

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 79 25737**

(54) Dispositif de déclenchement à masselottes.

(51) Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). G 05 G-15/06; H 01 H 35/10.

(22) Date de dépôt..... 12 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° 16 du 17-4-1981.

(71) Déposant : SOCIÉTÉ NATIONALE D'ÉTUDE ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION (SNECMA), société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : Jean-Max Marie Silhouette.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : F. Moinat, service des brevets, SNECMA,  
BP 84, 91003 Evry Cedex.

Dispositif de déclenchement à masselottes.

L'invention concerne un dispositif de déclenchement à masselottes du type dans lequel un arbre d'entrée entraîne en  
5 rotation des masselottes qui transforment la force centrifuge à laquelle elles sont soumises en un effort tendant à déplacer un organe mobile le long de l'axe du dispositif, de façon à déclencher un système de commande tel qu'un interrupteur électrique, ou qu'une valve hydraulique ou pneumatique lors-  
10 que la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée dépasse un seuil prédéterminé.

Des dispositifs de déclenchement à masselottes de ce type sont fréquemment utilisés pour réaliser une régulation de  
15 vitesse ou un asservissement. Ainsi, les régulateurs à boules de Watt et les asservissements des turboréacteurs les plus récents sont de ce type.

Afin de faire apparaître le problème résolu par la présente invention, on a représenté à titre d'exemple sur la figure 1  
20 des dessins annexés, une vue en coupe longitudinale schématique d'un dispositif de déclenchement classique à masselottes. Dans ce dispositif, un arbre d'entrée 10 entraîne en rotation un plateau 12 portant des masselottes 14 circonfé-  
25 rentiellement espacées et susceptibles de pivoter autour d'axes 16 tangents au bord périphérique du plateau 12, de façon à solliciter un organe mobile 18 vers un système de commande tel qu'un interrupteur électrique 20, à l'encontre d'un ressort 22. L'organe mobile 18 est donc soumis à deux forces  
30 antagonistes qui sont, d'une part, la force  $F_M$  exercée par les masselottes et, d'autre part, la force  $F_R$  exercée par le ressort.

Si la raideur  $dF_R/dx$  du ressort 22, c'est-à-dire la variation  
35 de la force  $F_R$  en fonction du déplacement  $x$  de l'organe

mobile 18, peut être considérée comme constante et toujours positive, il n'en va pas de même de la variation de la force  $F_M$  en fonction du déplacement  $x$ , c'est-à-dire de la raideur  $dF_M/dx$  des masselottes.

5

Cette dernière observation est illustrée par la figure 2 des dessins annexés, qui représente les variations de la force  $F_M$  exercée par les masselottes 14 sur l'organe mobile 18 en fonction de l'angle  $\theta$  (voir figure 1) défini entre le plan radial passant par l'axe de pivotement 16 des masselottes 14 et l'axe joignant le centre de gravité  $G$  de la masse active de chacune des masselottes à son axe de pivotement 16. On voit en effet sur cette figure que la force  $F_M$  varie selon une courbe présentant l'aspect approximatif d'une demi-sinusoïde lorsque l'angle  $\theta$  varie entre  $0^\circ$  et  $180^\circ$ . Ainsi, la force  $F_M$  est nulle lorsque l'angle  $\theta$  est nul, c'est-à-dire lorsque le centre de gravité  $G$  est disposé dans le plan radial passant par les axes de pivotement 16 et décalé vers l'intérieur par rapport à ces derniers. La force  $F_M$  croît ensuite pour atteindre une valeur maximale lorsque l'angle  $\theta$  est voisin de  $115^\circ$ , puis décroît au-delà de  $115^\circ$  jusqu'à atteindre à nouveau une valeur nulle lorsque l'angle  $\theta$  est égal à  $180^\circ$ , c'est-à-dire lorsque le centre de gravité  $G$  se trouve dans le plan radial passant par les axes 16 et décalé vers l'extérieur par rapport à ceux-ci.

En raison du débattement généralement limité de l'organe mobile 18, le domaine de variation de l'angle  $\theta$ , c'est-à-dire le débattement possible des masselottes 14, concerne seulement une petite partie de la courbe représentée sur la figure 2. Le choix de la zone de fonctionnement des masselottes 14 détermine donc à la fois l'intensité moyenne de la force  $F_M$  et la raideur moyenne  $dF_M/dx$  du système de masselottes. Ainsi, si la zone de fonctionnement des masselottes est choisie de telle sorte que l'angle  $\theta$  reste constamment inférieur à  $100^\circ$ , la raideur des masselottes est toujours positive, alors qu'elle est toujours négative si la zone de fonctionnement

est choisie de telle sorte que l'angle  $\theta$  est toujours supérieur à  $130^\circ$ . La raideur des masselottes peut également être d'abord positive, puis négative si la zone de fonctionnement est telle que l'angle  $\theta$  peut varier entre deux valeurs limites respectivement voisines de  $100^\circ$  et  $130^\circ$ .

Quelle que soit leur application, les dispositifs de déclenchement à masselottes du type défini précédemment sont sensibles à un seuil de vitesse de rotation déterminé de l'arbre d'entrée pour déclencher un système de commande quelconque tel qu'un système électrique, hydraulique ou pneumatique. Quel que soit ce système, il est du type binaire, c'est-à-dire qu'il définit deux positions stables correspondant par exemple à l'ouverture et à la fermeture d'un interrupteur, d'un clapet ou de tout autre organe analogue. Il est donc nécessaire que le déclenchement du système soit franc, particulièrement lorsque la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée est amenée à subir de légères fluctuations autour du seuil de déclenchement.

Afin d'augmenter la rapidité de réponse du dispositif, la plupart des systèmes connus existants sont tels que la force  $F_M$  exercée par les masselottes 14 sur l'organe mobile 18 est choisie aussi grande que possible dans la zone de fonctionnement du dispositif. Ainsi, en se référant à nouveau à la figure 2, la zone de fonctionnement des masselottes des dispositifs de déclenchement connus est habituellement choisie de telle sorte que l'angle  $\theta$  varie de  $90^\circ$  à  $130^\circ$ , comme l'illustre la zone I hachurée sur la figure 2. Généralement, l'angle  $\theta$  est très voisin de  $115^\circ$  lorsque le déplacement  $x$  de l'organe mobile 18 atteint sa valeur maximum, c'est-à-dire lorsque le système 20 est déclenché.

Cependant et en dépit des apparences, cette solution n'est pas satisfaisante pour résoudre le problème posé par le déclenchement franc du système de commande 20. Afin d'en

expliciter les raisons, on se référera à la figure 3 des dessins annexés qui représente les variations des forces antagonistes  $F_R$  et  $F_M$  appliquées sur l'organe mobile 18 en fonction du déplacement  $x$  de cet organe entre les deux positions extrêmes  $x_1$  et  $x_2$  qu'il est susceptible d'occuper. Sur  
5 cette figure, la force  $F_M$  est représentée pour différentes valeurs ( $N_1$ ,  $N_2$ , etc...) de la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée 10, lorsque la zone de fonctionnement des masselottes 14 est du type de la zone I hachurée sur la figure 2, comme dans les dispositifs antérieurs connus. Comme l'illus-  
10 tre la figure 3, la raideur  $dF_M/dx$  du système de masselottes 14 est alors inférieure en tout point à la raideur  $dF_R/dx$  du ressort 22. Une analyse détaillée du fonctionnement d'un dispositif à masselottes présentant ces caractéristiques  
15 conduit aux observations suivantes.

Lorsque l'arbre 10 ne tourne pas, la force  $F_M$  est nulle et l'organe mobile 18 occupe la position  $x_1$  sous l'action de la force  $F_R$  exercée par le ressort 22. Le point représenta-  
20 tif de l'équilibre de l'organe 18 est alors le point A sur la figure 3. Lorsque l'arbre 10 tourne à une vitesse  $N$  qui va en augmentant, la courbe  $F_M$  représentative de la force exercée par les masselottes 14 à l'encontre de la force exercée par le ressort 22 se déplace vers le haut en consi-  
25 dérant la figure 3, de telle sorte que le point représentatif de l'équilibre de l'organe 18 se déplace du point A vers le point B. Tant que la courbe  $F_M$  reste en dessous du point B, ce point correspondant à la valeur de la force  $F_R$  lorsque l'organe mobile est en  $x_1$ , cet organe reste donc immobile.  
30 Lorsque la force  $F_M$  devient supérieure à la valeur de la force  $F_R$  au point B, l'organe mobile 18 se déplace jusqu'à ce qu'un équilibre stable s'établisse entre les forces exercées par les masselottes 14 et par le ressort 22. Cet équilibre stable est déterminé par le point d'intersection entre  
35 les courbes  $F_R$  et  $F_M$ . Le point d'équilibre de l'organe mobile se situe donc sur la courbe  $F_R$  entre le point B et le point C, ce dernier correspondant à la valeur de la force

FR lorsque l'organe mobile 18 est en  $x_2$ . Le système de commande 20 est alors déclenché. Lorsque la vitesse de rotation de l'arbre 10 continue à augmenter, la force  $F_M$  devient prépondérante devant la force  $F_R$ , de telle sorte que l'organe mobile 18 reste en  $x_2$ . Au contraire, si la vitesse de rotation de l'arbre 10 subit des fluctuations lorsque le point d'équilibre du système se trouve voisin du point C, ou entre les points B et C, la courbe  $F_M$  représentative de la force appliquée par les masselottes 14 sur l'organe mobile 18 peut descendre provisoirement d'une certaine valeur par rapport à la courbe  $F_R$ , de telle sorte que le point d'équilibre de l'organe mobile 18 se déplace vers le point B sur la courbe  $F_R$ . L'organe 18 se déplace donc en s'éloignant du système de commande à déclencher. Ceci a pour conséquence de provoquer plusieurs changements d'état du système 20 dans un laps de temps très court et une incertitude sur le déclenchement de ce système.

L'analyse qui précède montre que les dispositifs de déclenchement connus à masselottes ne permettent pas d'obtenir un déclenchement franc et précis du système à commander, mais au contraire un déclenchement incertain sensible à des variations passagères de la vitesse de rotation de l'arbre 10. Ce type de déclenchement n'est évidemment pas souhaitable car il conduit à la fois à une hésitation dans la commande et à une usure prématurée des contacts.

En conséquence, l'invention a pour objet la réalisation d'un dispositif de déclenchement à masselottes dont la structure peut être sensiblement identique à la structure des dispositifs connus, mais dont les paramètres de fonctionnement sont choisis judicieusement de façon à assurer un déclenchement franc et brutal du système à commander.

A cet effet, et conformément à l'invention, il est proposé un dispositif de déclenchement à masselottes, dans lequel

un arbre d'entrée entraîne en rotation les masselottes qui transforment la force centrifuge à laquelle elles sont soumises en un effort tendant à déplacer un organe mobile le long de l'axe du dispositif à l'encontre de la force exercée par un ressort, de façon à déclencher un système de commande lorsque la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée dépasse un seuil prédéterminé, ce dispositif étant caractérisé en ce que la raideur des masselottes est positive et supérieure à la raideur du ressort quelle que soit la position occupée par l'organe mobile.

Afin de montrer qu'un dispositif à masselottes présentant ces caractéristiques permet bien d'obtenir un déclenchement franc du système de commande, on se référera à la figure 4 des dessins annexés, sur laquelle on a représenté les forces  $F_R$  et  $F_M$  appliquées respectivement par le ressort 22 et par les masselottes 14 à l'organe mobile 18 dans un dispositif de commande présentant des caractéristiques conformes à la présente invention, c'est-à-dire lorsque la raideur  $dF_M/dx$  des masselottes est positive et supérieure à la raideur  $dF_R/dx$  du ressort. Dès que la vitesse atteinte par l'arbre d'entrée 10 est telle que la valeur de la force  $F_M$  en  $x_1$  devient très légèrement supérieure à la valeur de la force  $F_R$  en  $x_1$ , le point d'équilibre de l'organe 18 se déplace immédiatement de B' en C', c'est-à-dire que l'organe 18 vient occuper la position extrême  $x_2$  dans laquelle il déclenche le système 20. En effet, on voit sur la figure 4 qu'à tout déplacement de l'organe 18 de  $x_1$  vers  $x_2$  correspond une augmentation de la différence entre la force  $F_M$  et la force  $F_R$ . Ainsi, si la vitesse de rotation N de l'arbre d'entrée 10 est telle que la force  $F_M$  exercée par les masselottes 14 est égale à la force  $F_R$  exercée par le ressort lorsque l'organe 18 est en  $x_1$ , la force  $F_M$  est supérieure d'une valeur  $\Delta F$  à la force  $F_R$  lorsque l'organe 18 est en  $x_2$ . Il en résulte qu'une variation de la vitesse de rotation de l'arbre 10 lorsque l'organe 18 est en  $x_2$  n'a aucun effet sur cet organe tant que cette variation n'a pas pour

conséquence une diminution de la force  $F_M$  d'une valeur au moins égale à  $\Delta F$ . La valeur  $\Delta F$  étant déterminée en choisissant les raideurs du système de masselottes 14 et du ressort 22 de façon appropriée, le dispositif selon l'invention est donc parfaitement stable et permet un déclenchement franc du système de commande.

Lorsque la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée 10 décroît, le déplacement de l'organe mobile 18 de  $x_2$  en  $x_1$  n'intervient que lorsque la force  $F_M$  en  $x_2$  devient légèrement inférieure à la force  $F_R$  en  $x_2$ , c'est-à-dire en-dessous du point C". L'organe mobile 18 se déplace alors brutalement de  $x_2$  en  $x_1$ , étant donné qu'à tout déplacement de cet organe de  $x_2$  vers  $x_1$  correspond une augmentation de la différence entre les forces  $F_R$  et  $F_M$ . Le point d'équilibre de l'organe 18 se trouve alors symbolisé en B" sur la figure 4.

Dans le dispositif selon l'invention, la réponse de l'organe mobile 18 présente donc une hystérésis dont l'amplitude correspond à la valeur  $\Delta F$  susmentionnée. Cette valeur est choisie de façon à assurer la stabilité de l'organe 18 en  $x_1$  et en  $x_2$  lorsque l'arbre d'entrée 10 subit de petites variations de vitesse, tout en assurant l'instabilité des positions intermédiaires entre  $x_1$  et  $x_2$ .

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, le ressort agit sur l'organe mobile par l'intermédiaire d'un levier pivotant à bras de levier réglables permettant de modifier la raideur du ressort.

Selon une autre caractéristique de l'invention, des moyens sont prévus pour régler le tarage du ressort afin de modifier le seuil au-delà duquel l'organe de commande est actionné.

On décrira maintenant, à titre d'exemple non limitatif, un mode de réalisation particulier de l'invention en se



référant à la figure 5 des dessins annexés, qui représente un dispositif de déclenchement à masselottes réalisé conformément aux enseignements de la présente invention.

- 5 Le dispositif de déclenchement à masselottes représenté sur la figure 5 comprend un boîtier 100 qui traverse un arbre d'entrée 110 susceptible d'être entraîné en rotation par un système externe (non représenté) dont la vitesse de rotation doit servir à déclencher la mise en oeuvre d'un  
10 autre système (non représenté) au-delà d'un certain seuil de vitesse, ou dont la vitesse de rotation doit être contrôlée au moyen du dispositif selon l'invention.

- L'arbre d'entrée 110 est monté tournant dans le boîtier 100.  
15 par l'intermédiaire d'un palier 102, et il porte à l'intérieur du boîtier un plateau 112 à la périphérie duquel sont articulées des masselottes 114 en forme de V dont les sommets sont articulés sur des axes 116 orientés tangentielle-  
ment par rapport au plateau 112. Chaque masselotte 114 com-  
20 prend une tête 104 disposée sensiblement parallèlement à l'axe de l'arbre 110 et en éloignement du plateau 112, et une queue 106 qui s'étend sensiblement radialement vers l'axe de l'arbre 110 et coopère par un galet 108 avec une surface d'appui 109 définie sur un organe 118 coaxial à  
25 l'arbre 110. L'organe 118 est susceptible de coulisser parallèlement à son axe entre deux positions extrêmes  $x_1$  et  $x_2$  dans lesquelles l'extrémité de l'organe 118 opposée à la surface 109 est respectivement éloignée d'un système de commande tel qu'un interrupteur électrique 120, et en enga-  
30 gement avec celui-ci. L'interrupteur 120, porté par le boîtier 100, est susceptible d'être raccordé au système à commander par des bornes électriques 121.

- Entre l'extrémité de l'organe 118 opposée à la surface 109  
35 et l'interrupteur 120 est disposée l'une des extrémités d'un levier 124 monté pivotant autour d'un axe 126 porté par

un organe 128 fixé au boîtier 100. L'autre extrémité du levier 124 porte une coupelle 130 sur laquelle vient prendre appui un ressort de compression hélicoïdal 122 dont l'autre extrémité est en appui contre une autre coupelle 132 fixée  
5 au boîtier 100 par l'intermédiaire d'une tige filetée 134. Le levier 124 présente en outre une ouverture oblongue 136 dans laquelle est reçu l'axe 126, et l'organe 128 portant ce dernier est fixé au boîtier 100 par l'intermédiaire d'une vis 138 reçue dans une boutonnière 140 parallèle au  
10 levier 124.

Le dispositif qui vient d'être décrit en se référant à la figure 5 est réalisé conformément à l'invention, c'est-à-dire que la raideur du système de masselottes 114 est posi-  
15 tive, ce qui se concrétise sur la figure par le fait que l'angle  $\theta$  est inférieur à  $100^\circ$  quelle que soit la position occupée par l'organe 118, et qu'elle est supérieure à la raideur du ressort 122 quelle que soit la position occupée par l'organe 118. Le fonctionnement du dispositif est donc  
20 conforme à la courbe de la figure 4 décrite précédemment, c'est-à-dire que le déplacement de l'organe 118 entre les positions extrêmes  $x_1$  et  $x_2$  est brutal, ce qui conduit à un déclenchement franc de l'interrupteur 120, et que ce  
dernier ne risque pas d'être ouvert et fermé plusieurs fois  
25 de suite en cas de petites fluctuations de la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée 110.

En outre, le dispositif représenté sur la figure 5 permet à la fois de régler le seuil de déclenchement B' du système  
30 120 et la valeur de l'hystérésis  $\Delta F$ . En effet, le tarage du ressort 122 peut être modifié en vissant plus ou moins la tige filetée 134 dans le boîtier 100, ce qui conduit à modifier le seuil de déclenchement B' du dispositif. De même, l'organe 128 portant l'axe de pivotement 126 du levier  
35 124 peut être déplacé en déserrant la vis 138, ce qui permet de modifier le rapport entre les bras du levier 124. Il est

ainsi possible de modifier la pente de la force  $F_R$  agissant sur l'organe 118 par l'intermédiaire du levier 124, ce qui permet de rapprocher plus ou moins la valeur de cette pente de la valeur de la pente de la force  $F_M$  exercée par les  
5 masselottes 114 sur l'organe 118. Ce réglage permet donc de modifier la valeur de l'hystérésis  $\Delta F$ .

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit à titre d'exemple, mais  
10 en couvre toutes les variantes. Ainsi, les perfectionnements décrits en se référant à la figure 5 et permettant de régler le seuil de déclenchement du dispositif et la valeur de l'hystérésis peuvent éventuellement être supprimés sans sortir du cadre de l'invention. Le dispositif se présente  
15 alors sous une forme sensiblement identique à celle des dispositifs antérieurs du type de celui qui a été décrit en se référant à la figure 1. La différence essentielle réside alors dans le choix des raideurs respectives du ressort et du système de masselottes, ce choix n'ayant généralement  
20 pour conséquence visible qu'une modification éventuelle de l'angle  $\theta$  défini par le système de masselottes. Pratiquement, cet angle sera en général légèrement plus faible dans le dispositif selon l'invention que dans les dispositifs connus, ce qui se concrétise par le fait que les têtes des masse-  
25 lottes seront inclinées vers l'axe de rotation de l'arbre d'entrée de façon plus marquée que dans les dispositifs antérieurs connus. Par ailleurs, la forme et la disposition des différents éléments constituant le dispositif et notamment la forme des masselottes et de l'organe mobile ainsi  
30 que la disposition du ressort antagoniste peuvent subir toutes les variantes connues des dispositifs antérieurs. Enfin, les applications du dispositif selon l'invention peuvent être multiples, ce dispositif pouvant être utilisé notamment comme régulateur de vitesse ou pour commander toutes sortes  
35 d'asservissements. Il en résulte en particulier que l'interrupteur 120 peut être remplacé par tout autre système analogue

présentant deux états stables, tel qu'un clapet hydraulique ou pneumatique.

REVENDICATIONS DE BREVET

1. Dispositif de déclenchement à masselottes, dans lequel un arbre d'entrée entraîne en rotation les masselottes qui transforment la force centrifuge à laquelle elles sont soumises en un effort tendant à déplacer un organe mobile le long de l'axe du dispositif à l'encontre de la force exercée par un ressort, de façon à déclencher un système de commande lorsque la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée dépasse un seuil prédéterminé, caractérisé en ce que la raideur des masselottes est positive et supérieure à la raideur du ressort quelle que soit la position occupée par l'organe mobile.
2. Dispositif de déclenchement selon la revendication 1, caractérisé en ce que le ressort agit sur l'organe mobile par l'intermédiaire d'un levier pivotant à bras de levier réglables permettant de modifier la raideur de l'action du ressort.
3. Dispositif de déclenchement selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que des moyens sont prévus pour régler le tarage du ressort afin de modifier le seuil au-delà duquel l'organe de commande est actionné.

FIG. 1

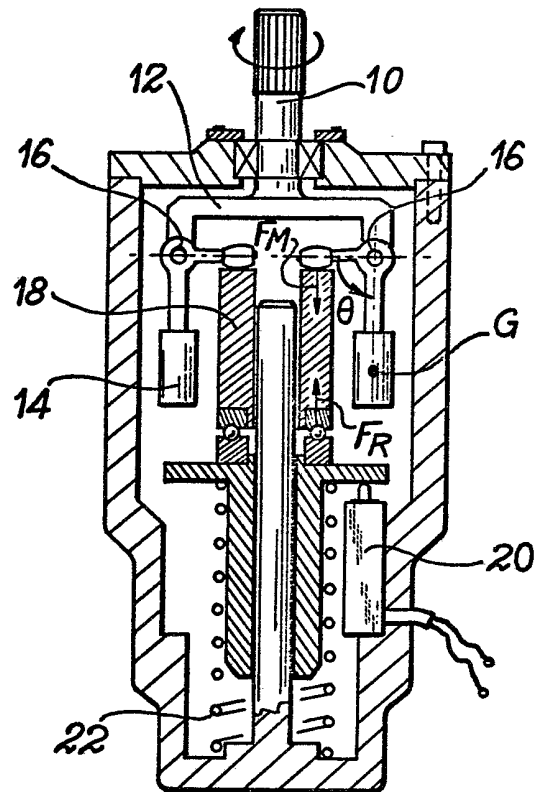
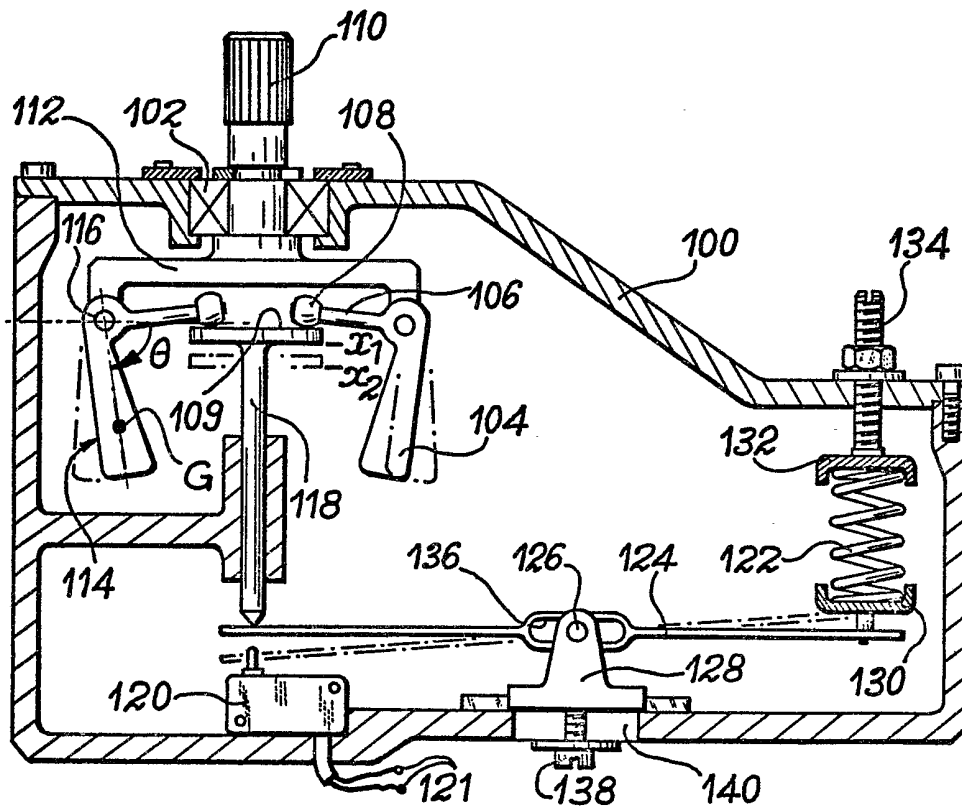


FIG. 5



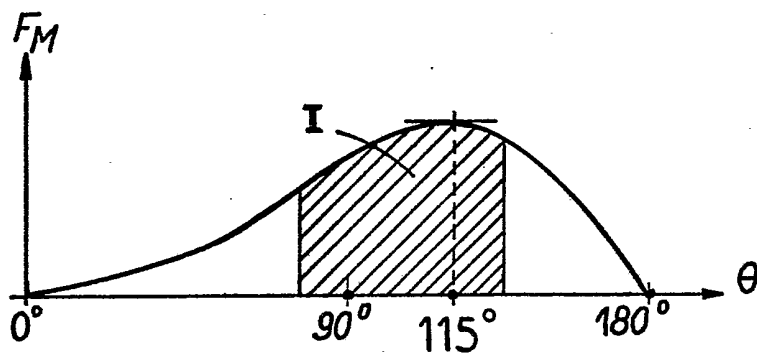


FIG. 2

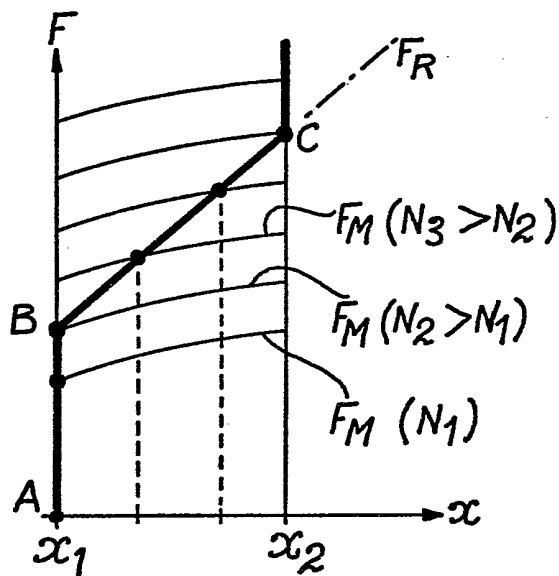


FIG. 3

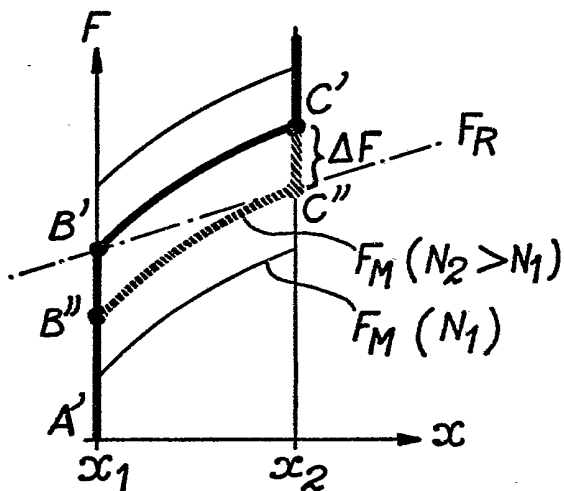


FIG. 4