

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11 N° de publication : **2 632 232**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : **88 07572**

51 Int Cl<sup>4</sup> : B 23 Q 1/14, 17/22.

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 7 juin 1988.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 49 du 8 décembre 1989.

60 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

71 Demandeur(s) : KAUNASSKY POLITEKHNIЧЕСKY IN-  
STITUT IMENI ANTANASA SNECHKUSA. — SU.

72 Inventeur(s) : Juozas Pranovich Rudzyanskas ; Alexei  
Alexeevich Shkolyarenko-Milukas ; Galina Juozovna Rud-  
zyanskaite.

73 Titulaire(s) :

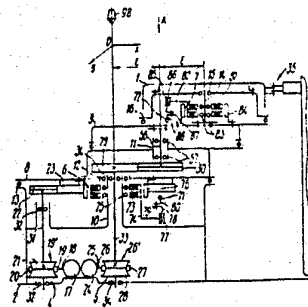
74 Mandataire(s) : Cabinet Weinstein.

54 Dispositif de positionnement de la table d'une machine-outil d'usinage des métaux par coupe.

57 L'invention concerne un dispositif de positionnement  
d'une table de machine-outil pour l'usinage de métaux par  
coupe dans un plan horizontal, suivant deux coordonnées.

Selon l'invention, le dispositif de commande de la position  
de la table comporte deux disques 8, 9 ayant des commandes  
4, 5 de déplacement de la table dans le plan horizontal XOY et  
montés excentriquement, le disque 9 au-dessus du disque 8 et  
de manière à pouvoir tourner autour de leurs axes 10 et 11 et  
le disque 9 par rapport à l'axe 10 du disque 8 ; un moyen 6 est  
destiné à mesurer la valeur du déplacement de la table dans le  
plan horizontal XOY suivant l'une de ses coordonnées et un  
moyen 7 mesure cette valeur dans son autre coordonnée Y ; le  
dispositif de sélection de la position de la table comporte de  
plus des éléments liés d'une manière mobile, dont un élément  
extrême fait fonction d'élément menant 36 lié au bâti 2 de la  
machine-outil tandis que l'autre élément fait fonction d'élément  
mené 38 lié à la table 1, le rapport de transmission entre eux  
étant égal à 1.

L'invention s'applique notamment aux constructions  
mécaniques.



FR 2 632 232 - A1

D

La présente invention concerne le domaine des constructions mécaniques et a notamment pour objet un dispositif de positionnement de la table d'une machine-outil d'usinage des métaux par coupe dans un plan horizontal, suivant deux axes de coordonnées.

L'invention peut s'appliquer, avec le maximum de succès, à l'usinage de trous ayant des surfaces curvili-gnes dans des pièces, dans des machines-outils munies d'un système de commande programmée, par exemple des aléseuses-pointeuses ou ces machines à pointer du genre rectifieuses et fraiseuses.

On connaît un dispositif de positionnement de la table d'une machine-outil d'usinage des métaux par coupe dans un plan horizontal XOY suivant ses deux coordonnées X et Y, monté dans une aléseuse-pointeuse équipée d'un système de commande programmée ("Aléseuse-pointeuse 2431", Notice d'utilisation, partie I, V/O "Stankoimport", URSS, (Moscou), page 6, figure 4, pages 11, 13, 14, figure 9). Le dispositif connu comporte, montés sur le bâti de la machine-outil, une table et un dispositif de commande de la position de la table dans le plan horizontal XOY au cours de son déplacement. Dans ce cas, pendant le déplacement, les côtés contigus de la table sont parallèles aux axes X et Y de coordonnées dans le plan horizontal. En outre, le dispositif comporte deux commandes de déplacement de la table dans le plan, suivant ses deux coordonnées, liées cinématiquement audit dispositif et deux moyens pour la mesure de la valeur du déplacement de la table dans le plan suivant ses deux coordonnées, également montés sur le bâti de la machine-outil.

Dans le dispositif connu, le dispositif de commande de la position de la table au cours de son déplacement comporte, montés sur le bâti, des guidages prismatiques et des glissières, ayant des guidages inférieurs et supérieurs prismatiques disposés perpendiculairement l'un à l'autre (en croix). Par ces guidages inférieurs, les glissières sont montées sur les guidages du bâti et la table, ayant ses propres guidages conjugués avec les guidages

primatiques supérieurs des glissières, est montée sur les guidages supérieurs des glissières. Dans ce cas, les deux commandes de déplacement de la table sont montées dans les glissières.

5            La commande de déplacement de table suivant une coordonnée dans le plan comporte un moteur électrique, muni d'un réducteur, et un pignon, monté sur l'arbre de sortie du réducteur et entrant en prise avec une crémaillère, qui est rigidement fixée sur la table. Cette commande déplace uni-  
10            quement la table dans une direction rectiligne, suivant les glissières.

            La commande effectuant le déplacement de la table suivant son autre coordonnée dans le plan, est réalisée d'une manière analogue mais, dans ce cas, la crémaillère  
15            est rigidement liée au bâti de la machine-outil. Cette commande déplace les glissières conjointement avec la table sur le bâti suivant une trajectoire rectiligne et perpendiculairement au déplacement de la table sur les glissières. Il résulte que la table se déplace dans le plan,  
20            suivant deux coordonnées.

            Le dispositif de commande de la position de la table, conçu sous la forme de glissières avec guidages prismatiques, n'assure pas le positionnement sans erreurs de la table car les glissières et leurs guidages prismatiques ne  
25            possèdent pas une rigidité et une précision suffisantes à la fabrication.

            L'augmentation de la rigidité des glissières que l'on obtient par l'augmentation de leur hauteur augmente encore cette erreur. En outre, les commandes de déplacement de la table, montées sur les glissières, forment de  
30            longues chaînes cinématiques qui ne sont pas rigides, transmettant le mouvement du moteur électrique aux éléments terminaux, c'est-à-dire à la table et aux glissières, et nuisent aux caractéristiques dynamiques du dispositif  
35            du positionnement de la table.

            Dans le but de réduire les chaînes cinématiques des commandes de déplacement de la table et des glissières, on a fait appel à des moteurs à courant continu pouvant

développer un grand couple moteur avec une possibilité de régulation de la rotation de l'arbre du moteur dans une large plage et à des transmissions par couple hélicoïdal à roulement. Dans ce cas, la chaîne est uniquement  
5 constituée d'une paire d'engrenages nécessaire à l'augmentation du couple moteur du moteur et d'une transmission par couple hélicoïdal à roulement ayant un pré-serrage. Toutefois, la technologie de fabrication de la transmission par couple hélicoïdal à roulement est particulière-  
10 ment compliquée, c'est pourquoi le coût de ces transmissions est assez élevé. De plus, elles ne sont pas fiables en fonctionnement du fait qu'elles sont très sensibles aux surcharges ainsi qu'à un faible encrassement de l'huile par la poussière et en outre, la chaîne cinématique de  
15 la transmission du mouvement reste encore assez longue.

Un moyen pour la mesure de la valeur du déplacement de la table dans le plan suivant l'un des axes de coordonnées est monté sur la table et les glissières et un autre moyen pour la mesure de la valeur du déplacement  
20 de la table dans le plan suivant l'autre axe de coordonnées est monté sur les glissières et le bâti.

Dans le dispositif connu, chaque moyen réalisant la mesure de la valeur du déplacement de la table comporte une échelle de mesure et un microscope photo-électrique  
25 et convertit le résultat optique de la mesure en une impulsion électrique qui parvient au système de commande programmée de la machine-outil.

Les faits ci-dessus mentionnés ont fait apparaître que la construction des guidages prismatiques  
30 disposés en croix en combinaison avec les moyens pour la mesure de la valeur du déplacement de la table impose d'augmenter notablement l'encombrement du dispositif et complique son montage. La table et les glissières sont mises en déplacement rectiligne par les moteurs, dont le  
35 mouvement rotatif est transformé en mouvement de translation à travers de longues chaînes de commande. De plus, dans plusieurs cas, pour assurer le positionnement plus précis de l'élément terminal, c'est-à-dire la table, on

réalise la commande à deux ou trois vitesses. Cet inconvénient s'aggrave encore par l'organisation des commandes individuelles qui doivent être montées sur les glissières, ce qui augmente encore l'encombrement du dispositif. Le problème de l'automatisation du positionnement de la table à l'aide d'un système de commande programmée est difficile à réaliser car les moyens de transport (sous la forme d'une transmission par couple hélicoïdal) ne peuvent remplir la fonction de la réaction. Pour l'utilisation d'un système de commande programmée, il est nécessaire d'équiper le dispositif de deux systèmes supplémentaires de comptage, faisant fonction de systèmes de réaction. Cependant, il est impossible de les monter sans augmenter l'encombrement du dispositif. C'est ainsi que l'on peut expliquer la situation actuelle dans laquelle les machines-outils équipées d'un système de commande programmée ont un grand encombrement et n'existent pratiquement pas.

On s'est donc proposé de mettre au point un dispositif de positionnement de la table d'une machine-outil d'usinage des métaux par coupe, où le dispositif de commande de la position de la table serait réalisé selon la conception assurant le raccourcissement des chaînes cinématiques entre l'organe terminal d'exécution, la table, et les moteurs électriques des commandes effectuant le déplacement de la table et des glissières avec la table suivant deux coordonnées dans le plan, élargirait les possibilités technologiques du dispositif (c'est-à-dire augmenterait la vitesse et la précision du positionnement de la table), augmenterait les degrés de liberté de la table et permettrait de réduire l'encombrement de celle-ci.

Le problème ainsi posé est résolu à l'aide d'un dispositif de positionnement de la table d'une machine-outil d'usinage des métaux par coupe dans un plan horizontal suivant ses deux coordonnées comportant, sur un bâti de la machine-outil, un dispositif de commande de la position de la table au cours de son déplacement pendant le-

quel les côtés conjugués de la table sont parallèles aux coordonnées du plan horizontal, deux commandes de déplacement de la table dans un plan horizontal, chacune étant liée cinématiquement au dispositif de commande de la position de la table et deux moyens, destinés à mesurer la valeur du déplacement de la table dans le plan horizontal, et dont chacun est destiné à mesurer la valeur du déplacement de la table suivant l'une des coordonnées dans le plan, caractérisé en ce que le dispositif de commande de la position de la table comporte deux disques, dont chacun est cinématiquement lié à la commande effectuant le déplacement de la table dans le plan horizontal et qui sont montés de manière qu'un disque se trouve au-dessus de l'autre et qu'ils puissent tourner autour de leurs axes, disposés de façon excentrique l'un par rapport à l'autre et avec possibilité de rotation du disque supérieur par rapport à l'axe du disque inférieur sur lequel est monté un moyen mesurant la valeur du déplacement de la table dans le plan suivant l'une de ses coordonnées et en ce que sur le disque supérieur est fixé rigidement, à une distance par rapport à son axe égale à l'excentricité entre les axes des disques, un axe qui est lié mobile à la table et qui porte le moyen mesurant la valeur du déplacement de la table dans le plan suivant son autre coordonné et en outre, en ce que le dispositif de commande de la position de la table comporte des éléments qui sont liés d'une manière mobile entre eux, un élément extrême de ceux-ci faisant fonction d'élément menant et étant lié au bâti tandis que l'autre élément extrême fait office d'élément mené et est lié à la table, le rapport de transmission entre l'élément menant et l'élément mené étant égal à 1.

Le mode de réalisation du dispositif de commande de la position de la table au cours de son déplacement comportant les disques et l'axe, portant la table et les éléments liés d'une manière mobile entre eux, assure l'obtention de la trajectoire imposée du déplacement de la table. Il n'est plus nécessaire de transformer le mouve-

ment rotatif en mouvement de translation. En conséquence, on assure, dans le dispositif, des degrés de liberté du déplacement de la table dans un plan horizontal dans n'importe quelle direction ce qui élargit les possibilités technologiques du dispositif. De plus, les courtes chaînes cinématiques améliorent les caractéristiques dynamiques du dispositif en permettant de réduire l'encombrement de la machine-outil. En outre, la fabrication des disques et leur montage sont plus simples et moins coûteux que pour des guidages prismatiques en croix.

Du point de vue de la technologie, il est avantageux que chaque commande de déplacement de la table dans un plan horizontal comporte un moteur électrique, dont l'arbre est rigidement lié à l'arbre d'entrée d'un réducteur à vis sans fin, dont la vis sans fin entre en prise avec une roue tangente, calée sur l'arbre de sortie du réducteur, l'arbre portant un pignon menant s'engrenant avec un autre pignon, fixé à demeure sur chaque disque.

Ce mode de réalisation des commandes de déplacement de la table dans le plan horizontal permet de mettre cette table sur des coordonnées prescrites en la déplaçant suivant de courts passages et dans les différentes directions nécessaires, afin d'assurer la formation des différentes trajectoires décrites par les relations mathématiques du déplacement de la table.

Il est avantageux que les éléments, liés d'une manière mobile entre eux, du dispositif de commande de la position de la table, forment un mécanisme double à quatre éléments, dont l'élément menant est articulé sur le bâti et l'élément mené est articulé sur la table.

Le mécanisme double à quatre éléments donne la possibilité de déplacer la table dans un plan dans différentes directions et de bloquer en même temps cette table dans son déplacement pour empêcher sa rotation autour de l'axe vertical dans les machines-outils de précision.

Du point de vue de la technologie, il est avantageux que, dans le dispositif de positionnement de la table,

le dispositif de commande de la position de la table soit  
pourvu d'une commande effectuant la rotation de la table  
autour de l'axe vertical, sur un angle imposé, et le blo-  
cage de cet angle, et comportant un secteur avec un arbre  
5 et un élément menant, fixé par une articulation, du méca-  
nisme double à quatre éléments, et deux accouplements  
électromagnétiques dont l'un relie l'arbre du moteur élec-  
trique à l'arbre du secteur et l'autre relie l'arbre du  
secteur au bâti.

10 La présence de la commande ci-dessus mentionnée  
pour la rotation de la table sur un angle imposé et le  
blocage de cet angle en coopération avec le mécanisme dou-  
ble à quatre éléments assure la possibilité d'obtention  
d'un degré supplémentaire de liberté du déplacement de la  
15 table avec la pièce à usiner, c'est-à-dire que, pendant  
l'usinage d'une pièce, il est possible non seulement de la  
déplacer par rapport aux axes des coordonnées mais égale-  
ment de la tourner autour de son propre axe. Cela donne  
la possibilité de supprimer l'emploi de tables appliquées  
20 rotatives.

Du point de vue de la construction, il est facile  
que les éléments, liés d'une manière mobile entre eux, du  
dispositif de commande de la rotation de la table, forment  
une transmission par engrenages constituée d'un pignon  
25 menant et d'un nombre pair de pignons menés, le pignon menant  
étant rigidement lié au bâti, et le dernier pignon mené  
de la transmission étant rigidement lié à la table.

La transmission par engrenages donne la possibilité  
d'assurer, dans la chaîne de déplacement, un serrage préa-  
30 lable grâce à l'utilisation des pignons doubles à ressort,  
ce qui donne la possibilité de bloquer la table et de  
l'empêcher de tourner autour de son axe vertical pendant  
son déplacement dans un plan suivant différentes trajec-  
toires, l'encombrement, dans ce cas, comparé à la cons-  
35 truction réalisée avec un mécanisme double à quatre élé-  
ments, étant alors réduit.

Il est possible que les éléments liés d'une  
manière mobile entre eux du dispositif de commande de la

position de la table forment une transmission par chaîne dans laquelle la roue dentée menante est fixée rigidement au bâti et la dernière roue dentée menée de la transmission est fixée rigidement au bâti.

5 La transmission par chaîne permet de supprimer la course morte de la transmission par la tension de la chaîne elle-même, ce qui permet de simplifier et de diminuer les frais de fabrication des machines-outils dans des conditions de précision normale et élevée.

10 Du point de vue de la technologie, il est avantageux que le dispositif de commande de la table soit pourvu d'une commande effectuant la rotation sur un angle imposé autour d'un axe vertical et le blocage de cet angle et comportant deux accouplements électromagnétiques de freinage, dont l'un relie le bâti à l'arbre de sortie  
15 du réducteur à vis sans fin du disque supérieur et dont l'autre relie le bâti au pignon menant de la transmission (par engrenages) ou à la roue dentée menante de la transmission et deux accouplements électromagnétiques de liaison, dont l'un relie la roue tangente du réducteur à vis sans fin du disque supérieur à l'arbre supérieur de celui-ci et le deuxième relie la roue tangente du réducteur à vis sans fin au pignon menant de la transmission par engrenages ou à la roue dentée menante de la transmission  
20 par chaîne.

25 la présence de la commande ci-dessus mentionnée, pourvue aussi bien de la transmission par engrenages que de la transmission par chaîne, donne la possibilité de simplifier notamment la partie de commande de la table de la machine-outil et d'augmenter le nombre de degrés de liberté  
30 de cette table pendant son déplacement, c'est-à-dire que pendant son déplacement par rapport aux axes de coordonnées, il est possible d'effectuer sa rotation autour de l'axe vertical sur n'importe quel angle, y compris  $360^\circ$ .

35 Du point de vue de la construction, il est avantageux que chaque moyen pour la mesure de la valeur du déplacement de la table comporte un moteur électrique pas à pas, que le convertisseur électro-inductif circulaire de

l'un des moyens comporte un stator et un levier, rigidement liés l'un à l'autre, montés sur l'axe du disque inférieur, un induit fixé à demeure sur le disque inférieur lui-même et une transmission par couple hélicoïdal, dont  
5 l'écrou est rendu solidaire du levier et dont la vis est fixée sur le bâti et que le convertisseur électro-inductif circulaire de l'autre moyen comporte un stator et un levier, liés l'un à l'autre, montés sur l'axe, un induit rendu solidaire du disque supérieur et une transmission  
10 par couple hélicoïdal, dans l'écrou est fixé rigidement sur le levier et dont la vis est fixée sur la table, la vis de chaque transmission par couple hélicoïdal étant liée cinématiquement à l'arbre du moteur électrique pas à pas correspondant, couplé électriquement à travers le  
15 sélecteur d'impulsion au stator du convertisseur électro-inductif circulaire correspondant.

Ce mode de réalisation du moyen de mesure assure des mesures directes du déplacement des éléments d'exécution, c'est-à-dire les mouvements rotatifs des disques,  
20 les résultats de la mesure étant formés et exprimés selon une formation électrique immédiate qui est commode pour le système de commande, ce qui diminue l'erreur générale de comptage. En outre, cette interaction des disques du dispositif et des convertisseurs de mesure supprime l'erreur du battement radial des disques. De plus, la technologie de fabrication des convertisseurs électro-inductifs  
25 est plus simple et moins coûteuse que la technologie de fabrication des systèmes optiques et photo-électriques de mesure.

30 L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lecture de la description explicative qui va suivre d'un mode de sa réalisation donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif avec référence aux dessins schématiques  
35 annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente, en coupe longitudinale, un schéma de principe d'un dispositif de positionnement d'une table, dans lequel le dispositif de commande de la

position de la table a la forme d'une transmission par chaîne, selon l'invention ;

5 - la figure 2 représente, en coupe longitudinale, un schéma de principe du dispositif de positionnement d'une table, dans lequel le dispositif de commande de la position de la table a la forme d'une transmission par engrenages, selon l'invention ;

10 - la figure 3 représente, en coupe longitudinale, un schéma de principe du dispositif de positionnement dans lequel le dispositif de commande de la position de la table a la forme d'une transmission par chaîne, selon l'invention ;

15 - la figure 4 est une vue faite suivant la flèche A du mécanisme double à quatre éléments représenté sur la figure 1 ;

20 - la figure 5 représente un schéma de principe, en plan, de la commande de rotation de la table du dispositif de commande de la position de la table ayant la forme d'un mécanisme double à quatre éléments, selon l'invention ;

- la figure 6 est une vue faite suivant la flèche B de la transmission par engrenages de la figure 2 ;

- la figure 7 est une vue faite suivant la flèche C de la transmission par chaîne de la figure 3 ; et

25 - la figure 8 représente, en coupe longitudinale, le schéma de principe de la commande de rotation de la table pour le dispositif de commande de la position de la table ayant la forme d'une transmission par chaîne, selon l'invention.

30 Le dispositif de positionnement selon l'invention pour une table 1 d'une machine-outil d'usinage des métaux par coupe dans le plan horizontal XOY suivant deux coordonnées X et Y est représenté aux figures 1, 2 et 3.

35 A titre d'exemple de réalisation, on a utilisé une aléreuse-pointeuse 2 avec un système de commande programmée où est monté le dispositif selon l'invention.

Le dispositif ci-dessus mentionné comporte, montés sur un bâti 3 de l'aléreuse-pointeuse 2, un dispositif de

commande de la position de la table au cours de son déplacement pendant lequel ses côtés conjugués sont parallèles aux coordonnées X et Y du plan horizontal XOY, deux commandes 4 et 5 du déplacement dans le plan horizontal XOY, chacune étant cinématiquement liée au dispositif de commande de la position de la table, et deux moyens 6 et 7 servant à mesurer la valeur du déplacement de la table dans le plan horizontal XOY et dont chacun est destiné à mesurer la valeur du déplacement de la table suivant une coordonnée X ou Y, du plan XOY et, notamment, le moyen 6 sert à mesurer cette valeur suivant la coordonnée X et le moyen 7 suivant la coordonnée Y.

Selon l'invention, le dispositif de commande de la position de la table comporte deux disques 8 et 9 dont chacun est cinématiquement lié à sa commande 4 ou 5 et qui sont montés l'un au-dessus de l'autre. Dans la description qui va suivre, le disque 8 sera nommé disque inférieur et le disque 9 disque supérieur. Les disques 8 et 9 sont montés de façon à pouvoir tourner autour de leurs axes 10 et 11 qui sont disposés excentriquement l'un par rapport à l'autre, avec une excentricité  $\epsilon$ .

La possibilité de rotation du disque inférieur 8 est assurée par un palier d'appui 12 et un palier de butée 13, fixés dans le bâti 2. Le moyen 6 effectuant la mesure de la valeur du déplacement de la table dans le plan XOY suivant la coordonnée X est monté sur l'axe 10 du disque inférieur 8. Un axe 14 est rigidement fixé à la partie supérieure du disque supérieur 9, à une distance par rapport à son axe 11 qui est égale à l'excentricité  $\epsilon$  entre les axes 10 et 11 des disques 8 et 9. Cet axe 14 est lié, par un roulement d'appui 15 et un roulement de butée 16, à la table 1. Le moyen 7, effectuant la mesure de la valeur du déplacement de la table dans le plan XOY suivant la coordonnée Y, est monté sur l'axe 14 du disque supérieur 9.

De plus, le dispositif de commande de la position de la table comporte des éléments qui sont liés entre eux d'une manière mobile. L'un des ces éléments, un élément

extrême, fait fonction d'élément menant et est raccordé au bâti 2 et l'autre élément extrême sert d'élément mené et est lié à la table 1.

5 Le rapport de transmission de l'élément menant à l'élément mené est égal à 1.

10 La commande 4 du déplacement de la table 1 dans le plan XOY suivant la coordonnée X comprend une commande de rotation du disque inférieur 8 ayant un moteur électrique 17, dont l'arbre 18 est rendu solidaire de l'arbre d'entrée 19 d'un réducteur à vis sans fin 19' dont la vis sans fin 20 est mise en prise avec une roue tangente 21 qui transmet la rotation à un pignon 22 s'engrenant avec un autre pignon 23 lequel est fixé à demeure sur le disque inférieur 8.

15 La commande 5 du déplacement de la table 1 dans le plan XOY suivant la coordonnée Y comporte une commande de rotation du disque supérieur 9 comprenant un moteur électrique 24, dont l'arbre 25 est rigidement lié à l'arbre d'entrée 26 d'un réducteur 26' à vis sans fin, dont la vis sans fin 27 est mise en prise avec une roue tangente 28 transmettant la rotation à un pignon 29 s'engrenant avec un autre pignon 30 lequel est fixé à demeure sur le disque supérieur 9.

20 La roue tangente 21 est liée au pignon 22 par un arbre de sortie 31 du réducteur 19' à vis sans fin, monté dans des roulements d'appui 32 et la roue tangente 28 est liée au pignon 29 par un arbre de sortie 33 du réducteur 26' à vis sans fin, monté dans des roulements d'appui 34.

30 La figure 4 montre une variante de réalisation du dispositif de commande de la position de la table, dans lequel les éléments liés entre eux forment un mécanisme double 35 à quatre éléments ayant un élément menant 36 fixé par des articulations 37 sur le bâti 2 et un élément mené 38 fixé par des articulations 39 à la table 1.

35 Le mécanisme 35 à quatre éléments a un élément commun 40 lié par les articulations 41 à l'élément menant 36 et l'élément mené 38.

La figure 5 représente une commande de rotation de la table sur un angle imposé, autour de l'axe vertical

et de blocage de cet angle, laquelle commande est utilisée pour le mécanisme double 35 à quatre éléments.

5 Cette commande comporte un secteur 42 ayant un arbre 43 et monté dans des paliers 44 sur le bâti 2. Les articulations 37 de l'élément menant 36 du mécanisme 35 à quatre éléments sont fixées à demeure sur le secteur 42.

10 En outre, la commande comporte un moteur électrique 45, un accouplement électromagnétique de liaison 46, reliant un arbre 47 du moteur électrique 45 à l'arbre 43 du secteur 42 et un accouplement électromagnétique de freinage 48 qui couple rigidement l'arbre 43 du secteur 42 au bâti 2.

15 La figure 6 représente une autre variante de réalisation du dispositif de sélection de la position de la table dans lequel les éléments, liés entre eux d'une manière mobile, forment une transmission 49 par engrenages constituée par un pignon menant 50 et un nombre pair de pignons menés 51, 52 (figure 2), 53 (figure 6), 54 et 55. Dans ce cas, le pignon menant 50 est rigidement lié au bâti 2 et le dernier pignon 55 de la transmission 49 est rigidement fixé à la table 1.

20 Etant donné que le rapport de transmission entre l'élément menant, c'est-à-dire le pignon menant 50, et le dernier élément mené 55, est égal à 1, les pignons menés 52 et 53, rigidement fixés aux extrémités d'un arbre 56, sont considérés dans la transmission 49 par engrenage comme ne formant qu'un seul pignon.

25 A son tour, l'arbre 56 est rigidement fixé dans le disque supérieur 9 à l'aide des roulements 57 et d'une bague 58, montée sur l'axe 11 et fixée par l'intermédiaire d'un roulement 59 au disque inférieur.

30 La figure 7 représente une autre variante de réalisation du dispositif de commande de la position de la table dans lequel les éléments, liés d'une manière mobile entre eux, forment une transmission 60 par chaîne ayant une roue dentée menante 61, fixée à demeure sur le bâti 2 et des roues dentées menées 62 (figure 3), 63 (figure 7) et 64. La dernière de ces roues dentées menées 64, dans la transmission, est rigidement fixée à la table 1.

Les roues dentées menées 62 et 63 sont calées sur les extrémités de l'arbre 56 d'une manière analogue aux pignons menés 52 et 53.

5 La figure 8 représente une variante de réalisation du dispositif de positionnement de la table avec une commande effectuant la rotation de la table autour de son axe vertical, sur un angle imposé, ainsi que le blocage de cet angle. Cette commande est destinée à être utilisée avec des dispositifs de commande de la position de la table ayant la forme de la transmission 49 par engrenages et de la transmission 60 par chaîne.

10 La commande comporte deux accouplements électromagnétiques de freinage 65 et 66 et deux accouplements électromagnétiques de liaison 67 et 68. L'accouplement de freinage 65 relie le bâti 2 à l'arbre de sortie 33 du réducteur 26' à vis sans fin de la commande de rotation du disque supérieur 9 tandis que l'accouplement 66 relie le bâti 2 au pignon menant 50 de la transmission 49 par engrenages ou à la roue dentée menante 61 de la transmission 60 par chaîne. Dans ce cas, le pignon menant 50 et la roue dentée menante 61 sont rigidement fixés sur un arbre 69 monté à l'aide de paliers 70 sur le bâti 2.

20 L'accouplement de liaison 67 relie la roue tangente 28 de la commande de rotation du disque supérieur 9 à l'arbre de sortie 33 du réducteur 26' à vis sans fin de la commande de rotation du disque supérieur 9.

25 L'accouplement de liaison 68 relie la roue tangente 28 au pignon menant 50 de la transmission 49 par engrenages ou à la roue dentée menante 61 de la transmission 60 par chaîne.

30 Chaque moyen 6 ou 7 effectuant la mesure de la variation du déplacement de la table comporte des moteurs pas à pas 71 (figures 1, 2, 3, 8) et 72, respectivement, et un convertisseur électro-inductif circulaire. Le convertisseur électro-inductif du moyen 6 comporte un stator 73 et un levier 74, rigidement liés l'un à l'autre et montés dans des paliers 75 sur l'axe 10 du disque inférieur 8, un induit 76 fixé à demeure sur le disque 8 lui-même et

une transmission par couple hélicoïdal, dont l'écrou 77 est fixé rigidement sur le levier 74 et dont la vis 78 est montée sur le bâti 2 et est liée par l'intermédiaire de l'accouplement 79 à l'arbre 80 du moteur pas à pas 71.

5           Le convertisseur circulaire du moyen 7 comporte un stator 81 et un levier 82 qui sont liés l'un à l'autre et montés à l'aide de paliers 83 sur l'axe 14, ainsi qu'un induit 84 rendu solidaire du disque supérieur 9 et une transmission par couple hélicoïdal dont l'écrou 85 est  
10 rigidement fixé sur le levier 82 et dont la vis 86 est montée sur la table 1 et est liée, par l'intermédiaire d'un accouplement 87, à un arbre 88 du moteur pas à pas 72. Chaque moteur pas à pas 71 et 72 est électriquement lié  
15 aux stators 73 et 81 respectivement à travers un sélecteur d'impulsions (non représenté sur la figure).

          Pour la détermination de l'angle de rotation du pignon menant 50, sont prévus un moteur pas à pas 89 et un convertisseur électro-inductif circulaire qui comporte un stator 90 (figure 8) et un levier 91 liés l'un à l'autre et montés dans des paliers 92 sur un axe 10 du disque inférieur 8, un induit 93 calé sur l'arbre 69 et une transmission par couple hélicoïdal, dont l'écrou 94 est fixé rigidement sur le levier 91 et dont la vis 95 est  
20 montée sur le bâti 2 et est liée par un accouplement 96 à l'arbre 97 du moteur pas à pas 89.

          Le dispositif de positionnement de la table d'une machine-outil pour l'usinage des métaux par coupe dans le plan horizontal suivant deux coordonnées fonctionne de la manière suivante.

30           On monte le dispositif selon l'invention sur une machine-outil de façon que l'axe géométrique de l'axe 10 de la rotation du disque inférieur 8 coïncide avec l'axe géométrique d'une broche 98 de la machine-outil. En faisant tourner les disques 8 et 9, il est possible de mettre  
35 chaque point de la surface de travail de la table 1, surface qui est égale à l'aire du cercle de rayon  $2 \xi$ , en face de l'axe géométrique de la broche 98 de la machine-outil, autrement dit, il est possible de positionner la pièce fixée sur la table 1 suivant les coordonnées

imposées pour l'usinage. En réglant les vitesses de rotation des disques 8 et 9, il est possible d'obtenir différentes trajectoires du déplacement de la table 1 et de former, pendant l'usinage, différents contours des pièces à usiner. Dans ce cas, il n'est plus nécessaire de positionner une pièce conformément à une surface de base au moment de sa fixation sur la table 1 de la machine-outil du fait qu'il est maintenant possible de réaliser l'usinage, par exemple, le fraisage du contour, dans différentes directions à partir d'une surface de base d'une pièce. Pour fixer une pièce à usiner, il est possible de choisir arbitrairement la surface de base sur la table, dans n'importe quelle direction. Cette qualité du dispositif de positionnement est très précieuse car l'opération de la mise des surfaces de base d'une pièce en coïncidence avec la direction du déplacement de la table, c'est-à-dire l'opération de réglage de la position des pièces lors de leur blocage sur la table, est une opération inévitable avec des machines-outils réalisées selon des conceptions connues, et nécessite un temps important.

A la mise en circuit des moteurs électriques 17 et 24, la rotation est transmise à la manière suivante. Du moteur 17, la rotation est transmise par les arbres 18 et 19, la vis sans fin 20, la roue tangente 21, l'arbre 31, le pignon 22 et le pignon 23, au disque inférieur 8 et du moteur 24, la rotation est transmise par les arbres 25 et 26, la vis sans fin 27, la roue tangente 28, l'arbre 33, le pignon 29, le pignon 30, au disque supérieur 9. A la suite de la rotation des disques 8 et 9 et de leur tour sur un angle prescrit, la table 1 se déplace dans le plan horizontal XOY suivant les coordonnées X et Y.

La valeur de la rotation et la vitesse de cette rotation des disques 8 et 9 sont contrôlées par les convertisseurs électro-inductifs des moyens 6 et 7 de mesure de la valeur du déplacement de la table suivant les coordonnées X et Y.

Le convertisseur du moyen 6 effectue directement le contrôle de la rotation du disque 8 tandis que le con-

vertisseur du moyen 7 fournit la somme des mouvements rotatifs du disque 8 et 9. Il en résulte que par rotation des disques 8 et 9 autour des axes 10 et 11, on met l'axe 14 et conjointement avec lui, la table 1, sur une coordonnée  
5 souhaitée, ou bien on le déplace suivant une trajectoire souhaitée. La direction imposée de la table 1 est fixe pendant son déplacement et est maintenue par le dispositif de commande de la position de la table.

Pour obtenir un angle imposé de rotation du disque 8, on met le moteur pas à pas 71 en marche, lequel tourne la vis 78 et, en déplaçant l'écrou 77, actionne le levier 74.  
10

Le levier 74 fait tourner le stator 73 jusqu'à une position prescrite qui correspond à l'angle sommaire de rotation imposé pour les disques 8 et 9.  
15

A la rotation du disque inférieur 8 et à la rotation simultanée de l'induit 76, l'information concernant la valeur de l'angle de rotation du disque 8 parvient au système de commande de la machine-outil et après rotation sur un angle imposé, le signal de commande est envoyé pour l'arrêt du moteur 17 et, par conséquent, pour l'arrêt de la rotation du disque 8.  
20

Pour obtenir un angle sommaire imposé de la rotation des disques 8 et 9, on met le moteur pas à pas 72 en marche, lequel fait tourner la vis 86 et, en déplaçant l'écrou 85, actionne le levier 82. Ce dernier fait tourner le stator 81 à une position imposée correspondant à un angle sommaire donné de la rotation des disques 8 et 9. A la rotation du disque supérieur 9 et à la rotation simultanée de l'induit 84, l'information concernant la valeur de l'angle sommaire de la rotation du disque 8 ou 9 parvient au système de commande de la machine-outil et après obtention de l'angle sommaire imposé de la rotation, le signal de commande pour l'arrêt parvient au moteur 24 et par conséquent arrête la rotation du disque 9.  
25  
30  
35

Dans le cas de l'utilisation du dispositif de positionnement de la table dans lequel le dispositif de commande de la position de la table a la forme d'un méca-

nisme double 35 à quatre éléments, les éléments 36 et 38 de celui-ci empêchent la table 1 de tourner autour de l'axe vertical mais ne l'empêchent pas de se déplacer dans le plan horizontal XOY. La rotation du disque inférieur 8 et du disque supérieur 9 peut être réalisée simultanément ou séparément. La rotation indépendante du disque 8 est également possible parce que le moteur électrique 24 freine le disque supérieur 9 du fait qu'à ce moment le pignon 30 roule sur le pignon 29 et tourne autour de celui-ci.

Pour faire tourner la table 1 autour de son axe vertical, on met le moteur 45 et l'accouplement de liaison 46 en action et on met l'accouplement 48 au repos. Par l'intermédiaire de l'arbre 47, de l'accouplement 46 et de l'arbre 43, le moteur 45 fait tourner le secteur 42 qui, en agissant par l'intermédiaire des éléments 36 et 38 du mécanisme double 35 à quatre éléments, fait tourner la table 1 autour de son axe vertical d'un angle imposé. Après la rotation de la table 1, l'accouplement de freinage 48 entre en jeu en bloquant la position de la table 1 à l'endroit où elle a été déplacée.

Dans le cas de l'utilisation d'un dispositif de positionnement de la table dans lequel le dispositif de commande de la position de la table a la forme d'une transmission par engrenages, la table 1 est bloquée en une position contre sa rotation autour de son axe vertical par les pignons 29, 51, 52, 53, 54 et 55.

Dans le cas de l'utilisation d'un dispositif de positionnement de la table dans lequel le dispositif de commande de la position de la table a la forme d'une transmission par chaîne, la table 1 est bloquée en une position prescrite contre une rotation autour de son axe vertical par les roues dentées 61, 62, 63 et 64.

Pour faire tourner la table 1 autour de son axe vertical, on actionne l'accouplement électromagnétique 68 et on met l'accouplement de freinage 66 au repos, puis on met le moteur 24 en marche, lequel transmet la rotation à la table à travers la vis sans 27, la roue tangente 28, l'arbre 69, le pignon menant 50 puis, à travers les pignons menants 51 et 52 et l'arbre 56.

A ce moment, l'accouplement 65 freine l'arbre 33 et l'accouplement 67 sépare cet arbre de la roue tangente 28. En conséquence, le moteur 24 fait alternativement tourner tantôt l'arbre 33 tantôt l'arbre 69.

5            La valeur de la rotation de la table 1 autour de son axe par le moteur 24 est contrôlée par le convertisseur électro-inductif 99 (figure 8), dont le moteur pas à pas 89 fait tourner, par l'intermédiaire de l'arbre 97, la vis 95, déplace l'écrou 94 et, en actionnant le stator 90 par 10 l'intermédiaire du levier 91, fait tourner ce dernier, le plaçant en une position prescrite à laquelle doit être tournée la table 1. A la rotation de l'arbre 69 et de l'induit 93, l'information sur la valeur de l'angle de 15 rotation de la table 1 autour de son axe vertical parvient dans le système de commande de la machine-outil et après obtention de l'angle imposé de rotation, l'accouplement de freinage 66 freine l'arbre 69 et l'accouplement 68 sépare la roue tangente 28 de l'arbre 69.

20            Le dispositif proposé pour le positionnement de la table dans un plan permet d'élargir les possibilités technologiques de la machine-outil et d'automatiser en plus grande mesure l'usinage réalisé au moyen de celle-ci.

25            En outre, le dispositif proposé pour le positionnement de la table, dans lequel les déplacements rectilignes de la table sont remplacés par des déplacements rotatifs des éléments du mécanisme présente les avantages suivants :

- 30            - il n'est plus nécessaire de fabriquer de guides rectilignes prismatiques nécessitant une grande main-d'oeuvre et des frais importants pour leur fabrication ;
- la fabrication et le montage des roulements d'appui et des roulements de butée avec des chemins plans de roulement sont plus faciles et la précision finale des guides 35 circulaires est plus élevée que dans le cas de guides rectilignes ;
- les convertisseurs circulaires de réaction fonctionnent en régime d'asservissement automatique et con-

trôlent eux-mêmes le déplacement de la table de la machine-outil ;

5 - la fabrication et l'utilisation de convertisseurs électro-inductifs circulaires sont incomparablement plus simples et moins coûteuses, tandis que les déformations dues à la température, dans ceux-ci, sont sensiblement inférieures à celles constatées dans les convertisseurs linéaires de réaction ;

10 - du fait que dans les mécanismes circulaires de positionnement, la distance entre les axes de rotation est établie conformément aux centres géométriques de rotation, le battement radial des axes des paliers n'influe aucunement sur la précision du positionnement ;

15 - les mécanismes circulaires de positionnement constituant la partie mécanique d'un équipement automatisé sont mieux adaptés aux systèmes électroniques de la commande numérique programmée et sont incorporés aussi bien dans les constructions de petit encombrement que dans les machines-outils de grand encombrement ;

20 - les forces d'inertie, engendrées pendant le positionnement, sont sensiblement inférieures à celles ayant lieu dans les mécanismes de déplacement rectiligne ;

25 - les opérations de blocage de la position des pièces lors de leur blocage sur la table de la machine-outil, nécessitant un temps important pour leur réalisation, sont supprimées ;

30 - on assure le positionnement de la table de la machine-outil aussi bien suivant les coordonnées des points isolés que suivant une trajectoire imposée ainsi que le déplacement des pièces lors de la rectification des trous ronds et des trous réalisés suivant des profils en section ; et

35 il est avantageux de fabriquer les bâtis des machines-outils en utilisant ces systèmes de positionnement à partir de fontes non alliées.

R E V E N D I C A T I O N S  
=====

1. Dispositif de positionnement de la table d'une machine-outil d'usinage de métaux par coupe dans un plan horizontal suivant ses deux coordonnées, du type comportant, sur un bâti de la machine-outil, un dispositif de commande de la position de la table au cours de son déplacement pendant lequel ses côtés conjugués sont parallèles aux coordonnées du plan horizontal, deux commandes de déplacement de la table dans le plan horizontal, dont chacune est cinématiquement liée au dispositif de commande de la position de la table et deux moyen pour mesurer la valeur du déplacement de la table dans le plan horizontal, dont chacun est destiné à mesurer la valeur du déplacement de la table suivant l'une des coordonnées du plan, caractérisé en ce que le dispositif de commande de la position de la table comporte deux disques (8, 9), dont chacun est cinématiquement lié à la commande (4, 5) effectuant le déplacement de la table dans le plan horizontal (XOY) et qui sont montés de manière qu'un disque (9) se trouve au-dessus de l'autre disque (8) et qu'ils puissent tourner autour de leurs axes (10, 11,) disposés d'une manière excentrique l'un par rapport à l'autre et avec possibilité de rotation du disque supérieur (9) par rapport à l'axe (10) du disque inférieur (8) sur lequel est monté un moyen (6) mesurant la valeur du déplacement de la table dans le plan XOY suivant l'une de ses coordonnées (X) et en ce que sur le disque supérieur (9) est fixé rigidement, à une distance par rapport son axe (11) égale à l'excentricité ( $\epsilon$ ) entre les deux axes (10, 11) des disques (8, 9), un axe (14), lié d'une façon mobile à la table (1) et portant le moyen (7) mesurant la valeur du déplacement de la table dans le plan (XOY) suivant son autre coordonnée (Y) et en ce qu'en outre le dispositif de commande de la position de la table comporte des éléments liés d'une manière mobile entre eux, en ce qu'un élément extrême de ceux-ci fait fonction d'élément menant

(36, 50, 60) et est lié au bâti (2) tandis que l'autre élément extrême (38, 55, 64) fait fonction d'élément mené et est lié à la table (1), le rapport de transmission entre l'élément menant (36, 50, 61) et l'élément mené (38, 55, 64) étant égal à 1.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la commande (4, 5) du déplacement de la table dans le plan horizontal comporte un moteur électrique (17, 24), dont l'arbre (18, 25) est rigidement lié à l'arbre d'entrée (19, 26) d'un réducteur (19', 26') à vis sans fin, dont la vis sans fin (20, 27) est mise en prise avec une roue tangente (21, 28) calée sur l'arbre de sortie (31, 33) du réducteur (19', 26'), arbre portant un pignon (22, 29) s'engrenant avec un autre pignon (23, 30) fixé à demeure sur le disque correspondant (8, 9).

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments liés d'une manière mobile entre eux du dispositif de commande de la position de la table forment un mécanisme double (35) à quatre éléments, dont un élément menant (36) est articulé sur le bâti (2) et dont l'élément mené (38) est articulé sur la table (1).

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le dispositif de commande de la position de la table est pourvu d'une commande effectuant la rotation de la table autour de son axe vertical, sur un angle imposé, et le blocage de cet angle, qui comporte un secteur (42) avec un arbre (43) et avec l'élément menant (36) fixé par une articulation du mécanisme double (35) à quatre éléments, un moteur électrique (45) et deux accouplements électromagnétiques (46, 48), l'un (46) de ceux-ci reliant l'arbre (47) du moteur électrique (45) à l'arbre (43) du secteur (42) et l'autre (48) raccordant l'arbre (43) du secteur (42) au bâti (2).

5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments liés d'une manière mobile du dispositif de commande de la position de la table forment une transmission (49) par engrenages, constituée par un pignon menant (50) et un nombre pair de pignons menés

(51, 52, 53, 54, 55), le pignon menant (50) étant rigidement lié au bâti (2) et le dernier pignon (55) de la transmission étant rigidement lié à la table (1).

5 6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 ou 5, caractérisé en ce que le dispositif de commande de la position de la table est pourvu d'une commande effectuant la rotation de la table autour de l'axe vertical, sur un angle imposé, et le blocage de cet angle, comportant deux accouplements électromagnétiques de freinage (65, 66), dont un (65) relie le bâti à l'arbre de  
10 sortie (33) du réducteur (26') à vis sans fin et l'autre (66) relie le bâti (2) au pignon menant (50) de la transmission (49) par engrenages, et deux accouplements électromagnétiques de liaison (67, 68), dont l'un (67) relie la  
15 roue tangente (28) du réducteur (26') à vis sans fin à l'arbre de sortie (33) et l'autre (68) relie la roue tangente (28) au pignon menant (50) de la transmission (49) par engrenages.

20 7. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments, liés entre eux d'une manière mobile, du dispositif de commande de la position de la table, forment une transmission (60) par chaîne dans laquelle une roue dentée menante (61) est fixée à demeure sur le bâti (2) et dont la dernière roue dentée menée (64)  
25 est fixée rigidement à la table (1).

8. Dispositif selon l'une quelconque de revendications 2 ou 7, caractérisé en ce que le dispositif de commande de la position de la table est muni d'une commande effectuant la rotation de la table autour de son  
30 axe vertical, sur un angle imposé, et le blocage de cet angle, comportant deux accouplements électromagnétiques de freinage (65, 66), dont l'un (65) relie le bâti (2) à l'arbre de sortie (33) du réducteur (26') à vis sans fin et l'autre (66) relie le bâti à la roue dentée menante  
35 (61) de la transmission (60) par chaîne et deux accouplements électromagnétiques de liaison (67, 68), dont l'un (67) relie la roue tangente (28) de réducteur (26') à vis sans fin à son arbre de sortie (33) et le deuxième

accouplement (68) relie la roue tangente (28) à la roue dentée menante (61) de la transmission (60) par chaîne.

9. Dispositif selon la revendication 1, caracté-  
risé en ce que chaque moyen de mesure de la valeur du  
5 déplacement de la table comporte un moteur électrique pas  
à pas (71, 72) et un convertisseur électro-inductif cir-  
culaire, en ce que le convertisseur électro-inductif cir-  
culaire de l'un des moyens comporte un stator (73) et un  
levier (74) rendus solidaires l'un de l'autre, et montés  
10 sur l'axe (10) du disque inférieur (8), un induit (76)  
fixé à demeure sur le disque inférieur (8) lui même, et  
une transmission par couple hélicoïdal, dont l'écrou (77)  
est rigidement fixé au levier (74) et dont la vis (78) est  
fixée sur le bâti (2) et en ce que le convertisseur élec-  
15 tro-inductif circulaire de l'autre moyen comporte un sta-  
tor (81) et un levier (82) rigidement liés l'un à l'autre,  
montés sur l'axe (14), un induit (84) fixé à demeure sur  
le disque (9) et une transmission par couple hélicoïdal,  
dans l'écrou (85) est rigidement fixé sur le levier (82)  
20 et la vis (86) est fixée sur la table (1), la vis (78, 86)  
de chaque transmission par couple hélicoïdal étant cinéma-  
tiquement liée à l'arbre (80, 88) du moteur électrique  
pas à pas (71, 72), lié électriquement à travers un sélec-  
25 teur d'impulsions, austator (73, 81) du convertisseur  
électro-inductif correspondant.

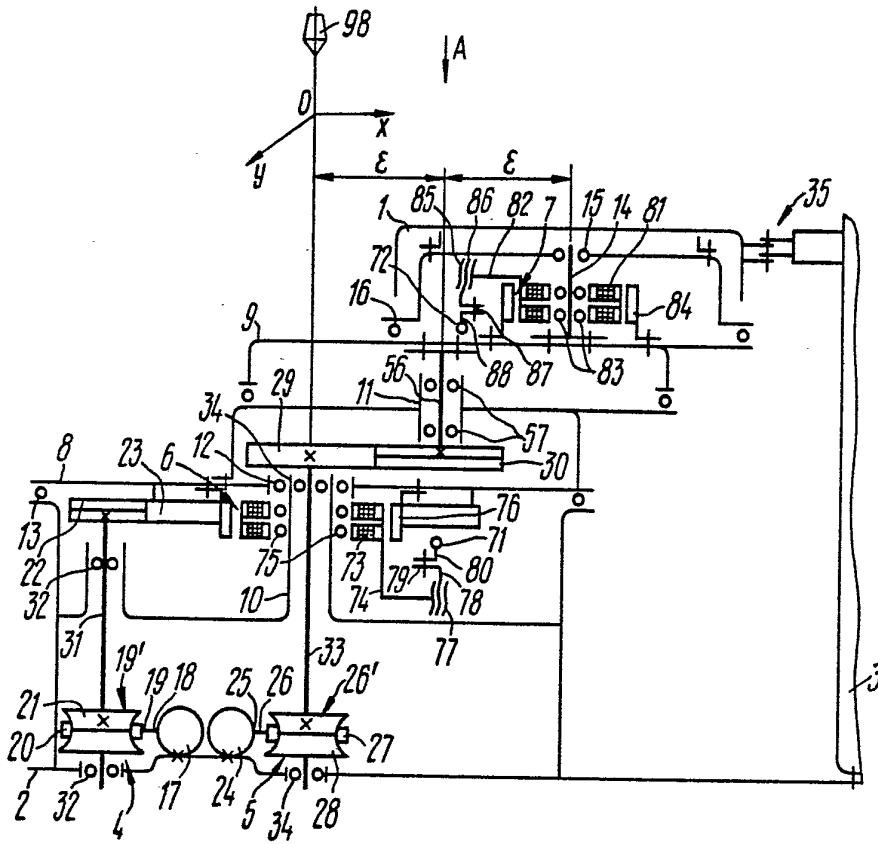


FIG 1

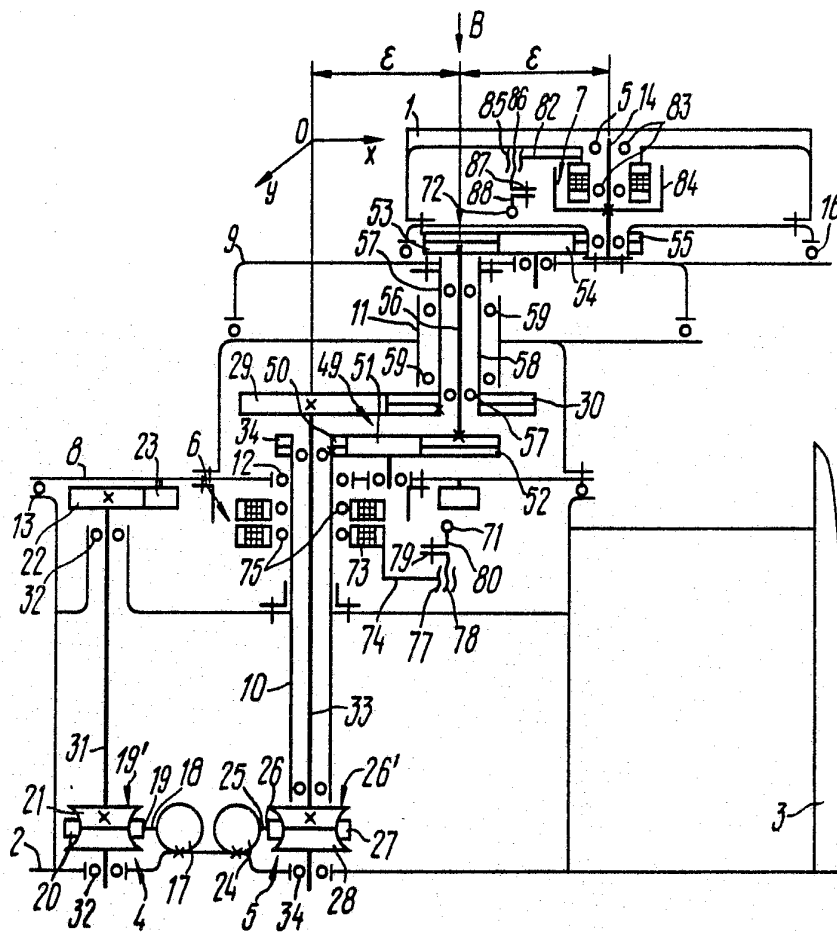


FIG. 2

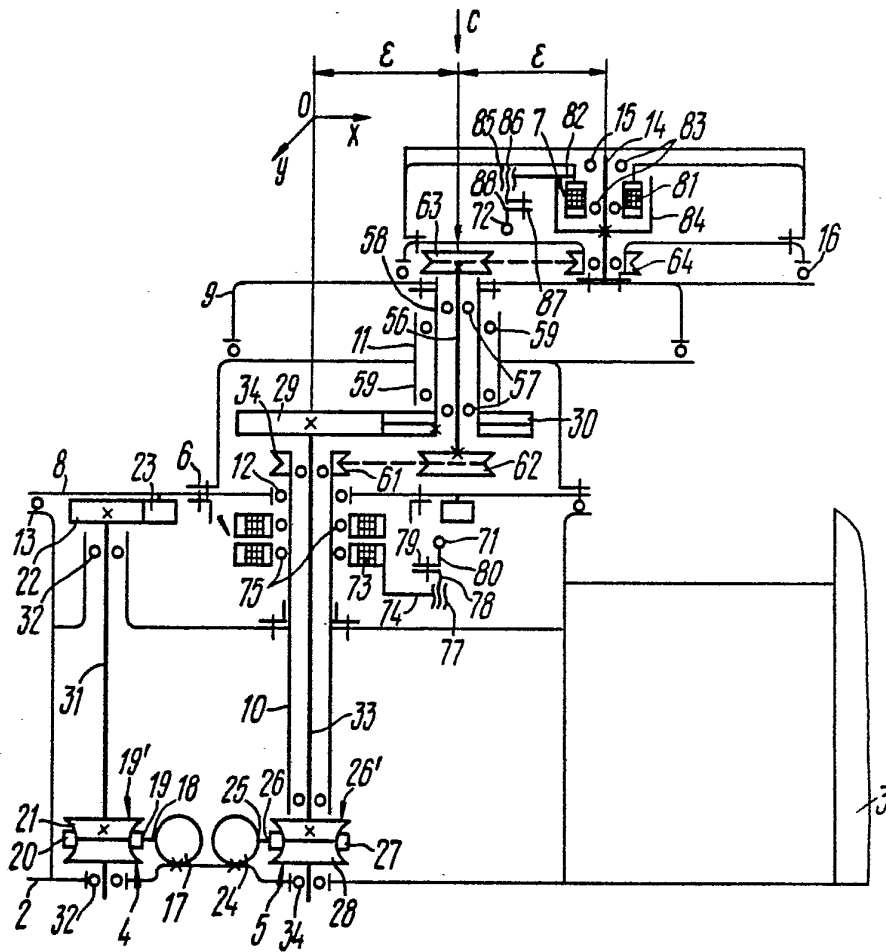


FIG. 3

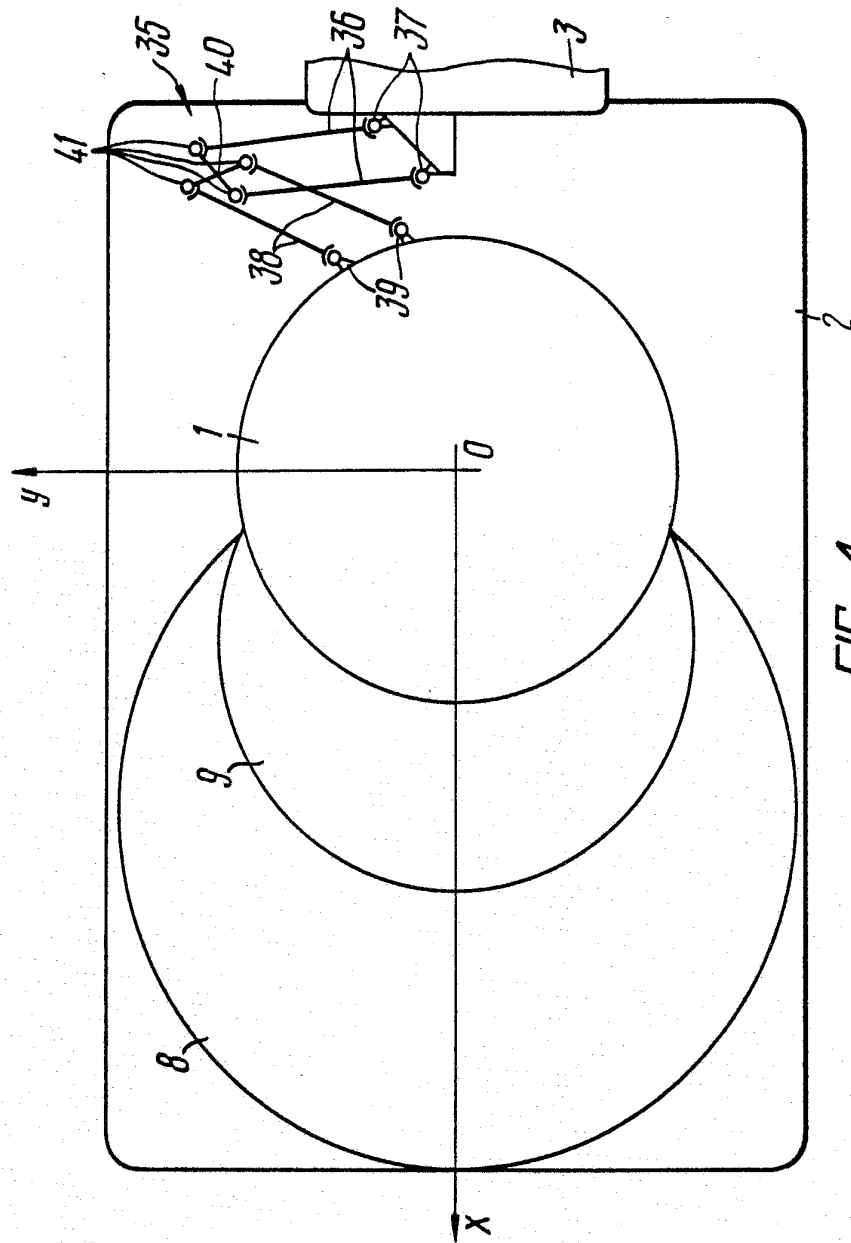
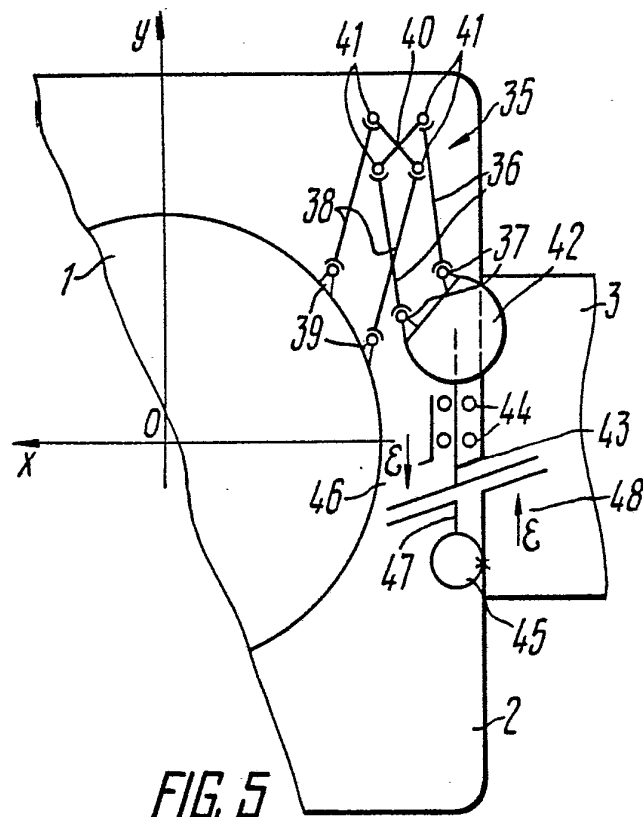


FIG. 4



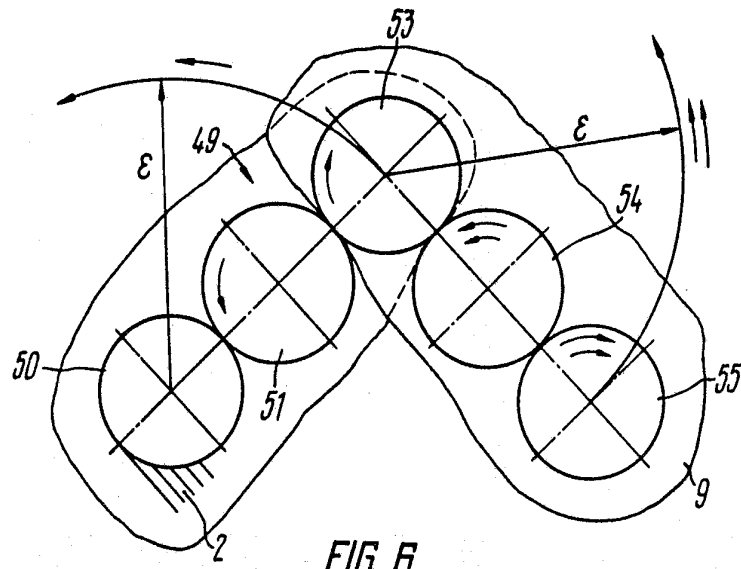


FIG. 6

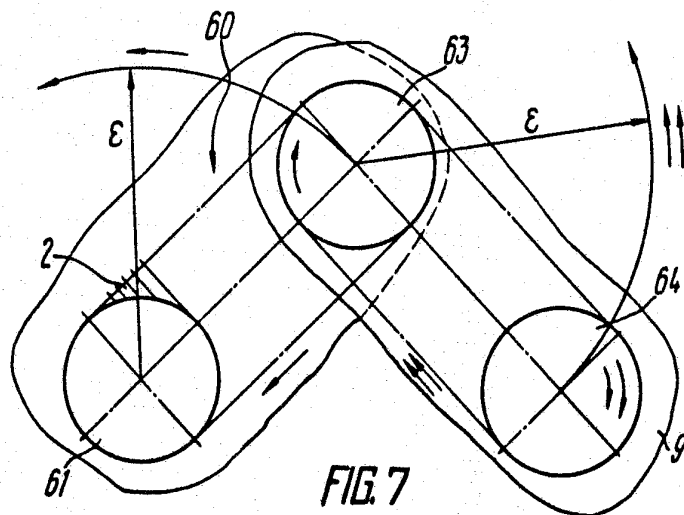


FIG. 7

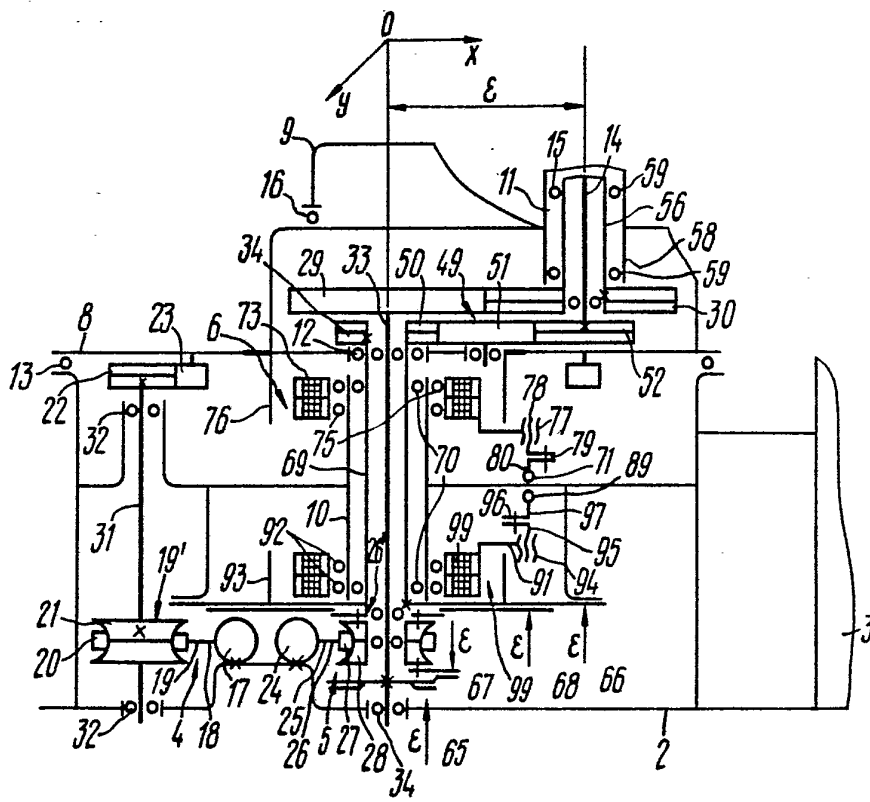


FIG. 8