

BREVET D'INVENTION.

Gr. 5. — Cl. 4.

N° 832.489

Perfectionnement aux machines de fabrication des pales d'hélice par reproduction.

M. Paulin, Jean, Pierre RATIÉ résidant en France (Seine).

Demandé le 11 mai 1937, à 16<sup>h</sup> 31<sup>m</sup>, à Paris.

Délivré le 4 juillet 1938. — Publié le 28 septembre 1938.

[Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'art. 11 § 7 de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.]

Depuis longtemps, on a proposé de fabriquer des pales d'hélices à l'aide de machines à reproduire, mais jusqu'à présent les tentatives de réalisation pratique ont toujours  
5 donné lieu à des mécomptes.

La présente invention concerne plus particulièrement les machines présentant les caractères suivants, en combinaison :

a. Un berceau supporte au moins une  
10 pale modèle et au moins une ébauche; la pale modèle et l'ébauche sont animées toutes les deux d'un mouvement de rotation sur leur axe et, bien entendu, les rotations sont  
15 synchrones;

b. Deux équipages, comprenant chacun un palpeur en contact avec la pale modèle et un outil en contact avec l'ébauche, sont mobiles transversalement aux pales; les palpeurs et les outils des deux équipages agissent respectivement sur les faces opposées  
20 des pales, contre lesquelles ils sont appuyés par des ressorts, des contrepoids, ou moyens équivalents;

c. Enfin, des moyens sont prévus pour  
25 que le berceau supportant les pales, et les équipages mobiles transversalement, possèdent un mouvement relatif de translation parallèle à l'axe de rotation des pales, mouvement qui est imprimé soit au berceau, soit

à un chariot supportant les équipages mobiles. 30

Un premier type de machines de ce genre se distingue en ce que les équipages mobiles supportant les palpeurs et les outils sont guidés selon une trajectoire rectiligne, perpendiculaire à l'axe de rotation des pales. Une machine de ce genre est schématiquement représentée par la figure 1. 35

Cette machine connue se compose d'un bâti fixe 1, qui, par des poutres telles que 2  
40 et 3 supporte d'une part, une pale modèle 4 et, d'autre part, une ébauche à travailler 5. Un moteur, non représenté, entraîne en synchronisme la pale 4 et l'ébauche 5 dans un mouvement de rotation dans le sens indiqué  
45 par la flèche *f*, de manière que la face concave (ou plane, ou moins convexe) de la pale modèle 4 agisse sur le galet 9 en antagonisme avec le contrepoids 11. 50

A l'intérieur du bâti 1 est mobile longitudinalement, c'est-à-dire parallèlement aux axes de rotation de la pale 4 et de l'ébauche 5, un chariot 6. Le mouvement du chariot 6 est produit automatiquement à la manière bien connue, par une vis sans fin qui n'a pas  
55 été représentée; ce mécanisme d'avancement est en effet des mieux connus puisqu'il est en tous points analogue à celui qui fait

avancer le chariot d'un tour parallèle. En outre, à l'intérieur du chariot 6 se trouve un second chariot 7, qui est mobile perpendiculairement aux axes de rotation de la pale 4 et de l'ébauche 5. Le chariot 7, par un support 8, reçoit un palpeur 9 qui est constamment maintenu en contact de la pale modèle 4 par la traction d'un câble 10 auquel est suspendu un poids 11.

10 Ce poids pourrait être remplacé par un ressort ou une pression pneumatique. Par un support 12, le chariot 7 porte un outil 13 tel qu'une fraise, qu'un moteur non représenté fait tourner dans le sens de la flèche  $f'$ . Il est apparent que si la fraise 13 est du même diamètre que le palpeur 9, la dite fraise donnera sur l'ébauche 5 un profil exactement identique à celui de la pale 4.

Les machines ainsi constituées présentent 20 des inconvénients, dont le principal consiste en ce que la vitesse linéaire d'avancement de l'outil par rapport à la pale que ledit outil travaille est loin d'être constante. La pale tourne en effet d'un mouvement de rotation uniforme, mais son profil est tel qu'à 25 ce mouvement de rotation uniforme correspond un mouvement varié pour le roulement du galet palpeur sur cette pale, et par conséquent une vitesse linéaire variable des outils par rapport à la pale.

La figure 2 est un schéma dans lequel la pale 4 est représentée par une droite. On fait tourner cette droite dans le sens de la flèche  $f$ . Elle chasse devant elle le galet 9, dont l'axe 15 se déplace sur la droite 7. Les points de contact du galet 9 et de la droite 4 sont montrés par de petits points. La courbe des espaces parcourus sur la droite par le point de contact du galet est tracée 40 sur la figure 3, les angles parcourus par 4 étant portés sur OX et les chemins parcourus par le galet 9 sur la droite 4 étant portés sur OY. On voit que cette courbe se relève considérablement vers son extrémité, 45 c'est-à-dire que la vitesse est la plus grande vers l'extrémité de la pale. On a tracé la tangente  $t_1$  à la fin de la courbe; cette tangente  $t_1$  forme l'angle  $\alpha_1$  avec l'axe OX. La vitesse est, comme on le sait, égale à la tangente trigonométrique de l'angle  $\alpha_1$ . Or, un excès de vitesse d'avancement est particulièrement dangereux à cet endroit, et cet

inconvénient est excessivement grave. On est amené pour le réduire à limiter la vitesse de rotation de la pale modèle 4 et de la pale à travailler 5, ce qui diminue le rendement de la machine. 55

Il existe d'autres machines dans lesquelles les équipages mobiles ne sont pas guidés rectilignement, mais au contraire par pivotement sur un axe. La figure 4 représente une telle machine. 60

Comme dans l'exemple précédent, la pale modèle 4 et l'ébauche 5 sont entraînées en rotation par un moteur non représenté, dans le sens de la flèche  $f$ . Le palpeur 9 et l'outil 13 sont montés à l'extrémité de chacun des bras du levier 17 qui tourne sur l'axe 16, un contrepoids 18 obligeant le palpeur 9 à rester au contact de la pale 4. Bien entendu, le levier 17 est comme précédemment animé d'un mouvement de translation automatique le long de l'arbre 16 et l'outil 13 est entraîné en rotation dans le sens de la flèche  $f'$ . 75

Un second équipage mobile est représenté en pointillés. Il se compose identiquement des mêmes organes que le précédent, et ses organes ont été repérés par les mêmes signes de référence mais avec un indice. 80

Dans la figure 1, on n'avait représenté qu'un seul équipage mobile, mais il est facile de concevoir qu'on aurait pu en figurer deux. Toutefois, l'explication n'en aurait pas été changée, puisque ce qui a été dit pour l'un des équipages mobiles aurait pu être identiquement dit pour l'autre. Il n'en est pas de même dans la figure 4, parce que les équipages mobiles de cette figure au lieu d'être mobiles rectilignement, dans le sens transversal par rapport à la pale modèle 4 et à l'ébauche 5, sont mobiles en rotation autour de l'axe 16, de sorte que leurs lois de mouvement ne sont pas les mêmes. 90

La courbe des espaces établie pour le mouvement du point de contact entre le galet 9 et la pale modèle 4, qui fait l'objet des figures 5 et 6 montre une amélioration par rapport à la figure 3, la tangente  $t_2$  faisant avec OX un angle  $\alpha_2$  moindre. Par contre, la courbe des espaces établie pour le mouvement du point de contact entre le galet 9' et la pale modèle 4, courbe qui est tracée sur les figures 7 et 8 est au contraire pire 100

encore que celle de la figure 3, la tangente  $t_3$  faisant avec OX un angle  $\alpha_3$  considérable. Une telle machine est donc encore très déficiente.

5 Pour éviter ces inconvénients, et pour donner aux deux palpeurs 9 et 9' une loi de mouvement identique conforme à celle de la figure 6, le demandeur a antérieurement proposé de construire une machine comme re-  
10 présenté à la figure 9.

Le premier équipage mobile se compose du palpeur 9, pivoté en 15 sur un levier 20, articulé lui-même en 21 sur le chariot 6. Le levier 20 est relié par une bielle 22 à  
15 un second levier 23 identique au levier 20 et pivoté en 24 sur le chariot 6. La bielle 22 est articulée en 25 et 26 sur les leviers 20 et 3, et les axes d'articulation 21-24-25-26 forment un parallélogramme. L'outil 13 est  
20 monté sur le levier 23 et l'on comprend qu'il taille sur l'ébauche 5 un profil identique à celui de la pale 4, dans les mêmes conditions que l'outil 13 de la figure 4. Le second équi-  
25 page mobile est constitué exactement de la même manière, mais tous ses organes sont disposés symétriquement par rapport aux axes de rotation de la pale 4 ou de l'ébauche 5. Il n'est donc pas nécessaire de décrire ce  
30 second équipage, dont les organes sont désignés par les mêmes chiffres de référence avec un indice.

Sur la figure 9, on a représenté en 27 la poulie du moteur qui actionne les outils 13 et 13', par exemple à l'aide de courroies qui  
35 ont été représentées en traits mixtes.

Une telle machine donne des résultats très satisfaisants, mais susceptibles d'être encore améliorés grâce à l'un des moyens qui font l'objet de la présente invention. Ce  
40 moyen a pour but et pour effet de régulariser encore mieux la vitesse de déplacement du point de contact des galets ou des outils sur les pales.

Pour l'explication de cette invention, on a tracé sur la figure 10 la courbe qui constituerait le lieu géométrique des centres  
45 des galets 9 si la vitesse de déplacement du point de contact avec la pale était constante. Pour tracer cette courbe, on a dessiné des  
50 positions successives de la pale 4 également écartées angulairement; on a représenté sur ces tracés les positions successives du point

de contact, également écartées les unes des autres, et qui donnent donc une spirale  
d'Archimède  $C_1$ . En élevant en ces points 55 des perpendiculaires égales au rayon du galet, on en déduit évidemment la courbe  $C_2$  cherchée. On voit que cette courbe est convexe, à convexité tournée à l'encontre du sens de rotation de la pale. L'invention a  
60 pour objet de substituer à cette courbe un arc de circonférence qui s'en rapproche autant que possible, et à cet égard il est visible qu'il y a intérêt à choisir la place des axes de pivotement des leviers supportant  
65 les galets et les outils d'une autre manière qu'auparavant. Jusqu'alors, en effet, et comme on le voit sur la figure 9, on plaçait ces axes dans un plan vertical contenant l'axe de rotation des pales. Conformément à l'in-  
70 vention, on placera ces axes en dehors dudit plan, comme montré en 30, de telle manière que la trajectoire circulaire  $C_3$  des axes  
15 des galets 9 soit tangente au plan horizontal passant par l'axe de rotation des pales,  
75 ou même traverse ce plan.

La figure 11 donne la courbe des espaces dans ce cas, et on voit que la tangente  $t_4$  fait un angle  $\alpha_4$  notablement moindre que dans  
80 les cas précédents. Ce gain est d'autant plus sensible que pour ces valeurs d'angle la tangente trigonométrique varie très rapidement.

D'autre part, la machine représentée par la figure 9 crée parfois certaines difficultés  
85 à cause de sa hauteur. Dans bien des cas, il serait très désirable de disposer les axes de rotation 21' et 24' à la partie basse, comme les axes 21 et 24. L'invention permet de réali-  
90 sifier cette disposition sans cependant retomber dans les inconvénients précédemment signalés.

La figure 12 représente une disposition dans laquelle la trajectoire de l'axe du galet est un arc de cercle, tracé autour d'un axe  
95 31 situé en dehors du plan de figure, de telle manière que la concavité de cet arc de cercle soit disposée à l'encontre du sens de rotation  $f$  de la pale 4. D'après les explications qui précèdent, on conçoit aisément que  
100 cette trajectoire circulaire ne donnera pas d'aussi bons résultats que celle qui a été représentée à la figure 10. En effet, la figure 13 montre en  $C_5$  la courbe des espaces, et

on voit que la tangente  $t^5$  à l'extrémité de cette courbe fait un angle  $\alpha_5$  qui est considérable. Mais on remarquera qu'il est possible d'améliorer cette disposition, comme il est montré par la figure 14, en employant des galets 9, de diamètre plus considérable. La courbe  $C_6$  de la figure 13 montre le résultat obtenu par ce moyen; la tangente  $t_6$  forme un angle  $\alpha_6$  avec l'axe OX qui est beaucoup moins grand que l'angle  $\alpha_5$ .

Dans ces conditions, selon un caractère important de l'invention, on peut disposer les axes d'oscillation des deux équipages mobiles à la partie basse de la machine, comme montré par la figure 15. L'un de ces équipages mobiles a son axe d'oscillation en 32 et l'autre en 33. L'axe 32 est disposé de la manière la plus favorable, et par conséquent le galet 9 est de diamètre réduit.

L'axe 33 représenté sur le même plan horizontal MN que l'axe 32 est notablement plus écarté du plan vertical passant par la pale dans sa position de départ, et le galet 9' est de beaucoup plus grand diamètre. Cette disposition est tout à fait caractéristique, et elle peut être définie comme suit : lorsque les galets 9 et 9' sont dans la position où ils sont le plus rapprochés l'un de l'autre (comme montré par la fig. 15), les axes 15-15' de ces galets forment avec les axes de pivotement 32 et 33 un quadrilatère convexe, et non plus un triangle comme dans le dispositif de la figure 4, ni une ligne brisée comme dans le dispositif de la figure 9. En outre, les leviers 20 et 20' qui portent les axes 15 et 15' ne sont pas de la même longueur, le levier 20' étant plus grand que le levier 20; de plus, le levier 20' fait avec la direction 15'-15 un angle plus grand que celui qui est formé par le levier 20 avec la direction 15-15'. Enfin, le galet 9' est de plus grand diamètre que le galet 9. On remarquera qu'il n'est pas nécessaire que la direction 32-33 soit parallèle à la direction 15-15'.

La figure 16 représente, d'une manière moins schématique que la figure 15, une machine conforme à l'invention. Dans cet exemple, les axes 32 et 33 sont disposés sur le même plan horizontal MN que dans la figure 15, mais il est rappelé que cette disposition n'est aucunement indispensable. Le

levier 20 portant l'axe 15 du galet 9 est relié au levier 20' portant l'axe 15' de l'outil 13 par une barre 22 analogue à celle qui est montrée dans la figure 9. Ce système est équilibré par les contrepoids indiqués en 34. Il existe en outre un contrepoids 35 réglable sur lequel on reviendra plus loin. Ce contrepoids est destiné à maintenir le galet 9 au contact de la pale modèle 4.

Le levier 23, supportant le galet 9', est relié par la barre 22' au levier 23' portant l'outil 13; l'ensemble est déséquilibré par les contrepoids 34', et il existe encore pour cet ensemble un contrepoids réglable 35'. Tout comme dans les exemples précédents, les axes 32 et 33 sont supportés par un chariot 6 mobile longitudinalement parallèle aux axes de rotation des pales 4 et 5.

Les contrepoids 35 et 35' sont réglables non seulement en ce qui concerne leurs bras de levier, mais en ce qui concerne aussi la position angulaire de ces bras de leviers. A cet effet, le réglage en longueur s'opère en dévissant les écrous 36 et en réglant la position des contrepoids 35 et 35' sur les tiges 37 et 37', qui sont respectivement fixées aux leviers 20 et 23. Pour le réglage de la position angulaire des bras de leviers, on a adopté la disposition suivante : les contrepoids 35-35' sont établis de telle manière que leur centre de gravité ne se trouve pas sur l'axe des tiges 37 et 37'; par conséquent, en faisant tourner les contrepoids 35 et 35' sur les tiges 37 et 37', on obtient sans difficulté le réglage de la position angulaire du bras de levier desdits contrepoids par rapport aux leviers 20 et 23, puisqu'on fait monter ou descendre les centres de gravité.

Bien que la machine de la figure 16 ait été représentée pour le taillage d'une seule pale, il est bien évident qu'on pourrait adopter des dispositions exactement identiques pour plusieurs pales; il suffirait d'avoir plusieurs équipages 20'-23' respectivement liés aux barres 22-22' convenablement prolongées. On remarquera en outre que, grâce aux dispositions adoptées, les efforts exercés par la pale modèle 4 sur les galets 9 ou 9', pendant le temps où cette pale les pousse en antagonisme avec leurs contrepoids, sont toujours maintenus dans des limites acceptables, parce que la loi de variation de ces ef-

forts n'entraîne pas de grandes différences entre eux dans les positions successives de la pale. Ce résultat ne peut pas être obtenu dans les machines du type de la figure 1, sans une augmentation du diamètre des galets qui est rapidement inadmissible, la durée de travail utile étant fonction inverse du diamètre du galet.

RÉSUMÉ.

10 L'invention concerne les machines à reproduire pour la fabrication des pales d'hélice, et plus particulièrement les machines dans lesquelles on trouve les caractères suivants :

15 a. Un berceau supporte au moins une pale modèle et au moins une ébauche ; la pale modèle et l'ébauche sont animées toutes les deux d'un mouvement de rotation sur leur axe et, bien entendu, les rotations sont syn-

20 chronnes ;

b. Deux équipages, comprenant chacun un palpeur en contact avec la pale modèle et un outil en contact avec l'ébauche, sont mobiles transversalement aux pales ; les palpeurs et les outils des deux équipages agissent respectivement sur les faces opposées des pales, contre lesquelles ils sont appuyés par des ressorts, des contrepoids, ou moyens équivalents ;

30 c. Enfin, des moyens sont prévus pour que le berceau supportant les pales, et les équipages mobiles transversalement possèdent un mouvement relatif de translation parallèle à l'axe de rotation des pales, mouvement qui

est imprimé soit au berceau, soit à un chariot supportant les équipages mobiles. 35

Parmi ces machines, l'invention concerne spécialement celles dans lesquelles les équipages mobiles sont guidés par des leviers pivotés sur des axes situés d'un même côté par rapport au plan contenant les axes des galets et outils lorsqu'ils sont dans leur position la plus rapprochée. 40

L'invention consiste alors principalement dans les caractères distinctifs suivants, considérés séparément ou en combinaisons : 45

1° Les axes des leviers ne sont plus confondus, mais au contraire écartés par rapport au plan contenant l'axe de rotation de la pale et perpendiculaire au plan précédemment considéré ; 50

2° L'axe d'oscillation du premier levier, supportant le galet qui forme, avec le point d'attache de la pale sur ledit galet et l'axe de rotation de la pale, un quadrilatère convexe, est moins écarté dudit plan que l'axe d'oscillation du second levier supportant le galet qui forme, avec le point d'attaque de la pale sur ledit galet et l'axe de rotation de la pale, un quadrilatère concave ; 55

3° Le second levier est plus long que le premier ; 60

4° Le galet porté par le second levier est de plus grand diamètre que le galet porté par le premier levier. 65

Paulin, Jean, Pierre RATIÉ.

Par procuration :  
ELLUIN et BARNAY.

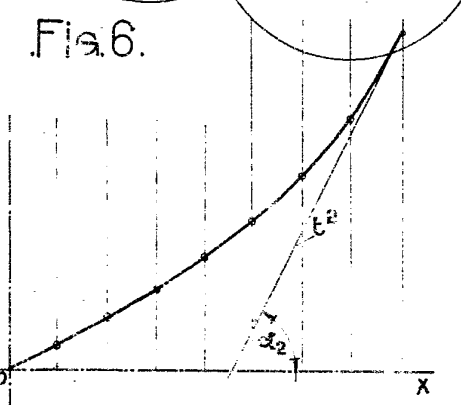
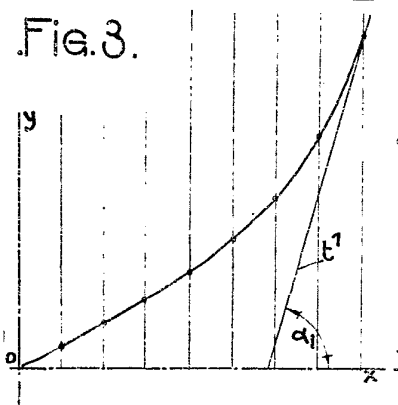
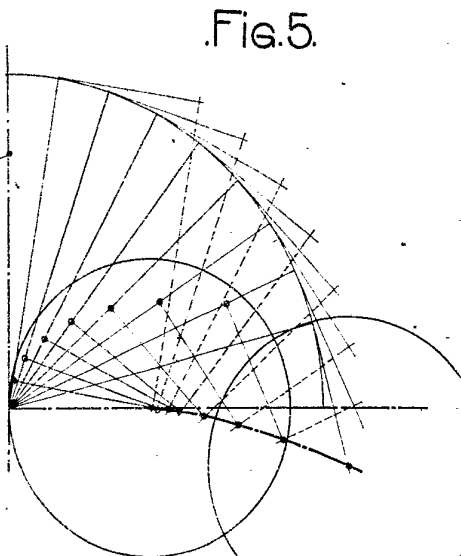
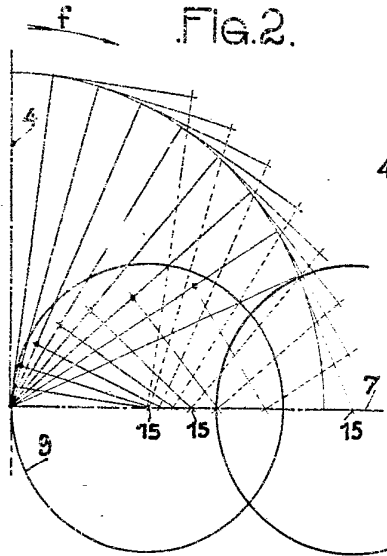
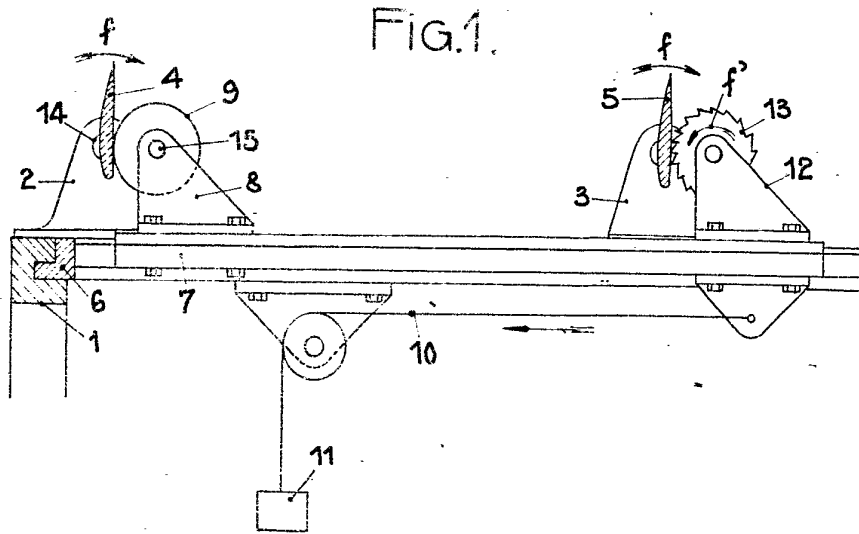


FIG. 4.

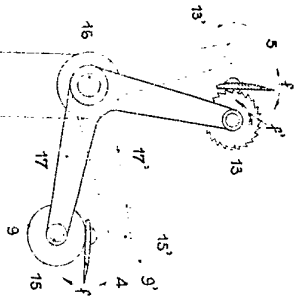


FIG. 9.

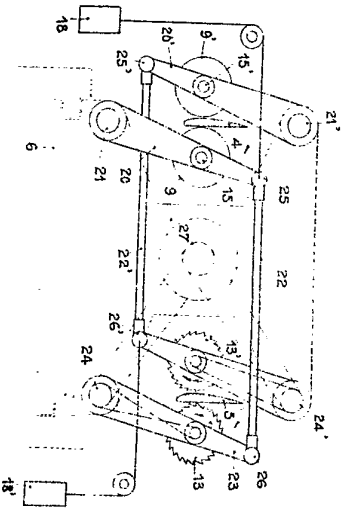


FIG. 7.

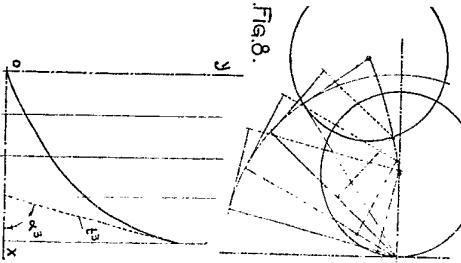


FIG. 10.

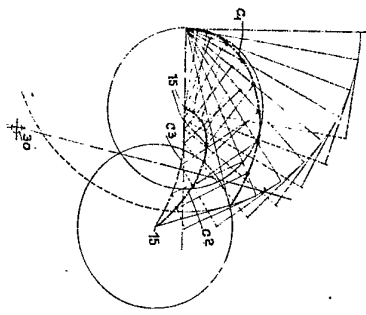


FIG. 11.

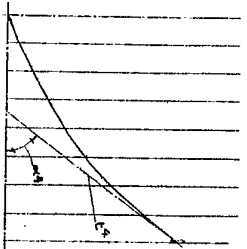


Fig.4.

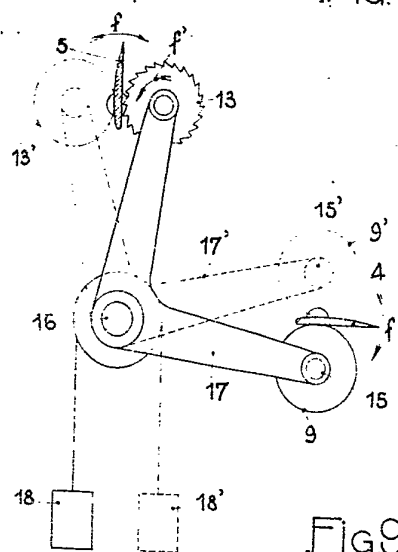


Fig.7.

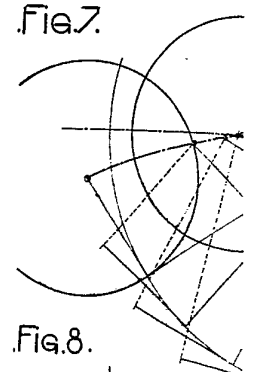


Fig.8.

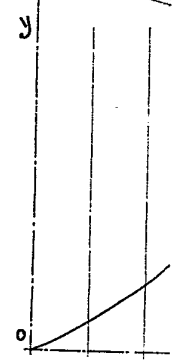
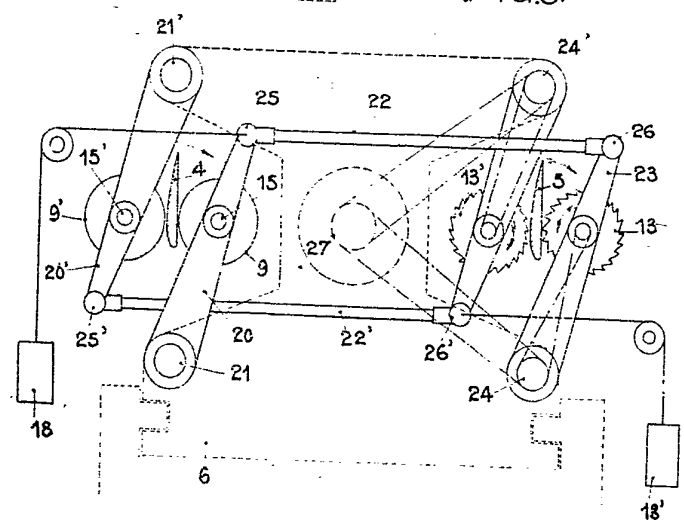


Fig.9.





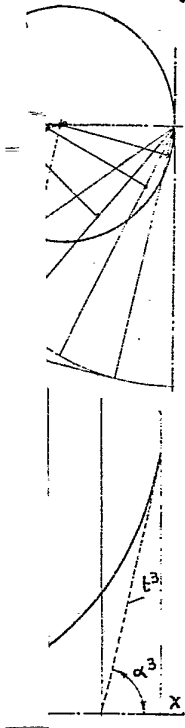


Fig.10.

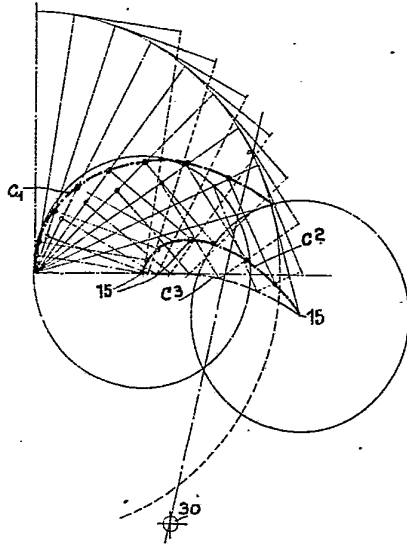


Fig.11.

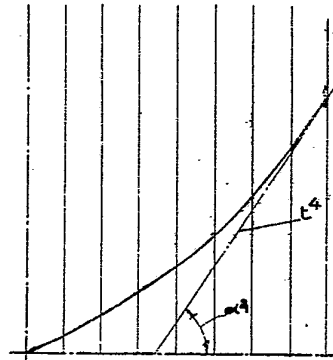


Fig. 12.

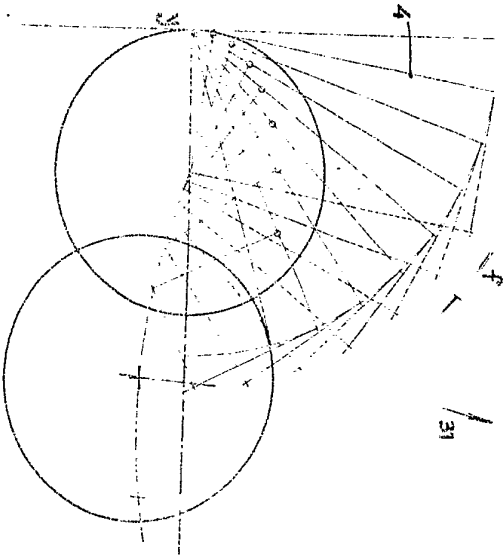


Fig. 14.

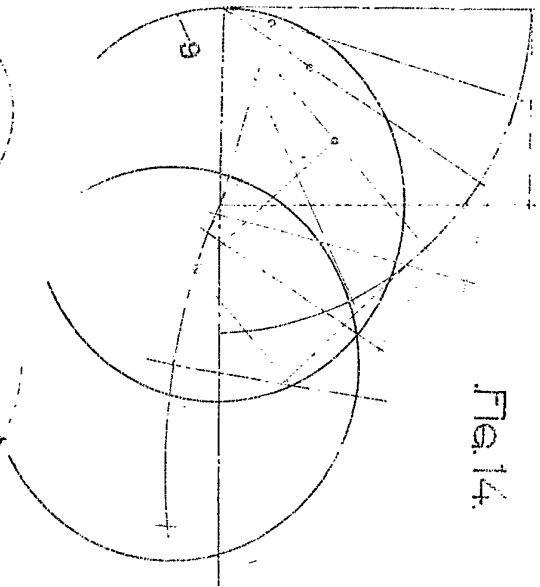


Fig. 13.

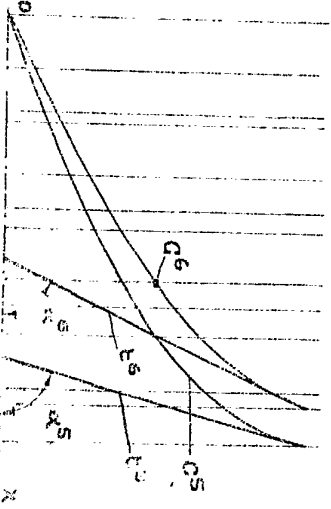


Fig. 15.

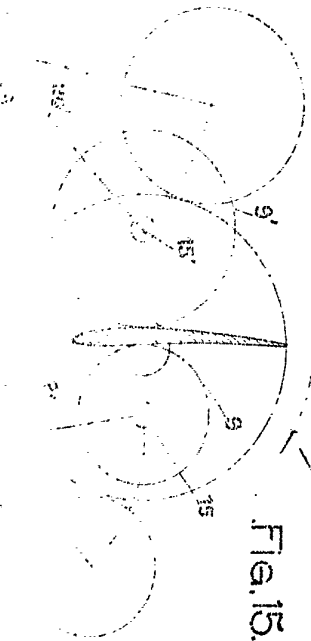


Fig.12.

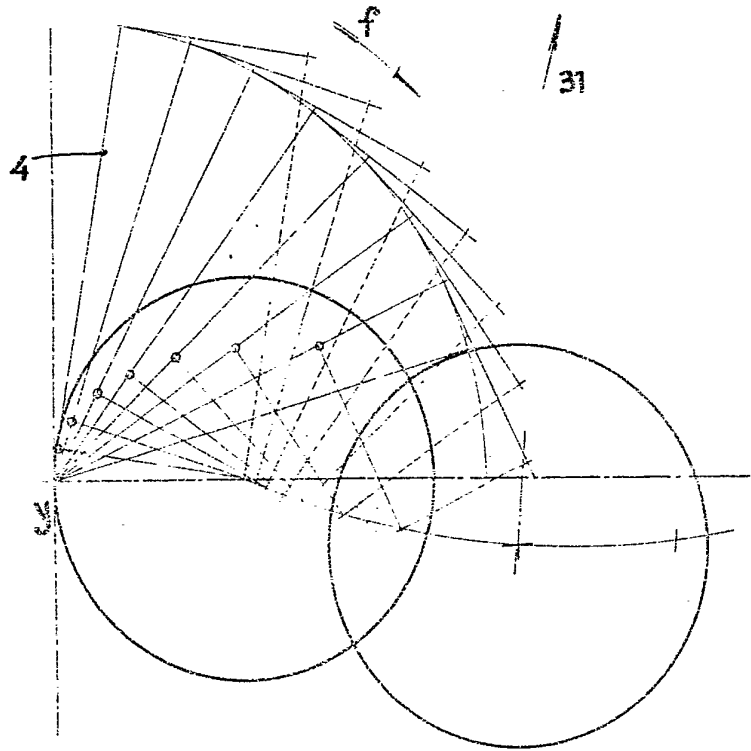
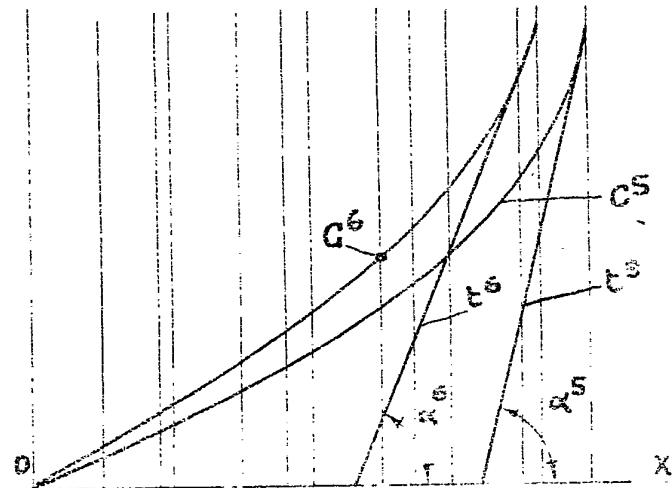


Fig.13.



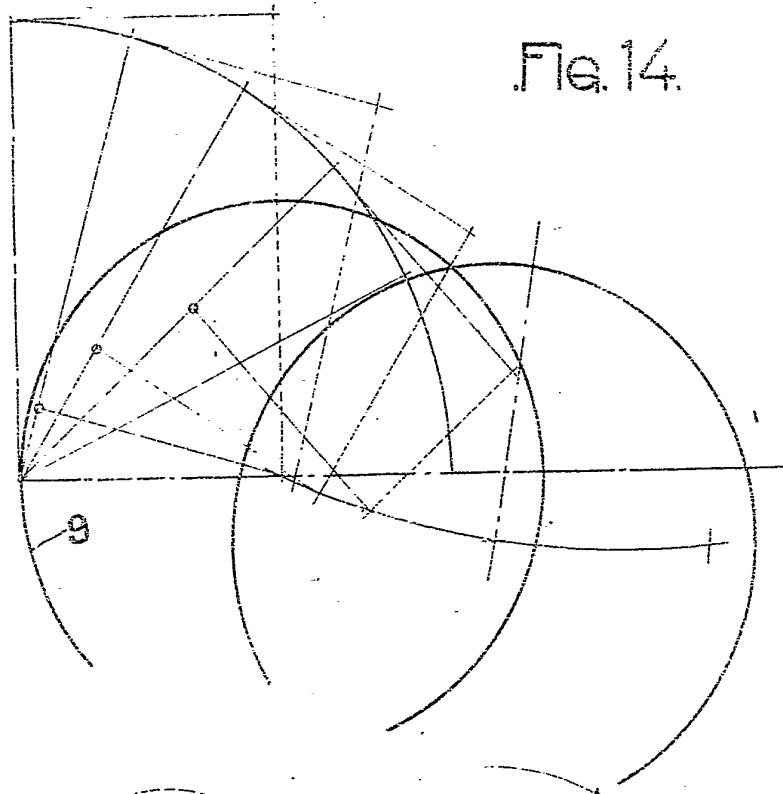


Fig. 14.

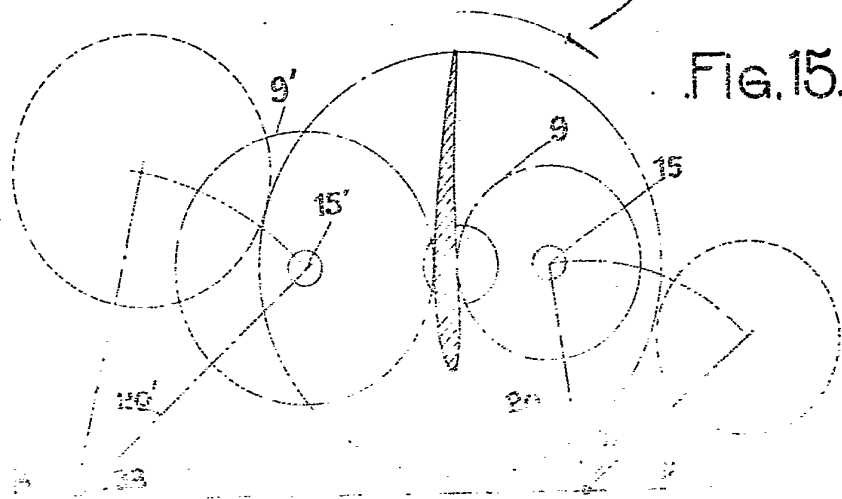


Fig. 15.

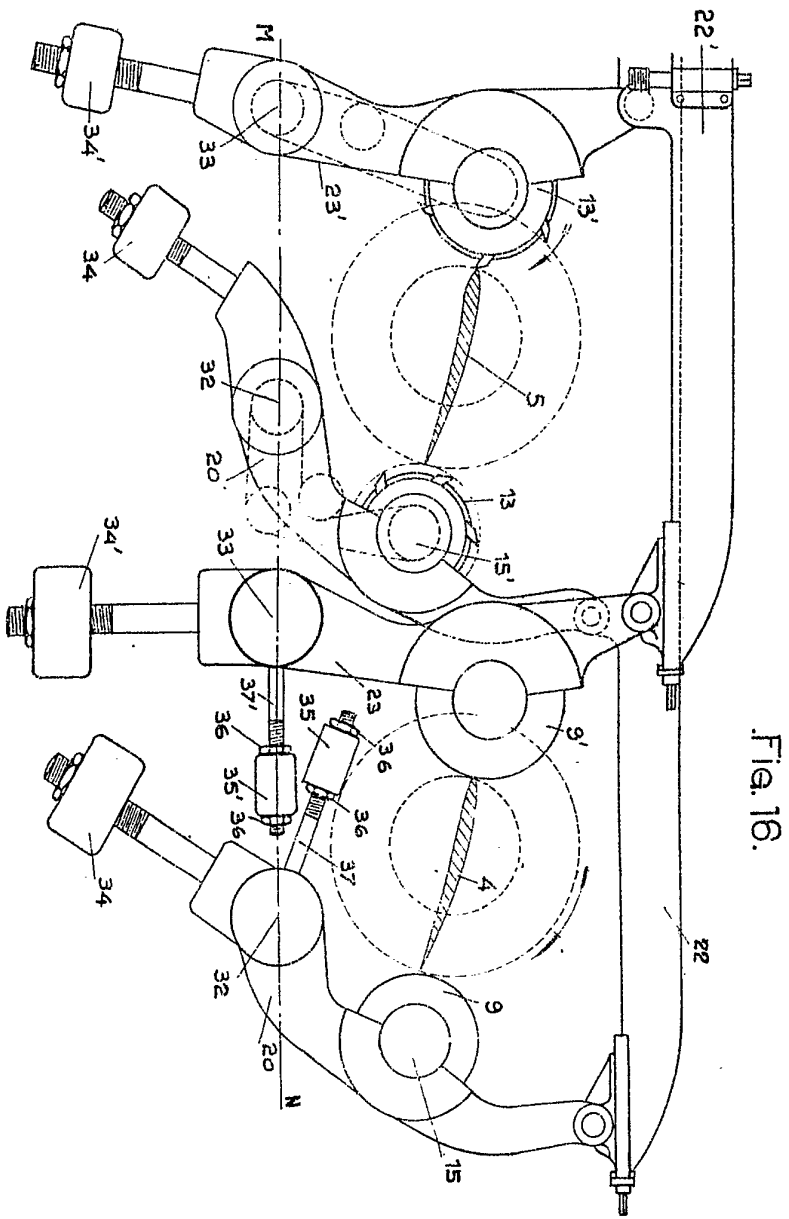
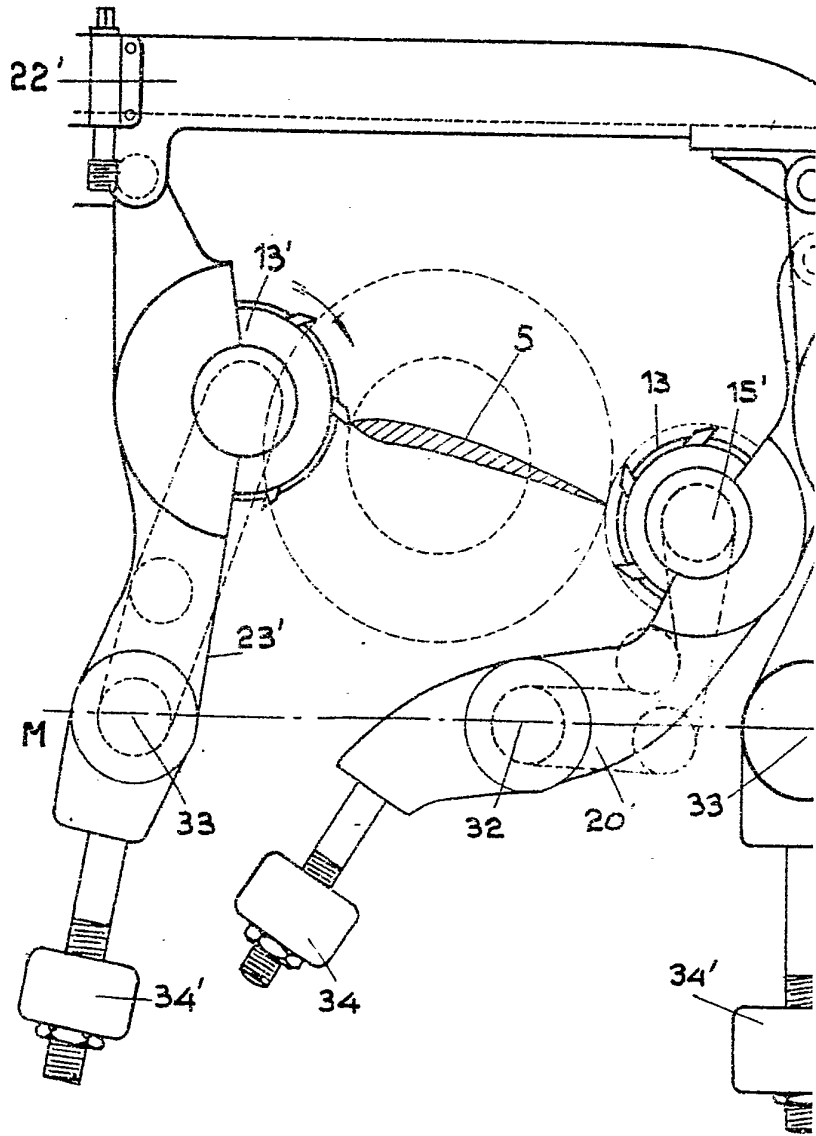


Fig. 16.



.Fig. 16.

