

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: 83400130.7

(51) Int. Cl.³: **B 24 B 9/10**

(22) Date de dépôt: 19.01.83

(30) Priorité: 20.01.82 DE 3201494

(43) Date de publication de la demande:
27.07.83 Bulletin 83/30

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

(71) Demandeur: **SAINT-GOBAIN VITRAGE**
Les Miroirs 18, avenue d'Alsace
F-92400 Courbevoie(FR)

(84) Etats contractants désignés:
BE CH FR GB IT LI LU NL SE

(71) Demandeur: **Vereinigte Glaswerke GmbH**
Viktoria Allee 3-5
D-5100 Aachen(DE)

(84) Etats contractants désignés:
DE

(72) Inventeur: **Halberschmidt, Friedrich**
Chr. Derichsstrasse 16
Herzogenrath(DE)

(72) Inventeur: **Reinmold, Heinz-Josef**
Schervierstrasse 6
Aachen(DE)

(72) Inventeur: **Schmitz, Alfred**
Eckenberger Strasse 34
Aachen(DE)

(72) Inventeur: **Mund, Heinz**
Stettiner Strasse 45
Aachen(DE)

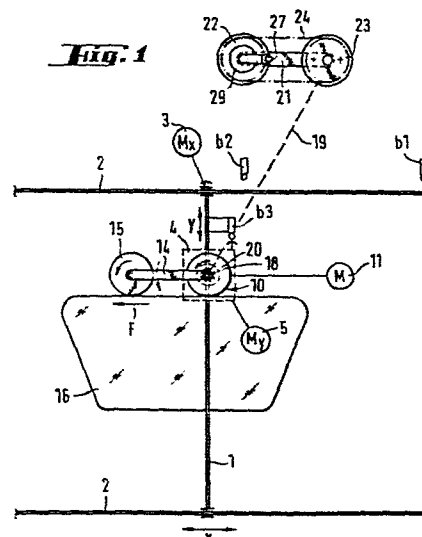
(74) Mandataire: **Leconte, Jean-Gérard et al,**
Saint-Gobain Recherche 39, Quai Lucien Lefranc
F-93304 Aubervilliers Cedex(FR)

(54) Procédé de pilotage d'une machine à meuler les bords de feuilles de verre et dispositifs pour l'exécution de ce procédé.

(57) L'invention concerne la pilotage automatique d'une machine le long des bords d'un objet tel une feuille de verre, en vue du travail de ces bords ou de régions de la surface de l'objet repérables par rapport aux bords.

L'invention propose un procédé de pilotage d'une telle machine dans laquelle la position de l'outil de travail monté sur un chariot mobile dans deux directions perpendiculaires est déterminé par un programme, ce programme étant établi à l'aide d'un organe de palpance des bords de l'objet à travailler, articulé sur le chariot qui porte l'outil de travail, monté à l'avant de ce chariot, et qui relève les coordonnées des points du trajet que devra suivre l'outil de travail. Les valeurs ainsi relevées sont transformées en signaux, stockés dans un registre à décalage puis utilisés pour commander les moteurs d'entraînement du chariot qui porte l'outil de travail.

L'invention est applicable au pilotage d'une machine de meulage des bords de feuilles de verre.



5

10

PROCÉDE DE PILOTAGE D'UNE MACHINE

A MEULER LES BORDS DE FEUILLES DE VERRE

ET DISPOSITIFS POUR L'EXECUTION DE CE PROCÉDE

15

20

La présente invention concerne le pilotage automatique d'une machine de travail du pourtour d'une feuille de verre, notamment d'une machine de meulage des bords, machine dont la tête de travail portant l'outil de travail est montée sur un chariot qui se déplace suivant
25 deux directions X et Y rectangulaires pour suivre le contour de la feuille de verre immobilisée sur un support.

Une machine de ce type pour meuler les bords de feuilles de verre est décrite par exemple dans le document DE-OS 2 856 519. Dans cette réalisation connue, les moteurs d'entraînement du chariot suivant
30 les directions X et Y sont commandés par un dispositif de commande numérique dans lequel les informations sur le trajet du chariot sont enregistrées sur une bande perforée. Dans une autre machine à meuler les bords de feuilles de verre, du type précité, décrite dans le document DE-AS 1 950 819, le chariot est guidé par un palpeur le long d'un gaba-
35 rit dont la forme correspond à celle de la feuille de verre à travailler.

Dans les machines connues destinées à meuler les bords d'une feuille de verre, le trajet de l'outil de meulage est déterminé par le programme préétabli ou par le gabarit rigide. Ceci a pour conséquence

que ces machines sont prévues pour travailler des feuilles de verre ayant une forme et une taille constante, et lorsqu'on désire travailler des feuilles de verre différentes, il faut changer le programme ou le gabarit.

5 En outre, dans les deux cas, il faut positionner la feuille de verre à travailler vis à vis de la machine, de façon très précise, ce qui constitue une opération longue et nécessite un matériel sophistiqué.

La présente invention a pour but de piloter une machine de
10 travail des bords d'une feuille de verre, en particulier une machine à meuler les bords, pour laquelle aucun programme préétabli n'est nécessaire. Cette machine est guidée par la feuille de verre elle-même, quelle que soit sa forme, sans aucune intervention particulière lorsque des feuilles de verre de formes différentes se succèdent, et sans aucun
15 positionnement précis du verre.

Suivant l'invention ceci est réalisé par le fait que le programme de pilotage du trajet est déterminé, pour une distance définie, devant l'outil de travail, au moyen d'un palpeur monté sur le chariot portant l'outil de travail, devant ledit outil, et palpant les bords de
20 la feuille de verre, les coordonnées X et Y des points du bord repérés par le palpeur étant entrées dans le registre à décalage d'une mémoire et étant utilisées après un certain décalage de temps pour commander les moteurs de positionnement du chariot suivant les directions X et Y.

A l'inverse des dispositifs connus, le dispositif de
25 l'invention n'exige ni programme préétabli propre à chaque forme de vitrage, ni gabarit, le programme de trajet est déterminé par le chariot porte-outil lui-même qui explore le contour de la feuille à travailler.

Conformément à l'invention, seule une partie relativement
30 courte du trajet située immédiatement avant l'outil de meulage est explorée et les informations de trajet de l'outil de meulage pour cette partie, sont introduites dans une mémoire de laquelle elles sont extraites de manière continue après un laps de temps faisant suite à leur enregistrement, qui correspond au temps de parcours par le chariot de
35 la distance séparant le palpeur de l'outil de meulage.

Etant donné que pour le premier segment du trajet qui correspond à la courte distance entre le palpeur et l'outil, on ne dispose d'aucune information, un pilotage extérieur est prévu ; mais dès que cette courte distance est franchie, le registre à décalage, qui est

alors rempli, prend en charge le pilotage ultérieur.

Grâce à l'invention, il devient possible de meuler successivement des feuilles de verre de n'importe quelle forme en n'importe quelle succession mais aussi de supprimer des mises en référence de la
5 feuille de verre. Ceci élargit considérablement le domaine d'utilisation de la machine à meuler et supprime les temps d'arrêt dont il fallait nécessairement tenir compte dans les machines à meuler connues de ce type pour le passage d'un programme à un autre.

L'invention est prévue pour piloter une machine à meuler les
10 bords d'une feuille de verre mais elle peut également servir à piloter une machine quelconque de travail des bords d'une feuille de verre ou de régions de sa surface repérables par rapport aux bords.

Ainsi, par exemple, certaines feuilles de verre sont pourvues sur leurs bords ou sur la région de leurs faces proche des bords, d'une
15 bande conductrice de l'électricité ou d'une bande décorative ; des machines du type de celle de l'invention équipées d'un système de pilotage automatique, peuvent déposer de telles bandes.

Par ailleurs, l'invention peut également servir à simplement enregistrer le programme du trajet que devrait effectuer un outil de
20 meulage notamment pour contrôler la forme d'un vitrage par comparaison des valeurs ainsi enregistrées avec des valeurs de référence mises en mémoire.

Une première forme d'exécution d'un dispositif servant à réaliser l'invention au moyen d'un outil monté sur un chariot déplaçable
25 suivant deux directions X-Y, par exemple d'une tête de meulage, est tel que, pour une vitesse résultante préétablie de l'outil, c'est-à-dire pour une somme constante des vitesses du chariot dans la direction X et dans la direction Y, le rapport des vitesses des deux moteurs d'entraînement suivant X et suivant Y est réglé au moyen d'un palpeur
30 qui comporte un bras pouvant pivoter autour de l'axe de rotation de la tête de meulage et un galet palpeur monté sur ce bras pivotant, précédant la tête de meulage, pressé contre le bord de la feuille de verre et suivant ainsi son contour, étant entendu que les coordonnées des points du trajet du galet palpeur sont relevées de manière continue
35 converties en signaux et que les signaux ainsi obtenus sont fournis au circuit de commande pour les moteurs d'entraînement suivant les directions X et Y par l'intermédiaire d'une mémoire à registre à décalage tenant compte de la distance séparant le galet palpeur et la meule.

Pour la mesure de la direction du déplacement du galet

palpeur, il est prévu, dans ce cas, un instrument de mesure de rotation couplé au galet palpeur, décrivant le même trajet que le centre de ce galet palpeur, mais dont la position angulaire spatiale est invariable, dont l'axe de rotation pourvu d'une ou de plusieurs prises
5 d'information est muni d'une roulette traînée qui roule contre une plaque plane et qui se règle ainsi toujours dans la direction opposée à la direction du déplacement. Les informations nécessaires concernant le trajet peuvent, dans ce cas, être obtenues par l'intermédiaire des prises d'information de l'instrument de mesure de la rotation.

10 Dans une autre forme d'exécution d'un dispositif conforme à l'invention, le programme du trajet est déterminé par le fait que, pour une vitesse résultante préétablie de l'outil, un galet palpeur roulant sur le bord de la feuille de verre, précédant la tête de meulage, est prévu sur le chariot sur un bras pouvant pivoter autour du centre de la
15 tête de meulage et un deuxième chariot déplaçable suivant deux directions perpendiculaires est couplé à ce galet palpeur de manière à l'accompagner, les coordonnées des points du trajet de ce dernier étant fournies par des générateurs de signaux numériques reliés mécaniquement à ce second chariot, les signaux fournis par les générateurs de signaux
20 numériques étant transmis à une mémoire à registre à décalage ou à un micro-ordinateur à caractéristique de registre à décalage. Au lieu d'utiliser un second chariot à mouvement composé pour actionner les générateurs de signaux numériques, on peut aussi obtenir les coordonnées des points du trajet du galet palpeur par voie électrique à partir de
25 tensions électriques obtenues de deux potentiomètres de trajet disposés parallèlement à l'axe X et à l'axe Y et indiquant la position du chariot à mouvement composé et d'un instrument de mesure de rotation à caractéristiques de sinus-cosinus qui est couplé au bras portant le galet palpeur.

30 La tête de meulage portant la meule tournante peut en principe être montée fixe sur le chariot à double mouvement. Il est cependant avantageux que la tête de meulage soit montée sur le chariot à double mouvement de manière à pouvoir tourner autour de l'axe de rotation de la meule de sorte que, pendant un déplacement autour de la feuille de
35 verre, elle effectue une rotation de 360°. On peut de cette façon monter l'outil de meulage à l'intérieur de la tête de meulage sur un autre chariot pouvant être déplacé perpendiculairement au bord de la feuille de verre et on peut presser ce chariot avec une force réglable contre le bord de la feuille de verre. Les signaux de commande obtenus

lors du pilotage conforme à l'invention peuvent, pour une telle tête de meulage tournante et dans une autre réalisation de l'invention, être utilisés également pour la commande du mouvement de rotation de la tête de meulage.

5 Dans une réalisation avantageuse de l'invention, le diamètre du galet palpeur correspond au diamètre de la meule. On simplifie de cette façon le circuit de commande pour les moteurs d'entraînement.

Pour produire la pression avec laquelle le galet palpeur est pressé contre le bord de la feuille de verre, un moteur électrique à
10 couple constant est de préférence monté sur l'axe de pivotement du bras pivotant portant le galet palpeur.

D'autre particularités et d'autres réalisations avantageuses de l'invention ressortiront clairement des revendications et de la description suivantes dans laquelle deux exemples de réalisation préférés
15 de l'invention sont décrits plus en détail avec références aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 illustre la structure mécanique d'une première forme d'exécution de la machine à meuler conforme à l'invention dont les éléments principaux sont représentés schématiquement ;

20 - la figure 2 est une vue en élévation de côté du dispositif de palpation utilisé dans le dispositif représenté sur la figure 1 ;

- la figure 3 est un diagramme destiné à expliquer les relations mathématiques entre la position du galet palpeur et celle de la meule ;

25 - la figure 4 est le schéma de commutation pour le pilotage de trajet électronique de la tête de meulage .

- la figure 5 est une vue schématique de la structure d'un micro-ordinateur pour le pilotage de trajet électronique, y inclus les composants périphériques ;

30 - la figure 6 est une vue schématique de la construction et du circuit de commande pour la régulation de la pression de meulage ;

- la figure 7 est un tableau schématique illustrant le déroulement des fonctions d'un mécanisme de commutation de programme pour la commande par courant fort de la machine ;

35 - la figure 8 illustre le schéma de câblage pour la commande par courant fort de la machine à meuler ;

- la figure 9 est une vue d'une deuxième forme d'exécution d'une machine à meuler conforme à l'invention comportant un deuxième chariot à double mouvement couplé au galet palpeur en vue de

l'accompagner et dont la position est indiquée par des générateurs de signaux numériques ;

- la figure 10 illustre le système électronique d'exploitation et de commande pour les moteurs de positionnement de la tête de meulage dans la forme d'exécution représentée sur la figure 9 ;

- la figure 11 est une vue d'une autre forme d'exécution d'une machine à meuler conforme à l'invention, dans laquelle la position du galet palpeur est déterminée à l'aide de composants électriques ;

10 - la figure 12 illustre le système électronique de commande pour la détermination de la position du galet palpeur dans la forme d'exécution représentée à la figure 11 et le système électronique de commande pour les moteurs de positionnement de la tête de meulage

15 - la figure 13 est le schéma de commutation d'une régulation préprogrammable de la pression de meulage lors du passage autour des coins de la feuille de verre, cette régulation pouvant être utilisée pour les deux formes d'exécution du dispositif représenté aux dessins.

La structure mécanique de la machine à meuler conforme à l'invention est illustrée dans ses parties essentielles sur la figure 20 1. La machine comporte un pont 1 déplaçable dans la direction X sur des rails 2. L'entraînement du pont 1 s'effectue par l'intermédiaire d'un moteur d'entraînement 3. Un chariot 4 est monté déplaçable dans la direction Y le long du pont 1 sous l'action d'un moteur d'entraînement 5. Le moteur d'entraînement 3 peut être monté sur le pont 1 et le déplacement 25 ment peut être transmis au pont par l'intermédiaire d'une crémaillère disposée le long d'un des rails 2. En variante, le moteur d'entraînement 3 peut aussi être monté sur le bâti de la machine et le déplacement peut être transmis au pont 1 par l'intermédiaire d'arbres ou de courroies dentées ou d'autres moyens de transmission du même type. Le moteur d'entraînement 5 peut être monté d'une manière analogue 30 sur le pont 1 ou sur le chariot 4 et la transmission du mouvement peut également être assurée par un pignon d'entraînement et une crémaillère ou par un arbre ou encore par une courroie dentée.

Il est aussi possible de monter le moteur d'entraînement 5 35 sur le bâti de la machine et de transmettre la force motrice au chariot 4 par un deuxième pont qui s'étend au-dessus de la machine dans la direction X, comme dans le cas du dispositif décrit dans le document DE-PS 26 46 062 (ou son correspondant français FR 2 367 710).

En ce qui concerne les moteurs d'entraînement 3 et 5, il

s'agit de moteurs à courant continu pilotés par impulsions, avec générateur tachymétrique incorporé, d'une exécution courante dans le commerce par exemple de moteurs du type M 19 P et F 12 T de la société BBC.

5 Une tête de meulage 10 est montée tournante sur le chariot 4. La tête de meulage 10 peut, par exemple, être construite d'une manière telle que décrite dans le document DE-AS 19 66 260 (ou son correspondant français FR 1 588 348). Cela signifie que dans la tête de meulage tournante 10 est monté un chariot déplaçable dans une direction et re-
10 lié à un dispositif de pression réglable, qui porte l'outil de meulage proprement dit avec le moteur de meulage. Une pression réglable de l'outil de meulage perpendiculairement au bord du verre est ainsi possible. La rotation de la tête de meulage 10 est assurée par un mo-
15 teur 11 qui est aussi monté sur le chariot 4. Ce moteur 11 et son dis-
positif de commande seront décrits plus loin.

A l'avant du chariot 4, l'avant étant déterminé par rapport à son sens de déplacement (flèche F), un galet palpeur 15 est monté sur un bras 14 et roule sur le contour extérieur de la feuille de verre 16 à meuler. Le bras 14 est monté pivotant autour de l'axe de rotation 18
20 de la tête de meulage 10. Le galet palpeur 15 est maintenu en contact ininterrompu avec le bord de la feuille de verre 16 par l'effet du rotor 20 d'un moteur à couple constant monté sur un arbre 19 relié rigidement au bras 14 et exerçant sur le bras 14 un couple constant en direction de la feuille de verre (figure 2).

25 L'arbre 19 est prolongé vers le haut au-delà du bras 14 et son extrémité est reliée à un bras 21 parallèle au bras 14 et de même longueur. Ce bras 21 porte à son autre extrémité une roue dentée 22 pouvant tourner autour d'un axe vertical 25. Au dessus de l'arbre 19, une roue dentée 23 est montée fixe sur le chariot 4 et est reliée à la
30 roue dentée 22 par l'intermédiaire d'une chaîne 24. Ce montage a pour conséquence que l'axe de la roue dentée 22 décrit le même trajet que celui du galet palpeur 15, la position angulaire de la roue dentée 22 lors du déplacement autour de la feuille de verre restant toutefois inchangée.

35 Un instrument de mesure de rotation 29 constitué par un potentiomètre sinus-cosinus est monté sur la roue dentée 22 centrée sur l'axe 25. Un prolongement de l'axe 25 est pourvu d'un bras 26 à l'extrémité duquel est montée une roulette dite roulette traînante 27. Cette roulette traînante 27 roule sur une plaque supérieure horizontale

30. Lorsque le galet palpeur 15 roule sur le bord de la feuille de verre 16, le bras 26 pivote toujours grâce à la roulette 27, dans le sens opposé à celui dans lequel le galet palpeur se déplace, de sorte que le sens du déplacement du galet palpeur est établi à tout moment.
- 5 Le potentiomètre sinus-cosinus 29 convertit la position angulaire du bras 26 en des grandeurs électriques qui sont utilisées pour la commande des moteurs d'entraînement 3 et 5 et du moteur 11.

La figure 3 illustre les relations mathématiques qui existent entre l'emplacement du galet palpeur 15 et celui de la tête de meulage 10, et qui sont à la base de la construction de la machine. Sur la figure 3, α désigne l'angle que le bras 14 forme avec l'axe X et qui correspond aussi à l'angle que le bras 26 portant la roulette traînante 27 forme avec l'axe X. X_T et Y_T sont les coordonnées de l'emplacement du galet palpeur 15, X_K et Y_K sont les coordonnées de l'emplacement de la tête de meulage 10. A_T désigne la longueur du bras 14, c'est-à-dire la distance séparant le galet palpeur 15 de la tête de meulage 10. Entre l'emplacement de la tête de meulage et l'emplacement du galet palpeur on peut établir la relation suivante :

$$\begin{aligned} X_K &= X_T + A_T \cdot \cos \alpha \\ Y_K &= Y_T + A_T \cdot \sin \alpha \end{aligned}$$

Si l'on calcule les différentielles des valeurs X et Y, on obtient :

$$\frac{dY}{dt} : \frac{dX}{dt} = \frac{dY}{dX} = \operatorname{tg} \alpha$$

Etant donné que l'angle α est mesuré en continu par le système à galet palpeur décrit plus haut et que les valeurs de sinus et de cosinus de l'angle α sont disponibles directement comme tensions électriques grâce au potentiomètre sinus-cosinus 29, ces tensions électriques peuvent être utilisées directement pour le pilotage du trajet de la tête de meulage.

Le potentiomètre sinus-cosinus 29 est, par exemple, un potentiomètre tournant à quatre cadrants du type SCB 50 de la société MEGA-TRON de Munich, Allemagne. En variante, on peut aussi utiliser, par exemple, le générateur tournant de fonctions sinus-cosinus Art. n° V 23 401 E 0012-B 001 de la société SIEMENS. Le potentiomètre 29 présente, comme le montre clairement la figure 4, par l'intermédiaire des deux contacts coulissants 38, 39, une double prise de tension, les deux

contacts coulissants 38, 39 formant un angle de 90° l'un avec l'autre et étant reliés rigidement l'un à l'autre, de sorte que la première prise donne directement la valeur du sinus de l'angle α et l'autre prise donne directement la valeur du cosinus de l'angle α . La double
5 prise 38, 39 tourne grâce à la roulette traînante 27 dont le mouvement est transmis par l'intermédiaire de l'axe 25.

Un générateur tachymétrique 32 est monté sur l'arbre 19 (figure 2) en plus du moteur à couple constant 20. Le générateur tachymétrique 32 fournit une tension électrique qui est proportionnelle à la
10 vitesse angulaire de l'arbre 19. En lieu et place d'un générateur tachymétrique, on peut aussi utiliser un générateur de signaux numériques qui fournit une tension d'une fréquence dépendant de la vitesse angulaire de l'arbre 19. Les signaux du générateur tachymétrique ou du générateur de signaux numériques sont utilisés pour compenser les erreurs
15 qui se produisent lors du passage du galet palpeur, par exemple autour d'un coin à 90° . Cette compensation s'effectue par l'expansion du registre à décalage 42 au moyen du générateur tachymétrique 32. Si la vitesse périphérique du galet palpeur correspond, par exemple, à la vitesse de meulage résultante, c'est-à-dire à la somme géométrique des
20 vitesses sur les axes X et Y, le nombre des emplacements de stockage dans le registre à décalage de la mémoire 42 sur l'axe X ou sur l'axe Y correspond avec précision à la longueur A_T du bras du galet palpeur. Lorsque, par contre, la vitesse du galet palpeur, par suite du pivotement du bras 14, par exemple lors du passage autour d'un coin à 90° ,
25 devient supérieure à la vitesse de meulage résultante, grâce à la tension fournie par le générateur tachymétrique 32, le nombre des emplacements de stockage dans le registre à décalage de la mémoire 42 est accru de manière correspondante. Les signaux correspondants aux valeurs de sinus et de cosinus du potentiomètre 29 sortent alors déphasés
30 du registre à décalage et sont transmis avec ce déphasage en tant que valeurs de consigne par l'intermédiaire des conducteurs 44 et 46 aux appareils de régulation 45 et 47 pour les moteurs d'entraînement 3 et 5.

Pour les appareils de régulation 45 et 47, on peut, par exemple,
35 ple, utiliser des appareils de régulation de régime à transistor à quatre quadrants rythmés par des impulsions d'horloge du modèle SMC, type 280 a, de la société HAUSER-ELEKTRONIK.

Les moteurs d'entraînement 3 et 5 sont couplés chacun, comme mentionné plus haut, à un générateur tachymétrique 48 ou 49. Ces géné-

rateurs tachymétriques 48 et 49 fournissent une tension correspondant à la vitesse réelle des moteurs 3, 5 et ces tensions sont amenées par l'intermédiaire des conducteurs 50, 51 aux appareils de régulation 45, 47 où elles sont comparées aux tensions de commande de consigne provenant des conducteurs 44, 46 et sont utilisées pour la commande des moteurs 3 et 5.

Les signaux provenant des générateurs tachymétriques 48, 49 servent, en outre, à commander le moteur 11 qui assure la rotation de la tête de meulage pour faire tourner le chariot monté dans la tête de meulage et portant le moteur de meulage avec la meule d'une manière telle que la pression de la meule soit toujours exercée perpendiculairement au bord de la feuille de verre. A cet effet, les deux potentiomètres sinus-cosinus 54 et 55 sont activés par l'intermédiaire des conducteurs 52 et 53 et ces potentiomètres sont couplés mécaniquement l'un à l'autre, par les liaisons 56, ou sont montés dans un seul boîtier et comportent un seul axe de rotation commun. Ce potentiomètre sinus-cosinus double est relié directement par la liaison 57 au moteur d'entraînement 11 de la tête, de sorte que l'arbre du potentiomètre double tourne en synchronisme avec la tête de meulage. Le moteur d'entraînement 11 est couplé à un générateur tachymétrique 59 qui, par l'intermédiaire du conducteur 60, introduit la valeur réelle du régime de rotation de la tête de meulage dans l'appareil de régulation 61.

Le potentiomètre 54 est connecté par l'intermédiaire du conducteur de commande 52 au générateur tachymétrique 48 de l'axe X et le potentiomètre 55 est connecté par l'intermédiaire du conducteur de commande 53 au générateur tachymétrique 49 de l'axe Y. Les deux potentiomètres sont reliés électriquement l'un à l'autre dans un circuit de différence et la tension de consigne est obtenue sur la prise 63 du potentiomètre 54 et est amenée par l'intermédiaire du conducteur 62 à l'appareil de régulation 61. Grâce à ce montage, le moteur 11 qui oriente la tête 10 tourne d'une manière correspondant à la tension de consigne préétablie par l'intermédiaire du potentiomètre sinus-cosinus double en liaison avec le générateur tachymétrique 59 formant la valeur réelle. Lors d'un réglage de l'orientation de la tête, la tension de consigne provenant du potentiomètre sinus-cosinus double est alors égale à zéro.

Le potentiomètre sinus-cosinus double 54, 55 a également pour tâche d'assurer la correction de la vitesse de meulage effective et ce, en influençant la fréquence d'horloge du registre à décalage 42 par

l'intermédiaire du conducteur 68. Cette correction s'effectue de la manière suivante : à partir de la tension fournie par le générateur tachymétrique 48 et par le potentiomètre 54 associé à ce générateur tachymétrique 48, pour le réglage des prises 63, 73 provoqué par le moteur orientateur de tête 11, une tension électrique est produite dans l'élément de commutation 70 et correspond à la valeur $\cos^2 U_x$. Par ailleurs, la tension dans l'élément de commutation 72 correspond à la valeur $\sin^2 U_y$ car la tension provenant du générateur tachymétrique 49 associé au potentiomètre 55 est multipliée par la tension provenant de la prise 74 dans le potentiomètre 55. Les éléments de commutation 70, 72 sont des éléments de séparation galvaniques, c'est-à-dire des transformateurs de courant continu, destinés à éviter des réactions dues à l'inter-connexion. Les sorties des deux éléments de commutation 70, 72 sont connectées en série. La somme des tensions qui en résulte correspond à la fonction $\cos^2 U_x + \sin^2 U_y$, ce qui, du point de vue résultat, n'est rien d'autre que la tension résultante U_R correspondant à la vitesse de meulage résultante. La tension résultante U_R est présente à la sortie de l'élément de commutation 75. Elle est appliquée au générateur de signaux d'horloge 76 dont la tension de sortie est amenée par l'intermédiaire du conducteur 68 au registre à décalage 42 et sert de valeur de consigne pour la fréquence d'horloge par laquelle le registre à décalage 42 est rythmé ou cadencé.

Lorsque la vitesse de meulage résultante se modifie, par exemple par réglage de la donnée de valeur de consigne aux potentiomètres 34, 35 dont les contacts coulissants sont connectés aux bornes 38, 37 du potentiomètre sinus-cosinus 29, la fréquence d'horloge du registre à décalage 42 augmente ou diminue par suite de la commutation décrite de sorte qu'en fin de compte, le produit du temps et de la vitesse reste constant. Le registre à décalage 42 représenté sur la figure 4 peut avantageusement faire partie d'un micro-ordinateur.

La figure 5 est un schéma synoptique de la structure de base d'un tel dispositif piloté par microprocesseur, y inclus les composants périphériques nécessaires à cet effet. Le dispositif comporte l'unité centrale proprement dite 80 du micro-ordinateur, par exemple un microprocesseur du type 8085 de la société INTEL, l'unité d'entrée et de sortie 81 avec la ligne de connexion E aboutissant à l'appareil de commande et la ligne de connexion A aboutissant à l'unité d'affichage, la mémoire RAM 82 et la mémoire EPROM 83. Au système de bus sont connectées l'unité d'extension de mémoire 84, qui est également une mémoire

RAM, et l'unité de traitement d'interruptions 85. Contrairement aux mémoires RAM qui perdent les valeurs stockées lorsque la tension d'alimentation est interrompue, la mémoire EPROM 83 conserve ses données même en cas d'interruption de la tension d'alimentation. Cette mémoire
5 83 peut être effacée, par exemple par un rayonnement UV.

Au système de bus sont, en outre, connectés les divers blocs d'interface 86 à 93. Le bloc d'interface 86 assure l'adaptation de la valeur de tension sinus X qui est amenée au bloc d'interface 86 à partir du potentiomètre sinus-cosinus 29 par l'intermédiaire de la ligne
10 40 (figure 4) et par l'intermédiaire du convertisseur analogique-numérique 94. Le bloc d'interface 87 sert, d'une manière analogue, à l'adaptation de la valeur de tension cosinus Y qui provient également du potentiomètre sinus-cosinus 29 et est amenée au bloc d'interface 87 par l'intermédiaire de la ligne 41 et du convertisseur analogique-
15 numérique 95.

Le micro-ordinateur est programmé d'une manière telle qu'il présente les propriétés d'un registre à décalage expansible. La fréquence d'horloge qui est produite par le générateur de signaux d'horloge 76 (figure 4), est amenée par l'intermédiaire de la ligne 68 au
20 convertisseur analogique numérique 96 et est adaptée au micro-ordinateur à l'aide du bloc d'interface 88. Cette fréquence d'horloge est identique à la fréquence d'horloge d'entrée ou de sortie du micro-ordinateur. L'expansion du registre à décalage est assurée par la tension électrique qui est fournie par le générateur tachymétrique 32
25 monté sur l'arbre 19 (figure 2). Cette tension est aussi digitalisée par un convertisseur analogique-numérique 97 et est connectée par l'intermédiaire du bloc d'interface 97 au système de bus du micro-ordinateur.

En fonction de la séquence du registre à décalage qui correspond à la fréquence d'horloge, une valeur de tension introduite à l'entrée X par l'intermédiaire de la ligne 40 apparaît avec le retard correspondant à la sortie X (ligne 44) du micro-ordinateur, après que la valeur numérique correspondante ait tout d'abord été convertie en une valeur analogique dans le convertisseur numérique-analogique 98,
35 car la commande suivante déjà décrite exige des valeurs analogiques. Il en va de même pour la valeur de tension amenée à l'entrée Y par l'intermédiaire de la ligne 41, qui apparaît après temporisation sous la forme d'une valeur analogique dans la ligne de commande 46 après que la valeur numérique ait tout d'abord été convertie en une valeur analogique

dans le convertisseur numérique-analogique 99.

Le signal destiné à effacer le registre à décalage est introduit dans le micro-ordinateur par l'intermédiaire de l'entrée de commande suivante du bloc d'interface 92. Ce signal d'effacement est
5 déclenché par un contact sans potentiel 100 qui appartient au relais d8 du schéma de câblage de la figure 8. Le bloc d'interface 93 fournit un signal de commande qui commute le relais d2. Ce relais d2 est également représenté dans le schéma de la figure 8 et a pour mission de signaler le remplissage des axes du registre à décalage, c'est-à-dire le fait
10 que le registre à décalage soit prêt.

Comme déjà expliqué, le moteur de meulage proprement dit avec la meule située à l'intérieur de la tête de meulage 10 est monté coulisant sur un chariot qui, par la rotation de la tête de meulage 10 au moyen du moteur vireur de tête 11 (figure 4) est orienté perpendiculai-
15 rement au bord de la feuille de verre et est sollicité sous une pression réglable. Ce montage est illustré schématiquement sur la figure 6. La figure 6 montre le moteur 106 de la meule sur le chariot 107 qui peut être déplacé sur des rails 109 par l'intermédiaire de douilles à roulements à billes 108. La pression souhaitée de la meule sur le bord
20 de la feuille de verre est produite par un moteur à couple constant 110 qui agit sur le chariot 107 par l'intermédiaire d'un arbre 112. Pour régir la force de pression, on utilise le régulateur 114 dans lequel la valeur de consigne est introduite au moyen du potentiomètre 115. Pour le reste, une capsule dynamométrique 117 est intercalée dans le système
25 de transmission pour la force de pression afin de fournir au régulateur 114, par l'intermédiaire de la ligne 119, une tension électrique qui correspond à la valeur réelle de la pression mécanique.

Le mode de fonctionnement de la machine à meuler ainsi que sa commande seront à présent décrits plus en détail avec référence à la
30 figure 7 et au schéma de câblage de la figure 8 en liaison avec les autres figures. Un élément essentiel du dispositif de commande est un dispositif programmeur, par exemple un tambour programmable qui est entraîné par un moteur d'entraînement P_m . Des disques formant cames sont montés sur la périphérie du tambour en vue d'actionner les inter-
35 rupteurs de fin de course P_0 à P_6 . Le déroulement dans le temps de l'actionnement des interrupteurs de fin de course individuels est illustré dans le diagramme de la figure 7 en fonction de l'angle de rotation du tambour programmeur.

Dans sa position de repos, le chariot 4 de la machine à meu-

ler occupe une position dans laquelle l'interrupteur de fin de course b_1 actionné par le pont 1 et l'interrupteur de fin de course b_3 monté sur le pont 1 et actionné par le chariot 4, sont fermés. De plus, dans la position de repos de la machine, le bras 14 portant le galet palpeur 15 est orienté dans le sens X. Le moteur d'entraînement P_m du dispositif programmeur est mis en mouvement par actionnement de la touche de démarrage 1b1, à la suite de quoi le tambour programmeur se met à tourner. Lorsque le tambour programmeur tourne, l'interrupteur P1 est d'abord fermé. Ceci a pour effet d'actionner le relais d1 qui met en route le moteur d'entraînement 3 pour le déplacement du chariot 4 dans le sens X. La vitesse de déplacement dans le sens X est déterminée par une tension de consigne préétablie par le micro-ordinateur qui est amenée au régulateur 45 par l'intermédiaire de la ligne 44 et des contacts d1 et d6 (figure 4). Le chariot 4 parcourt ainsi une distance dans le sens X qui correspond au moins à la longueur A_T du bras 14 portant le galet palpeur.

Pendant le déplacement du chariot 4 et du galet palpeur 15 ainsi que du système de galet palpeur auxiliaire 22 à 30 qui y est couplé, les signaux de tension fournis par le potentiomètre sinus-cosinus 29 sont introduits par l'intermédiaire des lignes 40, 41 dans le registre à décalage 42 et le registre à décalage est rempli de ces informations. Dès que l'axe X ou l'axe Y du registre à décalage est rempli, l'activation du relais d2 est déclenchée par l'intermédiaire du bloc d'interface 93, ce qui a pour effet de libérer la sortie de signal du registre à décalage 42. Pendant ce temps, le pont 1 qui se déplace dans le sens X a actionné l'interrupteur de fin de course b_2 , grâce à quoi les contacts du relais d1 sont ouverts et le relais d3 est activé. Les dispositifs de régulation 45 et 47 sont, de ce fait, séparés des tensions de consigne préétablies et sont commutés sur les sorties du registre à décalage 42 qui, à présent, prend en charge la commande ultérieure des moteurs d'entraînement 3 et 5. De plus, le moteur à couple constant 20 (figure 2) est mis en activité pour faire pivoter le bras 14 portant le galet palpeur 15 en direction du bord de la feuille de verre 16 et maintenir ce galet palpeur 15 continuellement en contact avec la feuille de verre.

Lors de la rotation du tambour programmeur, environ au moment où la commande est prise en charge par le registre à décalage, le contact P2 est fermé par le tambour et le moteur à couple constant 110 qui produit la pression de meulage est, de ce fait, mis sous tension

(figure 6).

Le contact P3 est ensuite fermé par le tambour programmeur qui tourne. Une ouverture de P3 provoque, en outre, initialement l'immobilisation du moteur de programmeur Pm, et ce jusqu'à ce que
5 l'interrupteur de fin de course b2 soit à nouveau actionné par le pont 1, étant entendu que l'actionnement de l'interrupteur de fin de course b2 ne peut se produire que lorsque le pont 1 se déplace dans le sens du démarrage. Le nouvel actionnement de cet interrupteur de fin de course b2 signifie donc que le chariot 2 a parcouru tout le pourtour de la
10 feuille de verre 16. L'interrupteur de fin de course b2 actionne le contact d4, ce qui a pour effet de remettre en route le moteur Pm du programmeur.

Le contact P4 qui est actionné pendant la poursuite de la rotation du tambour programmeur actionne le relais d5, grâce à quoi le
15 sens de rotation du moteur à couple constant 110 réglant la pression de meulage (figure 11) est inversé et la tête de meulage est ramenée dans sa position de départ. De plus, le moteur à couple constant 20 du galet palpeur est mis hors circuit par le contact P4 et le relais d3 est déclenché, ce qui sépare les dispositifs de régulation 45, 47 du registre
20 à décalage. Par la suite, le contact P5 se ferme, ce qui immobilise à nouveau le moteur Pm du programmeur et excite le relais d6. Le relais d6 connecte le dispositif de régulation 45 par l'intermédiaire du relais d3 à une tension de consigne négative préétablie qui assure que le pont 1 revienne dans le sens X dans sa position de repos. Aussitôt que
25 l'interrupteur de fin de course b1 est actionné par le pont 1 dans sa position de repos, le relais d6 s'ouvre à nouveau. Simultanément, le relais d7 est activé par b1, grâce à quoi le dispositif de régulation 47 est connecté à une tension de consigne négative préétablie qui provoque le retour du chariot 4 dans le sens Y jusqu'à ce que le relais d7
30 soit déclenché par actionnement de l'interrupteur de fin de course b3 par le chariot 4.

Le moteur de programmeur Pm est alors remis en route par l'interrupteur de fin de course b3. La fermeture du contact P6 a pour effet d'exciter le relais d8, grâce à quoi, d'une part, par la sollici-
35 tation du moteur à couple constant 20 et d'un électro-aimant non représenté, le bras 14 et ainsi le galet palpeur 15 sont amenés dans leur position de repos et, d'autre part, par un autre contact du relais d8, le registre à décalage 42 est effacé. Le cycle du programmeur se poursuit jusqu'à ce que le contact Po soit actionné ce qui termine le

cycle de meulage et provoque la mise hors du circuit du moteur du programmeur. La machine est ainsi prête pour un nouveau cycle de meulage.

Dans le dispositif décrit jusqu'à présent, le potentiomètre sinus-cosinus 29 sert d'instrument de mesure pour déterminer le trajet du galet palpeur 15 et intervient pour établir le rapport des vitesses dans le sens X et dans le sens Y, étant entendu que les valeurs analogiques fournies par le potentiomètre sinus-cosinus sont stockées après digitalisation dans le registre à décalage. Il est cependant aussi possible de détecter les coordonnées du trajet du galet palpeur d'une autre façon. Ainsi, la position du galet palpeur peut, par exemple, être déterminée au moyen d'un système de coordonnées auxiliaire immédiatement par un générateur de signaux numériques. Un dispositif fonctionnant selon ce principe est décrit avec référence aux figures 9 et 10. Il est également possible de déterminer les coordonnées de trajet du galet palpeur en faisant appel à des composants électroniques. Une telle forme d'exécution fonctionnant au moyen de composants électroniques est décrite en détail avec référence aux figures 11 et 12.

Le dispositif fonctionnant au moyen d'un système de coordonnées auxiliaires et représenté aux figures 9 et 10 sera décrit d'abord. La partie inférieure de la figure 9 est une vue en plan des parties principales de la machine à meuler du type représenté sur la figure 1, comportant le pont 1 qui peut se déplacer sur les rails 2, le chariot 4 qui peut se déplacer le long du pont 1 et le système de palpation formé du bras 14 et du galet palpeur 15. Le déplacement du pont 1 dans la direction X est commandé par le moteur d'entraînement 3 et le déplacement du chariot 4 dans la direction Y est commandé par le moteur d'entraînement 5 monté sur le chariot 4. Le moteur 11 qui est aussi monté sur le chariot 4 sert à faire tourner la tête de meulage 10 de telle façon que la pression soit toujours exercée perpendiculairement au bord de la feuille de verre.

Dans un plan situé au-dessus de cette machine à meuler à chariot déplaçable dans deux directions perpendiculaires et parallèlement à celui-ci est disposé un second dispositif à chariot également déplaçable dans deux directions perpendiculaires dans lequel le chariot 124 est monté déplaçable le long du rail 125 dans la direction X et du rail 126 dans la direction Y. Le rail 125 suivant X est guidé sur la paire de rails 128, 128' de manière à pouvoir se déplacer parallèlement à celle-ci, tandis que le rail 126 suivant Y peut se déplacer sur la pai-

re de rails 129, 129' parallèlement à celle-ci. Le chariot 124 est couplé, par l'intermédiaire de la tringle de couplage 132 représentée schématiquement, au centre du galet palpeur 15 en vue de l'accompagner de sorte que le chariot 124 décrit un trajet qui correspond au trajet
5 du galet palpeur 15.

Un générateur de signaux numériques 134 pour la direction X est prévu sur le rail 126 et un générateur de signaux numériques 135 pour la direction Y est prévu sur le rail 125. Les roues dentées d'entraînement des rotors des générateurs de signaux numériques 134, 135
10 engrènent chacune de crémaillères, non représentées, qui sont disposées le long des rails 128', 129. Bien entendu, d'autres montages des générateurs de signaux numériques sont également possibles, pour autant qu'ils soient reliés mécaniquement au chariot 124.

En ce qui concerne les générateurs de signaux numériques 134,
15 135, ils fournissent des impulsions de rotation à deux signes, c'est-à-dire que lorsque les générateurs de signaux numériques se déplacent dans le premier sens, des impulsions de tension positives sont produites et lorsqu'ils se déplacent dans le sens inverse, les impulsions de tension produites sont négatives. Les impulsions provenant des générateurs de signaux numériques 134 et 135 sont fournies à un micro-ordinateur 137 à caractéristique de registre à décalage. Le micro-ordinateur fournit, avec le retard correspondant, des impulsions de commande positives ou négatives, par l'intermédiaire du compteur de différence de marche avant - marche arrière 138, au convertisseur
20 numérique-analogique 139, à partir duquel la valeur analogique correspondante parvient à l'amplificateur 140 qui, pour sa part, commande le moteur d'entraînement 3 destiné à déplacer la tête de meulage dans le sens X. Le générateur tachymétrique 141 couplé au moteur d'entraînement 3 sert à comparer la valeur de consigne et la valeur réelle. Le générateur d'impulsions 142 également couplé à l'axe du moteur d'entraînement
30 3 a pour mission, à l'extrémité du trajet de la tête de meulage, d'amener le compteur de différence de marche avant - marche arrière 138 à zéro, c'est-à-dire que le moteur d'entraînement 3 tourne jusqu'à ce que la position de départ réelle, dans laquelle le compteur 138 est à zéro,
35 soit à nouveau atteinte.

D'une manière analogue, la commande pour le moteur d'entraînement 5 est conçue pour le déplacement de la tête de meulage dans le sens Y. Les signaux de commande provenant du micro-ordinateur 137 sont fournis, par l'intermédiaire du compteur de marche avant -

marche arrière 148 et du convertisseur numérique-analogique 149, à l'amplificateur 150 qui, pour sa part, régit la vitesse de rotation et le sens de rotation du moteur d'entraînement 5. Le générateur tachymétrique 151 qui est couplé à l'axe du moteur d'entraînement 5 fournit la
5 valeur réelle de vitesse et le générateur 152 fournit, à la fin du trajet, si à ce moment le compteur 148 n'est pas revenu à zéro, autant d'impulsions de commande précédées du signe nécessaire qu'il en faut pour que le compteur 148 revienne à zéro, de telle sorte que la position de départ exacte soit atteinte.

10 Pour le reste, le pilotage de la machine correspond au pilotage de la réalisation décrite précédemment en relation avec les figures 4 à 8. En particulier, on utilise les tensions fournies par les générateurs tachymétriques 141 et 151 pour la commande du moteur vireur de tête 11 en activant, par l'intermédiaire des lignes 52, 53, le po-
15 tentionmètre sinus-cosinus double 54, 55 représenté sur la figure 4. Les tensions sur ce potentiomètre sinus-cosinus double 54, 55 peuvent à nouveau servir à commander le générateur de fréquence d'horloge 76 qui détermine le rythme ou la cadence du micro-ordinateur.

Dans cette forme d'exécution de l'invention décrite avec référence à la figure 9, il convient de faire en sorte que le micro-
20 ordinateur 137 à caractéristique de registre à décalage comporte une suppression des emplacements de stockage vides simultanément sur les deux axes. S'il n'en est pas ainsi, des oscillations pourraient apparaître dans la vitesse d'avancement lorsque des emplacements vides ap-
25 paraissent simultanément sur les deux axes.

Alors que dans la forme d'exécution décrite avec référence aux figures 9 et 10, un dispositif mécanique auxiliaire ayant la forme d'un chariot composé X, Y supplémentaire est nécessaire, il est possible d'atteindre le même but également par l'agencement représenté aux
30 figures 11 et 12, dans lequel de tels dispositifs mécaniques supplémentaires ne sont pas nécessaires, mais où la position du galet palpeur est obtenue par voie électrique.

La machine à meuler, y compris le système palpeur, est fondamentalement construite de la même façon que celle décrite à propos de
35 la figure 9. Comme le montre la figure 11, le pont 1 peut être déplacé le long du rail 2 dans le sens X au moyen du moteur d'entraînement 3 et le chariot 4 est déplacé le long du pont 1 dans le sens Y au moyen du moteur d'entraînement 5. Le système palpeur monté sur la chariot 4 est à nouveau formé du bras 14 et du galet 15. Le rotor 20 d'un moteur

à couple constant agissant sur le bras 14 assure que le galet 15 reste en contact avec le bord de la feuille de verre 16. Le moteur 11, qui est également monté sur le chariot 4, est prévu pour tourner chaque fois la tête de meulage 10 de telle façon que la meule soit toujours
5 pressée perpendiculairement sur le bord du verre. Un potentiomètre à rotation sinus-cosinus 155 est, en outre, couplé à l'axe de rotation du bras 14 portant le galet palpeur 15. Un potentiomètre 156 est monté parallèlement à un rail 2 pour le sens X et un potentiomètre 158 est prévu parallèlement au pont 1 pour le sens Y. Un contact glissant 159 est
10 prévu sur le pont 1 ; la tension électrique obtenue du potentiomètre 156 constitue une mesure de la position du centre de la tête de meulage 10 sur l'axe des coordonnées X. Le contact glissant 160 qui est monté sur le chariot 4 prend, pour sa part, du potentiomètre 158, une tension électrique qui constitue une mesure de la position du centre de la tête
15 de meulage 10 sur l'axe de coordonnées Y. Les coordonnées de trajet du centre de la tête de meulage peuvent ainsi être déterminées simplement. Le circuit électronique a, à présent, pour fonction de déterminer à partir de ces données, les coordonnées de trajet du centre du galet palpeur précédant la tête de meulage. On obtient ce but par les moyens
20 cités sur la base de la relation mathématique ci-après.

Lorsqu'on exprime la longueur du bras 14 à partir de son point de pivotement jusqu'au centre du galet palpeur par AL, les coordonnées de trajet de la tête de meulage par X_S , Y_S et les coordonnées de trajet du galet palpeur par X_T , Y_T et qu'on exprime l'angle de rotation du bras 14 par α , on peut, comme le montre la figure 11 en
25 détail, exprimer les coordonnées X_T , Y_T de l'emplacement instantané du galet palpeur comme suit :

$$\begin{aligned} X_T &= X_S - X'_T \\ &= X_S - AL \cdot \cos \alpha \end{aligned}$$

30 et

$$\begin{aligned} Y_T &= Y_S - Y'_T \\ &= Y_S - AL \cdot \sin \alpha \end{aligned}$$

Les valeurs correspondant au sinus et au cosinus de l'angle α sont obtenues à partir du potentiomètre sinus-cosinus 155. Ces va-
35 leurs permettent de calculer immédiatement les coordonnées de trajet du galet palpeur de la manière indiquées par l'intermédiaire de tensions correspondant aux coordonnées de trajet X_S et Y_S obtenues par l'intermédiaire des potentiomètres de trajet 156 et 158.

Le système analogique décrit ici est formé des potentiomètres

156 et 158 et du potentiomètre sinus-cosinus 155 peut évidemment aussi être remplacé par un système numérique correspondant, auquel cas on utilise au lieu des potentiomètres 156, 158, des éléments appelés "jauges numériques" et au lieu du potentiomètre sinus-cosinus 155, un générateur de fonctions angulaires numérique.

Le traitement électronique des signaux provenant des potentiomètres 155, 156 et 158 ressort du montage représenté à la figure 12. Pour l'axe X, la tension obtenue à la prise de sinus 162 est combinée par l'intermédiaire de l'élément séparateur galvanique 163 avec la tension présente au contact glissant 159. La tension résultant de ces deux tensions est amenée par l'intermédiaire de la ligne 164 au servo-amplificateur 165 en tant que tension de consigne. Le servo-amplificateur 165 entraîne un système de mesure combiné formé d'un moteur 166, d'un générateur tachymétrique 167, d'un générateur d'impulsion 168 et d'un potentiomètre à rotation 169. Le générateur tachymétrique 167 fournit la tension réelle qui est amenée au servo-amplificateur 165 par la ligne 161. Le potentiomètre à rotation 169 fournit par la ligne 170 le signal qualifié de rétrosignal de trajet de sorte qu'il se forme avec la valeur de tension introduite par la ligne 164 une différence de tension qui, en tant que telle, commande le moteur 166. Il s'agit dans ce cas, donc, d'une commande par inertie ; pour une inertie exacte la différence de tension est égale à zéro. Le générateur de signaux numériques qui est également couplé au moteur 166 correspond au générateur de signaux numériques 134 de la figure 10 et fournit les signaux de trajet qui sont alors utilisés ultérieurement comme décrit à propos de la figure 10, à laquelle il convient de se référer pour cette particularité.

Le traitement des tensions obtenues à partir du potentiomètre 156 au contact glissant 160 et à partir du potentiomètre à rotation sinus-cosinus 155 à la prise de cosinus 172 est exécuté de manière analogue par l'intermédiaire de l'élément séparateur galvanique 173, du servo-amplificateur 175 et du système de mesure combiné formé du moteur 176, du générateur tachymétrique 167, du générateur de signaux numériques 178 et du potentiomètre à rotation 179. Le générateur de signaux numériques 178 correspond au générateur de signaux numériques 135 de la figure 10 et fournit les signaux de trajet pour l'axe Y qui sont traités comme décrit à propos de la figure 10.

Dans toute les formes d'exécution d'une machine à meuler conforme à l'invention, il est possible de prévoir un développement sup-

plémentaire qui réside dans le fait que l'on ne règle pas la pression de meulage, comme décrit avec référence à la figure 6, uniquement sur une valeur déterminée, mais que l'on augmente ou que l'on diminue la pression de meulage pendant le déplacement autour de la feuille de verre en des endroits critiques, par exemple au niveau des coins aigus, pour produire en ces endroits, d'une manière voulue, des arrondis de rayons souhaités. Pour la régulation du moteur à couple constant 110 déterminant la pression de meulage, suivant cette forme de réalisation, on utilise les signaux qui sont fournis par le générateur tachymétrique 32 et qui représentent une mesure de la modification angulaire de la direction de meulage.

Un circuit de commande pour la régulation de la pression de meulage lors d'un déplacement autour d'une feuille de verre en particulier pour la modification de la pression lors du passage autour des coins est illustré sur la figure 11. Dans ce cas, le montage du chariot déplaçable 107 avec la tête de meulage 106, le moteur à couple constant 110, la capsule dynamométrique 117 et le régulateur 114 correspond à celui représenté sur la figure 6.

La programmation suivant le pourtour illustrée est prévue pour une feuille de verre à plusieurs coins et elle comprend essentiellement un compteur numérique de présélection courant 180 présentant dix possibilités de présélection grâce auxquelles la pression de meulage peut être augmentée ou diminuée en cinq coins au maximum et, lorsque les coins ont été franchis, cette pression peut être chaque fois ramenée à sa valeur normale. Pour le réglage de la pression normale, on utilise le potentiomètre R1, tandis que le niveau de la pression de meulage sur les coins individuels de la feuille de verre de la série est réglé au moyen des potentiomètres R2 à R6. La tension de commande pour le régulateur 114 qui a avantageusement la forme d'un servo-amplificateur à quatre quadrants, est amenée au régulateur 114 par l'intermédiaire de la ligne 182 et du contact P2. Le potentiomètre R7 sert à régler la valeur de la force de retrait du moteur à couple constant 10 et la tension de commande ainsi réglée est fournie à l'amplificateur 114 par l'intermédiaire du contact d5.

Les signaux de commande pour la modification de la pression de meulage au niveau des coins sont fournis par la machine tachymétrique 32 qui assure également l'expansion du registre à décalage qui est commandé par l'intermédiaire de la ligne 183. Les signaux fournis par la machine tachymétrique 32 correspondent à la vitesse angulaire du

bras 14 sur lequel le galet palpeur 15 est monté. Etant donné que la pression de meulage ne doit être modifiée que pour des angles relativement aigus, car seuls des angles plus petits ou égaux à 90° sont critiques pour la pression de meulage, la tension de la machine tachymétrique 32 est appliquée à un dispositif de déclenchement de mesure 184. Le point de commutation souhaité est réglé dans ce dispositif de déclenchement de mesure à l'aide du potentiomètre 185, c'est-à-dire qu'il est ainsi établi à partir de quel angle de coin une modification de la pression de meulage doit être effectuée. Si lorsque le galet palpeur 15 atteint un coin, la machine tachymétrique 32 produit une tension qui fait fonctionner le dispositif de déclenchement 184, le relais dl3 est actionné pendant un court laps de temps.

Dans la zone du compteur de présélection 180, le relais dl4 est excité par le relais dl3 et se maintient alors spontanément. Le relais dl4 alimente simultanément le compteur numérique de présélection 180 qui, à ce moment, est encore à zéro, au moyen des impulsions d'horloge de comptage prélevées sur le générateur de signaux d'horloge 76 qui commande le registre à décalage. Le compteur de présélection 180 est programmé de telle façon qu'après une distance de trajet constante, qui correspond à la longueur A_T du bras du galet palpeur 14, le relais Z1 du compteur fonctionne. Le relais Z1 assure que le potentiomètre R2 présente la valeur de consigne, tandis qu'avant cela, c'était le potentiomètre R1 qui en était chargé. Pendant la présélection suivante, on détermine pour quelle distance de trajet le potentiomètre R2 reste enclenché. Cela signifie que, lorsque le relais de compteur Z2 fonctionne, la tension de commande est ramenée sur le potentiomètre R1, ce qui interrompt simultanément la chaîne vers l'élément ou curseur de déclenchement dl5. Le relais dl4 est déclenché de ce fait, à la suite de quoi le rythme de comptage est interrompu et le compteur de présélection est arrêté.

Si le galet palpeur 15 détecte ensuite le second coin critique, le relais dl4 est à nouveau fermé et l'opération que l'on vient de décrire se répète, cette fois par l'intermédiaire des relais de présélection Z3 et Z4. Pour le troisième coin, l'opération décrite se répète à nouveau, et ce par l'intermédiaire des relais de présélection Z5 et Z6. La pression de meulage peut, de cette façon, et à l'aide de ce système, être réglée sur une valeur souhaitée pour un nombre de coins pouvant aller jusqu'à cinq, indépendamment pour chacun d'eux, c'est-à-dire que chaque coin peut être traité au moyen d'une autre pression de meu-

lage. Au terme de l'opération de meulage, le compteur numérique de présélection 160 est remis à zéro par le dispositif de commande de la machine à meuler par l'intermédiaire de l'entrée d'effacement 186.

5

10

15

20

25

30

35

REVENDICATIONS

1. Procédé pour le pilotage automatique d'une machine suivant un trajet, en particulier d'une machine à meuler les bords de feuilles de verre comportant une tête de meulage montée sur un chariot à double mouvement suivant deux directions X, Y, caractérisé en ce qu'un organe palpeur monté sur le chariot portant la tête de meulage, précédant cette tête et palpant le bord de la feuille de verre, détermine le programme de pilotage de trajet pour une distance définie en avant de la tête de meulage, les coordonnées X et Y des points du trajet étant stockées dans un registre à décalage biaxial et, après avoir traversé le registre à décalage, étant utilisées pour commander les moteurs d'entraînement du chariot portant la tête de meulage.

2. Dispositif pour l'exécution du procédé suivant la revendication 1, comportant un outil de travail, par exemple une tête de meulage (10), monté sur un chariot à double mouvement suivant deux directions X, Y, caractérisé en ce que pour une vitesse résultante préétablie de l'outil, c'est-à-dire pour une somme des vitesses constante du chariot (4) à double mouvement suivant les directions X et Y, le rapport des vitesses des moteurs d'entraînement suivant X et Y (3, 5) est réglé à l'aide d'un organe palpeur qui comporte un bras (14) pouvant pivoter autour de l'axe de rotation (18) de la tête de meulage (10) et un galet palpeur monté sur ce bras (14), précédant la tête de meulage (10) pressé contre le bord de la feuille de verre (16) et suivant ainsi son contour, le sens du déplacement du galet palpeur (15) étant continuellement pris en compte et les signaux ainsi obtenus étant amenés, par l'intermédiaire d'un registre à décalage correspondant à la distance (AT) entre le galet palpeur (15) et la tête de meulage, au circuit de commande des moteurs d'entraînement suivant X et Y.

3. Dispositif suivant la revendication 2, caractérisé en ce que le galet palpeur (15) monté sur le bras (14) pouvant pivoter présente un diamètre correspondant à peu près au diamètre de la meule appartenant à la tête de meulage.

4. Dispositif suivant les revendications 2 et 3, caractérisé en ce que pour produire la pression du galet palpeur (15) sur la feuille de verre (16), un moteur électrique à couple constant (20) est prévu, moteur qui transmet un couple à l'arbre (19) auquel est relié le bras (14) qui porte le galet palpeur.

5. Dispositif suivant les revendications 2 à 4, caractérisé en ce que pour déterminer le sens de rotation du galet palpeur (15) un

instrument de mesure de rotation (29) couplé au galet palpeur et effectuant le même déplacement que le centre du galet palpeur est prévu, l'axe de rotation (25) de cet instrument étant pourvu d'une roulette traînante (27) disposée à distance de l'axe (25) et roulant sur une
5 plaque plane (30).

6. Dispositif suivant la revendication 5, caractérisé en ce que l'instrument de mesure de rotation (29) est monté sur un support (22) dont la position angulaire spatiale reste constante.

7. Dispositif suivant les revendications 5 et 6, caractérisé
10 en ce que le support (22) de l'instrument de mesure de rotation (29) est une roue dentée (22) montée tournante dont la position angulaire est déterminée par une autre roue dentée (23) à position angulaire fixe et une chaîne (24) qui accouple la roue (23) à la roue dentée (22).

8. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 5 à
15 7, caractérisé en ce que le support (22) de l'instrument de mesure (29) couplé au galet palpeur (15) de manière à l'accompagner est monté sur un bras (21) disposé au-dessus du plan de meulage et relié cinématiquement au bras (14).

9. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 5 à
20 8, caractérisé en ce que l'instrument de mesure de rotation (29) est un générateur de signaux de rotation par induction.

10. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que l'instrument de mesure de rotation (29) est un potentiomètre sinus-cosinus.

25 11. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 5 à 10, caractérisé en ce qu'un registre à décalage expansible comportant un nombre variable d'emplacements de stockage est utilisé comme registre à décalage (42), le nombre d'emplacements de stockage chaque fois occupés pouvant être réglé en fonction de la vitesse angulaire du bras
30 (14) portant le galet palpeur (15).

12. Dispositif suivant la revendication 11, caractérisé en ce qu'une machine tachymétrique (32) ou un générateur de signaux numériques dont la tension de sortie ou la fréquence influence le nombre des emplacements du registre à décalage est couplé au bras (14) portant
35 le galet palpeur et tourne avec lui.

13. Dispositif suivant la revendication 12, caractérisé en ce que la machine tachymétrique (32) ou le générateur de signaux numériques est monté sur l'arbre (19) portant le bras (14) ou est couplé à cet arbre.

14. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 2 à 13, caractérisé en ce que le registre à décalage (42) fait partie d'un micro-ordinateur.

15. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 2 à 14, caractérisé en ce que deux potentiomètres (34, 35) précèdent l'instrument de mesure de rotation (29) pour préétablir la vitesse de meulage résultante et déterminent les tensions maximales fournies au moteur d'entraînement suivant X et au moteur d'entraînement suivant Y (3, 5).

10 16. Dispositif pour l'exécution du procédé suivant la revendication 1, comportant un outil de travail, par exemple une tête de meulage, monté sur un chariot à double mouvement composé suivant X et Y, caractérisé en ce que pour une vitesse préétablie résultante de l'outil sur le chariot (4), un galet palpeur (15) roulant sur le bord
15 de la feuille de verre et précédant la tête de meulage (10) est prévu sur un bras (14) pouvant pivoter autour du centre de la tête de meulage (10), et un deuxième chariot à double mouvement (124) est couplé à ce galet palpeur (15) de manière à l'accompagner, les coordonnées des points du trajet de ce dernier étant fournies par des générateurs de
20 signaux numériques (134, 135) reliés mécaniquement au deuxième chariot (124), étant entendu que les signaux fournis par les générateurs de signaux numériques (134, 135) sont amenés à un registre à décalage ou à un micro-ordinateur (13) à caractéristique de registre à décalage.

17. Dispositif pour l'exécution du procédé suivant la revendication 1, comportant un outil, par exemple une tête de meulage, monté
25 sur un chariot à double mouvement composé suivant X et Y (4), caractérisé en ce que pour une vitesse préétablie résultante de l'outil sur le chariot (4) un galet palpeur roulant sur le bord de la feuille de verre (16) et précédant la tête de meulage (10) est prévu sur un bras (14)
30 pouvant pivoter autour du point de rotation de la tête de meulage et pour la détermination des coordonnées des points du trajet de ce galet palpeur (15), est monté, d'une part, parallèlement à l'axe X et à l'axe Y, respectivement un potentiomètre (156, 158) à partir duquel des contacts glissants (159, 160) reliés au chariot (4) prélèvent des tensions
35 électriques qui correspondent à la position de la tête de meulage (10) et, d'autre part, un instrument de mesure de rotation (155) à caractéristique de sinus-cosinus couplé au bras pouvant pivoter, étant entendu que les informations de trajet pour la position du galet palpeur (15) sont obtenues à partir des tensions résultant de la combinaison des

tensions prélevées aux potentiomètres (156, 158, 155).

18. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 2 à 17, caractérisé en ce que la tête de meulage (10) est montée tournante sur le chariot à double mouvement composé (4) et la position angulaire spatiale de la tête de meulage (10) est déterminée par un moteur d'entraînement qui est commandé par les signaux électriques de réglage de la vitesse d'entraînement des moteurs suivant X et Y.

19. Dispositif suivant la revendication 18, caractérisé en ce que les signaux utilisés pour commander le moteur d'entraînement (11) de la tête de meulage, prélevés du registre à décalage (42) ou des machines tachymétriques (48, 49, 141, 151) reproduisant la position réelle des moteurs d'entraînement suivant X et Y (3, 5) sont fournis à un potentiomètre sinus-cosinus double (54, 55) dont l'axe de rotation est couplé mécaniquement à l'axe de rotation du moteur d'entraînement (11) et qui fournit la tension de commande pour le régulateur (61) du moteur (11).

20. Dispositif suivant la revendication 19, caractérisé en ce que les tensions prises du potentiomètre sinus-cosinus double (54, 55) sont utilisées pour la commande du générateur de signaux d'horloge (76) qui détermine la fréquence d'horloge du registre à décalage (42).

21. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 2 à 20, caractérisé en ce qu'à l'intérieur de la tête de meulage tournante (10), l'outil de meulage (106) est monté coulissant sur un chariot (107) et un moteur à couple constant (110) agissant sur le chariot (107) est prévu pour le réglage de la pression de meulage.

22. Dispositif suivant la revendication 21, caractérisé en ce que la pression produite par le moteur à couple constant (110) est transmise par l'intermédiaire d'une capsule manométrique (117) au chariot (107) dont le signal électrique de sortie est fourni au régulateur (114) agissant sur le moteur (110) pour régler la pression préétablie.

23. Dispositif suivant les revendications 21 et 22, caractérisé en ce que pour modifier la pression de meulage lors du passage autour d'un coin, le régulateur (114) est activé par les signaux produits par la machine tachymétrique (32) indiquant la vitesse angulaire du bras de palpation (14).

24. Dispositif suivant la revendication 23, caractérisé en ce qu'un compteur de présélection (180) comportant des potentiomètres de réglage (R1 à R6) associés à ses contacts, précède le régulateur (114), pour la présélection de la pression souhaitée au niveau de chaque coin

de la feuille de verre.

25. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 2 à 24, caractérisé en ce qu'un circuit programmeur est prévu pour commander le déroulement dans le temps des fonctions individuelles.

5

10

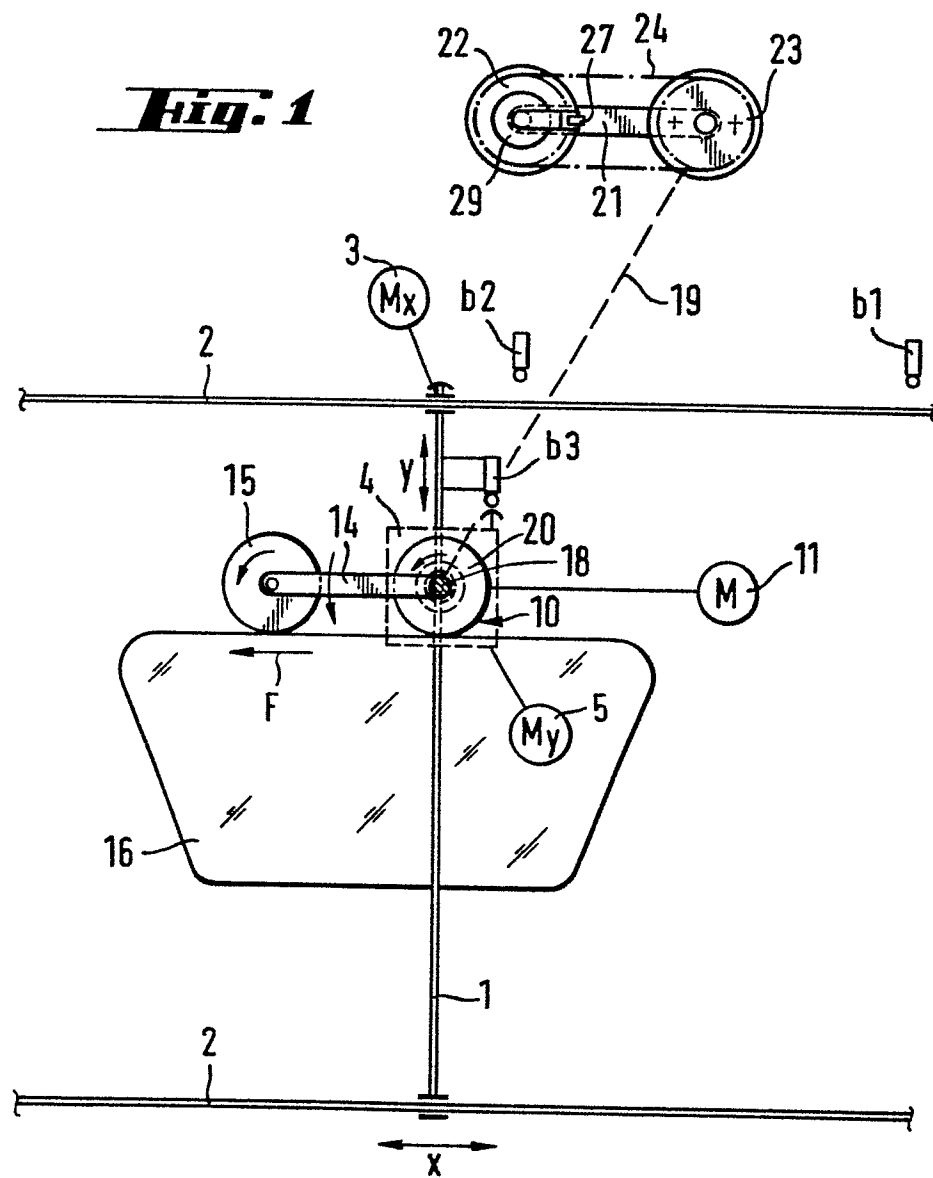
15

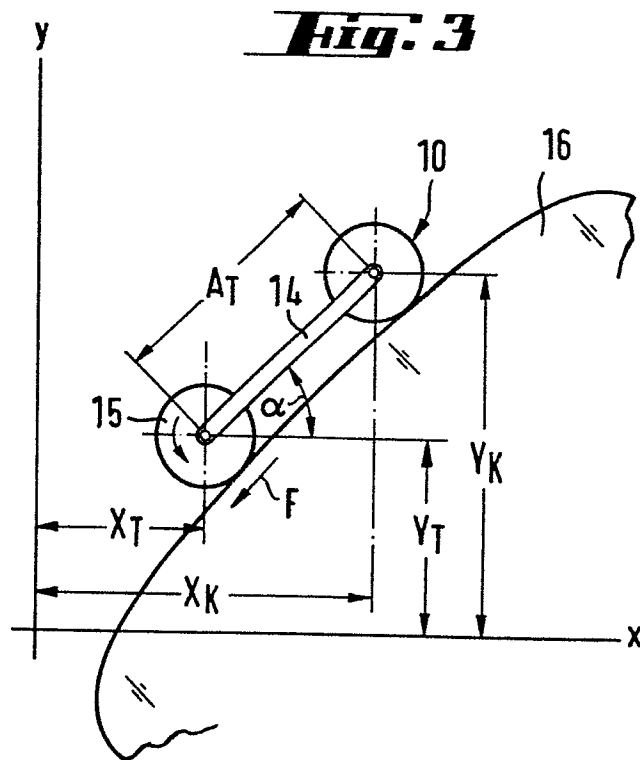
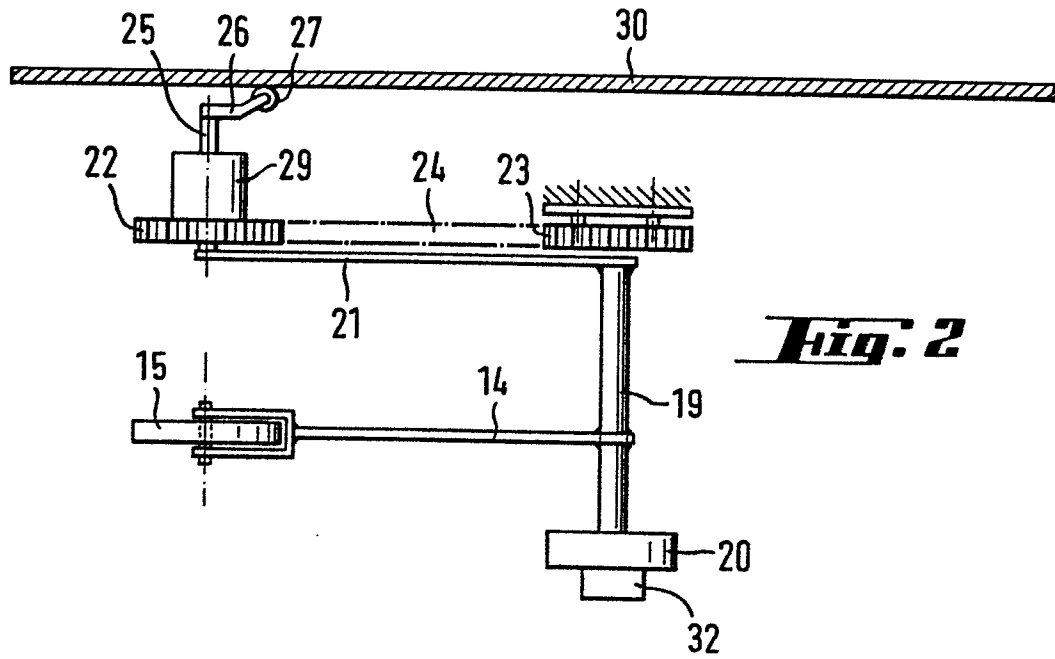
20

25

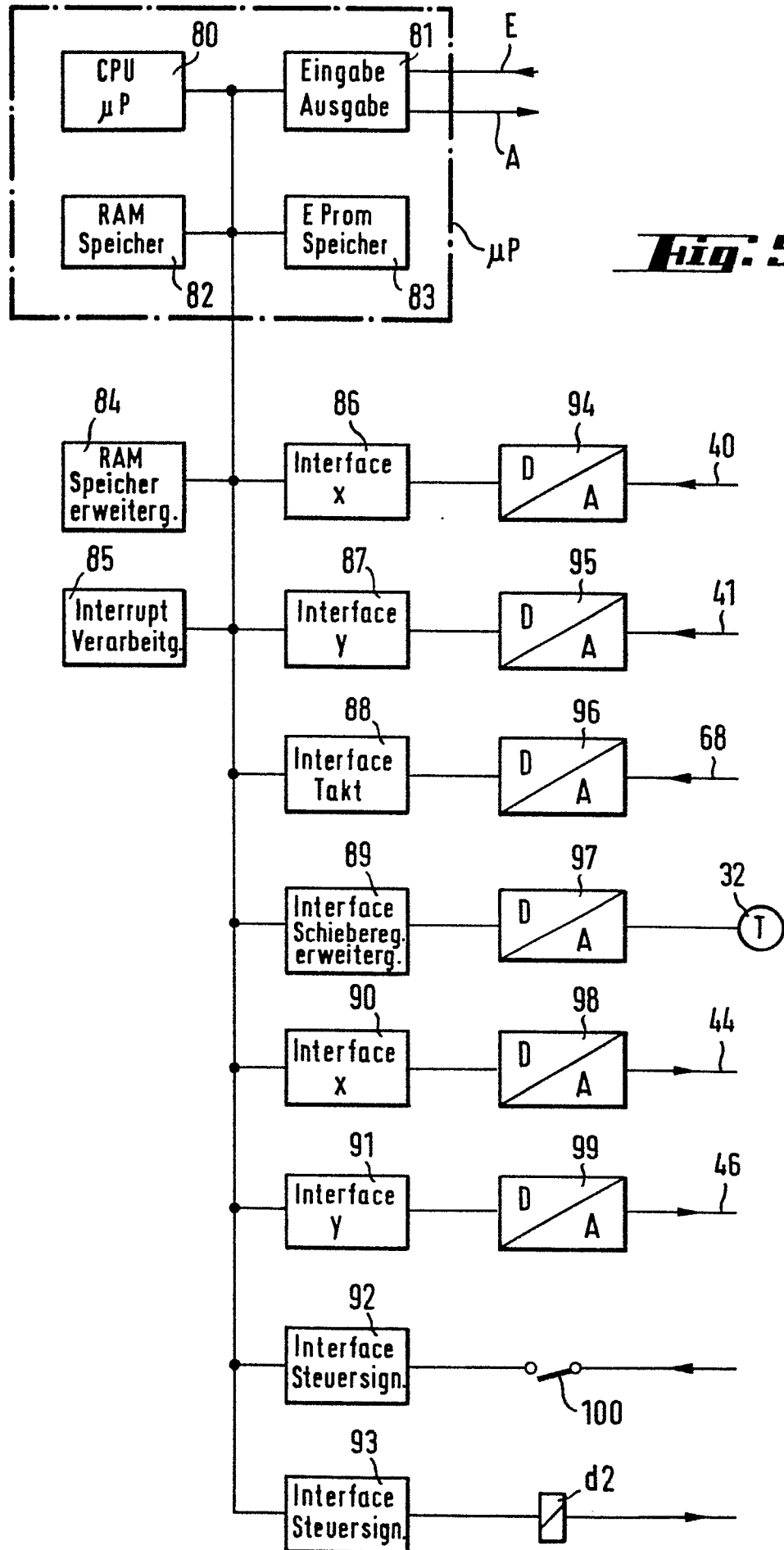
30

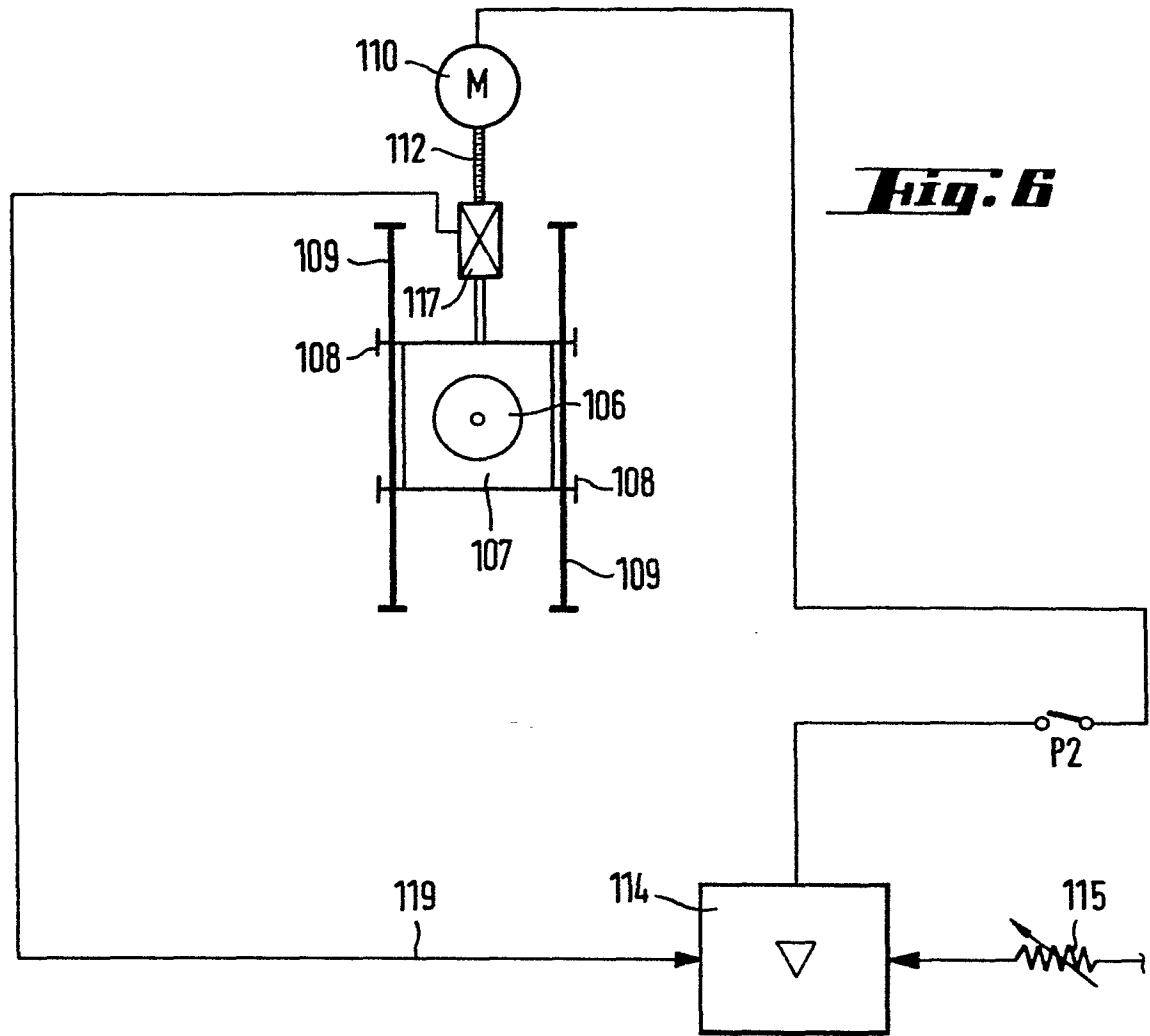
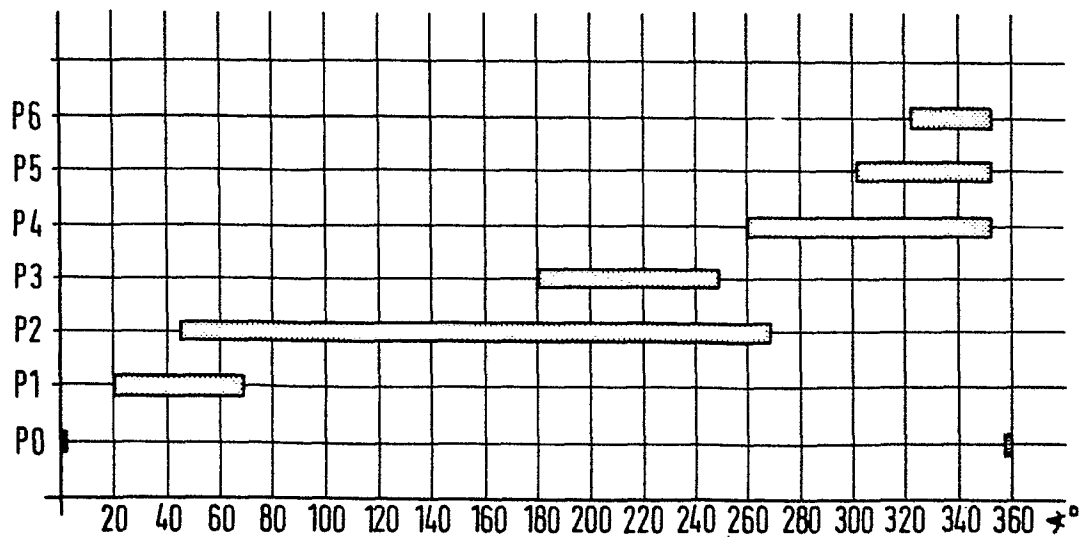
35

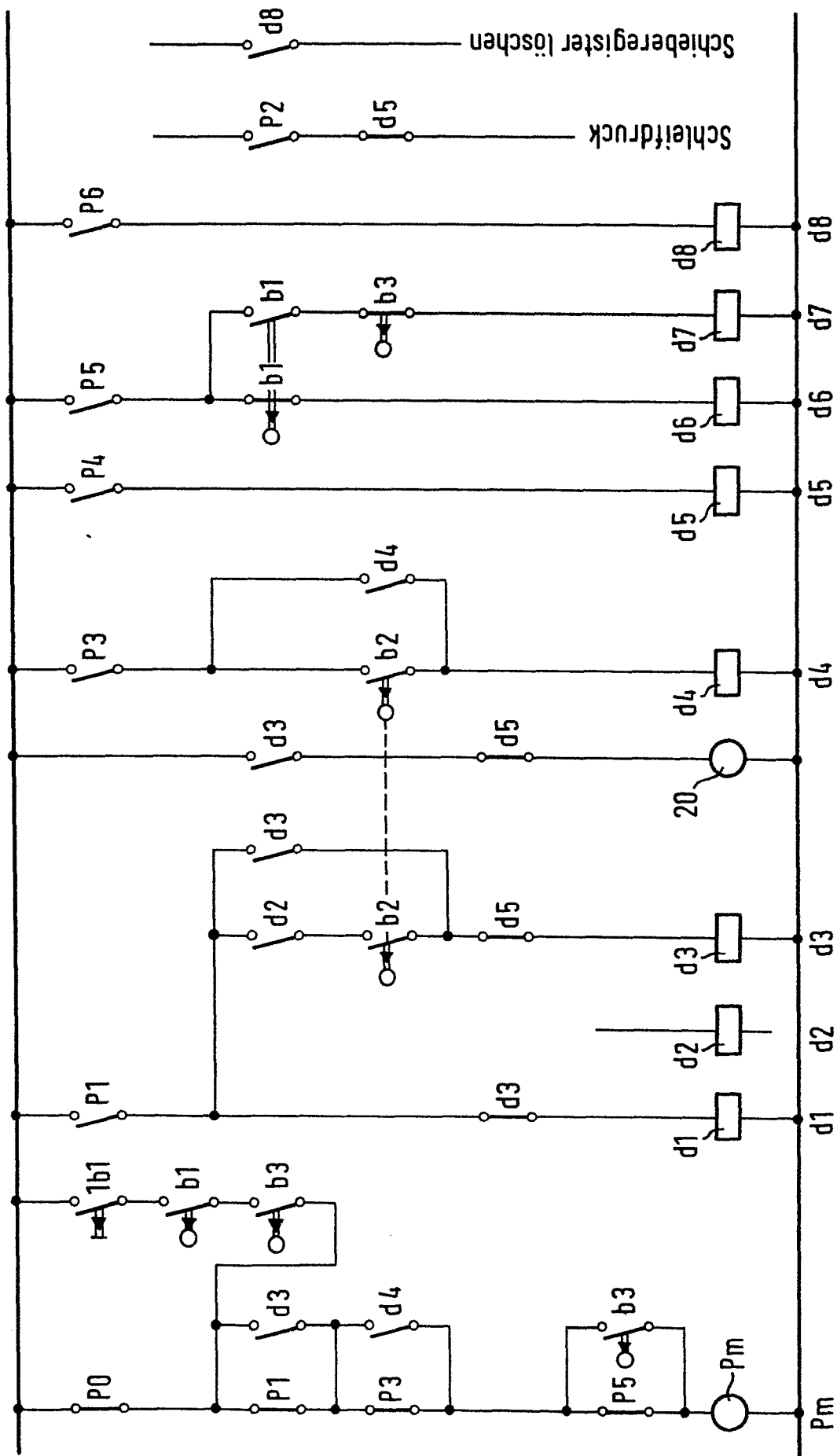




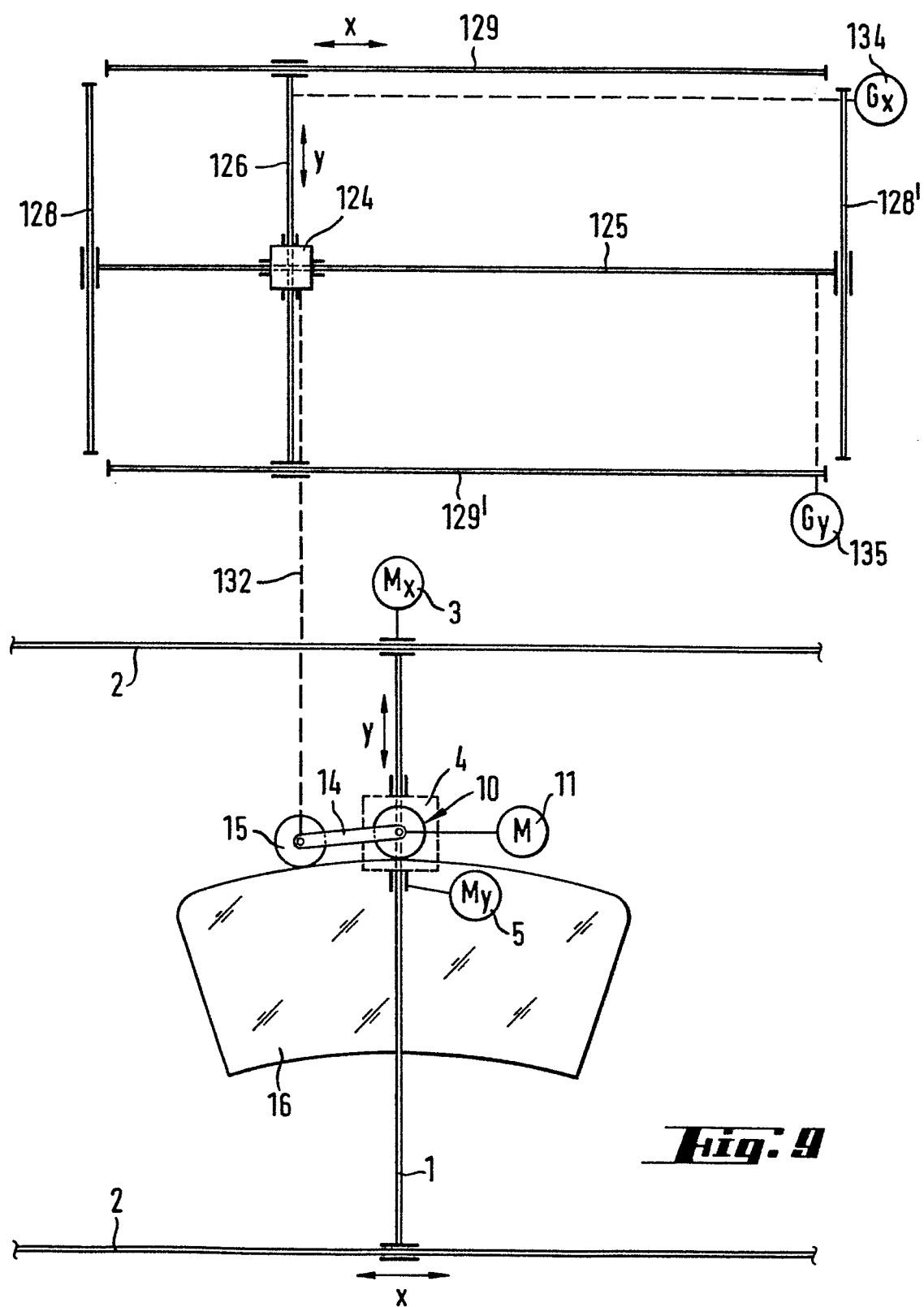


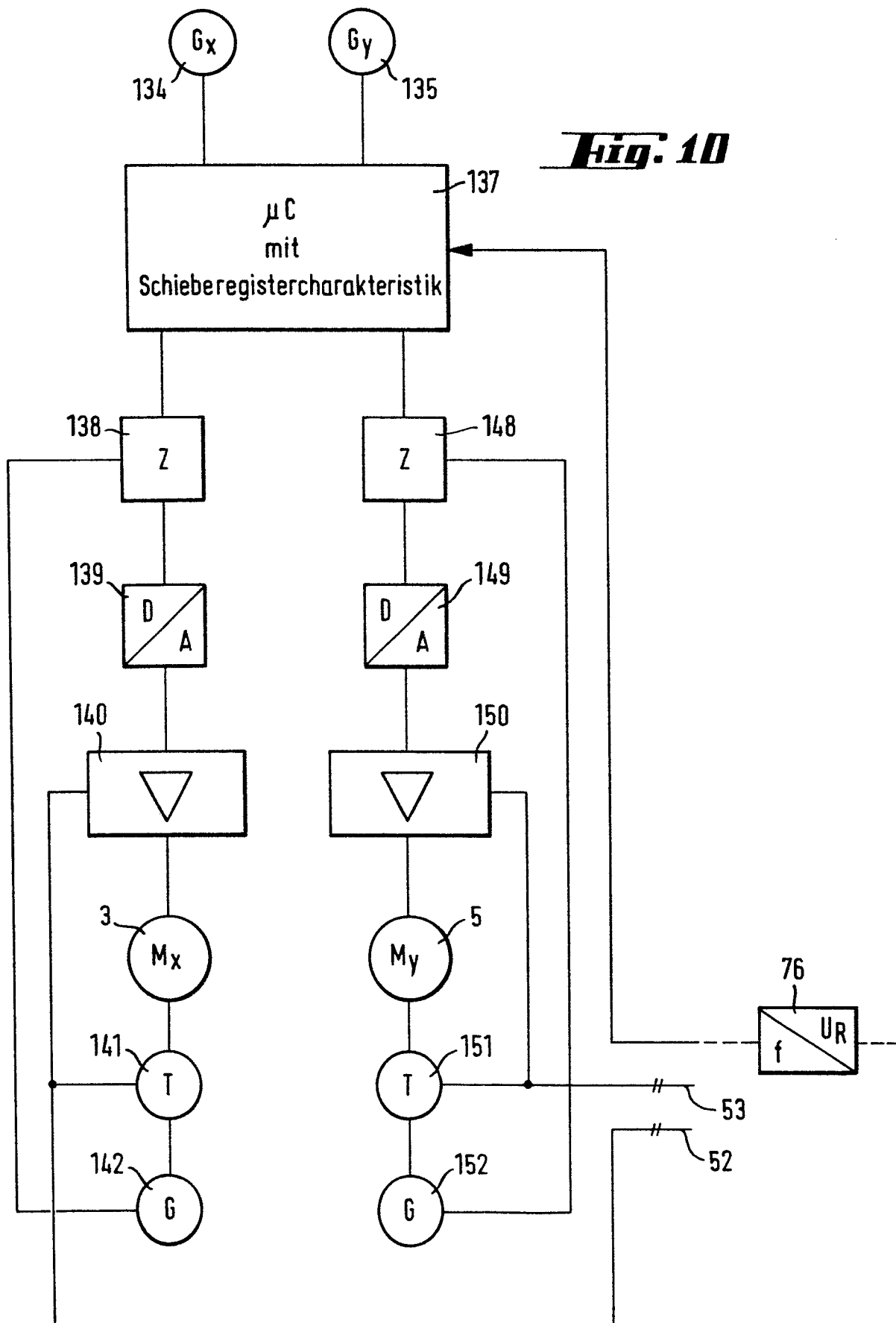


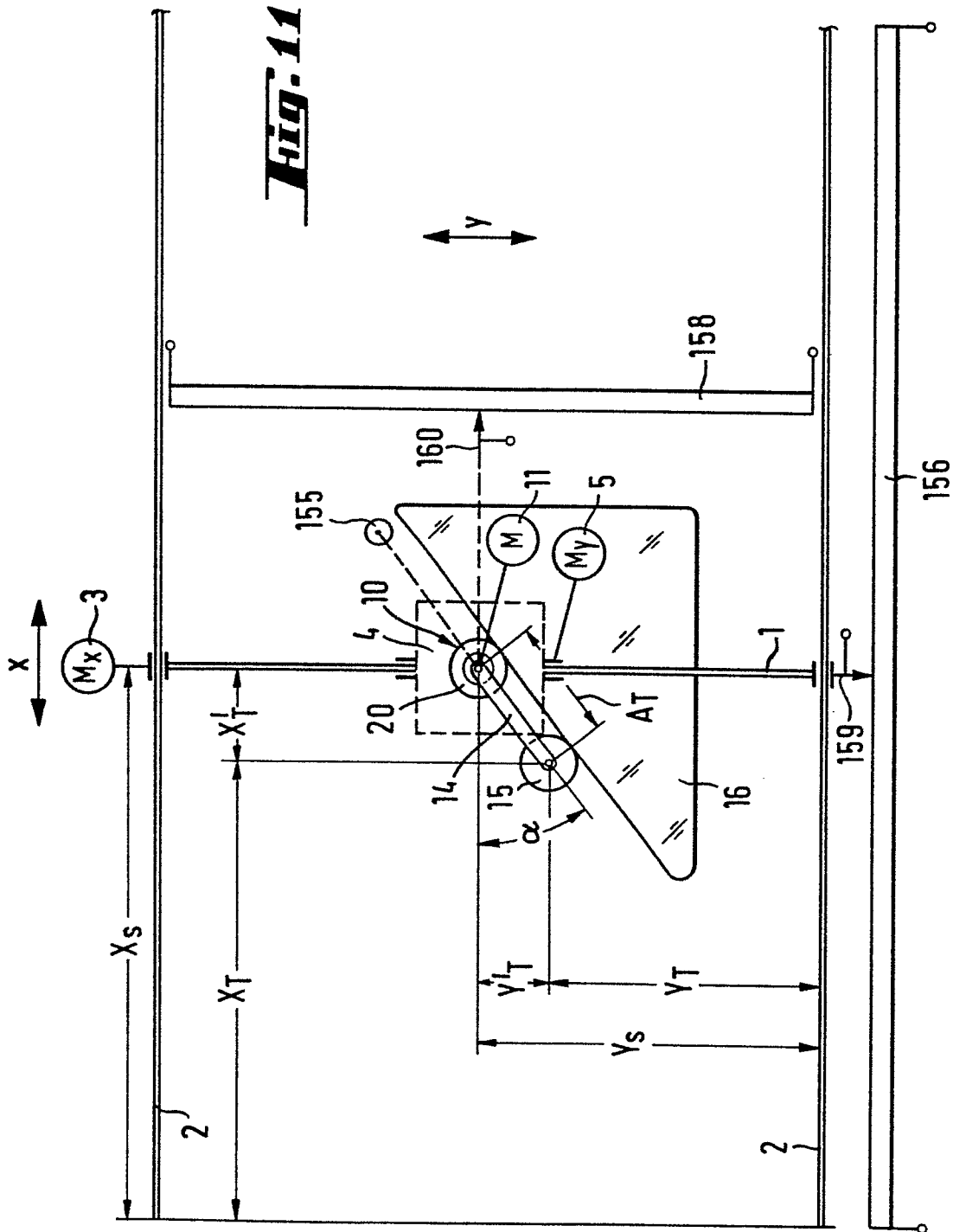
**Fig. 7**

**Fig. A**

Schieberegister löschen
Schleifdruck







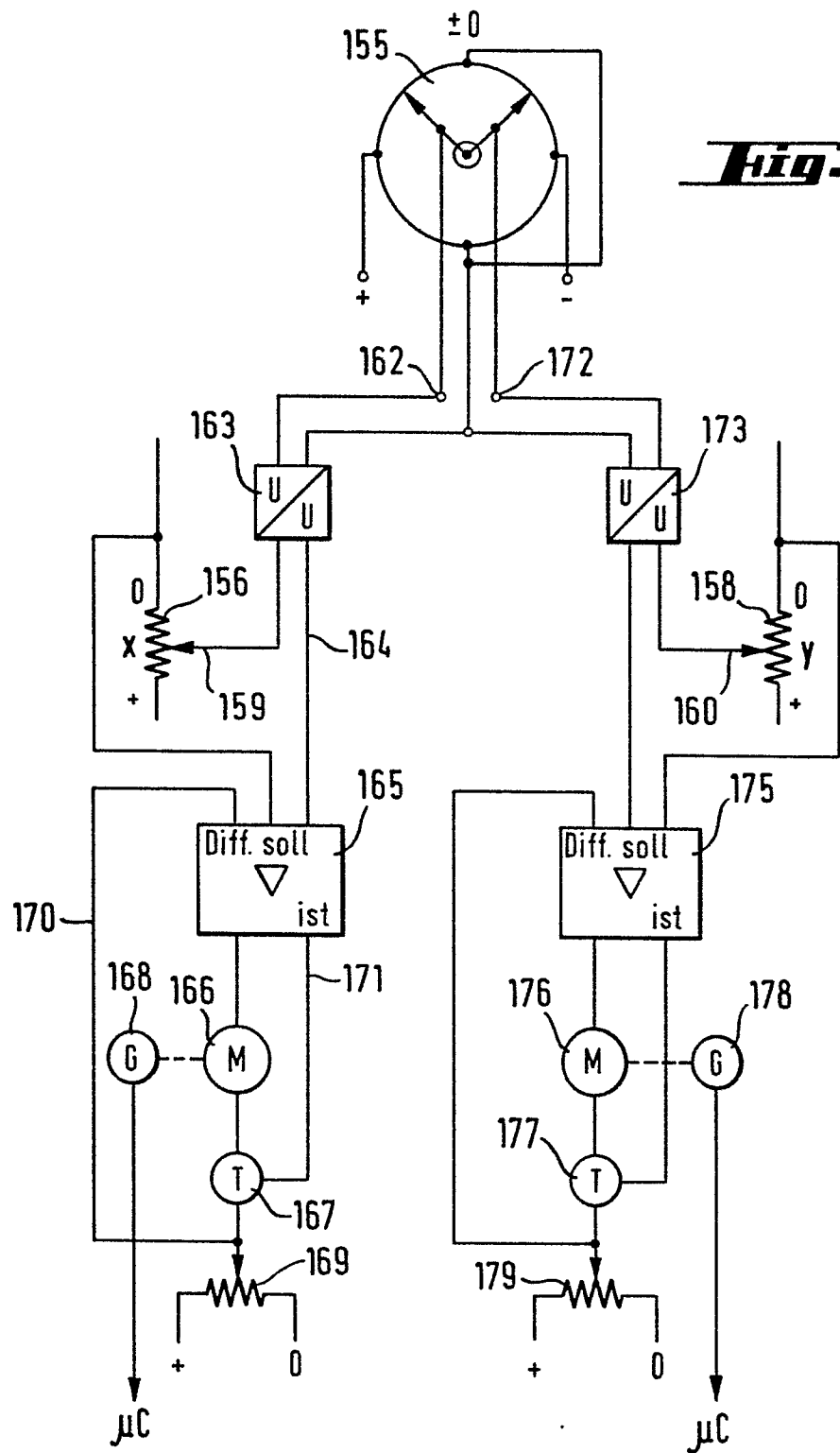


Fig. 13

