

## EXPOSÉ D'INVENTION

Publié le 16 mars 1922

N° 93617

(Demande déposée: 20 septembre 1919, 11 h.)

Classe 71 d

## BREVET PRINCIPAL

TAVANNES WATCH CO. S. A., Tavannes (Suisse).

## Echappement à ancre.

Les échappements à ancre habituels ont leurs levées inégales et cette inégalité porte, en général, sur deux points, la longueur des plans d'impulsion et la valeur de l'angle  $\alpha$  compris entre ces plans et les plans de repos. Par exemple dans l'échappement à repos équidistants représenté sur la planche V de „L'Horlogerie“ de Grossmann, tome I, il est visible: 1° que le plan d'impulsion de la levée d'entrée est moins long que celui de la levée de sortie; 2° que l'angle  $\alpha$  entre le plan d'impulsion et le plan de repos est plus petit pour la levée d'entrée que pour la levée de sortie; celle-ci est ainsi plus pointue et conséquemment plus fragile que la première. D'autre part, la nécessité d'avoir deux sortes de levées complique le garnissage des ancras et amène des erreurs, ce qui, dans la fabrication en série, entraîne la perte de l'ancre.

L'objet de la présente invention vise à remédier aux défauts précités et consiste en un échappement à ancre caractérisé en ce que les plans d'impulsion des deux levées sont pratiquement égaux ainsi que les angles que font ces plans avec les plans de repos, dans le but que chaque levée puisse être

prise indifféremment comme levée d'entrée ou levée de sortie.

Cherchons tout d'abord les raisons géométriques des inégalités mentionnées plus haut.

*Différence de longueur des plans d'impulsion.*

Nous nous reportons à la fig. 1 qui reproduit un échappement à repos équidistants et à levées inégales; les dimensions de ces levées ainsi que des dents de la roue d'échappement ont été exagérées, pour la commodité de la démonstration; en outre, on a fait abstraction des chutes que les imperfections de la construction rendent nécessaires, mais que l'on peut négliger dans un échappement théorique; la suite montrera d'ailleurs la légitimité de cette omission.

Pour comparer facilement la construction des deux levées et trouver la cause géométrique de la différence de longueur des plans d'impulsion, nous allons par l'imagination faire exécuter à la levée d'entrée  $l_1$  (supposée dans la position d'échappement, position pour laquelle la dent quitte la levée) et à la dent  $A_1-B_1$  une rotation d'angle  $\gamma$  autour du centre  $C$  de la roue d'échappement. Nous

supposons, en outre, que l'échappement est tel que, pour chaque levée, à la position d'échappement, le plan d'impulsion de celle-ci se trouve dans le prolongement du plan d'impulsion de la dent. Cette condition est remplie dans la plupart des échappements à ancre. Lors de la rotation sus-indiquée, le point de repos  $R_1$  vient en  $R_2$  et le centre de rotation de la levée d'entrée (centre qui est celui  $C_1$  de l'ancre, choisi comme d'habitude sur la bissectrice de l'angle  $\gamma$  à l'intersection des tangentes en  $R_1$  et  $R_2$ ) viendra en  $C_2$ . Construisons alors de  $C_1$  la levée de sortie  $l_2$  et de  $C_2$  la levée d'entrée  $l_1$  en donnant : 1° l'angle  $\beta$  de levée de l'ancre ( $14^\circ$ ) ; 2° l'angle de tirage ( $15^\circ$ ) ; 3° l'angle  $R_1 C A_2$  que parcourt une dent, de la position de repos à la position d'échappement. Pour construire la levée de sortie  $l_2$ , nous décrivons de  $C_1$  comme centre un arc de cercle passant par le point  $R_1-R_2$  et sous-tendant un angle au centre de  $14^\circ$  ; ceci donne le point  $E'_2$ , position du point de repos de la levée de sortie lorsque celle-ci est elle-même dans la position d'échappement. De ce point, on mène la perpendiculaire au rayon  $r'_1$  puis reporte l'angle de tirage de  $15^\circ$ , ce qui donne le plan de repos ; le point  $E_2$  se trouve sur celui-ci et sur un rayon  $r''_1$  formant un angle de  $1^\circ$  avec le rayon  $r'_1$ , si l'angle de repos pour cette levée est choisi =  $1^\circ$ . En joignant  $E_2$  avec  $A_2$ , on obtient la ligne sur laquelle se trouvent le plan d'impulsion de la levée  $D_2-E_2$ , et celui de la dent  $A_2-B_2$ . Pour construire la levée d'entrée  $l_1$ , nous décrivons, de  $C_2$  comme centre, un arc de cercle passant par le point  $R_1-R_2$  et sous-tendant un angle au centre de  $14^\circ$  ; ceci donne le point  $E'_1$  ; on construit comme précédemment le plan de repos passant par ce point et on le prolonge jusqu'à ce qu'il rencontre la droite  $A_2-B_2$  ; le point  $E_1$  obtenu est l'extrémité du plan d'impulsion de  $l_1$  ; en effet, lorsque l'on a fait tourner de  $\gamma$  autour de  $C$  la levée  $l_1$  et la dent  $A_1-B_1$ , celle-ci est venue coïncider avec  $A_2-B_2$  ; le plan d'impulsion de la levée d'entrée, lorsque celle-ci est dans la position

d'échappement, doit donc être dans le prolongement de  $A_2-B_2$ .

La raison géométrique de la différence de longueur de  $A_2-E_2$  et  $A_2-E_1$ , ressort immédiatement de la fig. 1. Les deux arcs de cercle, de  $14^\circ$  chacun, tracés avec  $C_1$  et  $C_2$  comme centres sont tangents en  $R_1-R_2$  ; à partir de ce point, ils vont donc en s'écartant l'un de l'autre et leurs extrémités  $E'_2-E'_1$  sont à une certaine distance l'une de l'autre ; du fait qu'il y a deux points  $E'_2-E'_1$  résulte l'existence des deux points  $E_1-E_2$ . Si ces deux arcs après s'être coupés en  $R_1-R_2$  se rejoignaient à leur autre extrémité, on n'aurait qu'un seul point  $E'$  ; après avoir tracé un seul et même plan de repos passant par ce point pour les deux levées (en faisant abstraction de ce que les angles de tirage ne sont pas les mêmes pour les deux levées), on prolongerait ce plan jusqu'au rayon  $r''_1$  ; le point obtenu représenterait alors, pour les deux levées, l'extrémité du plan d'impulsion ; en le joignant au point  $A_2$ , on obtiendrait le plan d'impulsion de la levée et de la dent. La question qui se pose est donc celle-ci : Est-il possible de trouver deux centres  $C_1-C_2$ , tels que les deux arcs de  $14^\circ$  tracés à partir de ces centres et passant par  $R_1-R_2$ , se rejoignent à leurs extrémités ? Il faut, en outre, que  $C_1$  reste sur  $s_1$  et  $C_2$  sur  $s_2$  et que ces deux points se trouvent toujours sur une même circonférence de centre  $C$ , ceci pour que, lorsque l'on aura remplacé la levée d'entrée dans sa position normale, par une rotation en sens inverse de la précédente, le point  $C_2$  vienne en  $C_1$  ; cette dernière condition peut se traduire : les deux centres  $C_1-C_2$  cherchés doivent être symétriques par rapport à  $s$ . Dès lors, il est facile de trouver  $C_1$  ; on reporte l'angle  $\frac{\beta}{2}$  avec  $R_1-R_2$  comme sommet à partir de la tangente en ce point, et au-dessus de cette tangente ; l'intersection de la droite ainsi obtenue avec  $s_1$  donne le point cherché. La fig. 2 permet de se rendre compte de l'exactitude de la construction ; l'angle  $\beta$  y est encore supposé de  $14^\circ$ .

les angles  $\epsilon$  que font, dans la position de repos, les plans de repos  $p$  ou  $p_1$  avec les rayons  $CR_1$ ,  $CR_2$  passant par le centre de la roue et les points de repos; pour que cette inégalité disparaisse, il suffit que l'angle  $\epsilon$  de la levée de sortie dépasse de deux  $\beta$  celui de la levée d'entrée ( $\beta =$  angle levée de l'ancre).

En effet, supposons que la levée d'entrée passe de la position d'échappement à celle de repos; elle décrit un angle  $\beta$  de droite à gauche autour de  $C_1$ . Nous supposons les deux levées égales de façon que leurs plans de repos font le même angle  $\delta$  dans la position d'échappement avec le rayon  $CR_1$ , resp.  $CR_2$ . Il s'ensuit que l'angle  $\epsilon$  de la levée d'entrée est  $\delta - \beta$ . Par contre, la levée de sortie, lorsqu'elle passe de la position d'échappement à celle de repos, décrit le même angle  $\beta$ , mais de gauche à droite; il en résulte que l'angle  $\epsilon$  de cette levée est  $\delta + \beta$ . Réciproquement, si l'angle  $\epsilon$  de la levée de sortie dépasse de deux  $\beta$  l'autre angle  $\epsilon$ , les angles  $\delta$  seront égaux et conséquemment les angles  $\alpha$  des plans d'impulsion et de repos le seront aussi.

On choisit d'habitude les angles  $\epsilon$  égaux, afin que le couple résistant que la roue d'échappement, en appuyant sur l'un des plans de repos de l'ancre, oppose au balancier, lorsque celui-ci veut libérer l'ancre, soit le même pour les deux plans de repos. C'est ce que montre la fig. 5; dans celle-ci est représenté un échappement à levées inégales  $C_t p$  et un échappement à levées égales  $C_1 p_1$ ;  $p$  et  $p_1$  sont les plans de repos,  $C_t$  et  $C_1$  les centres de rotation des ancres,  $F$  représentent les forces que la roue d'échappement exerce sur les plans de repos, forces perpendiculaires à ces plans et  $h_1 h_2$  sont les perpendiculaires abaissées des centres des ancres sur ces forces. Dans l'échappement à levées inégales, les angles  $\epsilon$  sont égaux et le centre  $C_t$  est à l'intersection des tangentes aux points de repos, les perpendiculaires  $h_1$  et  $h_2$  sont donc égales, conséquemment les deux couples résistants  $F h_1$  et  $F h_2$  le sont aussi. Dans l'échappement à

levées égales, au contraire,  $h_1$  et  $h_2$  sont différents et les deux couples résistants le sont aussi; c'est là un désavantage de cet échappement, désavantage qu'il n'est pas possible, théoriquement, de supprimer. En effet, la position du centre  $C_1$  de l'ancre sur la droite  $s_1$  dépend de l'angle  $\beta$  (fig. 1 et 2) et la position des plans de repos, des angles  $\delta$  et  $\beta$  (fig. 4); on peut donc se demander si ces angles  $\delta$  et  $\beta$  pourraient être choisis de façon que les perpendiculaires  $h_1$  et  $h_2$  deviennent égales; la fig. 6 montre que la chose n'est pas possible.

Dans cette figure,  $R_1 A$  et  $R_2 A$  représentent les directions suivant lesquelles s'exercent les deux forces  $F$ . Du triangle  $AR_1R_2$ , on tire que l'angle en  $A = 180^\circ - 2\gamma - 2\beta$ , c'est-à-dire que cet angle est indépendant de  $\delta$ ; en faisant varier ce dernier, le point  $A$  se déplace donc sur un cercle de centre  $K$ . Pour que  $h_1 = h_2$ , il faudrait que le centre  $C_1$  se trouvât sur la bissectrice  $b$  de l'angle  $V = 2\gamma + 2\beta$ , laquelle fait avec  $AR_1$  l'angle  $\gamma + \beta$ ; l'angle au centre correspondant à l'arc  $R_1 X$  ( $X$ , point d'intersection de la bissectrice avec le cercle de centre  $K$ ) est donc  $2\gamma + 2\beta$ . Or, l'angle au centre correspondant à l'arc  $R_1 L R_2 = 2(180^\circ - 2\gamma - 2\beta)$ , puisque l'angle inscrit  $R_1 A R_2$  a pour valeur:  $180^\circ - 2\gamma - 2\beta$ ; par suite, l'angle au centre correspondant à l'arc  $R_1 L R_2 = 360^\circ - 360^\circ + 4\gamma + 4\beta = 4\gamma + 4\beta$  et la moitié de cet angle, à savoir l'angle au centre formé par le rayon  $K R_1$  et la droite  $K C_t C_1 = 2\gamma + 2\beta$ ; donc, le point  $X$  est à l'intersection du cercle de centre  $K$  et de ladite droite et comme le raisonnement peut être recommencé pour toutes les positions du point  $A$  sur le cercle de centre  $K$ , toutes les bissectrices des angles  $V$  correspondant à ces différentes positions passeront donc par ce point  $X$ . Montrons enfin que ce point  $X$  est toujours plus haut sur la droite  $K C_t C_1$  que le point  $C_1$  lui-même; en effet, l'angle  $R_1 X K$  a pour mesure  $90^\circ - \gamma - \beta$ , tandis que l'angle  $R_1 C_1 K$  a pour mesure  $90^\circ - \gamma - \frac{\beta}{2}$  et

Nous avons supposé jusqu'à maintenant que le centre de rotation de l'ancre était sur la bissectrice  $s_1$  et avons déterminé sa position sur cette droite pour que les deux levées aient des plans d'impulsion égaux. La question se pose maintenant de savoir s'il se trouverait sur un autre rayon,  $s_x$ , passant par  $C$  et faisant un angle  $\delta$  avec  $s_1$ , un point qui, pris comme centre de rotation de l'ancre, permettrait de construire des levées à plans d'impulsion identiques. La fig. 3 montre qu'il n'en est rien. Dans cette figure, on a de nouveau donné à la levée d'entrée une rotation  $\gamma$  autour de  $C$  et il faut de nouveau chercher deux points  $C_1—C_2$  tels que deux arcs de  $\beta^\circ$  tracés à partir de ces centres et passant par  $R_1—R_2$  se rejoignent à leur extrémité. Pour la même raison que précédemment,  $C_1$  doit rester sur  $s_x$  et  $C_2$  sur  $s'_x$ ; en outre,  $C_1$  et  $C_2$  doivent se trouver sur une même circonférence de centre  $C$ ; de cette dernière condition résulte que  $C_1$  et  $C_2$  doivent se trouver sur une droite faisant l'angle  $\delta$  avec la direction perpendiculaire à  $s$ . Il en résulte que le second point d'intersection des arcs cherchés, s'il existe, doit se trouver sur la droite passant par  $R_1—R_2$  et faisant avec  $s$  l'angle  $\delta$ . Il est facile de trouver sur  $s_x$  un point  $C_1$  centre d'un arc de  $\beta^\circ$  et passant par  $R_1—R_2$ ; ce sera, par exemple, l'arc  $R_1—R'_1$ ; mais l'arc de cercle de centre  $C_2$  passant par  $R_1—R_2$  et par  $R'_1$  ne mesurera pas  $\beta^\circ$ , parce que, du fait de l'existence de l'angle  $\delta$ , le point  $C_2$ , n'est pas le symétrique de  $C_1$  par rapport à la droite  $R_1—R'_1$ , tandis que c'était le cas dans la fig. 1.

En résumé, pour que les levées d'un échappement à ancre du genre spécifié au commencement du cinquième alinéa de cette description aient des plans d'impulsion égaux, il faut que le centre de rotation de l'ancre soit choisi à l'intersection des deux droites suivantes: 1° la bissectrice de l'angle dont le sommet est le centre de la roue d'échappement et dont les côtés passent par les points de repos; 2° la droite tracée au-dessus de la tangente à l'un des points de repos, de façon à passer par ce point et à

faire avec cette tangente un angle égal à la moitié de l'angle de levée de l'ancre. C'est là la condition théorique, mais on peut se rendre compte sur la fig. 2 que si l'on prend comme centre un point  $C'_1$  peu éloigné du centre théorique  $C_1$ , les deux plans d'impulsion ne différeront que d'une quantité très faible qui, lorsque l'ancre sera réduite à ses dimensions réelles, tombera au-dessous des tolérances admises dans la mécanique de précision; dans ce cas encore, les deux plans d'impulsion restent pratiquement égaux.

L'existence des chutes ne modifie pas la théorie précédente. L'introduction des chutes en fig. 1 ne fera que rapprocher les points  $A_1$  et  $A_2$  des points  $R_1—R_2$ ; pour une roue de 15 dents et un angle de chute par exemple de  $1^\circ$ , l'angle  $R_1 C A_1$  ou  $R_2 C A_2$ , qui aurait été de  $12^\circ$ , deviendra un angle de  $11^\circ$  seulement.

En fig. 1, nous avons posé l'angle de repos de la levée de sortie =  $1^\circ$ ; la suite de la construction a montré que l'angle de repos de la levée d'entrée se trouvait déterminé par le fait que les plans d'impulsion de cette levée et de la dent sont dans le prolongement l'un de l'autre, à la position d'échappement et était plus grand que  $1^\circ$ ; par conséquent, dans les échappements à levées inégales du genre sus-indiqué, les angles de repos sont passablement inégaux. Par contre, dans un échappement de ce genre où les plans d'impulsion des levées ont même longueur, les angles de repos sont presque rigoureusement égaux (pour qu'ils le fussent théoriquement, il faudrait que, dans la position d'échappement, le plan de repos coïncidât avec le rayon  $s$ , voir fig. 2); c'est là un avantage mécanique de cette sorte d'échappement, car ce fait contribue à égaliser les résistances au dégagement opposées par l'ancre au balancier, à droite et à gauche de la ligne des centres.

#### *Inégalité des angles $\alpha$ formés par les plans d'impulsion et de repos.*

La fig. 4 montre que cette inégalité provient de ce que l'on choisit d'habitude égaux

est, par conséquent, plus grand que le premier. En résumé, le point  $C_1$  ne pouvant jamais être sur la bissectrice d'un angle  $V$ , les deux perpendiculaires  $h_1$  et  $h_2$  ne pourront jamais être égales.

Pratiquement, ce défaut pourra être corrigé; on a vu, en effet, que le centre  $C_1$  de l'ancre pouvait être déplacé légèrement sans que pratiquement les plans d'impulsion cessent d'être égaux. On aura soin d'effectuer ce déplacement de façon que  $C_1$  vienne sur  $b$  ou, tout au moins, s'en rapproche le plus possible.

La fig. 7 du dessin ci-annexé représente, à titre d'exemple, un échappement à ancre conforme à l'invention et construit en se basant sur les considérations précédentes.

Les deux levées  $l_1$  et  $l_2$  sont pratiquement identiques.  $C_1$  est le point que l'on choisit d'habitude comme centre de rotation de l'ancre, à l'intersection des tangentes  $t_1$  et  $t_2$  aux points de repos  $R_1$  et  $R_2$ .  $C_2$  est le centre de rotation théorique de l'échappement à levées identiques, obtenu, conformément à ce qui a été expliqué ci-dessus, par l'intersection de la droite  $t_3$  avec la bissectrice de l'angle  $R_1 C R_2$ .  $C_3$  est le centre réellement choisi. Il est trop peu éloigné de  $C_2$  pour qu'il en résulte une différence per-

ceptible dans la longueur des deux plans d'impulsion. Cependant, il est assez rapproché de la bissectrice  $b$  pour que les deux couples résistants de la roue ne soient pas trop dissemblables.

#### REVENDEICATION :

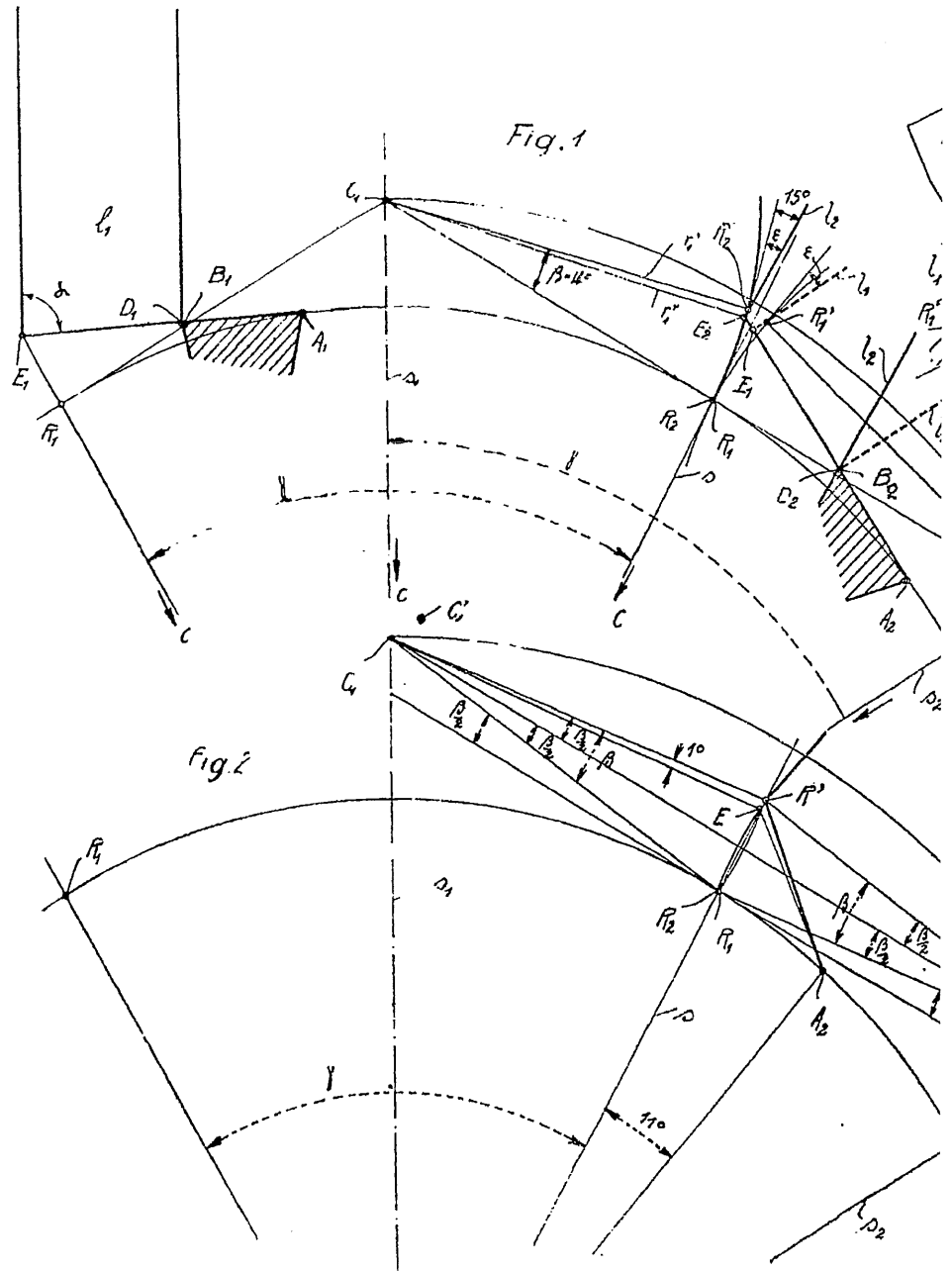
Echappement à ancre, caractérisé en ce que les plans d'impulsion des deux levées sont pratiquement égaux ainsi que les angles que font ces plans avec les plans de repos, dans le but que chaque levée puisse être prise indifféremment comme levée d'entrée ou levée de sortie.

#### SOUS-REVENDEICATION :

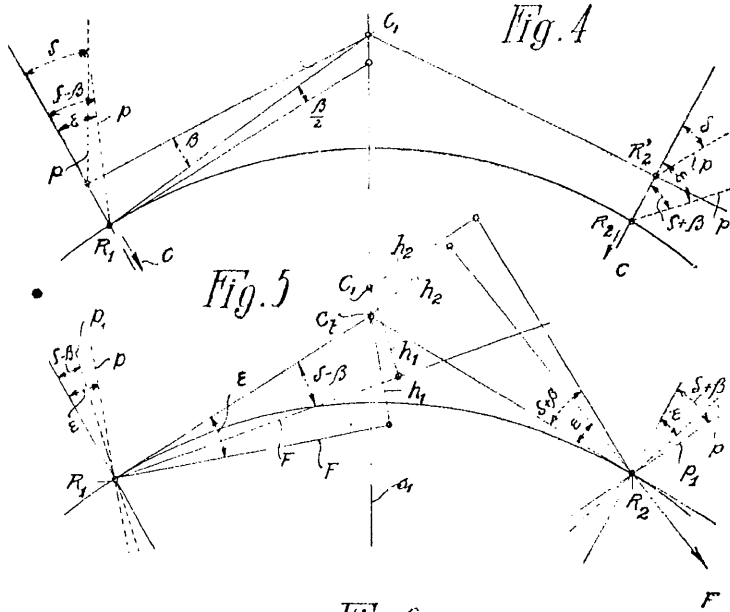
Echappement à ancre selon la revendication, caractérisé en ce que le centre de rotation de l'ancre est situé au moins approximativement au point de rencontre des deux droites suivantes: 1° la bissectrice de l'angle d'insertion, 2° la droite menée par l'un des points de repos et faisant avec la tangente, en ce point, à la roue d'échappement un angle égal à la moitié de l'angle de levée de l'ancre.

TAVANNES WATCH Co. S. A.

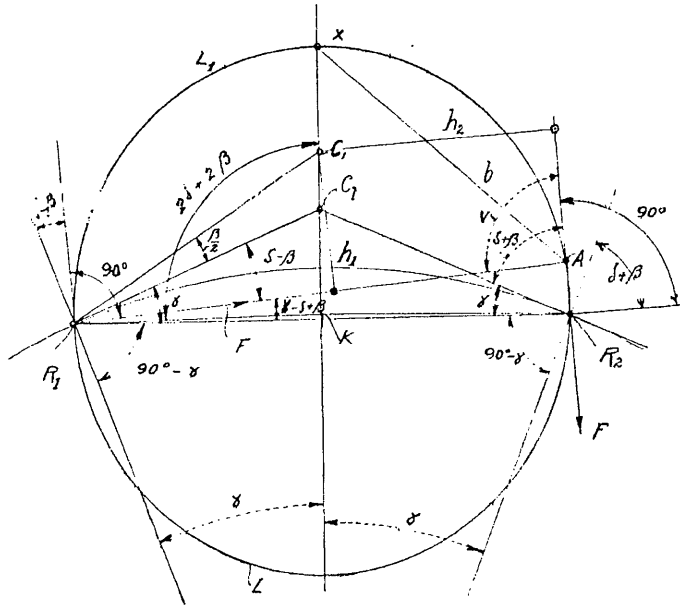
Mandataires: MATHÉY-DORET & Co., Berne.



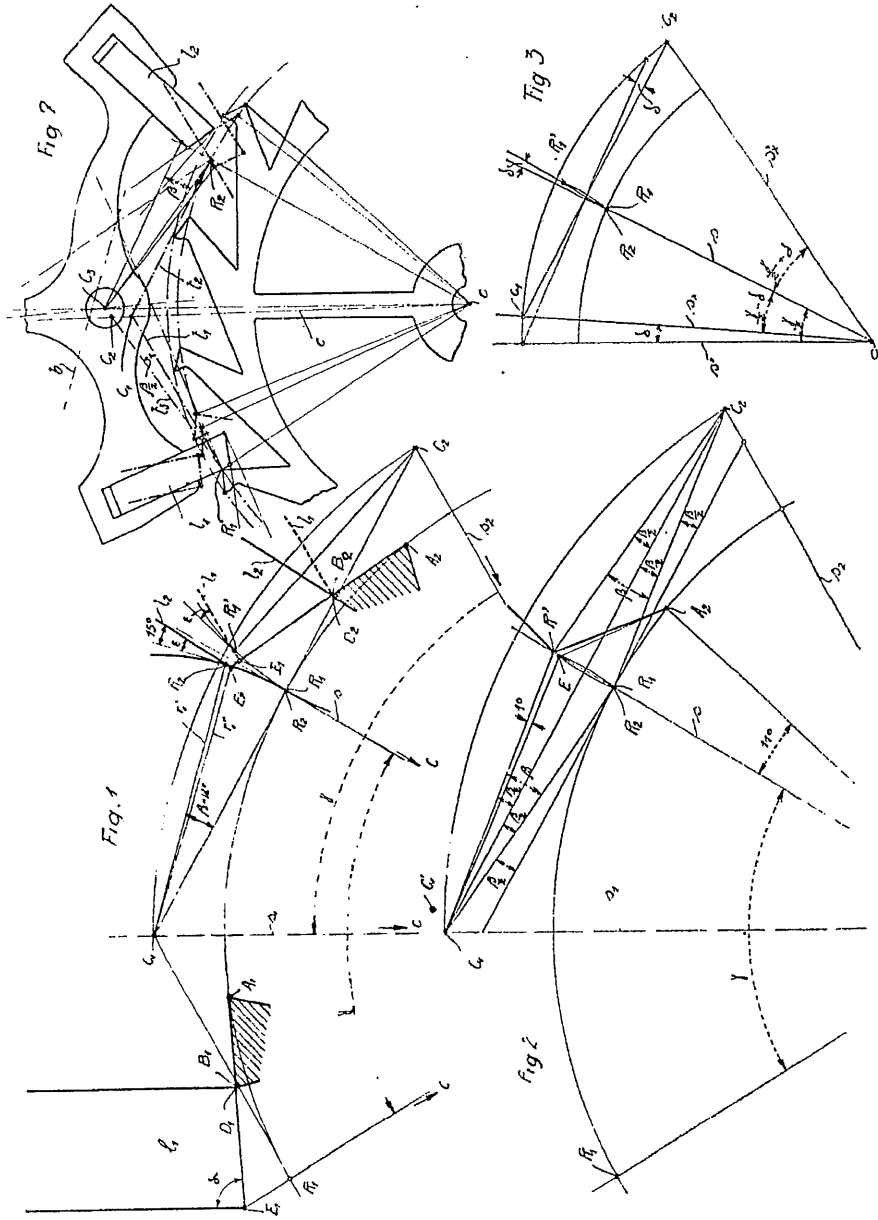




**Fig. 6**







Brevet N° 93617

2 feuilles. N° 1

