(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 578 355**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **86 02850**

(51) Int Cl⁴ : H 01 H 73/18, 9/44 // H 01 H 71/40.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 28 février 1986.

(30) **Priorité :** US, 4 mars 1985, n° 707.616.

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 36 du 5 septembre 1986.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *Société dite : WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION.* — US.

(72) **Inventeur(s) :** Yun-Ko Nickey Chien, John Anthony Wafer et Walter Victor Bratkowski.

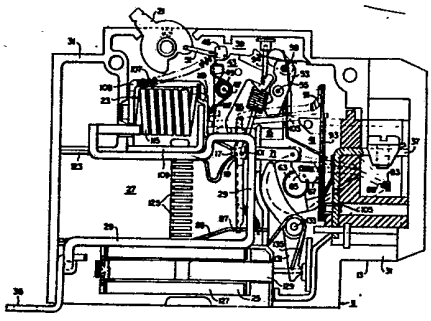
(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** Bureau D. A. Casalonga, Office Josse et Petit.

(54) Disjoncteur limiteur de courant.

(57) Le disjoncteur selon la présente invention comprend un boîtier isolant 13, une chambre d'extinction 27, des rails de guidage d'arc 89, 123 s'étendant dans la chambre le long de ses côtés opposés et des contacts fixes et mobiles 17, 19 disposés dans une zone de formation d'arc à l'entrée de ladite chambre et reliés aux rails de guidage d'arc respectifs.

Entre les bornes de ligne et de charge 35, 37 de ce disjoncteur se trouve un conducteur 29 qui forme au moins une boucle autour et le long de la zone de formation d'arc de manière à engendrer, lors de la circulation d'un courant, un champ magnétique transversal d'entraînement d'arc.



FR 2 578 355 - A1

Disjoncteur limiteur de courant

La présente invention concerne les disjoncteurs et, plus particulièrement, un disjoncteur limiteur comportant un moyen de soufflage d'arc.

Les disjoncteurs limiteurs de courant ont été utilisés avec succès au cours de ces dernières années pour réduire à des niveaux tolérables les courants de crête (I_p) et l'énergie thermique (I^2t) atteignant le matériel d'aval lorsqu'apparaissent des conditions de courants de défaut et de court-circuit. Les forces mécaniques et magnétiques auxquelles ledit matériel est soumis en présence de ces conditions sont proportionnelles au carré du courant de crête $(I_p)^2$, tandis que l'énergie thermique est proportionnelle à la quantité d'énergie passante (I^2t). Les disjoncteurs limiteurs conviennent pour des applications de commande de moteurs ainsi que dans les systèmes de distribution d'énergie électrique.

Deux facteurs principaux déterminent l'efficacité d'un disjoncteur à limiter des courants, à savoir avec quelle rapidité ses contacts se séparent après l'apparition d'un courant de défaut ou de court-circuit et avec quelle rapidité augmente l'impédance de l'arc qui jaillit entre les contacts qui se séparent. On obtient une vitesse d'accroissement élevée de la tension d'arc, comme cela est nécessaire pour une limitation efficace du courant, en soufflant rapidement l'arc entre les contacts qui se séparent et en l'allongeant jusqu'à ce qu'il pénètre dans un dispositif d'extinction d'arc où il continue de s'allonger, est scindé en une multiplicité d'arcs courts disposés en séries et, finalement, éteint comme il est bien connu dans la technique.

L'objet principal de la présente invention est de fournir un moyen perfectionné de commande d'arc destiné

à être utilisé spécialement. bien que non exclusivement, dans des disjoncteurs miniaturisés à fonctionnement intensif.

L'invention réside par conséquent dans un disjoncteur limiteur de courant comprenant des bornes de ligne et des bornes de charge un boîtier isolant et, disposés dans le boîtier, une chambre d'extinction d'arc, une paire de rails de guidage d'arc s'étendant dans la chambre d'extinction d'arc le long des côtés opposés de cette dernière, un mécanisme d'interruption de circuit comprenant un contact fixe et un contact mobile placés tous deux dans une zone de jaillissement d'arc à l'entrée de la chambre d'extinction d'arc, ledit contact fixe étant relié électriquement à l'un des rails de guidage d'arc et le contact mobile étant relié électriquement à l'autre rail de guidage d'arc, un moyen d'ouverture et de fermeture du contact mobile par rapport au contact fixe, et un conducteur branché entre les bornes de charge et de ligne et comprenant au moins une partie formant boucle qui est disposée autour et sur un des côtés de ladite zone de jaillissement d'arc de manière à engendrer, lors de la circulation d'un courant, un champ magnétique transversal à ladite zone de jaillissement d'arc et à tout arc électrique apparaissant dans cette zone lors de la séparation des contacts.

On va maintenant décrire des modes de réalisation préférés de l'invention, uniquement à titre d'exemple, en se référant aux dessins annexés, parmi lesquels :

la figure 1 est une vue en coupe verticale par I-I de la figure 2, cette vue montrant un disjoncteur selon l'invention dans une position de contact fermé ;

la figure 2 est une vue en plan du disjoncteur de la la figure 1 ;

la figure 3 est une vue similaire à la figure 1 mais montrant le disjoncteur avec ses contacts ouverts ;

la figure 4 est une vue partielle agrandie d'un mécanisme bistable à genouillère du disjoncteur dans la position de contact fermé de ce dernier ;

la figure 5 est une vue similaire à la figure 4 mais montrant le mécanisme dans la position de contact ouvert ;

la figure 6 est une vue partielle montrant le mécanisme bistable à genouillère pendant une opération d'ouverture de contact ;

la figure 7 est une vue similaire à la figure 6 mais montrant le mécanisme bistable à genouillère pendant une opération de fermeture de contact ;

la figure 8 est une vue similaire à la figure 1 mais montrant un autre mode de réalisation de l'invention ;

la figure 9 est une vue isométrique de deux bobines de soufflage d'arc reliées en série ; et

la figure 10 est une vue isométrique de deux bobines de soufflage d'arc reliées en parallèle.

Le disjoncteur illustré sur la figure 1 et référencé 11 dans son ensemble comprend un boîtier 13 et, supportés dans ce dernier, une structure 15 d'interruption de circuit comprenant un contact fixe 17 et un contact mobile 19, un moyen d'actionnement de contact mobile comprenant une manette 21, un mécanisme électromagnétique 23 de limitation de courant, une structure de solénoïde 25, et un bilame 93. Le disjoncteur 11 comprend également un dispositif 27 d'extinction d'arc et un conducteur ou bobine 29 de soufflage d'arc.

Le boîtier 13 consiste en une base 31 et un couvercle amovible 33 (figure 2) formés tous deux d'une matière isolante de l'électricité, comme par exemple une résine époxy ou une matière thermoplastique. Sur la base 31 sont montées une borne 35 de ligne et une borne 37 de charge.

La structure 15 d'interruption de circuit comprend un mécanisme 39 de déverrouillage et un mécanisme bistable

41 à genouillère. Le mécanisme 39 de déverrouillage comprend un levier d'actionnement ou levier de poussée brusque 43 et un levier de déclenchement 45, ces leviers étant tous deux montés de façon pivotante sur un axe d'articulation 47. Le levier de déclenchement 45 s'encastre dans un évidement du levier de poussée brusque 43 où il est retenu par un ressort de sollicitation 49 (figure 1). Une barrette 51 formée par un fil métallique s'étend depuis la manette 21 jusqu'à l'extrémité supérieure du levier de déclenchement 45.

La structure 15 d'interruption de circuit comprend également un levier auxiliaire 53 articulé en 55, ce levier comprenant un doigt d'encliquetage 57 qui est monté de façon pivotante sur le levier 53 en un point 59 adjacent à l'extrémité supérieure de ce dernier. Le levier auxiliaire 53 coopère avec le mécanisme de déverrouillage 39 de manière à empêcher la fermeture des contacts 17, 19 lorsque la manette 21 se trouve dans la position déclenchée (figure 3), comme on va le décrire de façon plus complète ci-après.

Le mécanisme bistable à genouillère 41 (figure 4) comprend un levier 61 pivotant autour d'un axe 63, une pièce d'encliquetage 65 sollicitée par un ressort et articulée en 67 sur le levier, ainsi qu'un ressort 69 de genouillère. Une biellette 71 est articulée sur le contact mobile 19 et sur le levier 61 en 101 et en 73, respectivement. Le levier 61, qui est un corps piriforme, comprend des rebords 75, 77 délimitant un intervalle 79 entre leurs extrémités. Le ressort 69 de genouillère est fixé à une de ses extrémités à un axe 81 de la pièce d'encliquetage 65 et s'étend depuis cet axe à travers l'intervalle 79 jusqu'à un endroit 83 situé sur la base 31 du boîtier en dessous de la borne de charge 37 (figure 1) où il est maintenu fixe. Lorsque le contact 19 se trouve dans la position fermée, le levier 61 est placé de telle sorte que l'intervalle 79 se trouve au-dessus d'une ligne imaginaire 85 s'étendant entre

l'axe 63 et l'endroit 83, ce qui a donc pour effet que le ressort 69 maintient la pièce d'encliquetage 65 dans une position (figure 4) adjacente au rebord 75, comme on peut le voir sur la figure 4. Par contre, lorsque les contacts sont ouverts, le levier 61 est disposé de telle sorte que l'intervalle 79 se trouve en dessous de la ligne 85, ce qui a pour effet que le ressort 69 maintient la pièce d'encliquetage 65 dans une position adjacente au rebord 77, comme on peut le voir sur la figure 5.

Le contact mobile 19 pivote dans un trou 87 formé dans un rail 89 de guidage d'arc. L'extrémité supérieure du contact 19 est reliée à un shunt 91 qui est relié à l'extrémité supérieure d'un bilame 93. Le contact mobile 19 est influencé par un agencement de ressort 95 qui comprend un ressort hélicoïdal 97 et une tige 99 de guidage de ressort (figure 3). La tige 99 est articulée à son extrémité inférieure au contact mobile 19 en 101 et est supportée à son extrémité supérieure par une partie en forme de nez 141 du levier de poussée brusque 43 entre ce dernier et le doigt d'encliquetage 57 du levier auxiliaire 53. L'agencement de ressort 95 et le contact mobile forme un mécanisme élastique à genouillère destiné à déplacer le contact 19 entre la position de contact fermé (figure 1) et la position de contact ouvert (figure 3), l'axe d'articulation 101 formant le point de basculement qui, pendant le fonctionnement de la genouillère, passe au-delà du centre par rapport à une ligne s'étendant depuis le trou 87 jusqu'à l'extrémité supérieure du ressort 97.

Les contacts 17, 19 sont ouverts et fermés soit manuellement à l'aide de la manette 21 soit automatiquement à l'aide du bilame 93 ou du dispositif électromagnétique 23 réagissant à une surintensité. Lorsque le bilame 93 est chauffé par le passage d'un courant de surintensité, il fléchit vers la droite (son extrémité inférieure est reliée à un conducteur 105) et, de ce fait, actionne le levier de

déclenchement 45 par l'intermédiaire d'une biellette 103, après quoi le levier de poussée brusque 43 bascule en sens inverse des aiguilles d'une montre sous l'action du ressort 97 et sa partie terminale inférieure 113 communique au contact mobile 19 une impulsion qui l'éloigne du contact fixe 17 (figure 3). Simultanément avec cette opération, le levier de déclenchement 45 tourne de même en sens inverse des aiguilles d'une montre, et le ressort 107 agit par l'intermédiaire de la barrette 51 de manière à faire tourner la manette 21 jusqu'à sa position "déclenchée" tout en maintenant la barrette engagée dans un évidement analogue à une encoche définie entre les leviers 43 et 45.

Le dispositif électromagnétique 23 comprend une bobine 115 et une armature 117 supportées toutes deux par le bâti 109 qui, à son tour, est monté sur la base 31 du boîtier. Lorsqu'un courant de défaut ou de court-circuit apparaît, l'armature 117 vient heurter le levier de déclenchement 45 de manière à l'actionner et, de ce fait, à libérer le levier de poussée brusque 43 afin qu'ait lieu une action d'ouverture de contacts comme on l'a décrit ci-dessus.

Quand les contacts 17, 19 sont fermés, un circuit complet s'étend dans le disjoncteur 11 depuis la borne 35 de ligne à travers le conducteur ou bobine 29 de soufflage d'arc, la bobine 115, le conducteur 119 comprenant le contact fixe 17, le contact mobile 19, le shunt 91, le bilame 93 et le conducteur 105 jusqu'à la borne 37 de charge.

Outre la manette 21, le dispositif de déclenchement électromagnétique 23 de limitation de courant et le moyen de déclenchement thermique constitué par le bilame 93, le disjoncteur comporte un moyen comprenant la structure de solénoïde 25 et le mécanisme bistable 41 qui lui permettent d'être utilisé comme un interrupteur pouvant être actionné par application d'une impulsion de courant au solénoïde 25

et qui, de ce fait, le rendent apte à être utilisé pour un contrôle d'énergie et autres applications de commande à distance.

La structure de solénoïde 25 comprend une bobine 127 et un plongeur 129 reliés à un levier 131. Quand la structure de solénoïde 25 est excitée par l'application d'une impulsion de courant, le plongeur 129 est rappelé dans la bobine 127 et, de ce fait, déplace le levier 131 autour d'un axe d'articulation 133 de la position en traits interrompus représentée sur la figure 6 jusqu'à la position représentée en traits pleins. Pendant ce déplacement, le levier 131 heurte la pièce d'encliquetage 65 et fait tourner le levier 61 dans le sens des aiguilles d'une montre autour de son axe d'articulation 63 jusqu'à sa position représentée en traits interrompus (figures 4, 5), en amenant ainsi la biellette 71 à éloigner par traction le contact mobile 19 du contact fixe 17. Quand l'impulsion de courant se termine, un ressort de torsion 135 fait revenir le plongeur 129 et le levier 131 dans leur position initiale, comme indiqué en traits interrompus sur la figure 6. Pendant la rotation, mentionnée ci-dessus, du levier 61 dans le sens des aiguilles d'une montre, l'intervalle 79 entre ses rebords 75 et 77 se déplace en dessous de la ligne 85 et replace le ressort 69 de telle sorte que, lorsque le levier 131 reprend sa position initiale, le ressort 69 fait basculer la pièce d'encliquetage 65 en sens inverse des aiguilles d'une montre en la faisant glisser vers le bas sur une surface curviligne 137 du levier 131 et prendre la position représentée sur la figure 3.

Lors de l'application ultérieure d'une impulsion de courant à la structure de solénoïde 25, le levier 131 est de nouveau déplacé contre la pièce d'encliquetage 65 mais, cette fois, par suite de la position angulaire différente de cette dernière (voir figure 5), il fait tourner le levier 61 en sens inverse des aiguilles d'une montre et, de ce

fait, fait porter le contact mobile 19 contre le contact fixe 17. Pendant cette rotation en sens inverse des aiguilles d'une montre du levier 61, l'intervalle 79 passe au-dessus de la ligne 85 (figure 7) de sorte que le ressort 69 déplace la pièce d'encliquetage 65 dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à sa position supérieure (figure 4) au fur et à mesure que le levier 131 revient vers sa position initiale.

Le fonctionnement du mécanisme bistable à genouillère servant à fermer les contacts dépend de la position de la manette 21. Quand la manette se trouve dans sa position "enclenchée" (figure 1) la commande à distance du disjoncteur par actionnement de la structure de solénoïde 25 est possible. Mais lorsque les contacts sont ouverts et que la manette se trouve dans sa position "déclenchée" (figure 3), les contacts ne peuvent pas être fermés par passage d'une impulsion de courant dans le solénoïde 25.

Plus particulièrement, si la manette 21 se trouve dans sa position "déclenchée" et que l'on tente de fermer les contacts en envoyant une impulsion de courant dans la bobine 126 du solénoïde, cette tentative avortera en raison du fait que la partie terminale inférieure 113 du levier de déclenchement 43 est disposée directement contre le contact mobile 19 (figure 3) tandis que le doigt d'encliquetage 57 est poussé par le ressort de torsion 139 vers une position empêchant le levier 43 de tourner dans le sens des aiguilles d'une montre.

Ensuite, quand on fait venir la manette 21 sur sa position "enclenchée", la barrette 51 fait tourner le levier 43 dans le sens des aiguilles d'une montre, ce qui a pour effet de comprimer la partie 141 de ce levier contre le ressort 97 et de pousser hors de sa course le doigt d'encliquetage 57 à l'encontre de l'action du ressort 139 de manière à glisser en dessous de ce doigt. Cette rotation dans le sens des aiguilles d'une montre du levier 43 a

pour effet d'éloigner du contact mobile 19 la partie terminale inférieure 113 de ce levier en permettant ainsi à ce contact d'être de nouveau actionné par l'action de la structure de solénoïde 25.

Pendant la séparation des contacts 17, 19, tout arc 121 (figure 3) se formant entre ces derniers descend, depuis son point d'origine, le long des contacts 17 et 19 jusqu'aux rails de guidage 89 et 123 et pénètre dans le dispositif 27 d'extinction d'arc, l'arc pendant ce déplacement s'allongeant, comme indiqué en 121a, 121b et 121c.

Pour faciliter le déplacement de l'arc depuis son point d'origine à l'endroit des contacts 17, 19, le conducteur ou bobine 29 est disposé, comme représenté, aux alentours de la zone d'origine et de la zone de la course de l'arc de manière à former une bobine à une seule spire 29 de soufflage magnétique produisant un champ magnétique transversal (B_T) engendré dans la zone de jaillissement d'arc lors de l'écoulement du courant, l'amplitude de ce champ magnétique étant proportionnelle au courant traversant le disjoncteur. Ce champ magnétique appliqué à la colonne d'arc perpendiculaire à ce champ donne naissance à une force qui entraîne l'arc depuis la zone de contact et l'amène jusque sur les rails 89, 123, dès que les contacts se séparent.

On a représenté sur la figure 8 un autre mode de réalisation de l'invention dans lequel un conducteur 143 formant une bobine de soufflage d'arc est disposé aux alentours de la zone des contacts et de la course de l'arc entre les rails de guidage 89, 123. Le conducteur 143 comprend une partie 143a qui s'étend depuis l'extrémité supérieure du conducteur 105, forme une boucle autour de la zone de jaillissement d'arc, et se termine par une partie 143b de conducteur qui s'étend jusqu'à une borne de charge 37. La partie boucle du conducteur 143 applique le champ magnétique, engendré lors du passage d'un courant,

transversalement à la colonne de l'arc qui jaillit lors de la séparation des contacts, en amenant ainsi l'arc à se déplacer rapidement depuis les contacts jusqu'au dispositif 27 d'extinction d'arc.

On a représenté sur la figure 9 une autre variante d'une bobine 147 de soufflage d'arc, où la bobine 147 est formée par un conducteur continu qui comporte des parties terminales opposées 149 et 151 reliées de préférence au conducteur 105 (figure 8) et une partie centrale 153 reliée à la borne de charge 137 d'une manière appropriée, par exemple par soudage. Entre ses parties terminales respectives et sa partie centrale, le conducteur comporte des sections en forme de boucles 155, 157 qui sont disposées de part et d'autre de la zone de jaillissement d'arc comprenant les contacts 17, 19 et sont, du point de vue électrique, en parallèle l'un par rapport à l'autre. Par conséquent, lorsqu'un courant en provenance du conducteur 105 pénètre dans le conducteur 147, une moitié de ce courant traverse la section en forme de boucle 155 et l'autre moitié traverse la section en forme de boucle 157, les deux courants partiels arrivant ensemble à la partie centrale 153 et, de là, pénètrent dans la borne de charge 37. Il en résulte que chaque section en forme de boucle 155, 157 dirige, dans la zone de jaillissement d'arc, un champ magnétique transversal qui a pour effet d'entraîner rapidement les arcs jusque dans le dispositif 27 d'extinction d'arc.

Un autre mode de réalisation encore est représenté sur la figure 10 qui illustre une bobine 159 d'extinction d'arc comprenant un conducteur continu configuré de manière à définir deux sections en forme de boucles 161, 163 comprenant chacune une partie terminale 165 ou 167, respectivement, la partie terminale 165 de la section en forme de boucle 161 étant reliée au conducteur 105 et la partie terminale 167 de la section en forme de boucle 163 étant reliée à la borne de charge 145 de sorte que les deux

sections en forme de boucles sont, du point de vue électrique en série l'une avec l'autre. Ici encore, le courant traversant qui circule à travers la bobine lorsque les contacts se séparent, se traduit par l'application d'un champ magnétique transversal à la colonne de l'arc en cours de développement de manière à entraîner ce dernier rapidement jusque dans le dispositif 27 d'extinction d'arc.

REVENDICATIONS

1. Disjoncteur limiteur de courant comprenant des bornes de ligne et de charge, un boîtier isolant et, disposés dans le boîtier, une chambre d'extinction d'arc, une paire de rails de guidage d'arc s'étendant dans la chambre d'extinction d'arc le long des côtés opposés de cette dernière, un mécanisme d'interruption de circuit comprenant un contact fixe et un contact mobile disposés tous deux dans une zone de formation d'arc à l'entrée de la chambre d'extinction d'arc, ledit contact fixe étant relié électriquement à l'un des rails de guidage d'arc et le contact mobile étant relié électriquement à l'autre rail de guidage d'arc, et un moyen pour ouvrir et fermer le contact mobile par rapport au contact fixe, caractérisé par la présence d'un conducteur (29, figures 1 et 3 ; 143, figure 8 ; 147, figure 9 ; 154, figure 10) branché entre les bornes de ligne et de charge (35, 37) et comportant au moins une partie formant boucle qui est disposée autour et le long de ladite zone de formation d'arc de manière à engendrer, lors de la circulation d'un courant, un champ magnétique transversal à ladite zone de formation d'arc et à tout arc électrique apparaissant dans cette zone lors de la séparation des contacts.

2. Disjoncteur limiteur de courant selon la revendication 1, caractérisé en ce que le contact mobile (19) est monté de façon pivotante sur ledit autre rail (89) de guidage d'arc.

3. Disjoncteur limiteur de courant selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit conducteur (29) est branché entre la borne de ligne (35) et les contacts (17, 19).

4. Disjoncteur limiteur de courant selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit conducteur (143) est branché entre les contacts (17, 19) et la borne de charge (37).

5. Disjoncteur limiteur de courant selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit conducteur (159) comporte deux parties formant boucles (161, 163) qui sont reliées électriquement en série l'une avec l'autre et sont disposées de part et d'autre de ladite zone de formation d'arc de manière à engendrer, lors de la circulation d'un courant, deux champs magnétiques transversaux coopérant mutuellement pour entraîner l'arc électrique depuis les contacts qui se séparent jusque dans la chambre d'extinction d'arc.

6. Disjoncteur limiteur de courant selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit conducteur (147) comporte deux parties formant boucles (155, 157) qui sont reliées électriquement en parallèle l'une par rapport à l'autre et sont disposées de part et d'autre de la zone de formation d'arc de manière à engendrer, lors de la circulation d'un courant, deux champs magnétiques transversaux coopérant mutuellement pour entraîner l'arc électrique depuis les contacts jusque dans la chambre d'extinction d'arc.

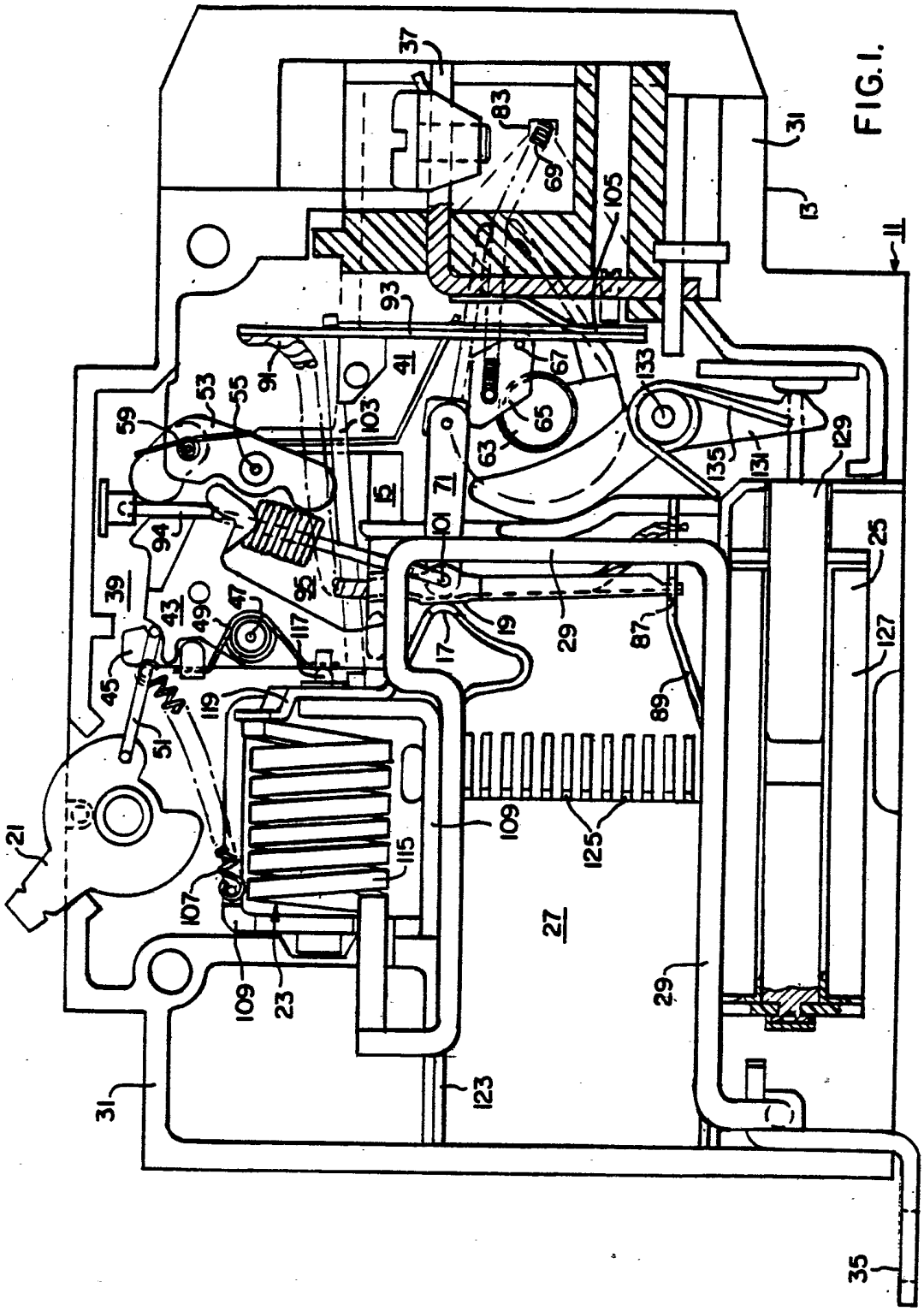

37
83
69
105
31
13
11
93
41
91
103
53
55
59
67
65
63
133
135
131
129
15
71
101
94
95
39
43
49
47
117
45
119
51
21
107
109
23
115
27
109
125
29
87
89
17
19
29
25
127
31
123
35

FIG.1.

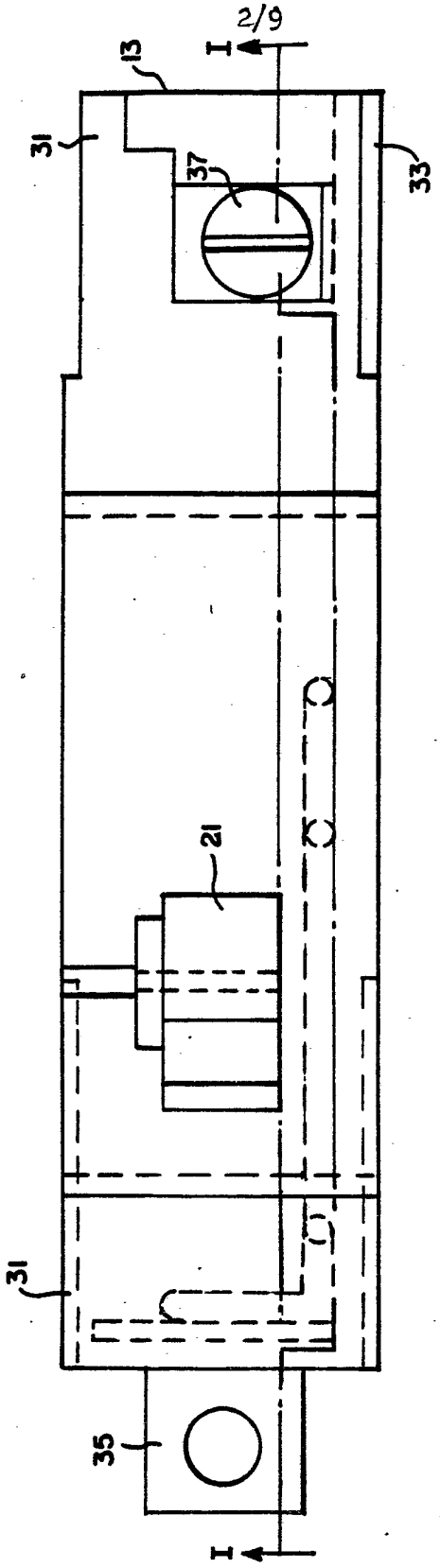


FIG.2.

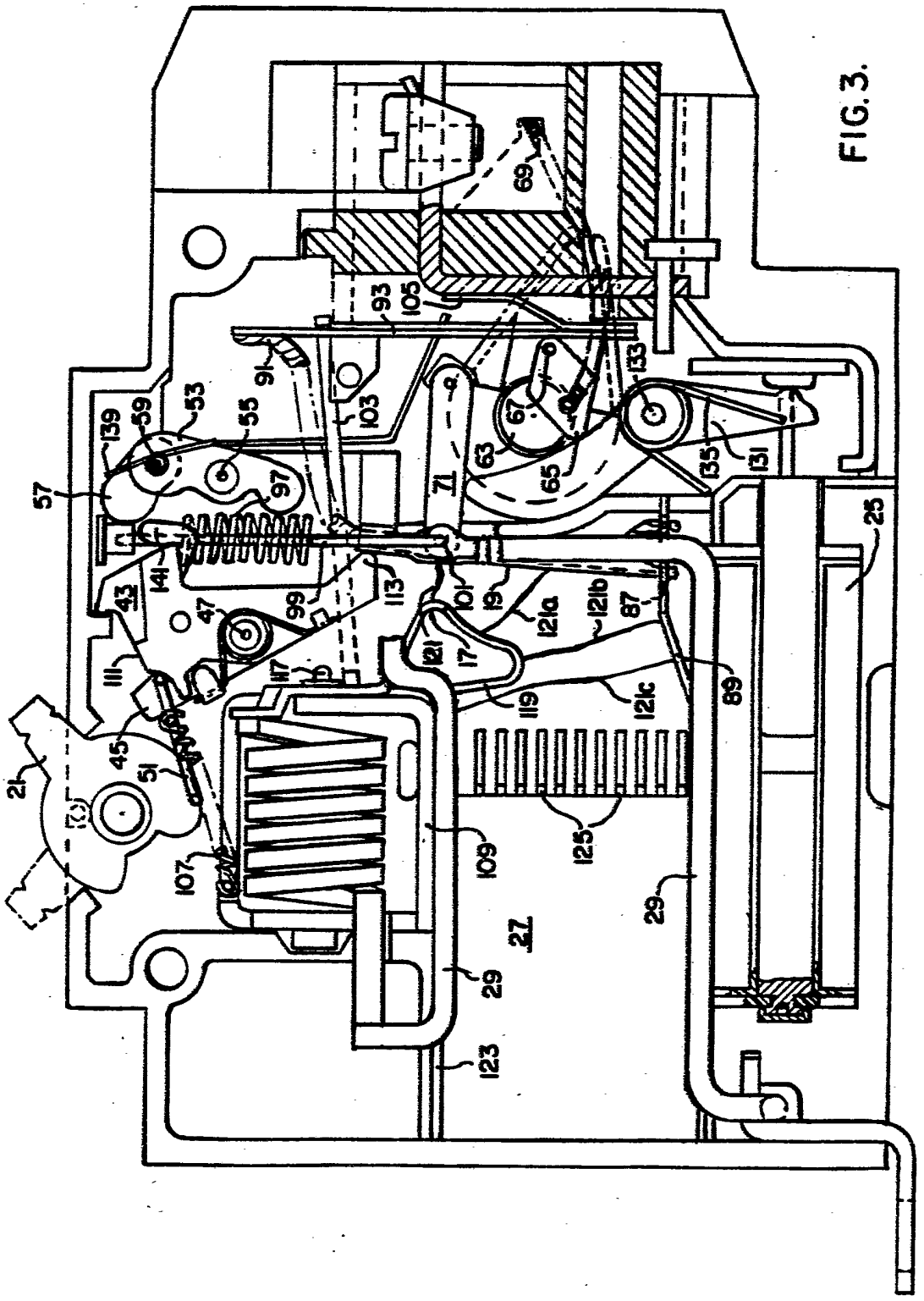

69
93
105
91
103
133
67
63
65
71
135
131
139
59
53
55
57
97
25
141
43
47
99
113
101
19
121a
121b
87
111
17
121
119
121c
89
45
51
21
107
109
125
29
27
29
123

FIG.3.

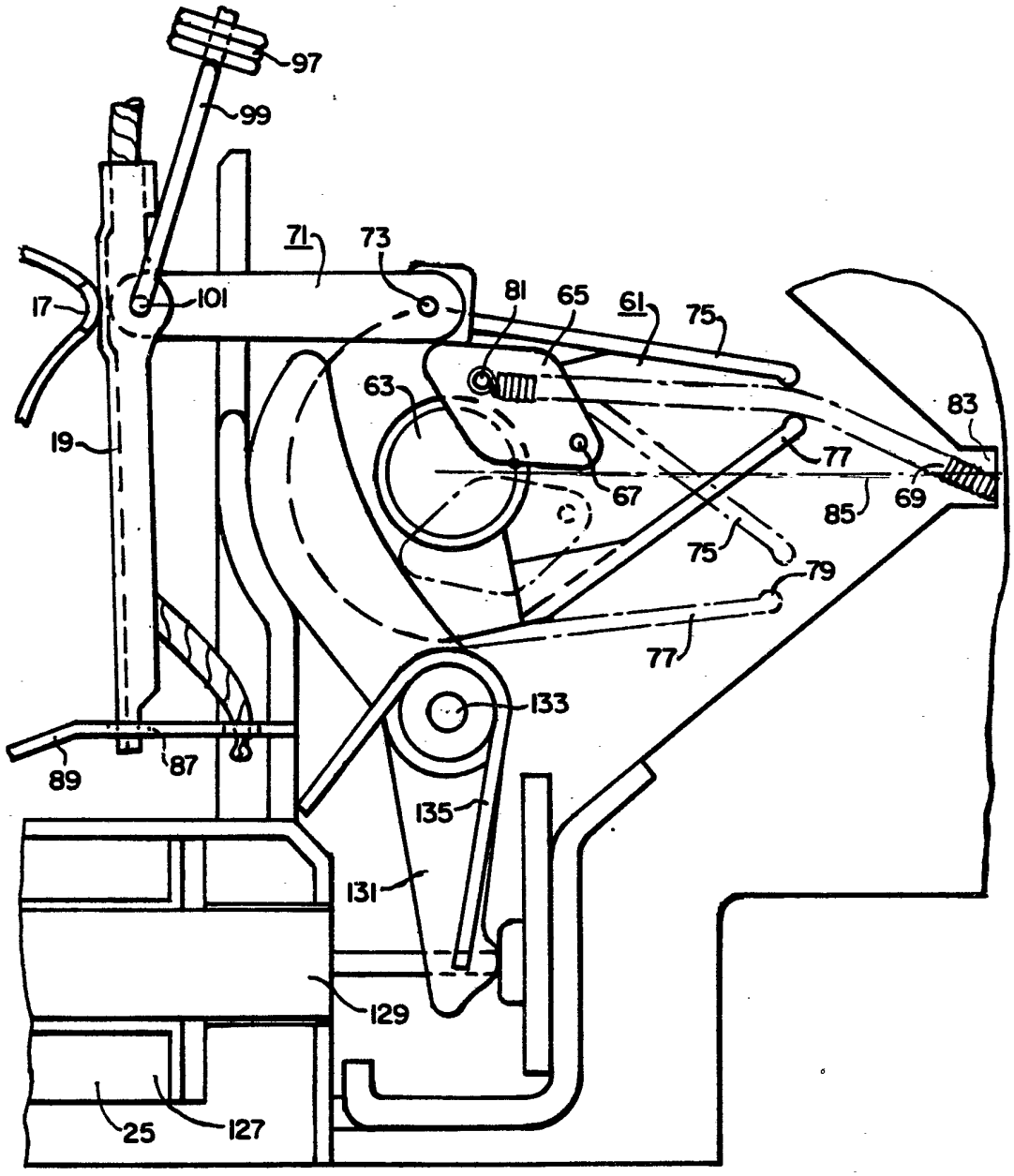

97
99
71
73
17
101
81
65
61
75
63
83
19
77
67
85
69
75
79
77
133
89
87
135
131
129
25
127

FIG. 4.

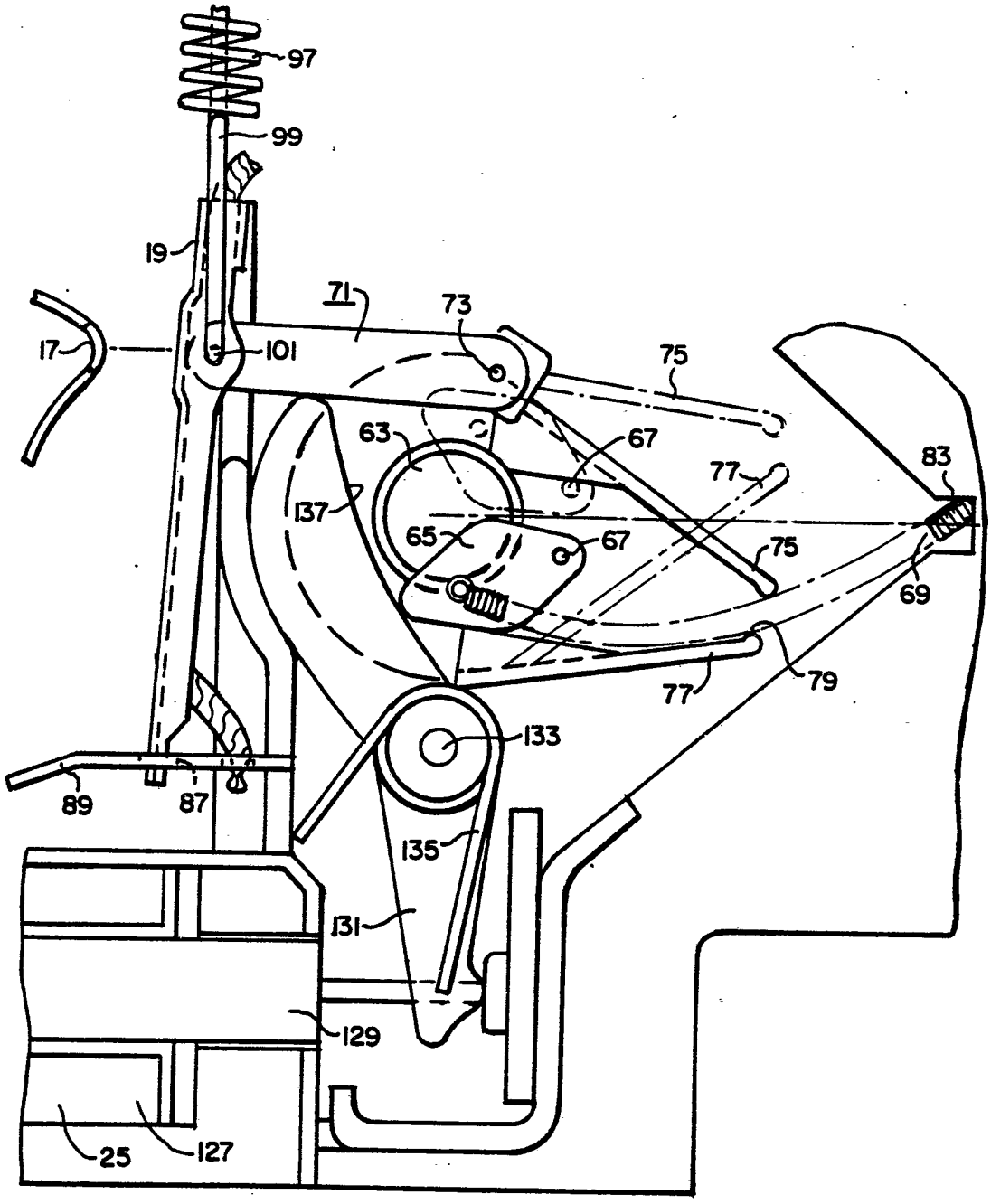

97
99
19
71
73
17
101
75
63
67
77
83
137
65
67
75
69
77
79
133
89
87
135
131
129
25
127

FIG. 5.

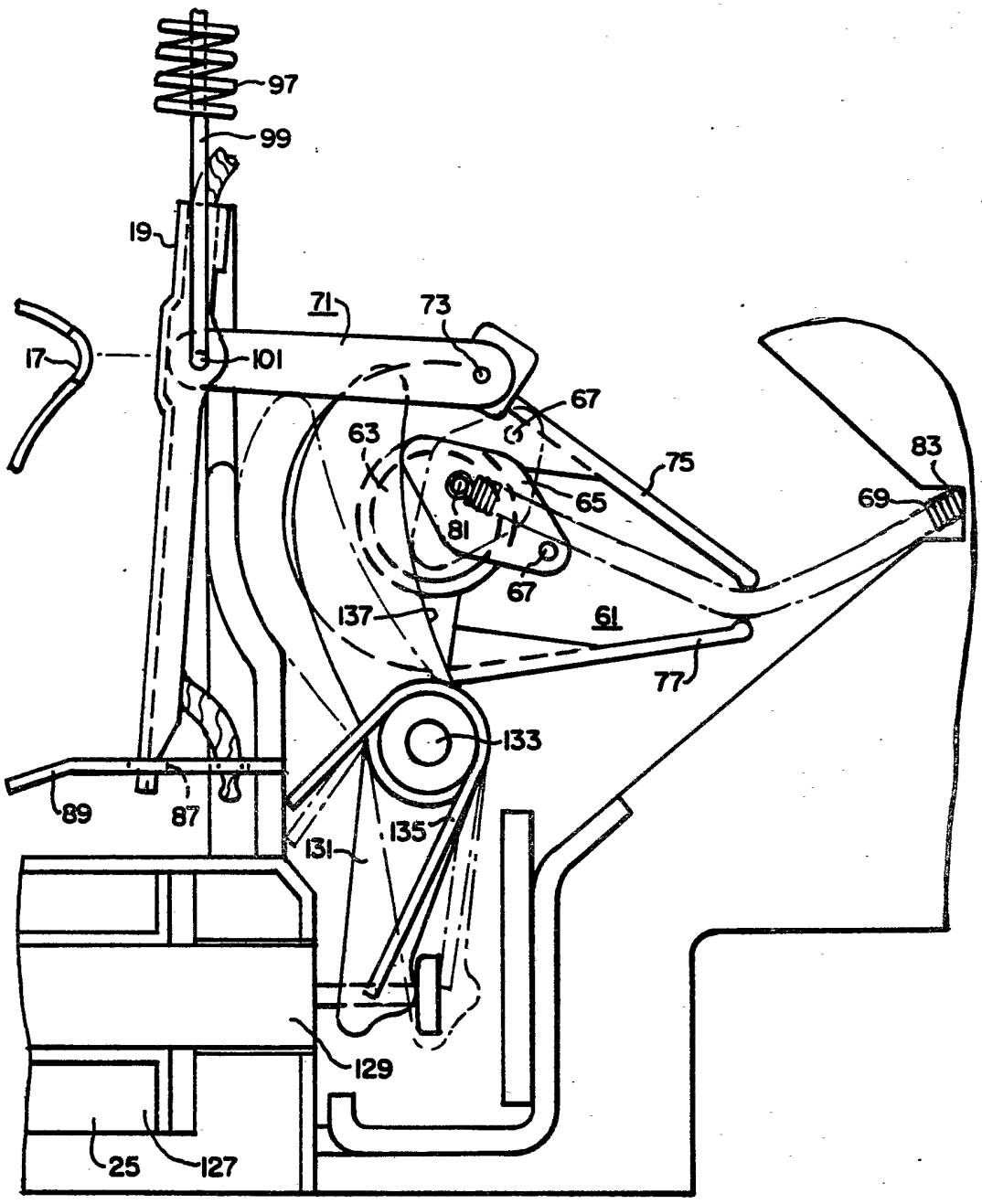

97
99
19
71
73
17
101
67
63
75
83
65
69
81
67
137
61
77
133
89
87
135
131
129
25
127

FIG. 6.

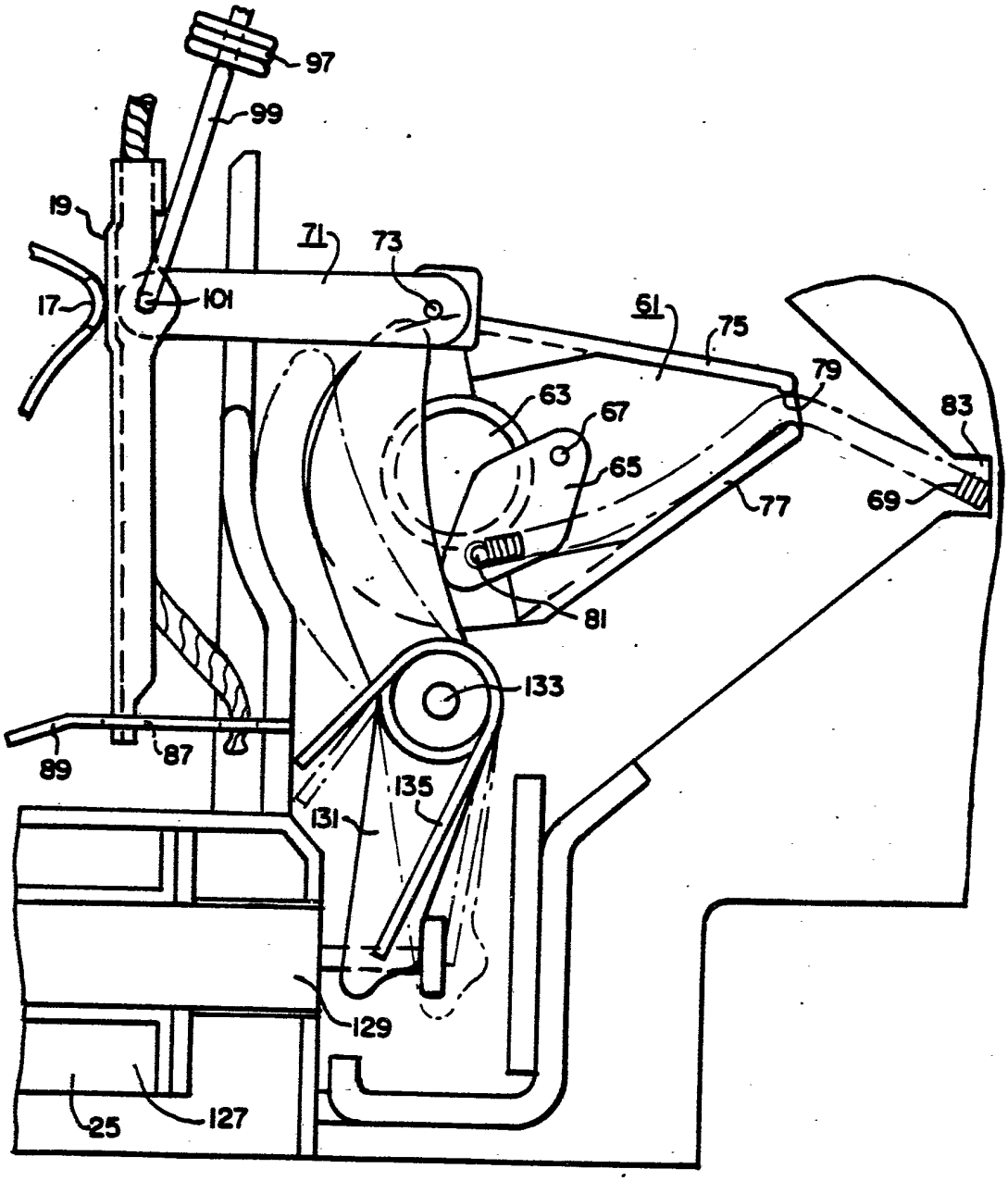

97
99
19
71
73
17
101
61
75
79
63
67
83
65
77
69
81
133
89
87
135
131
129
25
127

FIG. 7.

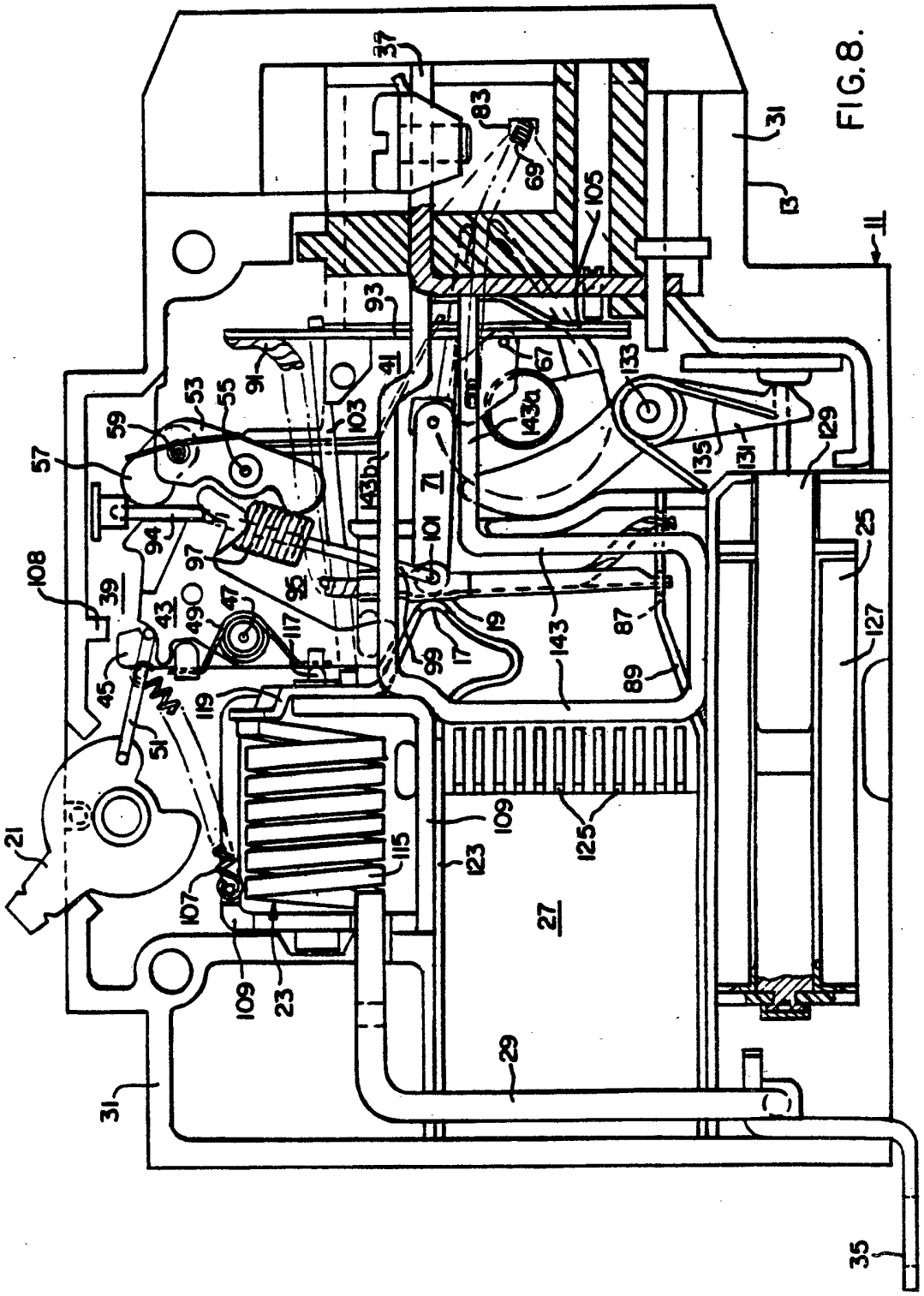

37
83
69
105
31
13
11
93
91
41
103
53
55
59
57
67
133
143a
129
135
131
71
143b
101
94
97
95
108
39
43
49
47
117
19
143
87
25
127
99
17
89
45
119
51
21
109
125
115
123
107
27
109
23
29
31
35

FIG.8.

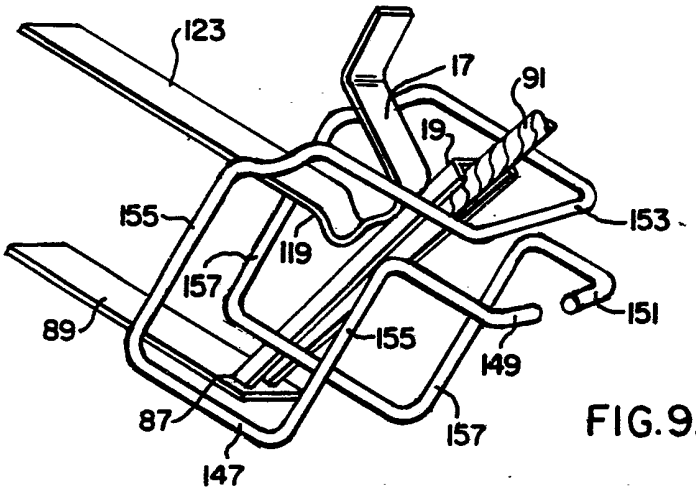

123
17
91
19
155
153
119
157
151
89
155
149
87
157
147

FIG. 9.

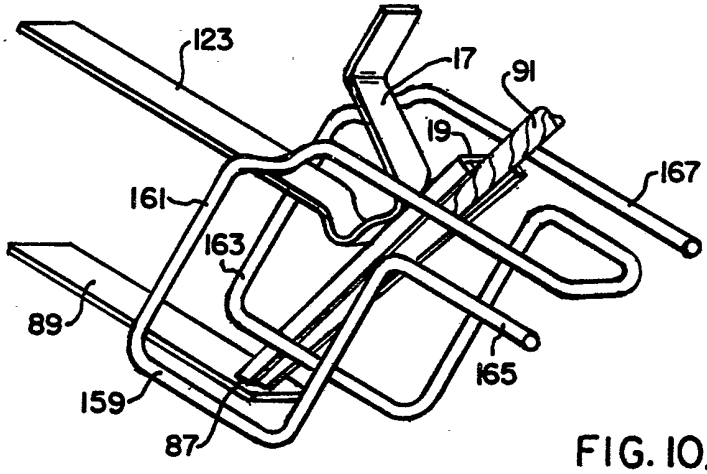

123
17
91
19
167
161
163
89
165
159
87

FIG. 10.