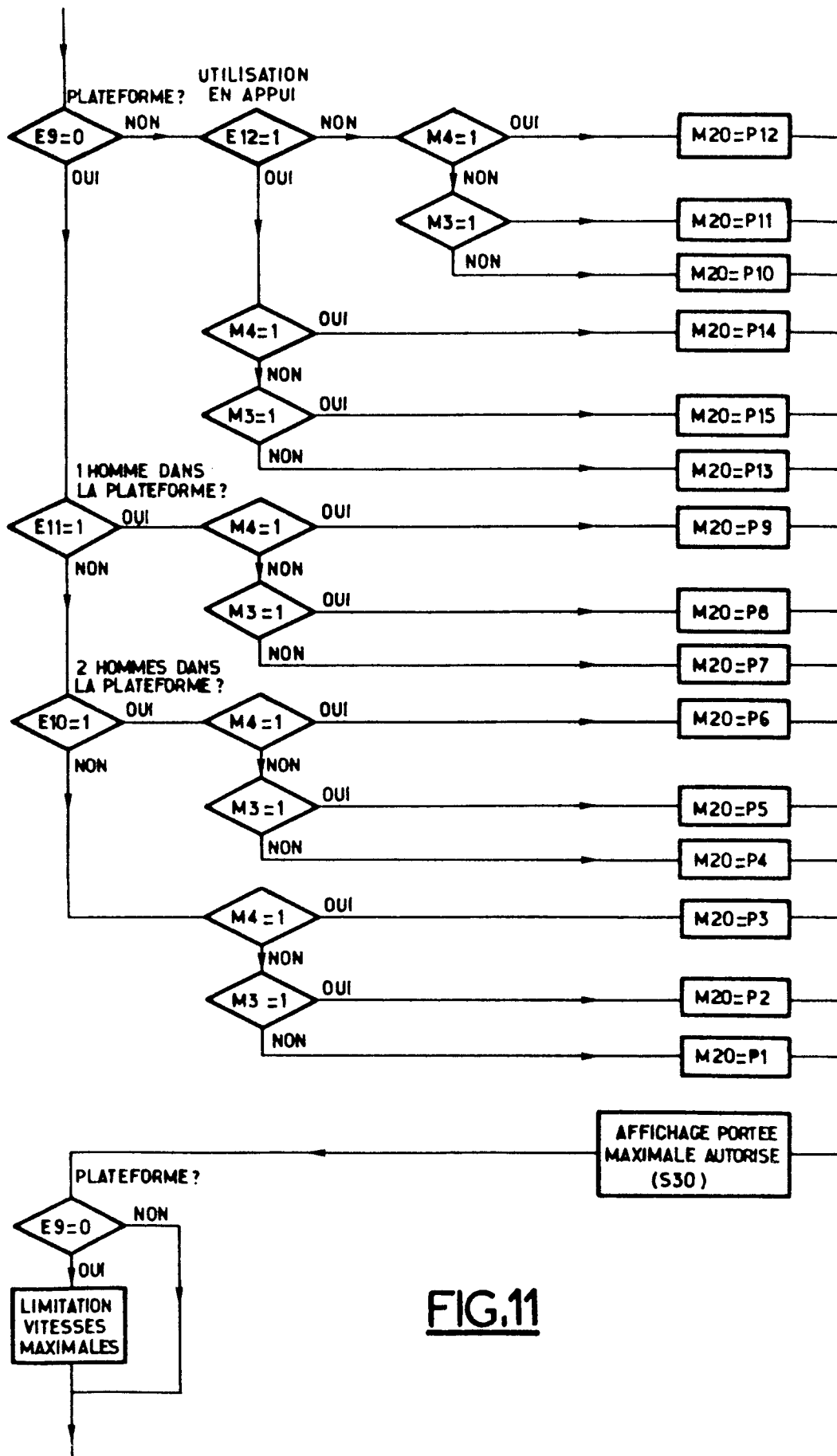


FIG.11

FIG.12

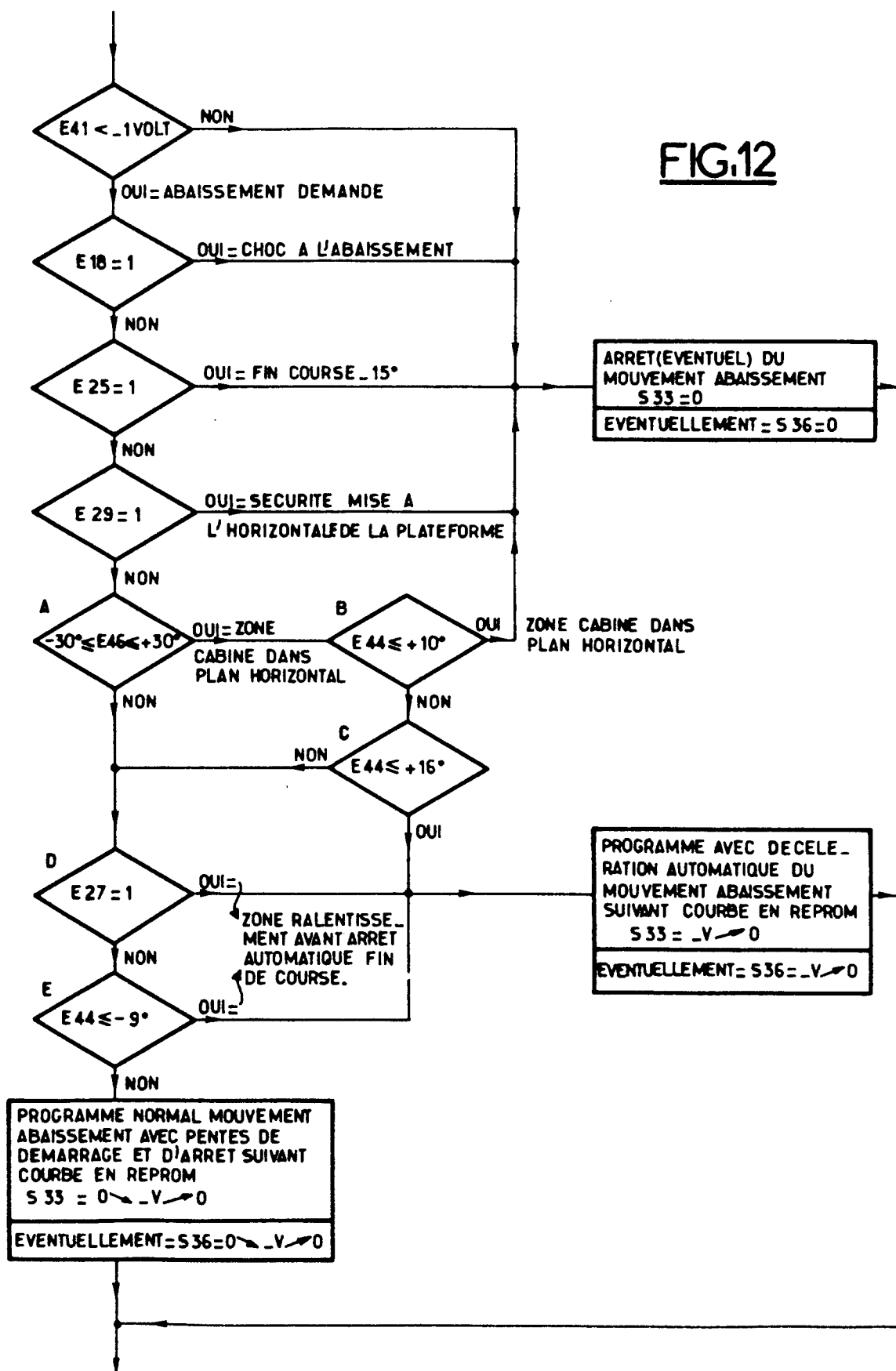
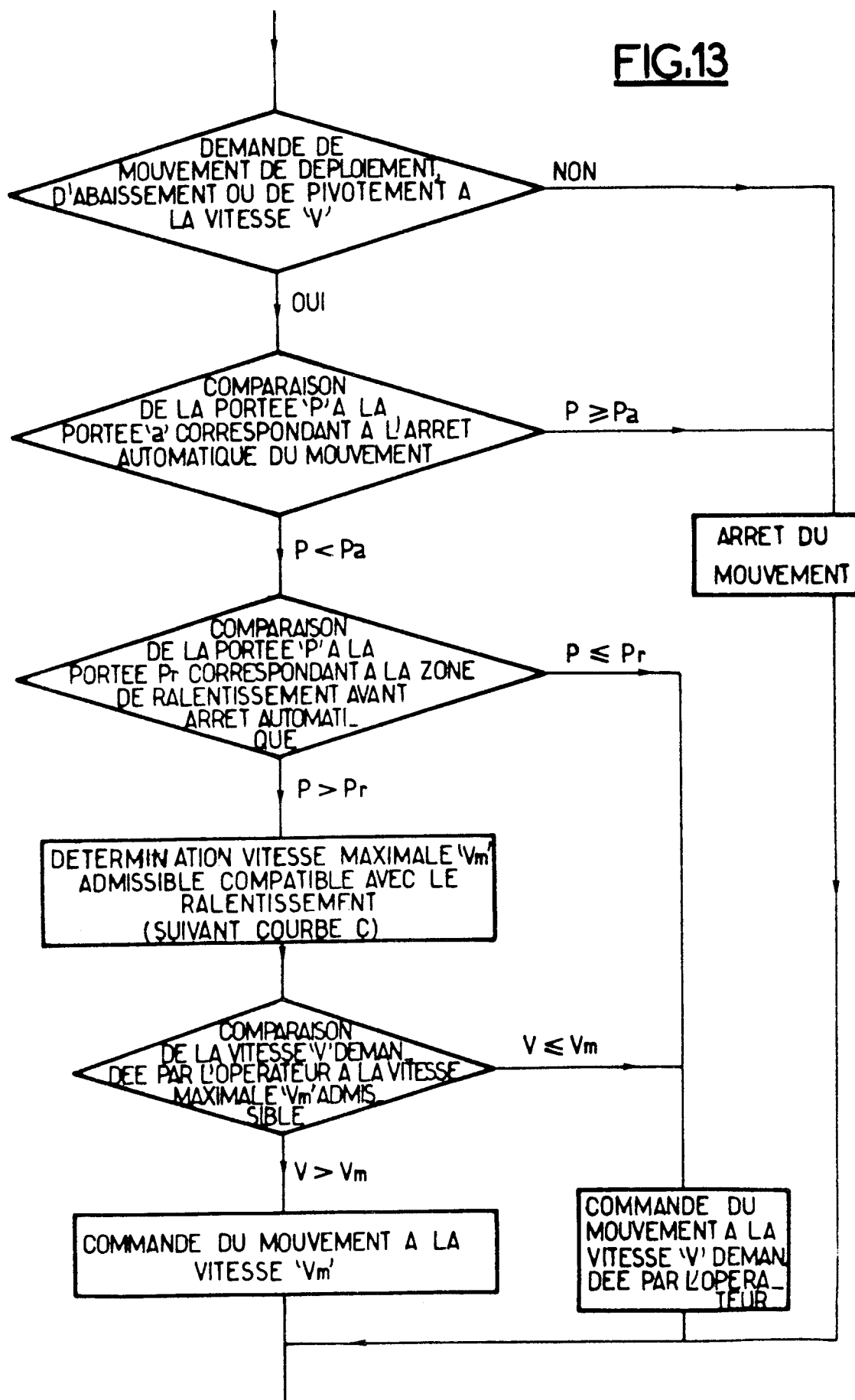
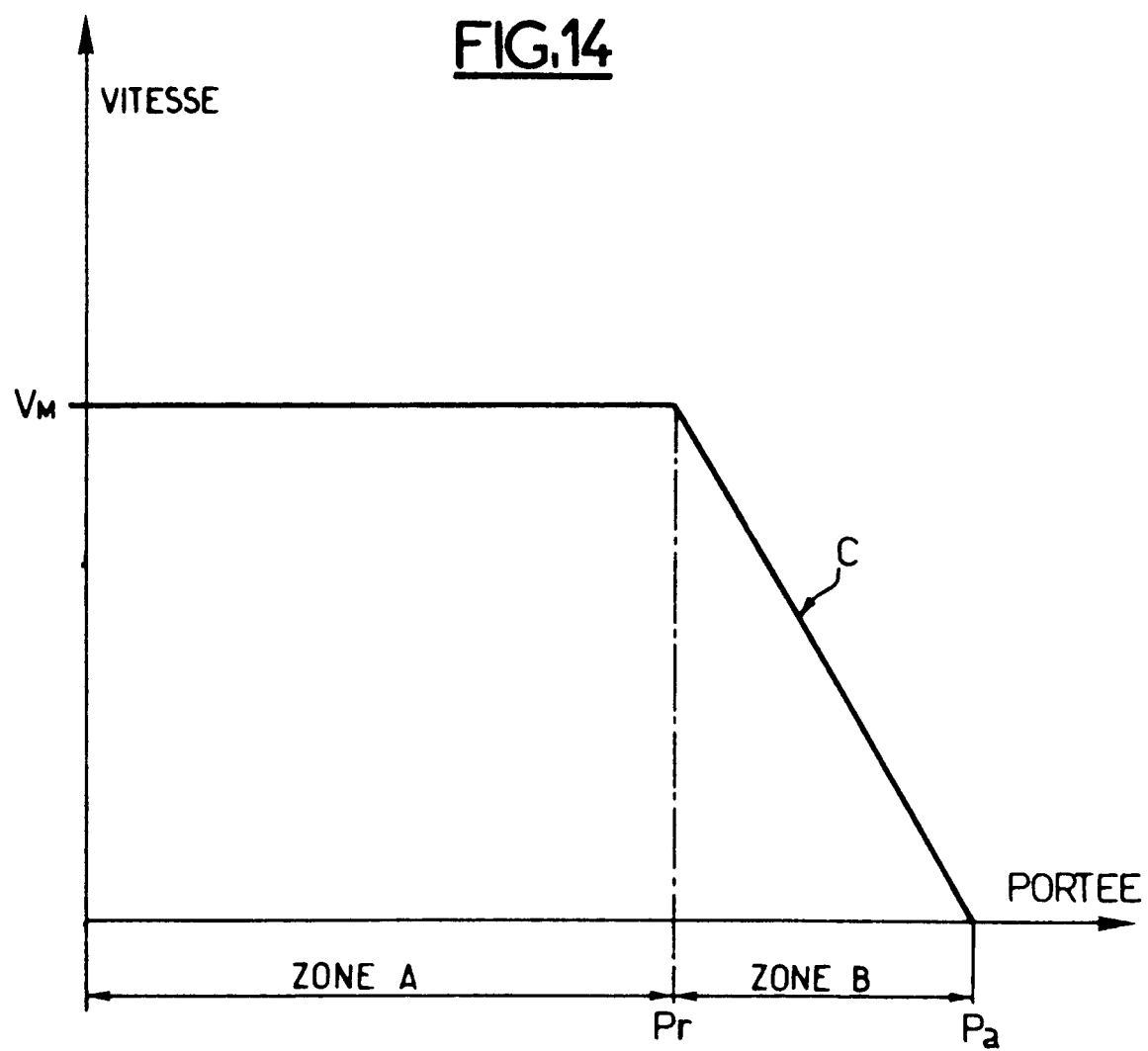


FIG.13



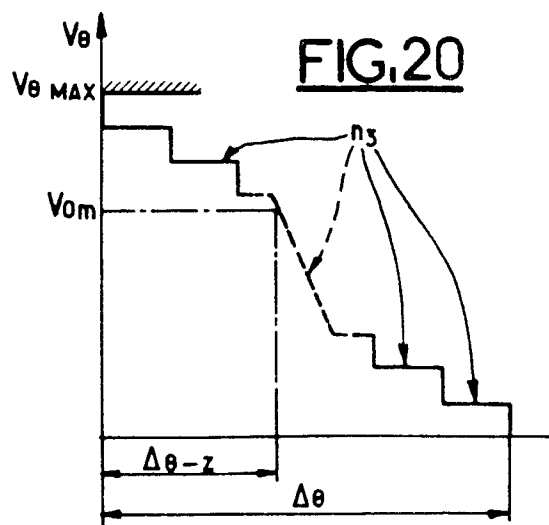
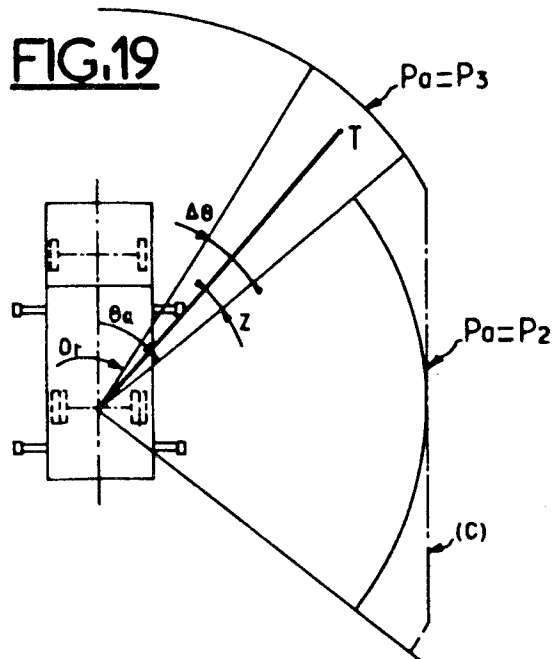
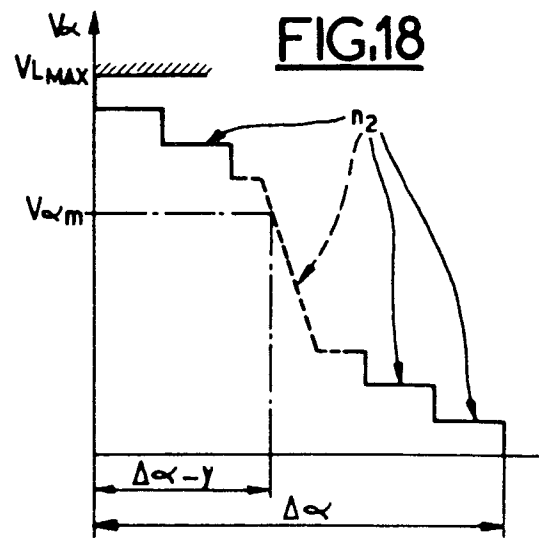
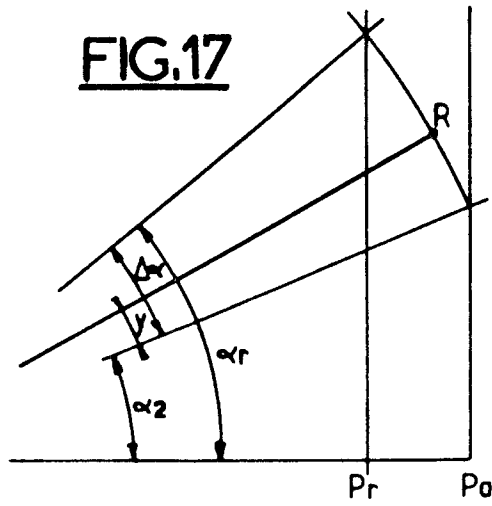
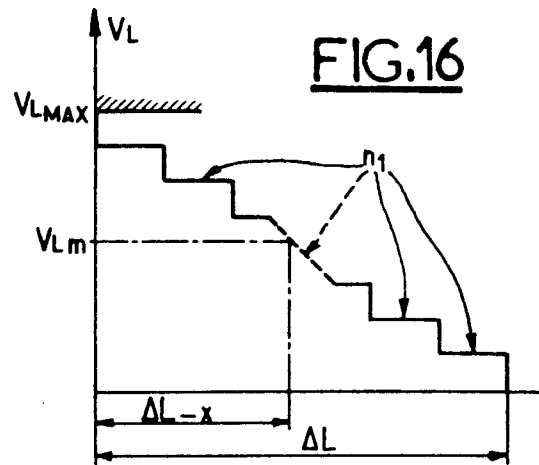
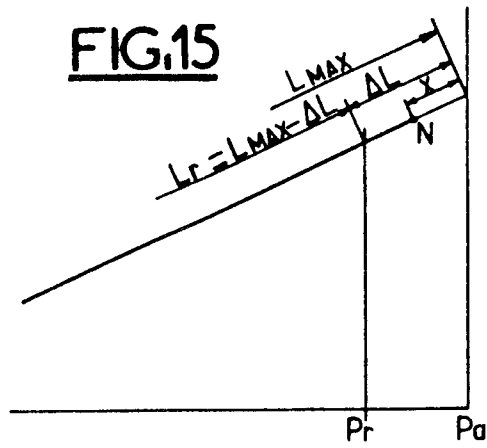


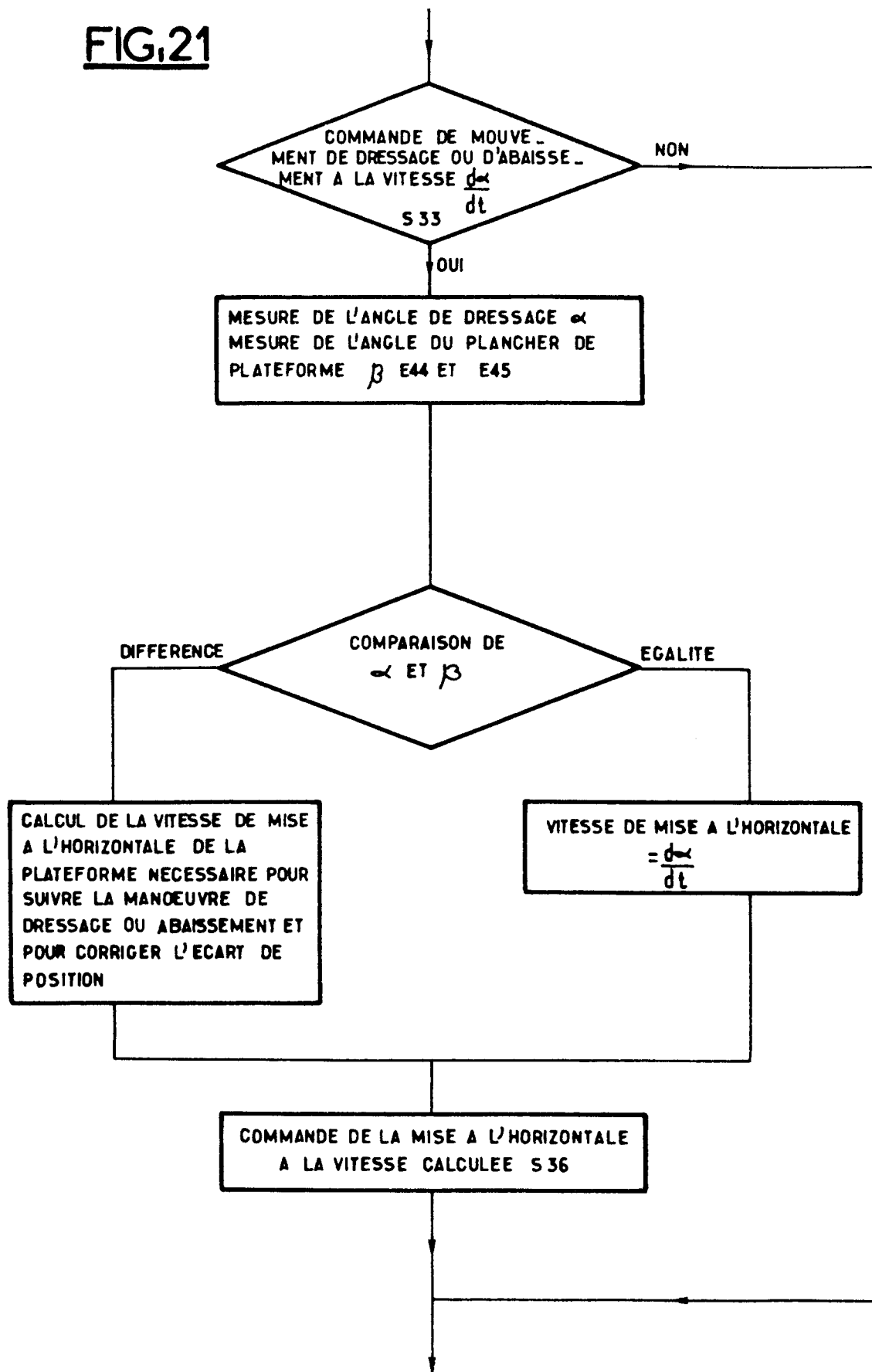
FIG.21

FIG. 22