

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 468 982

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 26970

(54) Potentiomètre et dispositif mettant en œuvre un tel potentiomètre.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). H 01 C 10/30.

(22) Date de dépôt..... 31 octobre 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 19 du 8-5-1981.

(71) Déposant : Société anonyme dite : ENERTEC, résidant en France.

(72) Invention de : Jean-Pierre Bellot.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Jean-Yves Monod, Giers Schlumberger,
12, place des Etats-Unis, 92124 Montrouge Cedex.

La présente invention concerne les potentiomètres, ainsi que certaines de leurs applications dans les appareils de surveillance d'une grandeur électrique tels que les appareils de détection de seuil.

Les appareils de détection de seuil permettent de détecter à des
5 fins de commande ou de signalisation qu'une grandeur d'entrée se trouve dans une relation déterminée par rapport à une valeur de référence sélectionnée à l'avance. Habituellement, le franchissement de cette valeur de référence ou seuil provoque l'apparition d'un signal de sortie et, suivant la direction du franchissement qui le provoque, cette valeur de seuil peut constituer une valeur limite minimale ou
10 maximale désirée pour la valeur d'entrée.

Dans le contrôle de processus, on utilise fréquemment des détecteurs à deux seuils, l'un maximal, l'autre minimal, pour réguler par tout ou rien un paramètre de ce processus.

Il est en général souhaitable de pouvoir régler la valeur du ou
15 desdits seuils à volonté. En outre, une indication visuelle de la valeur de la grandeur à contrôler est souvent appréciable. Pour ces raisons, les détecteurs de seuils comportent en général, un dispositif de mesure de la grandeur à contrôler avec un indicateur de la valeur mesurée, et un ou plusieurs index réglables, permettant d'afficher la ou les valeurs de seuils assignées à la grandeur
20 contrôlée. Selon une forme de réalisation connue, l'indicateur est constitué par une aiguille dont la déviation, mesurée à l'aide d'une échelle appropriée sur un cadran, fournit la mesure recherchée.

Des moyens de détection, par exemple, de type optique (ou magnétique) permettent de déclencher un signal lorsque ladite aiguille franchit une position
25 repérée par l'index et correspondant à la valeur de seuil considérée pour déclencher le signal correspondant.

Ainsi, dans ces systèmes, la détection du franchissement de seuil est faite en série après la mesure au niveau de l'affichage, en fonction des positions géométriques respectives de l'indicateur et de l'index. La précision
30 de ce système pour la détection de seuil dépend donc de celle du système d'affichage de la mesure et ce dernier pêche en général par une certaine lenteur de réponse à des fluctuations rapides.

Conformément à un autre système connu, l'affichage de la ou des valeurs de seuils le long d'une échelle, s'effectue par le déplacement d'un
35 index lié au curseur d'un potentiomètre qui fournit une tension de référence fonction de la position de l'index. La grandeur d'entrée est alors comparée directement à cette tension de référence pour détecter le franchissement du seuil à l'aide d'un amplificateur à seuil. La sensibilité et la dynamique de la détection sont évidemment améliorées. Ce dernier type de détecteur permet de surveiller

directement la grandeur d'entrée à contrôler en parallèle avec l'affichage éventuel de la valeur mesurée. Toutefois, il peut présenter alors des difficultés de réalisations au niveau de la liaison entre l'index d'affichage du seuil sur le cadran de mesure et l'organe de réglage du potentiomètre. Tel est en particulier le cas lorsque l'index se déplace sur une échelle graduée en forme d'arc sur le cadran de l'appareil, tandis que le curseur du potentiomètre effectue un trajet, selon un profil différent, notamment rectiligne le long de ce dernier.

Des moyens doivent être alors prévus pour corriger l'absence de linéarité dans la relation entre le déplacement de l'index et celui du curseur.

La présente invention a pour objet de proposer un potentiomètre de réalisation particulièrement simple, et susceptible notamment, mais non exclusivement, de s'appliquer à des appareils de détection de franchissement de seuil sans présenter les inconvénients précédents.

A cet effet, l'invention a pour objet un potentiomètre du type comportant un conducteur électrique résistant allongé, et un curseur mobile sur un support, et muni d'un contact mobile le long du conducteur pour établir une liaison électrique mobile avec celui-ci, caractérisé en ce que le conducteur est monté en tension entre deux points liés au support pour exercer sur ledit curseur une force, tendant à l'appliquer contre son support le long de la trajectoire utile du contact. Cette disposition, simple en soi, présente un certain nombre d'avantages, dans des circonstances où les potentiomètres traditionnels sont de réalisation ou d'application délicate.

Il en va ainsi, notamment lorsque, selon un mode de réalisation préféré, le conducteur résistif par rapport auquel se déplace le curseur est un simple fil résistant, non bobiné.

La finesse même du fil risque de rendre le contact entre le fil et le curseur incertain, si l'on ne prend pas de précautions particulières. La tension du fil exerce sur le curseur une force qui tend à l'appliquer contre son support, et permet d'assurer une bonne qualité de contact mécanique et donc électrique avec le contact du curseur, le long de sa trajectoire. Il est avantageux de mettre le fil en tension à l'aide d'un élément tel qu'un tendeur au voisinage d'une de ses extrémités. En outre, on pourra avantageusement monter ce fil sur une surface courbe, le contact du curseur se déplaçant entre cette surface et le fil résistant. Si l'on se réfère maintenant aux détecteurs de seuils à potentiomètre, dans lesquels un index d'affichage de seuil se déplace devant une échelle, on conçoit qu'il soit intéressant d'utiliser un potentiomètre du type qui vient d'être défini dans lequel l'élément résistif est aménagé pour maintenir une relation linéaire entre la mesure des déplacements de l'index,

devant l'échelle et la tension à la sortie du curseur de potentiomètre.

En particulier, dans le cas d'une échelle d'affichage courbe, on peut prévoir un conducteur résistif de courbure semblable pour le potentiomètre dont le curseur porte à la fois le contact électrique et l'index d'affichage.

5 D'autres aspects et avantages apparaîtront clairement à la lecture de la description d'un mode de réalisation de l'invention suivante, faite en référence aux dessins annoncés sur lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement un élément potentiométrique mettant en oeuvre les principes de l'invention,
- 10 - la figure 2 est une vue de la face avant d'un détecteur de seuil équipé de ce potentiomètre,
- la figure 3 est une vue en élévation du détecteur de seuil de la figure 2 une fois oté le cadran de l'appareil,
- la figure 4 illustre le montage du curseur du potentiomètre,
- 15 - la figure 5 est un schéma électrique partiel du dispositif des figures 2 à 4.

Sur la figure 1, est représenté un fil électrique souple 10 de résistivité élevée, par exemple en palladium tungstène dont une extrémité est connectée à une borne conductrice 12 par exemple par soudure. Vers son autre extrémité, le fil 10 est en contact électrique avec une borne 14, autour de
20 laquelle il est susceptible de glisser légèrement. L'extrémité 22 du fil 10 est raccordée à une extrémité d'un ressort 16 exerçant sur le fil 10 une force de traction, représentée par la flèche 18 dans une direction formant un angle avec la direction d'attaque de la borne 14 par le fil 10, de telle sorte qu'il enveloppe cette borne sur une fraction d'arc. L'autre extrémité 20 du ressort 16
25 est fixée à un bâti non représenté.

Entre les bornes conductrices 12 et 14, le fil 10 est normalement appliqué sur une surface convexe 25 d'un support 26 isolant et solidaire du bâti.

Dans l'exemple choisi, cette surface a un profil en arc de cercle d'environ 135° entre la borne 12 et la borne 14, et centrée sur un axe 28. Les
30 bornes 12 et 14 affleurent avec la tangente à surface 25 aux extrémités de celle-ci et la tension exercée sur le fil 10 par le ressort 16 tend constamment à appliquer ce dernier contre la surface 25.

Dans l'exemple représenté dans la figure 1, le fil 10 est écarté de la surface 25 en deux points par deux barrettes respectives 30 et 32 qui
35 viennent s'interposer entre le fil 10 et le support 26.

Les barrettes 30 et 32 sont des tiges cylindriques de cuivre de petit diamètre, par exemple 0,5 mm, qui constituent chacune une liaison électrique avec le fil 10 mobile le long d'une trajectoire proche de la périphérie de la surface 25.

La barrette 30 est montée sur un curseur 34 en un matériau plastique susceptible de glisser par des patins 36 le long d'une surface courbe 38 solidaire du support 26 et coaxiale avec la surface 25. Le curseur 34 est surmonté d'un index triangulaire 40 dont une face 41 est orientée radialement, par rapport à l'axe 28 de façon à définir une ligne de repérage précis de la position du curseur le long de sa trajectoire sur le support 26, à l'aide d'une échelle graduée non représentée sur la figure 1.

Un second curseur 44 est mobile autour de l'axe 28, comme le curseur 34, le long de la surface de glissement 38 à l'aide de patins 46, et porte également un index 50 analogue à l'index 40. Les courses maximales de chacun des deux curseurs sont symétriques et d'environ 90° dans cet exemple. La course du curseur 34 est limitée en direction de la borne 12, par une surface de butée 52 sur le support 26, et dans l'autre sens par l'autre curseur 44 contre lequel il est susceptible de venir en butée dans la position telle qu'illustrée en 34', les deux arêtes 41 et 51 des index 40 et 50 se trouvant alors accolées selon un plan radial.

Le montage ainsi décrit permet au fil 10, maintenu tendu par le ressort 20 le long de la surface convexe 25, d'exercer sur chacun des curseurs 34 et 44 par l'intermédiaire des barrettes 30 et 32, respectivement, un effort dans une direction sensiblement radiale tendant à appliquer ces curseurs contre la glissière 38 sur laquelle ils sont susceptibles d'être déplacés.

Cet effort schématisé sur la figure 1 par les flèches 58 et 59, s'exerce quelle que soit la position du curseur correspondant le long de sa trajectoire.

Lorsque le fil 10 est connecté, dans un circuit potentiométrique non représenté, sur la figure 1, dans lequel il est soumis à une tension d'alimentation stable entre les bornes 12 et 14, une fraction de cette tension d'alimentation est disponible entre la borne 12 et la barrette 30, et une autre entre cette borne 12 et la barrette 32, chacune fonction de la position angulaire des curseurs 34 et 44.

On a indiqué que la portion du fil résistif 10 entre les bornes 12 et 14 repose sur la surface d'appui 25, sauf le long de deux petits arcs normalement égaux au niveau des curseurs. Cependant, si l'on se réfère au cas où ces curseurs sont en butée réciproque, (position 34' du curseur 34), on peut constater que la longueur du fil résistant 10 entre les deux bornes 12 et 14 d'alimentation du potentiomètre est légèrement plus courte que lorsque les curseurs 34 et 44 sont dans des positions éloignées l'une de l'autre.

Dans l'exemple pratique, qui fait l'objet de la présente description où la longueur du fil est d'une longueur d'environ une dizaine de centimètres, et l'écartement maximum du fil 10, par les barrettes 30 et 32, au dessus de la

surface 25 de l'ordre de 0,5 mm, il a été constaté que cette variation de longueur correspondait à un défaut de linéarité très faible dans les tensions de sortie du potentiomètre, négligeables pour les applications pratiques courantes et dans le cas présent nettement inférieur à 1%, par exemple de l'ordre du 1°/°°.

5 Cette erreur peut être éliminée au besoin en prévoyant par exemple de terminer le fil 10 résistif avant d'atteindre la borne 14, et en raccordant son extrémité à un segment de fil de résistance négligeable, de telle sorte que la résistance totale du fil composite ainsi réalisé entre les bornes 12 et 14 reste la même quel que soit l'allongement du ressort 16.

10 Le potentiomètre qui vient d'être décrit peut comporter un seul curseur pour fournir une seule valeur de tension réglable. Il peut également utiliser trois curseurs ou davantage.

On remarque que le système proposé garantit un bon contact entre les barrettes 30 et 32 qui prélèvent la tension de sortie du potentiomètre et son élément résistif, grâce à la réaction réciproque de ces éléments l'un sur l'autre, en réponse à la tension exercée sur l'élément résistif et à son agencement entre les bornes 12 et 14.

Cette disposition peut permettre en outre, de maintenir chaque curseur dans la position sélectionnée en tout point de sa trajectoire sans faire appel à des éléments de friction supplémentaire. En effet, la pression du fil 10 sur chaque curseur transmise aux patins 36 et 46 peut être suffisante pour empêcher le glissement intempestif desdits curseurs. Bien entendu, rien ne s'oppose à l'adjonction d'éléments de stabilisation supplémentaires des curseurs.

Les figures 2, 3 et 4 illustrent un exemple d'application du potentiomètre dont le principe vient d'être décrit en référence à la figure 1, à un appareil de détection de seuil. Sur ces figures, des éléments analogues à ceux de la figure 1, sont désignés par les mêmes numéros de référence précédés du chiffre 1. Ainsi, par exemple, les index 140 et 150 de la figure 2 correspondent aux index 40 et 50 de la figure 1.

30 Sur la figure 2 est représentée la face avant d'un indicateur de tension comportant un cadran 160 plaqué à l'avant d'un boîtier 161, et devant lequel peut se déplacer une aiguille indicatrice 162 mue par un dispositif de mesure d'une grandeur de tension susceptible d'être appliquée à l'entrée de l'appareil.

L'extrémité de l'aiguille 162 se déplace devant une échelle en arc de cercle 163 à graduation régulière. Une fenêtre en arc de cercle 165 est percée dans le cadran 160 le long de l'échelle 164, qui laisse apparaître deux index 140 et 150 réglables en position angulaire et permettant d'afficher une valeur de seuil de la grandeur d'entrée face à l'échelle 164, minimale pour l'index 140 et maximale pour l'index 150 à sa droite.

40 Deux boutons réglables à tête fendue 166 et 167 permettent d'ajuster

la position des index 140 et 150.

La figure 3 représente une vue agrandie de l'appareil de la figure 2 après enlèvement du cadran 160. On aperçoit le mécanisme de commande à cadre mobile 170 de l'aiguille 162 monté pivotant autour d'un axe 171 et fixé au boî-
5 tier par des attaches 172 et 173.

Un support 126 en plastique isolant analogue au support 26 de la figure 1 est fixé au boîtier 161, par des attaches 202.

Une vue en coupe transversale de ce support par le plan de trace IV-IV est représentée sur la figure 4. Il présente deux surfaces de glissement courbes
10 138 et 138' de part et d'autre d'une nervure 180, dont la surface supérieure 125 (en forme d'arc cylindrique) supporte sur la majeure partie de sa longueur un fil résistant 110 pour potentiomètre. Les arcs 138, 138' et 125 sont coaxiaux et centrés sur l'axe 171 de pivotement de l'indicateur 162, qui correspond donc à l'axe 28 de la figure 1.

15 Deux curseurs semblables 134 et 144 respectivement porteurs des index triangulaires 140 et 150 déjà mentionnés sont montés glissant sur le support 126 à l'aide de patins tels que 136 (figure 4).

Le curseur 134, bien visible sur la figure 4, comporte une saignée 178 à faces latérales parallèles, ouverte vers l'axe 171, et dans laquelle vient de
20 loger la rainure 180 dont les faces latérales coopèrent avec celles de la saignée 178 pour guider le curseur 134. Le curseur 134 est ainsi susceptible de se déplacer en chevauchant la rainure 180 tout au long d'une course en arc de cercle autour de l'axe 171 le long du support 126.

Un espace laissé libre entre le fond de la saignée 178 du curseur 134
25 et la face supérieure 125 de la rainure 180 est traversé par une barrette 130 en matériau conducteur tel que du cuivre. Cette barrette sensiblement parallèle à celle de l'axe 171, est montée librement tournante dans le corps du curseur 134 et maintenue axialement par un léger renflement 182 dans une ouverture 181, à l'avant du corps du curseur 134. Elle peut tourner au contact du fil 110 lors
30 du déplacement du curseur 134. La barrette 130 fait saillie à l'arrière du curseur où son extrémité 133 est électriquement connectée à un fil conducteur électrique, souple 185 qui la relie à une plaquette de circuit imprimé, non représentée, sur laquelle se trouve l'électronique du détecteur pour lui transmettre la tension de sortie du curseur 134 du potentiomètre.

35 Le fil résistif 110 est engagé entre la barrette 130 et le fond de la saignée 178 (figure 4) de façon à exercer, quand il est tendu, une force sensiblement radiale sur le curseur 134, permettant cependant le coulisement du curseur sur le support 126.

Un fil résistant 110 du potentiomètre est en appui sur toute la longueur de la surface 125 à l'exception des points où il passe au dessus des
40 barrettes conductrices 130 et 132 de chacun des curseurs 134 et 144. Il est fixé

à une de ses extrémités à une borne conductrice 112 tandis qu'à l'autre bout il enveloppe sur un angle d'environ 240° la borne conductrice 114, l'extrémité 122 correspondante étant soudée à une lame ressort 116 fixée en 120 au boîtier 161 de façon à maintenir le fil 110 constamment sous tension le long de la surface

5 125.

L'entraînement du curseur 134 s'effectue à l'aide d'une crinelle 190 dont les deux extrémités sont attachées en deux points respectivement 191 et 192 du corps du curseur 134 et prennent appui sur la surface de glissement 138' à l'avant du support 126. La crinelle 190 guidée par des rouleaux 193 et 196 est enroulée sur plusieurs tours autour d'une mollette 194, qui peut être manoeuvrée à l'aide du bouton à tête fendue 166. Une crinelle analogue 190' commandée par le bouton 167, entraîne le curseur 144 en s'appuyant sur la surface 138 à l'arrière du support 126. Les deux crinelles 190 et 190' passent dans des boucles 195 et 199 aux extrémités d'un fil en acier à ressort 198

15 tendant à s'écarter l'une de l'autre pour maintenir les deux crinelles 190 et 190' tendues.

Un espace 202 est prévu entre le curseur 134 et la face 138 du support 126 pour laisser passer la crinelle 190' d'entraînement du curseur opposé 144 (figure 4) et vice et versa.

20 La figure 5 représente très schématiquement le montage électrique dans lequel se trouve incorporé le potentiomètre du détecteur des figures 2 et 3.

Le fil résistif 110 est alimenté à ses extrémités 112 et 114 par une alimentation stabilisée 205. Un circuit de conditionnement 212 transforme un signal d'entrée qui peut être représentatif d'une grandeur physique quelconque,

25 par exemple, une température, admis sur les bornes d'entrée 209 et 210 de l'appareil en une tension continue à la sortie 213 qui est appliquée aux entrées 214 et 216 de deux comparateurs respectifs 215 et 217.

La deuxième entrée 221 du comparateur 215 est reliée par le conducteur 185' (voir figure 4) à la barrette 130 du curseur de minimum 134.

30 La deuxième entrée 223 du comparateur 217 est alimentée par la tension prélevée par la barrette 132 du curseur de maximum 144 à la sortie du potentiomètre, par l'intermédiaire du conducteur 185'.

Le comparateur excite un relais de minimum 230 qui lorsqu'il détecte que la tension à l'entrée 214 passe en dessous de la tension de l'entrée 221,

35 et déclenche un contacteur inverseur 232.

Le comparateur 217 provoque la commutation d'un contacteur inverseur 242 par un relais de maximum 240, lorsque la tension d'entrée 216 dépasse la tension de référence 223.

On constate que le détecteur de seuil ainsi décrit est équipé d'un

40 potentiomètre de réalisation particulièrement simple, constitué d'un élément

résistant et plus particulièrement d'un simple fil dont le profil épouse celui de l'échelle sur laquelle on désire afficher le ou les seuils à surveiller, à l'aide d'index mobiles. Dans le cas fréquent, où cette échelle est courbe, il est particulièrement aisé de réaliser un profil courbe analogue pour le fil du potentiomètre, et il est commode d'utiliser le même élément mobile ou curseur sur un même support pour effectuer à la fois l'affichage visuel et le prélèvement du signal de référence sur le potentiomètre. Une relation linéaire entre la valeur de la tension prélevée et l'indication affichée sur l'échelle est alors obtenue très simplement, dans le cas d'une échelle à graduation linéaire, avec un fil de potentiomètre de résistivité uniforme.

En même temps, on peut obtenir une excellente qualité de contact électrique entre le fil résistant et l'élément du curseur qui prélève la tension de référence par l'effet de l'application d'une tension mécanique au fil résistif qui tend à appliquer le curseur sur son support le long de sa trajectoire, et ceci même avec un fil résistif de diamètre très faible.

La disposition adoptée offre en outre l'avantage que le fil résistif tendu est supporté sur la plus grande partie de sa longueur et se trouve donc relativement protégé, ce qui est intéressant pour un fil fin qui n'a pas à supporter de grandes contraintes mécaniques en cas de choc, par exemple.

Dans l'exemple qui vient d'être décrit, le détecteur de seuil est lié à un indicateur qui fonctionne en parallèle avec le détecteur de seuil, en ce sens que la grandeur d'entrée de l'indicateur est la même que celle du détecteur de seuil, mais leurs fonctionnements sont indépendants l'un de l'autre, seule une coopération étant rétablie au niveau de l'échelle graduée pour l'affichage.

Il va sans dire que le détecteur de seuil à potentiomètre tel que décrit peut être utilisé sans cette fonction d'indication, seul ou même en association avec un autre type de fonction.

REVENDICATIONS

1. Potentiomètre du type comportant un conducteur électrique résistant allongé et un curseur, mobile sur un support et muni d'un contact mobile le long du conducteur pour établir une liaison électrique mobile avec celui-ci, caractérisé en ce que le conducteur est monté en tension entre deux points liés
5 au support pour exercer sur ledit curseur une force, tendant à l'appliquer contre son support le long de la trajectoire utile du contact.
2. Potentiomètre selon la revendication 1, caractérisé en ce que le conducteur résistant souple est un fil linéaire résistant.
3. Potentiomètre selon la revendication 1, caractérisé en ce que le fil résistant
10 est soumis à un tendeur vers l'une au moins de ses extrémités.
4. Potentiomètre selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que la trajectoire du contact est courbe.
5. Potentiomètre selon la revendication 4, caractérisé en ce que le fil résistant est tendu le long d'une surface convexe, liée au support, et que le contact
15 de ce curseur est mobile entre le fil résistant et cette surface.
6. Potentiomètre selon la revendication 5, caractérisé en ce que le curseur est guidé, parallèlement à ladite surface convexe le long du support, ledit contact comprenant un doigt conducteur attaché au curseur perpendiculairement à ladite trajectoire.
- 20 7. Potentiomètre selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit doigt conducteur est monté libre sur le curseur de façon à pouvoir tourner au contact du fil résistant lors du déplacement du curseur.
8. Dispositif de détection de franchissement d'un seuil réglable par une grandeur électrique d'entrée, comportant un cadran pourvu d'une échelle, un index d'affichage de seuil déplaçable, vis à vis de cette échelle en fonction d'une valeur
25 de seuil de la grandeur d'entrée caractérisé en ce que l'index est solidaire du curseur d'un potentiomètre conforme à l'une des revendications 1 à 6, et le conducteur résistant allongé a un gradient de résistivité tel que la tension de sortie dudit potentiomètre varie linéairement avec la valeur de seuil
30 affichée par l'index le long de l'échelle.

9. Dispositif selon la revendication 8, dans lequel l'échelle est pourvue d'une graduation linéaire répartie le long d'un profil courbe caractérisé en ce que le conducteur résistant du potentiomètre, a un gradient de résistivité constant en fonction de sa longueur et est monté selon un profil courbe parallèle à celui de l'échelle.

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comporte un deuxième index d'affichage de seuil lié à un deuxième curseur muni d'un contact respectif en liaison électrique avec le conducteur allongé dudit potentiomètre pour produire une deuxième valeur de la tension de sortie du potentiomètre correspondant à un deuxième seuil pour la grandeur d'entrée.

11. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 10 caractérisé en ce qu'il comporte en outre un indicateur de la valeur de la grandeur d'entrée par référence à ladite échelle.

FIG. 1 is a schematic diagram of a curved, segmented structure, possibly a flexible display or sensor array. The structure is composed of multiple segments, each containing a curved element (e.g., 25, 26, 38, 46) and a central component (e.g., 30, 40, 50). The segments are connected by hinges or joints (e.g., 10, 12, 14, 22, 28, 32, 34, 34', 44, 52, 58, 59). A spring mechanism (16, 18, 20) is shown at the bottom right, connected to a segment (14) and a base (20). The diagram includes various numbered labels (10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 34', 36, 38, 40, 41, 44, 46, 50, 51, 52, 58, 59) indicating specific components and their interconnections.

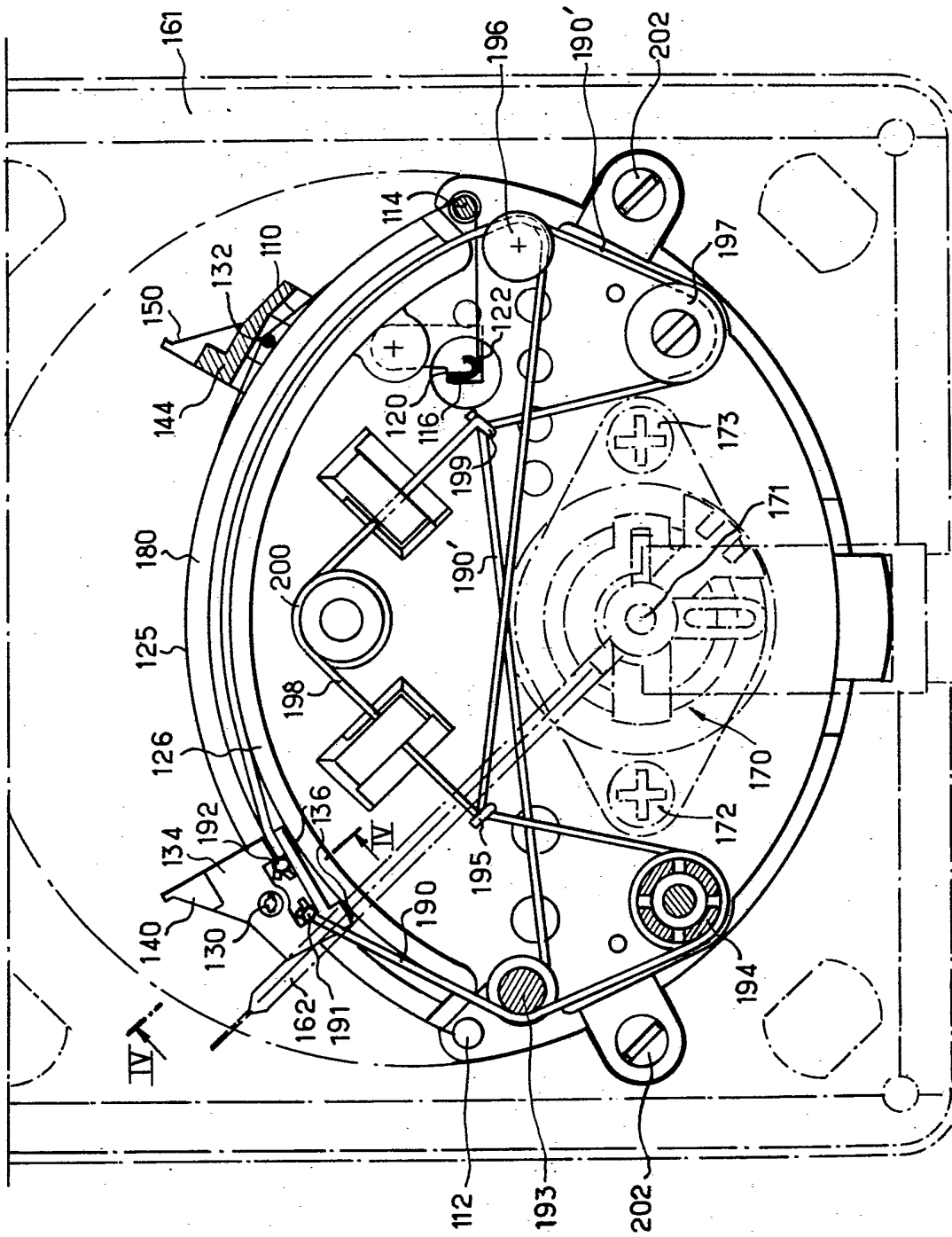


Fig. 3

Fig. 4

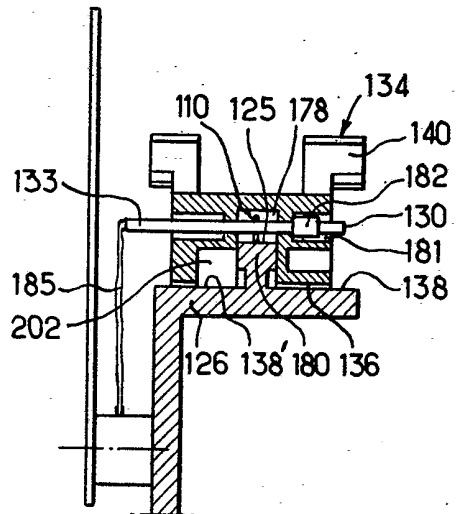


Fig. 5

