

⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet:
04.02.87

⑤① Int. Cl.4: **H 01 F 21/02**

②① Numéro de dépôt: **83400536.5**

②② Date de dépôt: **15.03.83**

⑤④ **Dispositif de protection pour inductance variable de forte puissance à haute fréquence.**

③① Priorité: **26.03.82 FR 8205244**

⑦③ Titulaire: **THOMSON- CSF, 173, Boulevard Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**

④③ Date de publication de la demande:
05.10.83 Bulletin 83/40

⑦② Inventeur: **Gaudin, Daniel, THOMSON- CSF SCPI 173, Bld. Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**
Inventeur: **Palmero, Jean- Pierre, THOMSON- CSF SCPI 173, Bld. Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**

④⑤ Mention de la délivrance du brevet:
04.02.87 Bulletin 87/6

⑥④ Etats contractants désignés:
DE FR GB

⑦④ Mandataire: **Chaverneff, Vladimir, THOMSON- CSF SCPI 19, avenue de Messine, F-75008 Paris (FR)**

⑤⑥ Documents cité:
DE-A-2 165 814

EP 0 090 703 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention se rapporte à un dispositif de protection pour inductance variable de forte puissance à haute fréquence.

Dans les émetteurs haute fréquence pouvant fonctionner dans une large gamme de fréquences, le tube de puissance est généralement relié à l'antenne d'émission par l'intermédiaire d'un circuit d'adaptation d'impédance. Ce circuit d'adaptation est alors une cellule en "\$" ou en "\$-L" comportant par exemple une inductance variable et deux condensateurs variables. L'inductance variable peut se présenter sous forme d'une spirale régulière plane sur laquelle se déplace un galet conducteur à gorge périphérique supporté par une tige conductrice mobile en rotation autour de l'axe de la spirale et perpendiculaire à cet axe. La partie utile de l'inductance est comprise entre ce galet et l'une des extrémités de la spirale. La partie inutilisée de l'inductance forme, avec la partie utile de cette inductance un autotransformateur dans lequel le courant passant dans cette partie utile induit dans la partie inutilisée une tension d'autant plus élevée que la partie inutilisée est grande. Lors du fonctionnement à des fréquences élevées, la tension induite dans la partie inutilisée peut être très élevée et produire des arcs électriques entre cette partie et le plan de masse supportant l'inductance. En outre, la capacité répartie occasionne des résonances série et parallèle qui peuvent entraîner des surintensités destructrices et des surtensions s'ajoutant au phénomène précité. On peut minimiser ces phénomènes parasites en optimisant la géométrie de la spirale et sa disposition par rapport aux éléments environnants, pour que la partie utile de l'inductance ne présente pas de résonance sur la fréquence fondamentale et la fréquence d'harmonique 2 mais il n'est pas possible d'éviter les résonances de la partie non utilisée lorsque cette inductance doit s'accorder sur une large gamme de fréquences (par exemple supérieure à quatre octaves).

Une première solution à ce problème est décrite dans la demande de brevet allemand n° 2 165 814. Celle-ci consiste à court-circuiter les bords de l'inductance variable qui y est décrite par une bande à ressort enroulée en spirale, cette bande étant maintenue comprimée entre un galet de contact et une couronne entourant les bords de l'inductance.

Dans cette solution, l'axe supportant le galet doit être correctement dimensionné pour ne pas être déformé par l'action de la bande à ressort comprimé par le galet et provoquer un découlement du galet de l'inductance. D'autre part, des adaptations particulières non décrites dans cette demande de brevet sont certainement nécessaires pour éviter lors de la compression de la bande de ressort que celle-ci ne s'échappe par torsion de la couronne.

Le but de l'invention est de pallier les

inconconvénients précités.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif de protection utilisé pour une inductance variable rigide se présentant sous forme de spirale sensiblement régulière et plane sur laquelle se déplace un dispositif de contact électrique principal déterminant la valeur utile de l'inductance, ce dispositif de contact principal se déplaçant sur une tige conductrice dont l'axe coupe orthogonalement l'axe de la spirale, cette tige tournant autour de l'axe de la spirale, un premier contact électrique de court-circuit se déplaçant sur ladite tige et court-circuitant au moins la première demi-spire de la partie inutilisée de l'inductance, les deux contacts précités étant appliqués fermement par la tige de la spirale, caractérisé par le fait qu'il comporte en aval du premier contact de court-circuit un dispositif de court-circuit complémentaire comprenant au moins un contact électrique shuntant par rapport au premier contact de court-circuit tout ou partie de la partie inutilisée de l'inductance en aval du premier contact de court-circuit, ce dispositif de court-circuit complémentaire se déplaçant sur ladite tige.

Cette disposition de conception mécanique simple a aussi pour avantage qu'elle permet d'éviter les effets des résonances dans la partie inutilisée de l'inductance, aussi bien à la fréquence d'accord de l'émetteur que pour l'harmonique de rang 2 dont l'amplitude peut être relativement élevée lorsque en particulier l'émetteur comporte un seul tube de puissance.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée de plusieurs modes de réalisation pris comme exemples non limitatifs et illustrés par le dessin annexé, sur lequel:

- la figure 1 est une vue de dessus d'une inductance munie d'un mode de réalisation préféré du dispositif de protection de l'invention;
- la figure 2 est une vue selon II-II de la figure 1;

- la figure 3 est une vue détaillée en coupe du dispositif de protection des figures 1 et 2;
- la figure 4 est une vue en coupe d'une variante du dispositif de protection de la figure 3;
- les figures 5 et 6 sont des vues en coupe schématiques de variantes du dispositif de protection de la figure 3;

- la figure 7 est une vue en coupe d'une variante du moyeu et du second galet du dispositif de protection de la figure 3;

- > - la figure 8 est une vue en coupe schématique d'une autre variante du dispositif de protection de la figure 3;

- la figure 9 est un diagramme de courbes de résonance de l'inductance de l'invention, et
- les figures 10 à 12 sont respectivement une vue de côté, et des vues partielles en coupe de la figure 10 selon XI-XI et XII-XII, d'une inductance variable hélicoïdale cylindrique avec son dispositif de protection conforme à l'invention.

L'inductance variable spiralée 1 représentée sur les figures 1 et 2 fait partie d'une cellule d'adaptation en "\$" disposée entre le tube de

puissance et l'antenne d'un émetteur haute fréquence de puissance (non représentés). Dans un cas de réalisation, cet émetteur a une puissance haute fréquence de 10 kW et la fréquence de sa porteuse peut varier de 1,6 à 30 MHz. Toutefois, il est bien entendu que l'invention n'est pas limitée à une telle application, mais peut être utilisée dans tous les cas où l'on a besoin d'avoir une inductance variable dans un circuit de puissance à haute fréquence, et que même dans le cas de l'application à un émetteur haute fréquence, les valeurs précisées ci-dessus ne sont nullement limitatives.

L'inductance 1 est réalisée en enroulant en spirale un ruban de matériau rigide très bon conducteur électrique à section rectangulaire.

Bien entendu, le pas de la spirale formée par l'inductance 1 est le plus régulier possible, et les faces supérieure 2 et inférieure 3 de cette inductance (dont l'axe est supposé être vertical, et les galets, décrits cidessous, se déplaçant sur la face supérieure 2 de cette inductance), ou tout au moins sa face supérieure 2, sont le plus planes possible, c'est-à-dire que, dans le cas où la section de l'inductance est de forme rectangulaire avec des sommets éventuellement arrondis, au moins le petit côté supérieur de cette section forme une surface la plus plane possible. Dans le cas où cette section est oblongue, par exemple elliptique, il faut que le grand axe de symétrie de cette section soit le plus possible parallèle à l'axe de la spirale tout le long de cette spirale.

L'inductance 1 est fixée sur un plan de support 4 isolant perpendiculaire à l'axe 5 de l'inductance, à l'aide d'entretoises isolantes ou conductrices appropriées 6 disposées de façon connue en soi, en nombre suffisant. Le dispositif permettant de faire varier la valeur de l'impédance présentée par l'inductance 1 comprend essentiellement un galet 7 à gorge périphérique se déplaçant sur une tige conductrice 8 de longueur suffisante, dont l'axe 9 coupe orthogonalement l'axe 5 de l'inductance 1, la tige 8 tournant autour de l'axe 5 en faisant rouler le galet 7 sur la face supérieure 2 de l'inductance 1. La gorge périphérique 10, ayant par exemple une section en "V", du galet 7, permet de guider le galet sur la face supérieure 2 de l'inductance 1 et d'établir un contact électrique entre l'inductance 1 et le galet 7. Dans l'exemple de réalisation représenté sur les figures 1 et 2, l'extrémité extérieure 11 de la spirale formée par l'inductance 1 constitue l'une des extrémités de la partie utile de l'inductance 1, l'autre extrémité étant déterminée par la position du galet 7 par rapport à cette spirale, la tige 8 et l'extrémité 11 étant reliées à des bornes (non représentées) entre lesquelles on obtient ainsi une inductance de valeur variable, le reste de la spirale, compris entre le galet 7 et l'extrémité intérieure 12 de la spirale, constituant la partie inutilisée de la spirale. Toutefois, il est bien entendu que ces deux parties de la spirale

pourraient être inversées, c'est-à-dire que l'une des extrémités de la partie utile de l'inductance pourrait être l'extrémité 12. Sur la figure 1, on a représenté en traits interrompus les positions extrêmes que peut occuper le galet 7. L'une de ces positions extrêmes est la position référencée 13 pour laquelle le galet 7 est arrêté par une butée mécanique 14 fixée près de l'extrémité 11, et l'impédance de la partie utile de l'inductance 1 est alors pratiquement nulle ou très faible. L'autre position extrême est la position référencée 15 pour laquelle le galet 7 est à un demi-tour de l'extrémité 13 ce à cause de la présence du galet de court-circuit, décrit ci-dessous, qui bute contre l'extrémité recourbée 12 de l'inductance 1. L'inductance 1 a alors sa valeur maximale, la longueur de la spirale devant être prévue pour tenir compte de ce dernier demi-tour inutilisable. Toutefois, si l'on voulait utiliser la totalité de la spirale, il faudrait prévoir un chemin de roulement, de préférence en matière électriquement isolante, dans le prolongement de l'extrémité 12 (qui ne devrait pas être recourbée, bien entendu) et disposer une butée pour le galet de court-circuit de façon que le galet 7 s'arrête juste avant l'extrémité 12. Le galet 7 est monté sur un palier 16 pouvant tourner et coulisser sur la tige 8 à frottement doux, ce palier étant avantageusement en bronze fritté procurant un faible coefficient de résistance au roulement. Pour améliorer le contact électrique entre le galet 7 et la tige 8, on fixe sur la face latérale plane, tournée vers le centre de la spirale, du galet 7, un dispositif 7A à plusieurs contacts complémentaires, par exemple trois, réalisés par exemple à l'aide de grains d'argent montés sur des ressorts fixés sur le galet, ces grains d'argent présentant une face de contact avec la tige 8 ayant le même rayon de courbure que cette tige.

On dispose sur la partie 17 de la tige 8 se prolongeant au-delà de l'axe 5 un dispositif 18 de contact de court-circuit mobile court-circuitant par l'intermédiaire de la tige 8 au moins la première demi-spire, à partir du galet 7, de la partie inutilisée de l'inductance 1. Dans sa forme la plus simple (non représentée), le dispositif 18 comporte un seul galet identique au galet 7, qui ne permet de court-circuiter que la première demi-spire. D'autres modes de réalisation préférés du dispositif 18, décrits ci-dessous en référence aux figures 3 à 6 et 8, permettent de court-circuiter une ou deux spires de plus de la partie inutilisée de l'inductance. Ce dispositif 18 sert non seulement de contact mobile de court-circuit, mais aussi de dispositif d'équilibrage permettant de maintenir la tige 8 pratiquement parallèle à la face supérieure de l'inductance lorsqu'une force est appliquée sur la tige 8 et s'exerce de façon à presser le galet 7 contre la face 2 de l'inductance 1, ce parallélisme facilitant le déplacement du galet 7 et rendant sensiblement constante la qualité du contact que sa gorge 10 établit avec l'inductance 1.

La tige 8 est fixée dans un trou diamétral pratiqué dans une broche 19 cylindrique dont

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

l'axe coïncide avec l'axe 5. La broche 19 est reliée par l'intermédiaire d'un dispositif 20 d'articulation souple, électriquement conducteur, genre "tombac", à un arbre d'entraînement 21, dont l'axe se confond avec l'axe 5, et guidé dans un palier 22 fixé sur le support 4 en étant électriquement isolé. L'arbre 21 coopère avec un ressort (non représenté) permettant de presser le galet 7 et le dispositif 18 contre l'inductance 1. L'arbre 21 est mû en rotation par un dispositif approprié (non représenté). Le dispositif 20 permet de compenser d'éventuels défauts de planéité de la face 2 de l'inductance 1 se traduisant par un léger basculement de la tige 8 par rapport à l'axe 5, l'arbre 21 étant maintenu par le palier 22. Un dispositif de contact électrique frottant approprié 23, disposé sur l'arbre 21, par exemple entre le palier 22 et le dispositif 20, relie la tige 8 à l'une des bornes de l'inductance variable (l'autre borne étant reliée à l'extrémité 11, comme précisé ci-dessus).

On a représenté sur la figure 3 un mode de réalisation du dispositif de contact de court-circuit 18 comportant un galet de guidage et de court-circuitage 24 ayant une gorge périphérique à section en "V" comme le galet 7, ce galet de guidage 24 portant un dispositif complémentaire de court-circuit, et on a représenté sur les figures 4 à 6 différentes variantes de ce dispositif complémentaire de court-circuit. Le galet 24 est fixé sur un moyeu long et comporte un dispositif 25 de contacts complémentaires, identique au dispositif 7A du galet 7, ce dispositif 25 étant fixé sur la face plane du galet tournée vers l'extrémité libre de la tige 17.

Dans le mode de réalisation de la figure 3, le galet 24 est fixé sur un moyeu long 26 sensiblement cylindrique, dépassant du galet 24 en direction de la partie inutilisée de l'inductance, dans le cas présent en direction du centre de la spirale. Le moyeu 26 a pratiquement le même diamètre intérieur que le galet 7, toutefois, pour diminuer le frottement sur la tige 17, on pratique sur une grande partie de sa face intérieure un chambrage 27 en ne laissant des zones de contact avec cette tige 17 qu'aux extrémités du moyeu. La longueur du moyeu 26 est égale à environ deux fois le pas de la spirale. Le moyeu 26 comporte, près de son extrémité libre, un épaulement 28 formant collerette de fixation. La face plane 29 de l'épaulement 28, tournée vers le centre de la spirale lorsque le dispositif 28 est en place sur la tige 17, est située à environ 1,5 fois le pas de la spirale du centre du galet 24. On fixe sur la face 29 de l'épaulement 28, par exemple à l'aide de vis (non représentées) vissées dans des trous taraudés 30 pratiqués dans l'épaulement 28, deux dispositifs de court-circuitage complémentaires identiques référencés 31 et 32. Ces deux dispositifs 31 et 32 se présentent chacun sous forme de pot cylindrique à paroi latérale s'évasant légèrement vers l'extérieur, par exemple selon un angle d'environ 20°, le fond de ce pot étant percé d'un trou axial de diamètre sensiblement égal au

diamètre extérieur du moyeu 26, et de trous nécessaires à la fixation sur l'épaulement 28. La hauteur de la paroi latérale du pot est légèrement supérieure au demi-pas de la spirale formée par l'inductance 1. Le diamètre de la paroi latérale, à son extrémité libre, est légèrement supérieur à la distance entre l'axe de la tige 17 et la face 2 de l'inductance 1. Ces pots, ou tout au moins leur paroi latérale, sont réalisés en matériau élastique électriquement conducteur, par exemple du chrysocale ou bronze au beryllium. Du fait des dimensions des dispositifs 31 et 32 précisées ci-dessus, et de leur disposition dans le dispositif 18, lorsque le galet 24 roule sur la face supérieure d'une section de spirale 33 de l'inductance 1, les faces latérales des dispositifs 31 et 32 roulent aussi sur les faces supérieures des deux sections de spirale suivantes 34 et 35 à une spire et à deux spires respectivement du galet 24. L'élasticité et les dimensions des dispositifs 31 et 32 font que ces dispositifs sont toujours en contact avec la spirale, même lorsque son pas n'est pas régulier et que sa surface 2 n'est pas absolument plane: dans un mode de réalisation, les dispositifs 31 et 32 peuvent accepter des variations de hauteur de $\pm 0,5$ mm de la face supérieure des sections de spirale par rapport à la position moyenne de cette face.

Etant donné que le courant passant dans les galets 24, 31 et 32 est beaucoup plus faible que celui passant dans le galet 7, la pression de contact de ces trois galets 24, 31 et 32 peut ne pas être aussi élevée que celle agissant sur le galet principal 7. Il est bien entendu que déjà le seul galet 24 permet d'éviter dans beaucoup de cas les inconvénients cités ci-dessus en préambule. Les dispositifs 31 et 32, ou tout au moins le dispositif 31, permettent d'éliminer pratiquement complètement ces inconvénients.

La variante de réalisation du dispositif de court-circuit 18 représentée sur la figure 4 comporte un moyeu 36, sur lequel est fixé le galet 24, un peu plus long que le moyeu 26 de la figure 3. L'extrémité libre du moyeu 36 est filetée extérieurement. Sur ce moyeu 36 on fixe deux éléments de court-circuitage 37 et 38 formés chacun à l'aide de deux coupelles identiques en matériau élastique électriquement conducteur, par exemple du chrysocale ou du bronze au beryllium, ces coupelles ayant sensiblement la forme d'assiettes disposées sur le moyeu 36 avec leurs fonds en vis-à-vis à une distance légèrement inférieure à l'épaisseur (mesurée perpendiculairement à l'axe 5) de la section de l'inductance 1. Le rayon des fonds de ces coupelles est légèrement inférieur à la distance entre l'axe de la tige 17 et la face supérieure 2 de l'inductance, tandis que les rebords de ces coupelles vont en s'évasant vers l'extérieur, selon un angle d'environ 60° par rapport aux fonds, la hauteur de ces bords étant approximativement égale à ladite épaisseur de la section de l'inductance 1. Les fonds de ces coupelles sont, bien entendu, percés de trous axiaux de diamètre sensiblement égal au diamètre extérieur du

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

moyeu 36 sur lequel ces coupelles sont enfilées. Les coupelles des dispositifs 37 et 38 sont maintenues en place à l'aide de manchons cylindriques référencés 39 à 43 et disposés respectivement entre le galet 24 et la coupelle lui faisant face du dispositif 37, entre les deux coupelles du dispositif 37, entre les coupelles se faisant face des dispositifs 37 et 38, entre les deux coupelles du dispositif 38, et au-delà du dispositif 38, l'ensemble des coupelles et des manchons étant serré contre le galet 24 à l'aide d'un écrou 44 vissé sur l'extrémité filetée du moyeu 36.

Les longueurs des manchons 39 à 43 sont déterminées de façon que les faces extérieures des bords évasés des coupelles formant les dispositifs 37 et 38 soient en contact avec la spirale lorsque la spirale est régulière et plane, ces coupelles étant alors à peine déformées et fermement maintenues en contact avec la spirale du fait de leur élasticité, le galet 24 étant correctement appliqué contre la spirale comme précisé ci-dessus. L'épaisseur de paroi des manchons 39 à 43 est déterminée de façon que les coupelles des dispositifs 37 et 38 soient fermement maintenues sur le moyeu 36 sans que l'élasticité de la partie périphérique de leurs fonds et l'élasticité de leurs bords en soient affectées, leur permettant ainsi d'être toujours en bon contact avec la spirale, dans la mesure où cette spirale n'est pas trop irrégulière.

Le dispositif de la figure 4 ne permet pas de compenser les irrégularités du pas de la spirale aussi bien que le dispositif de la figure 3, mais admet une plus grande variation de la hauteur des spires que ce dernier: lorsque le pas est trop irrégulier l'une des deux coupelles du dispositif de contact 37 ou 38 perd le contact avec la spirale et la qualité du contact électrique diminue, tandis que lorsque la hauteur de la face supérieure de la spirale varie (défaut de planéité de la face 2 de l'inductance), les bords des deux coupelles s'écartent ou se rapprochent l'un de l'autre tout en restant tous deux en contact avec la spirale.

La variante de réalisation du dispositif 18 représentée sur la figure comporte, comme celle de la figure 4, un moyeu long 45 supportant le galet 24, le moyeu 45 étant identique au moyeu 36, à la différence près que son extrémité libre n'est pas filetée. L'extrémité libre du moyeu 45 supporte un manchon 46 par l'intermédiaire de deux séries de ressorts 47 et 48 comportant chacune plusieurs ressorts cylindriques dont les axes sont disposés radialement dans un même plan et régulièrement espacés, ces ressorts étant fixés au moyeu 45 et au manchon 46, et ces deux séries de ressorts se trouvant sensiblement au niveau de la section de spirale 34 et de la section 35, respectivement. Le rayon extérieur du manchon 46 est légèrement supérieur à la distance moyenne entre l'axe de la tige 17 et la face supérieure de l'inductance 1, et sa longueur est à peu près égale à deux fois le pas de la spirale, ce manchon étant disposé presque tangent au galet 24. Ainsi, la longueur du

manchon permet de compenser facilement les irrégularités, même relativement importantes, du pas de l'inductance, et sa fixation à ressorts permet de l'appliquer fermement contre la face 2 de l'inductance et de compenser les défauts de planéité de cette face. Le manchon 46 peut être rigide, par exemple en laiton, ou bien élastiquement déformable, par exemple en chrysocale. Selon une variante (non représentée), le manchon unique 46 peut être remplacé par deux manchons courts de même diamètre extérieur que lui, et ayant chacun la moitié de sa longueur, disposés côte à côte et faisant contact avec les sections de spirale 34 et 35 respectivement.

La variante de réalisation du dispositif de contact 18 représentée sur la figure 6 comporte le même moyeu 45 supportant le galet 24 et le même manchon 46 que le mode de réalisation de la figure 5. Les séries de ressorts 47 et 48 sont remplacées, dans le mode de réalisation de la figure 6, par un unique ressort 49 fabriqué à partir d'un ressort à lame à bords latéraux repliés, du même côté de la lame, semi-circulairement, ce ressort étant alors enroulé autour du moyeu, les extrémités des bords repliés venant en contact avec le moyeu sur lequel elles sont fixés par tout moyen approprié. Le ressort 49 ainsi obtenu est fixé au manchon 46 par sa face extérieure de forme cylindrique circulaire. Bien entendu, le rayon des bords recourbés 50 du ressort à lame, avant la mise en place du manchon 46, est déterminé de telle façon que lorsque ce ressort est fixé sur le moyeu 45, sa face extérieure cylindrique présente un diamètre légèrement supérieur au diamètre intérieur du manchon 46. Comme dans le cas du mode de réalisation de la figure 5, le manchon long 46 de la figure 6 peut être remplacé par deux manchons courts.

Bien entendu, les dispositifs de contact 18 des figures 3 à 6 peuvent ne court-circuiter qu'une spire et demie au-delà du galet principal 7 et être réduits en conséquence.

On a représenté sur la figure 7 une variante de réalisation du deuxième galet et du moyeu. Dans cette variante de réalisation, le deuxième galet 51 est semblable au galet 24, à la différence que son diamètre intérieur est pratiquement égal au diamètre de la tige 17. Le moyeu 52 comporte à l'une de ses extrémités un épaulement circulaire 53 permettant de le fixer sur une face latérale plane du galet 51. La longueur totale du moyeu 52 est pratiquement égale à la longueur du moyeu dépassant du galet 24 dans les variantes de réalisation des figures 3 à 6, les autres caractéristiques du moyeu 52 restant les mêmes que dans ces variantes de réalisation.

Le dispositif de court-circuitage 18 représenté sur la figure 8 comporte un galet principal 54 et un galet complémentaire 55.

Les galets 54 et 55 ont tous deux la même épaisseur et un profil périphérique convexe, avantageusement semi-circulaire et de même forme extérieure. Le rayon maximal de ces deux galets, mesuré dans un plan perpendiculaire à

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65

l'axe de la tige 17 sur laquelle ces deux galets se déplacent, est supérieur à la distance entre ledit axe de la tige et la face supérieure 2 de la spirale. Le rayon maximal du galet 55 est toutefois légèrement supérieur à celui du galet 54. L'épaisseur des deux galets 54 et 55 est supérieure ou égale au pas de la spirale. Le diamètre du trou axial du galet 54 est pratiquement égal au diamètre de la tige 17, tandis que le galet 55 est percé d'un trou axial de plus grand diamètre afin d'y loger un palier 56 comportant des ressorts sollicitant le galet 55 vers une position centrée par rapport à l'axe de la tige 17. Par sa surface en contact avec la section de spire 33, le galet 54 court-circuite la première demi-spire de la partie inutilisée, et avec sa surface en contact avec la section de spire 34, il court-circuite la spire suivante. Le galet 55, par sa surface en contact avec la section de spire 35, court-circuite encore une spire suivante. Le galet 54 est appliqué fermement contre l'inductance 1 par le ressort précité agissant sur l'arbre 21, par l'intermédiaire de la tige 17, tandis que le galet 55, légèrement plus grand que le galet 54, est appliqué contre l'inductance 1 par la force des ressorts du palier 56 qui sont comprimés dans leur partie comprise entre l'arbre 17 et l'inductance 1. Le galet 55 n'est toutefois pas absolument nécessaire dans tous les cas, d'autant que le galet 54 court-circuite une spire et demie.

Il est bien entendu possible de remplacer le galet 54 par le galet 24, ou bien de remplacer le galet 55 par l'un des dispositifs 31, 32, 37, 38 ou 46 en les montant sur un moyeu approprié fixé au galet 54.

Il est également possible de disposer l'ensemble des galets 24, 31 et 32 ou les dispositifs équivalents des figures 4 à 8 sur la tige 8, juste après le galet 7 court-circuitant ainsi trois spires au-delà du galet 7, et on peut alors disposer sur la tige 17 un galet isolant ou un patin, se déplaçant à une demi-spire en aval du galet 7, pour équilibrer la traction exercée sur la tige 8 par l'arbre 21.

Bien entendu, l'inductance peut avoir toute autre forme connue, par exemple une forme hélicoïdale cylindrique, les dispositifs de contact électrique principal et de court-circuit étant alors modifiés en conséquence de façon évidente pour l'homme de l'art à la lecture de la description ci-dessus.

On a représenté sur la figure 9 des exemples de courbes de fréquence de résonance F de l'inductance 1 en fonction de son nombre de spires ou de sa valeur inductive N .

La courbe A est celle de la fréquence de résonance de la partie utile de l'inductance, qui est toujours supérieure au double de la fréquence d'utilisation (pour éviter également la résonance sur l'harmonique 2 de la fréquence d'utilisation). Cette courbe est fonction de la géométrie de l'inductance.

La courbe B est celle de la fréquence de résonance de la partie inutilisée de l'inductance.

Cette courbe est fonction du nombre de galets de court-circuit.

En C on a représenté une zone dans laquelle doit se situer le point de fonctionnement de l'inductance 1.

En conclusion, le dispositif de l'invention comporte un moyen de court-circuitage d'au moins la première demi-spire de la partie inutilisée de l'inductance variable, par l'intermédiaire de la tige supportant le galet principal 7, et forme ainsi une boucle en court-circuit qui absorbe le maximum de champ rayonné par la partie utile de l'inductance, évitant ainsi l'excitation de la partie inutilisée. Un effet secondaire de ce court-circuit est de réduire la partie inutilisée, ce qui rejette ses résonances à des fréquences plus élevées.

On a représenté sur les figures 10 à 12 un autre mode de réalisation de l'inductance variable et de son dispositif de protection conforme à l'invention. Pour ce mode de réalisation, l'inductance 57 se présente sous forme cylindrique hélicoïdale, réalisée, de façon connue en soi, à partir d'un tube métallique par exemple.

Un arbre 58, entraîné par un mécanisme d'entraînement approprié (non représenté) est disposé à l'intérieur de l'inductance 57, son axe 59 étant confondu avec celui de l'inductance. L'arbre 58, réalisé en métal électriquement bon conducteur, est plein et a une section circulaire. On pratique à la surface de cet arbre 58, selon une génératrice, une gorge 60. Dans l'exemple de réalisation représenté sur le dessin, la gorge a une section rectangulaire.

Un moyeu 61, en matériau électriquement conducteur, sensiblement cylindrique, muni de paliers à friction 62, 63, peut se déplacer longitudinalement sur l'arbre 58. Le moyeu 61 est entraîné en rotation par l'arbre 58 grâce à une clavette 64, solidaire du moyeu 61, faisant saillie du moyeu vers son centre, la partie saillante de la clavette 64 ayant une forme complémentaire de celle de la gorge 60 dans laquelle elle s'engage. Ainsi, la clavette 64 est guidée par la gorge 60 dans laquelle elle se déplace à frottement doux, rendant solidaires en rotation l'arbre 58 et le moyeu 61, tout en permettant au moyeu de se déplacer longitudinalement sur l'arbre. Les paliers 62, 63, de forme annulaire, sont fixés aux extrémités du moyeu 61, et permettant au moyeu 61 de se déplacer à frottement doux sur l'arbre. On fixe sur une face d'extrémité du moyeu 61 au moins deux dispositifs de contact électrique assurant un bon contact électrique entre le moyeu 61 et l'arbre 58, ces dispositifs de contact se présentant par exemple sous forme de ressorts à lames courbés dont une extrémité est fixée sur le moyeu et dont l'autre extrémité porte un grain de contact, par exemple en argent, ce grain de contact étant appliqué fermement par le ressort sur l'arbre 58.

On fixe sur le moyeu 61, sur un plat 67 Pratiqué près de l'une de ses extrémités, de préférence celle portant les ressorts de contact 65, 66, le dispositif de contact principal 68 assurant le

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

6

contact électrique mobile entre l'arbre 58 et l'inductance 57. Ce dispositif de contact principal 68 se compose essentiellement d'une poulie de contact 69 supportée par un étrier 70 fixé sur le plat 67. La gorge de la poulie 69 a une forme telle qu'elle lui permet de rouler aisément sur la face tournée vers l'axe 59 du tube constituant l'inductance 57, tout en assurant un très bon contact électrique entre le tube et la poulie. La poulie 69 comporte sur chacune de ses faces latérales (joues) un ressort de contact électrique 71, 71A se présentant par exemple sous forme d'une coupelle dont la partie centrale bombée s'appuie contre la face adjacente de l'étrier 70. Les ressorts 71, 71A améliorent le contact électrique entre la poulie 69 et l'étrier 70. L'axe 72 de la poulie 69 peut se déplacer radialement dans des trous oblongs de l'étrier 70 sur une courte distance en étant sollicité fortement vers l'inductance par des ressorts de pression 73, 74 prenant appui sur l'étrier 70 (voir les détails de réalisation sur la figure 11 qui se rapporte à la réalisation, similaire, du premier contact de court-circuit). Ainsi, la poulie 69 est toujours appliquée fermement contre l'inductance 57, même si celle-ci présente des irrégularités de diamètre.

On fixe d'autre part sur le moyeu le premier contact électrique de court-circuit 75, diamétralement opposé au contact principal 68. Bien entendu, la partie du moyeu 61 sur laquelle sont fixés les contacts de court-circuit se trouve du côté de la partie inutilisée de l'inductance 57 par rapport au contact principal 68. Le contact 75, similaire au contact 68, comporte un étrier 76 supportant une poulie 77 dont l'axe 78 peut se déplacer radialement dans des trous oblongs tels que le trou 79 visible sur la figure 11. L'axe 78 est sollicité en direction de l'inductance (c'est-à-dire radialement vers l'extérieur de l'inductance) par des ressorts de pression 80, 81. Des ressorts en forme de coupelle 82, 82A, similaires aux ressorts 71, 71 A, assurent le contact électrique entre la poulie 77 et l'étrier 76. L'étrier 76 du contact 75 est fixé sur un plat 83 pratiqué sur le moyeu 61.

Le deuxième contact électrique de court-circuit 84 est fixé sur un bossage 85 pratiqué sur le moyeu 61, près de l'extrémité de ce moyeu opposée à celle supportant le contact principal 68. Ce contact 84 s'étend par exemple selon une radiale parallèle à la radiale passant par l'axe du contact 75, court-circuitant ainsi une spire entière de la partie inutilisée de l'inductance 57 au-delà du contact 75. Toutefois, selon un mode de réalisation non représenté, le deuxième contact de court-circuit peut également court-circuiter encore une autre spire entière, pour cela, il suffit de le prolonger suffisamment pour qu'il s'applique sur la spire suivante de l'inductance.

Le contact 84 comprend un ressort à lame 86 en forme de "U" dont une branche est fixée sur le bossage 85 et dont l'autre branche porte un grain de contact 87, en argent par exemple, appliqué contre l'inductance 57. Le ressort 86 est bien entendu prévu pour appliquer correctement le

gain de contact 87 sur l'inductance 57 en tous points de cette inductance.

Le contact 84 pourrait dans un autre mode de réalisation, être disposé autrement par rapport au contact 75, par exemple à une demispire de ce dernier, ou à plus d'une spire, et pourrait court-circuiter tout le reste de la partie inutilisée de l'inductance.

Revendications

1. Dispositif de protection utilisé pour une inductance variable (1) rigide se présentant sous forme de spirale sensiblement régulière et plane sur laquelle se déplace un dispositif de contact électrique principal (7) déterminant la valeur utile de l'inductance, ce dispositif de contact principal se déplaçant sur une tige conductrice (8) dont l'axe coupe orthogonalement l'axe de la spirale (5), un premier contact électrique de court-circuit (24) se déplaçant sur ladite tige et court-circuitant au moins la première demi-spire de la partie inutilisée de l'inductance, les deux contacts précités étant appliqués fermement par la tige sur la spirale, caractérisé par le fait qu'il comporte en aval du premier contact de court-circuit un dispositif de court-circuit complémentaire comprenant au moins un contact électrique (31, 32) shuntant par rapport au premier contact de court-circuit tout ou partie de la partie inutilisée de l'inductance en aval du premier contact de court-circuit, ce dispositif de court-circuit complémentaire se déplaçant sur ladite tige.

2. Dispositif de protection selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'un au moins des contacts électriques précités du dispositif de court-circuit complémentaire est du type tournant.

3. Dispositif de protection selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'un au moins des contacts électriques précités du dispositif de court-circuit complémentaire est du type frottant ou glissant.

4. Dispositif de protection selon la revendication 1 dans lequel le premier contact électrique de court-circuit est un galet à gorge périphérique (24), caractérisé par le fait que l'on fixe ledit galet sur un moyeu conducteur (26) dont le diamètre intérieur est pratiquement égal au diamètre de ladite tige conductrice (17), ce moyeu se déplaçant sur la tige conductrice et dépassant du galet en direction de la partie inutilisée de la spirale de façon que son extrémité opposée au galet arrive au moins au niveau de la spire (35) suivant celle sur laquelle se déplace le galet, ce moyeu supportant un dispositif complémentaire de contact circulaire électriquement conducteur pouvant se déformer (figures 3 et 4) ou se déplacer radialement par rapport au moyeu (figures 5, 6), ce dispositif conducteur faisant contact avec au moins la spire

suivante.

5. Dispositif de protection selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le premier contact électrique de court-circuit est un galet (54) ayant un profil périphérique convexe, une épaisseur supérieure au pas de la spirale, et un rayon maximal supérieur à la distance entre l'axe de la tige conductrice et la face supérieure de la spirale, et que ce deuxième galet roule entre deux spires consécutives (33, 34) de la spirale en court-circuitant une spire et demie de la partie inutilisée à partir du premier galet, et que l'on dispose sur la tige conductrice un deuxième galet (55) semblable au premier, dont les dimensions extérieures sont égales à celles du premier galet, ce deuxième galet pouvant se déplacer élastiquement radialement par rapport à la tige conductrice, et ce deuxième galet roulant à côté du premier galet, dans l'espace inter-spires juste adjacent à celui dans lequel roule le premier galet, du côté de la partie inutilisée de la spirale, le premier et le deuxième galets court-circuitant ainsi deux spires et demie de la spirale à partir du contact électrique principal.

6. Dispositif de protection selon la revendication 1, dans lequel le premier contact électrique de court-circuit est un galet à gorge périphérique (24), caractérisé par le fait que l'on dispose sur la tige conductrice (17) un deuxième galet à profil périphérique convexe et a rayon maximal supérieur à la distance entre l'axe de la tige conductrice et la surface de contact de la spirale, ce deuxième galet roulant dans l'espace inter-spires compris entre le début de la première spire suivant la demispire court-circuitée par le deuxième galet, et la fin de cette première spire.

7. Dispositif de protection selon la revendication 4, caractérisé par le fait que le dispositif complémentaire de contact comporte au moins un contact (31, 32) se présentant sous forme de pot cylindrique disposé sur le moyeu et à paroi latérale s'évasant légèrement vers l'extérieur, au moins cette paroi latérale étant en matériau élastique électriquement conducteur.

8. Dispositif de protection selon la revendication 4, caractérisé par le fait que le dispositif complémentaire de contact comporte au moins un contact (77, 38) formé à l'aide de deux coupelles identiques en matériau élastique électriquement conducteur, ces coupelles ayant sensiblement la forme d'assiettes disposées sur le moyeu avec leurs fonds en vis-à-vis à une distance légèrement inférieure à l'épaisseur de la section de l'inductance, le rayon des fonds de ces coupelles étant légèrement inférieur à la distance entre l'axe de la tige et la face supérieure (2) de l'inductance, tandis que les rebords de ces coupelles vont en s'évasant vers l'extérieur, selon un angle d'environ 60° par rapport aux fonds, la hauteur de ces rebords étant approximativement égale à ladite épaisseur de la section de l'inductance.

9. Dispositif de protection selon la revendication 4, caractérisé par le fait que le dispositif complémentaire de contact comporte

un contact (46) formé par un manchon supporté par le moyeu par l'intermédiaire de deux séries de ressorts (47, 48) comportant chacune plusieurs ressorts cylindriques dont les axes sont disposés radialement dans un même plan et régulièrement espacés, ces ressorts étant fixés au moyeu et au manchon, la longueur du manchon étant à peu près égale à deux fois le pas de la spirale, le rayon extérieur du manchon étant légèrement supérieur à la distance moyenne entre l'axe de la tige et la face supérieure de l'inductance.

10. Dispositif de protection selon la revendication 9, caractérisé par le fait que le manchon est fixé sur la tige à l'aide d'un unique ressort (49) fabriqué à partir d'un ressort à lame à bords latéraux repliés, du même côté de la lame, semi-circulairement, ce ressort étant alors enroulé autour du moyeu, les extrémités des bords repliés venant en contact avec le moyeu sur lequel elles sont fixées.

Patentansprüche

1. Schutzvorrichtung, die für eine variable starre Induktivität (1) verwendet wird, welche die Gestalt einer im wesentlichen gleichmäßigen und ebenen Spirale aufweist, auf welcher eine elektrische Hauptkontaktvorrichtung (7) bewegt wird, die den Nutzwert der Induktivität bestimmt, wobei diese Hauptkontaktvorrichtung sich auf einer Leiterstange (8) bewegt, deren Achse die Achse der Spirale senkrecht schneidet, wobei diese Stange um die Achse der Spirale (5) drehbar ist und wobei sich ein erster elektrischer Kurzschlußkontakt (24) auf der Stange bewegt und wenigstens die erste halbe Windung des verwendeten Teils der Induktivität kurzschließt, wobei ferner die beiden vorgenannten Kontakte durch die Stange fest gegen die Spirale angedrückt werden, dadurch gekennzeichnet, daß sie hinter dem ersten Kurzschlußkontakt eine komplementäre Kurzschlußvorrichtung aufweist, die wenigstens einen elektrischen Kontakt (31, 32) aufweist, welcher in bezug auf den ersten Kurzschlußkontakt den verwendeten Teil der Induktivität hinter dem ersten Kurzschlußkontakt ganz oder teilweise kurzschließt, wobei diese komplementäre Kurzschlußvorrichtung sich auf der genannten Stange bewegt.

2. Schutzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einer der vorgenannten elektrischen Kontakte der komplementären Kurzschlußvorrichtung vom Drehtyp ist.

3. Schutzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einer der vorgenannten elektrischen Kontakte der komplementären Kurzschlußvorrichtung vom reibenden oder gleitenden Typ ist.

4. Schutzvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher der erste elektrische Kurzschlußkontakt eine Rolle mit Umfangsrille (24) ist, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Rolle an einer

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

leitenden Nabe (26) befestigt wird, deren Innendurchmesser praktisch gleich dem Durchmesser der genannten Leiterstange (17) ist, wobei sich diese Nabe auf der Leiterstange bewegt und über die Rolle in Richtung des verwendeten Teils der Spirale derart hinaussteht, daß ihr von der Rolle abgewandtes Ende wenigstens auf der Höhe derjenigen Windung (35) ankommt, die auf diejenige folgt, auf welcher sich die Rolle bewegt, wobei diese Nabe eine komplementäre kreisrunde Kontaktvorrichtung lagert, die elektrisch leitfähig sowie deformierbar ist (Fig. 3 und 4) oder radial bezüglich der Nabe bewegbar ist (Fig. 5, 6), wobei diese Leitervorrichtung wenigstens mit der darauffolgenden Windung in Kontakt ist.

5. Schutzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste elektrische Kurzschlußkontakt eine Rolle (54) mit konvexem Umfangsprofil ist, deren Dicke größer als das Teilungsmaß der Spirale ist und deren maximaler Radius größer als der Abstand zwischen der Achse der Leiterstange und der Oberseite der Spirale ist, und daß diese zweite Rolle zwischen zwei aufeinanderfolgenden Windungen (33, 34) der Spirale rollt und dabei anderthalb Windungen des verwendeten Teils ab der ersten Rolle kurzschließt, und daß auf der Leiterstange eine zweite Rolle (55), die der ersten gleicht, angeordnet wird, deren Außenabmessungen gleich denen der ersten Rolle sind, wobei diese zweite Rolle in Radialrichtung bezüglich der Leiterstange elastisch bewegbar ist, und diese zweite Rolle neben der ersten Rolle in dem Windungszwischenraum unmittelbar demjenigen benachbart rollt, in welchem die erste Rolle rollt, und zwar auf der Seite des unbenutzten Teils der Spirale, wobei die erste und die zweite Rolle auf diese Weise zweieinhalb Windungen der Spirale ab dem elektrischen Hauptkontakt kurzschließen.

6. Schutzvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher der erste elektrische Kurzschlußkontakt eine Rolle mit Umfangsrille (24) ist, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Leiterstange (17) eine zweite Rolle mit einem konvexen Umfangsprofil und einem maximalen Radius, der größer als der Abstand zwischen der Achse der Leiterstange und der Kontaktfläche der Spirale ist, angeordnet wird, wobei diese zweite Rolle in dem Windungszwischenraum rollt, der zwischen dem Anfang der ersten Windung nach der durch die zweite Rolle kurzgeschlossenen Halbwindung und dem Ende dieser ersten Windung liegt.

7. Schutzvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die komplementäre Kontaktvorrichtung wenigstens einen Kontakt (31, 32) umfaßt, der die Form eines zylindrischen Topfes aufweist, welcher auf der Nabe angeordnet ist und dessen Seitenwand sich nach außen hin leicht aufweitet, wobei wenigstens diese Seitenwand aus einem elektrisch leitfähigen elastischen Material besteht.

8. Schutzvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die komplementäre

Kontaktvorrichtung wenigstens einen Kontakt (77, 38) aufweist, der mittels zwei gleichen Schalen aus elektrisch leitfähigem elastischen Material gebildet ist, wobei diese Schalen im wesentlichen die Form von Tellern aufweisen, die auf der Nabe mit ihren Böden einander zugekehrt in einem Abstand angeordnet sind, der etwas kleiner als die Dicke des Querschnitts der Induktivität ist, wobei der Radius der Böden dieser Schalen etwas kleiner als der Abstand zwischen der Achse der Stange und der Oberseite (2) der Induktivität ist, während die Ränder dieser Schalen sich zur Außenseite hin unter einem Winkel von etwa 60° gegenüber den Böden aufweiten, wobei die Höhe dieser Ränder etwa gleich der genannten Dicke des Querschnitts der Induktivität ist.

9. Schutzvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die komplementäre Kontaktvorrichtung einen Kontakt (46) aufweist, der durch eine Hülse gebildet ist, welche auf der Nabe über zwei Reihen von Federn (47, 48) gelagert ist, zu denen jeweils mehrere Zylinderfedern gehören, deren Achsen radial in derselben Ebene und gleichmäßig beabstandet liegen, wobei diese Federn an der Nabe und an der Hülse befestigt sind und die Länge der Hülse etwa gleich dem zweifachen Teilungsmaß der Spirale ist, und wobei der äußere Radius der Hülse etwas größer als der mittlere Abstand zwischen der Achse der Stange und der Oberseite der Induktivität ist.

10. Schutzvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse auf der Stange über eine einzige Feder (49) befestigt ist, die aus einer Blattfeder hergestellt ist, deren Seitenränder auf derselben Seite dieser Blattfeder halbkreisförmig umgebogen sind, wobei diese Feder dann um die Nabe herum gewunden ist und die Enden der umgebogenen Ränder in Berührung mit der Nabe gelangen, an welcher sie befestigt sind.

Claims

1. Protection device used for a variable rigid inductance (1) appearing in the shape of a substantially regular and plane spiral whereon an electric main contacting device (7) is moved to determine the useful value of the inductance, this main contacting device being moved on a conductive rod (8) the axis of which perpendicularly intersects the axis of the spiral, this rod rotating about the axis of the spiral (5), a first electric short-circuiting contact (24) being moved on said rod and short-circuiting at least the first half turn of the unused portion of the inductance, the two above mentioned contacts being firmly urged by the rod against the spiral, characterized in that it comprises, downstream of the first short-circuiting contact, a complementary short-circuiting device comprising at least one electric contact (31, 32)

shunting with respect to the first short-circuiting contact all or a portion of the unused part of the inductance downstream of the first short-circuiting contact, this complementary short-circuiting device being moved on said rod.

2. Protection device according to claim 1, characterized by the fact that at least one of the above mentioned electric contacts of the complementary short-circuiting device is of rotary type.

3. Protection device according to claim 1, characterized by the fact that at least one of the above mentioned electric contacts of the complementary short-circuiting device is of friction or sliding type.

4. Protection device according to claim 1, wherein the first electric short-circuiting contact is a roller having a peripheral groove (24), characterized by the fact that said roller is mounted on a conductive hub (26) the inner diameter of which is practically equal to the diameter of said conductive rod (17), this hub being moved on the conductive rod and projecting from the roller in the direction of the unused portion of the spiral in such a manner that its end opposed to the roller arrives at least at the level of the turn (35) following that whereon the roller is moved, this hub supporting a complementary circular contacting device which is electrically conductive and able to be deformed (Figs. 3 and 4) or to be radially moved with respect to the hub (Figs. 5, 6), this conductive device contacting at least the following turn.

5. Protection device according to claim 1, characterized by the fact that the first electric short-circuiting contact is a roller (54) having a convex peripheral profile, a thickness exceeding the pitch of the spiral and a maximum radius exceeding the distance between the axis of the conductive rod and the upper face of the spiral, and that this second roller rolls between two successive turns (33, 34) of the spiral thus short-circuiting one turn and a half of the unused portion from the first roller, and that a second roller (55) similar to the first is mounted on the conductive rod and having outer dimensions equal to those of the first roller, this second roller being capable of elastically moving radially with respect to the conductive rod, and this second roller rolling laterally of the first roller in the space between the turns just adjacent to that wherein the first roller rolls, laterally of the unused portion of the spiral, the first and the second rollers thus short-circuiting two turns and a half of the spiral from the electric main contact.

6. Protection device according to claim 1, wherein the first electric short-circuiting contact is a roller having a peripheral groove (24), characterized by the fact that a second roller is mounted on the conductive rod, this second roller having a convex peripheral profile and a maximum radius exceeding the distance between the axis of the conductive rod and the contact surface of the spiral, and this second roller rolling

in the space between the turns comprised between the beginning of the first turn following the half turn short-circuited by the second roller and the end of this first turn.

7. Protection device according to claim 4, characterized by the fact that the complementary contacting device comprises at least one contact (31, 32) having the form of a cylindrical can mounted on the hub and having a lateral wall slightly flaring outwardly, at least this lateral wall being of an electrically conductive resilient material.

8. Protection device according to claim 4, characterized by the fact that the complementary contacting device comprises at least one contact (77, 38) formed by means of two identical half-shells of an electrically conductive resilient material, these shells substantially having the shape of dishes mounted on the hub with facing bottoms at a distance slightly smaller than the thickness of the section of the inductance, the radius of the bottoms of these shells being slightly smaller than the distance between the axis of the rod and the upper face (2) of the inductance, the edges of these shells flaring outwardly at an angle of substantially 60° with respect to their bottoms, the height of these edges being approximately equal to said thickness of the section of the inductance.

9. Protection device according to claim 4, characterized by the fact that the complementary contacting device comprises a contact (46) formed by a sleeve carried by the hub by means of two series of springs (47, 48) each comprising a plurality of cylindrical springs the axes of which are radially disposed in the same plane and regularly spaced, these springs being affixed to the hub and to the sleeve, the length of the sleeve being substantially equal to twice the pitch of the spiral, the outer radius of the sleeve being slightly greater than the mean distance between the axis of the rod and the upper face of the inductance.

10. Protection device according to claim 9, characterized by the fact that the sleeve is mounted on the rod by means of a single spring (49) produced from a leaf spring having semi-circularly bent lateral edges on the same side of the leaf, this spring being further rolled about the hub, the ends of the bent edges contacting the hub whereon they are affixed.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

10

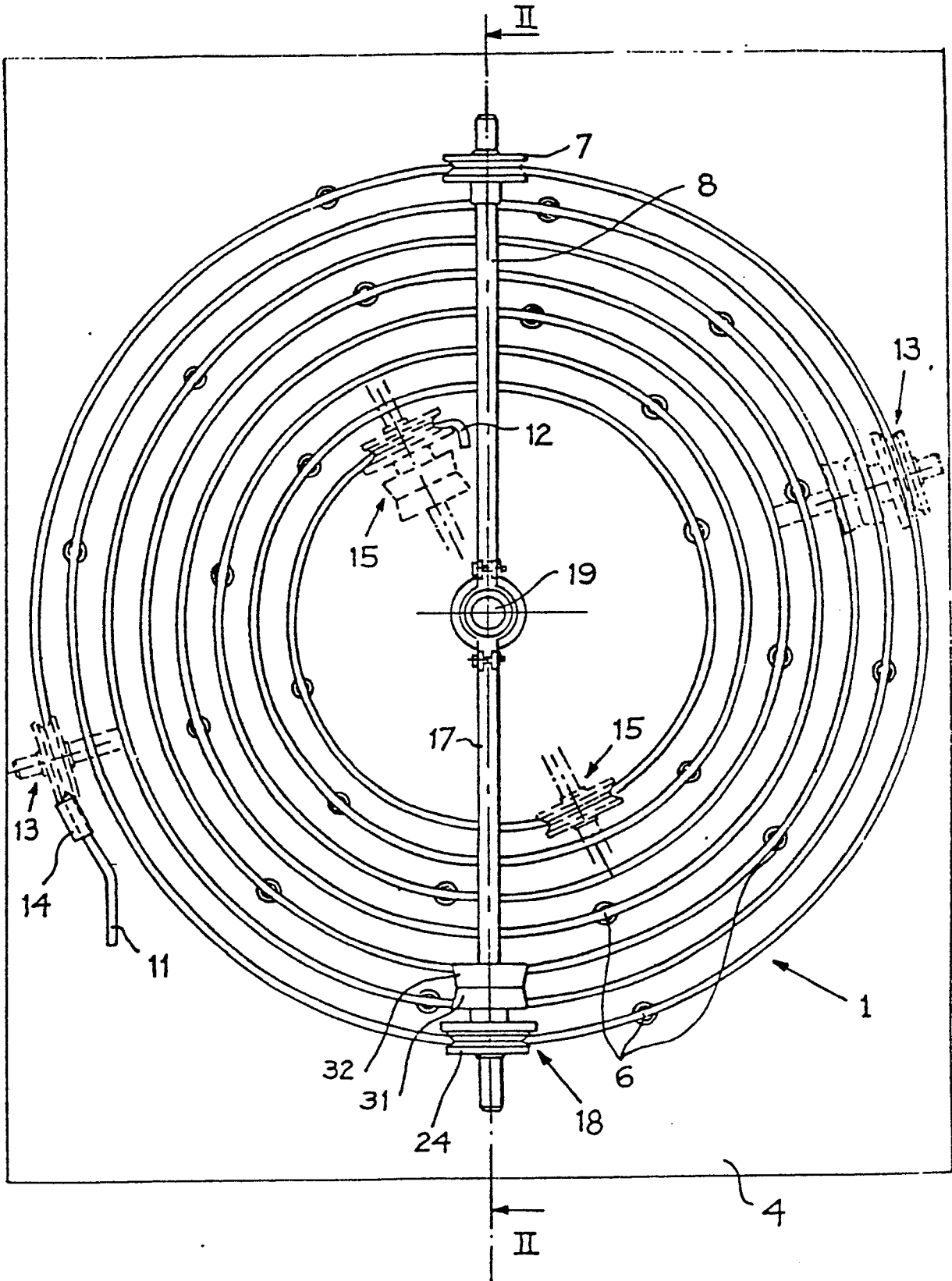


Fig. 1

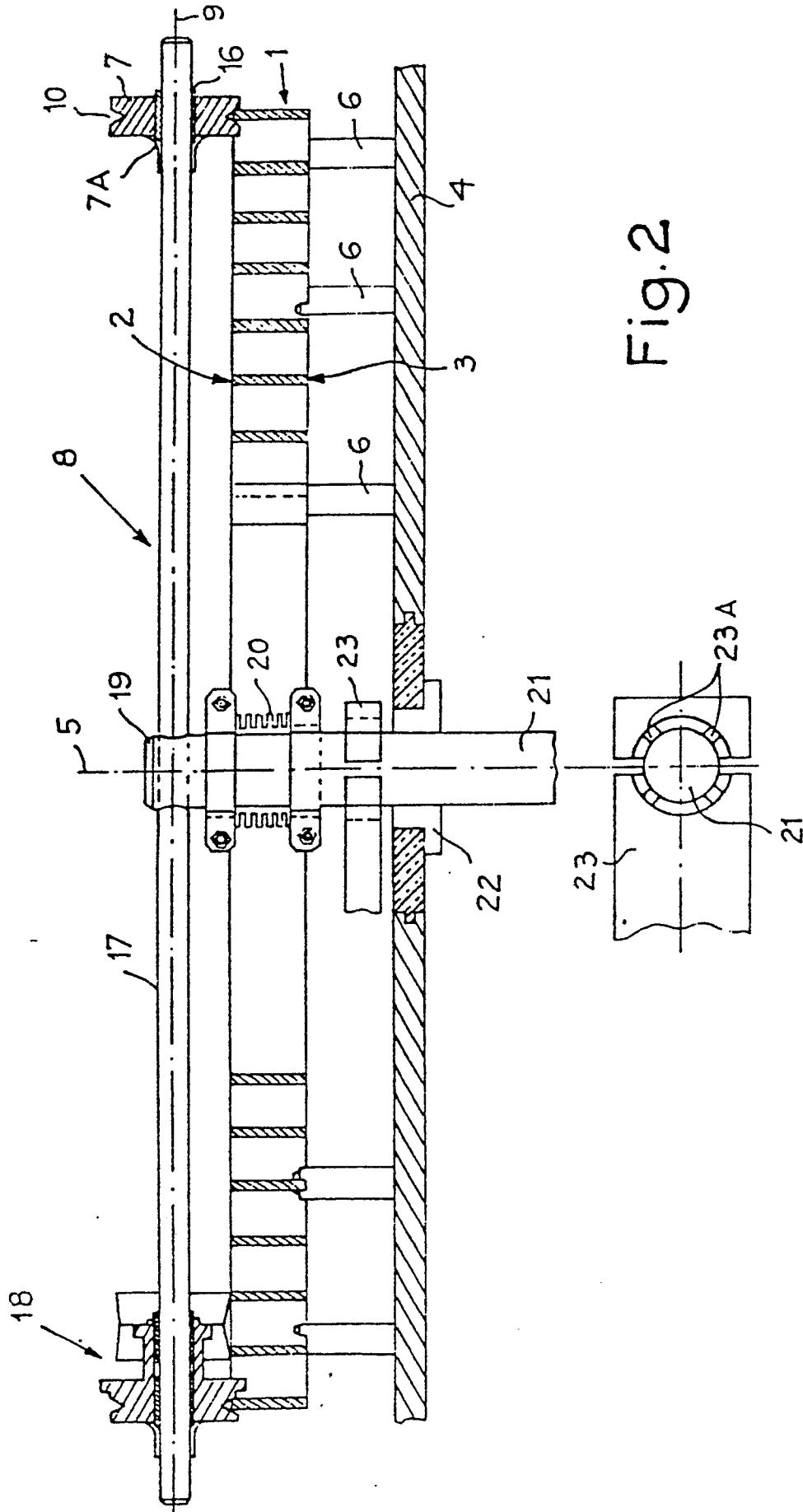


Fig. 2

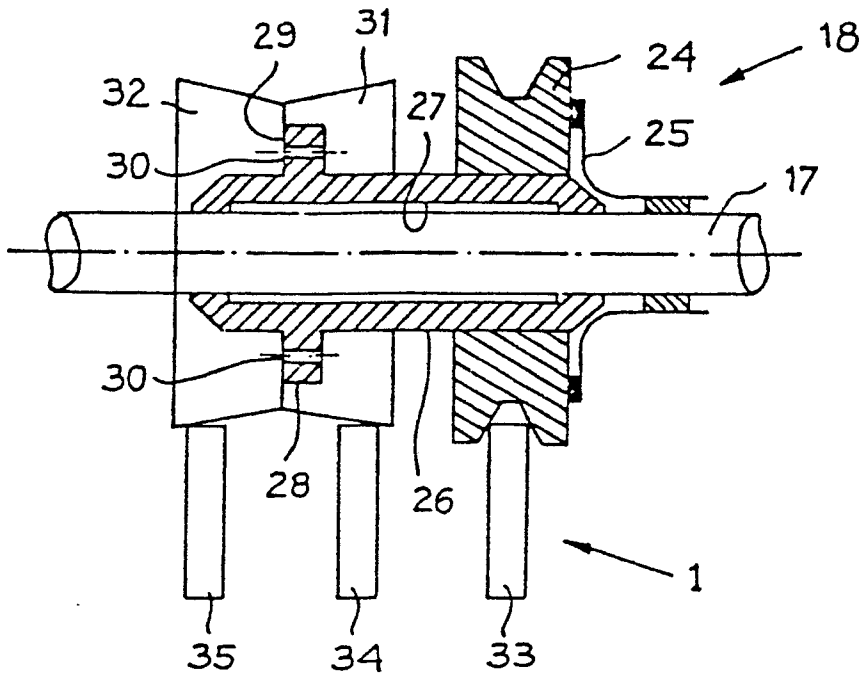


Fig.3

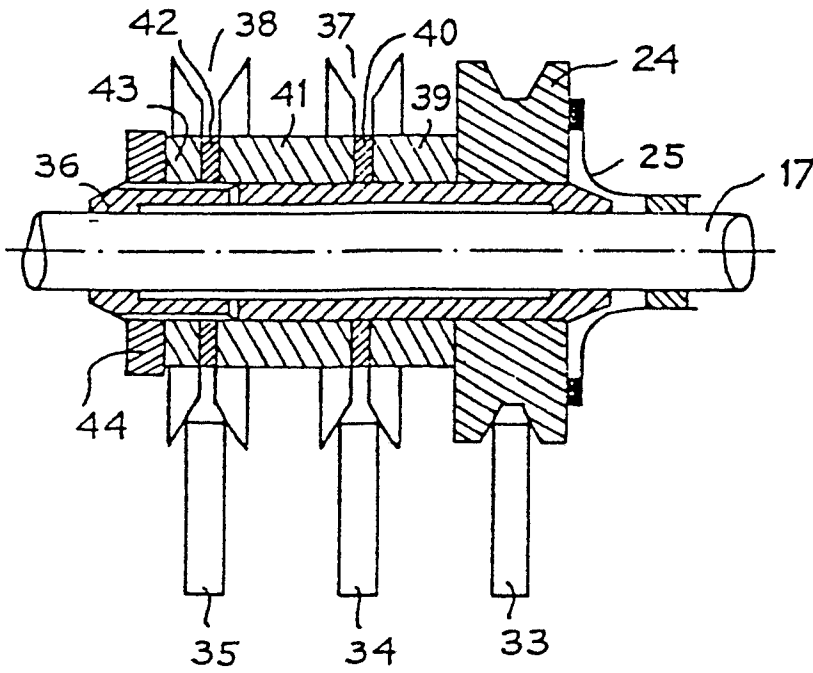


Fig.4

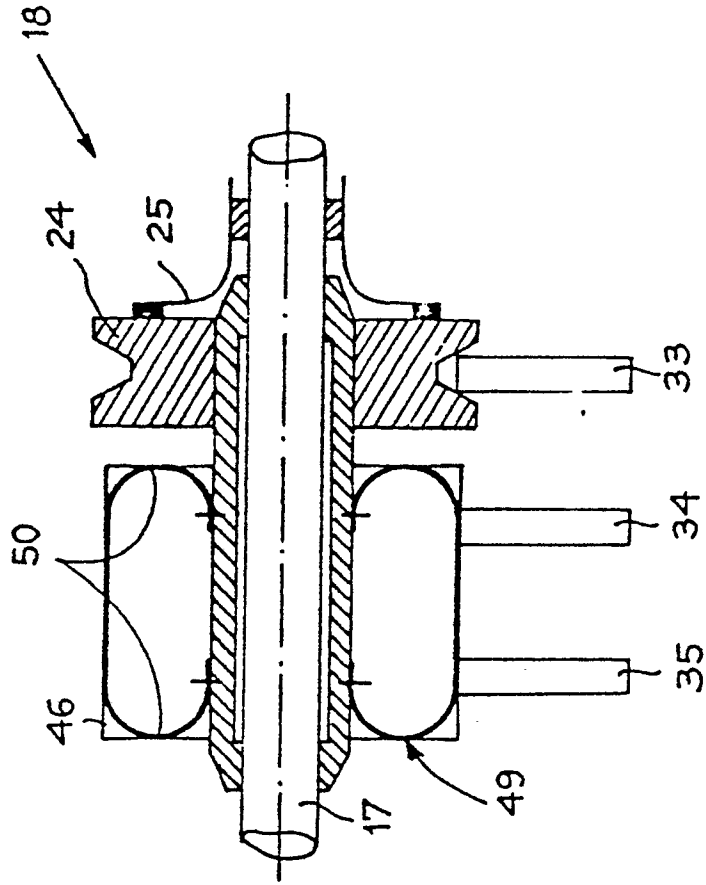


Fig.6

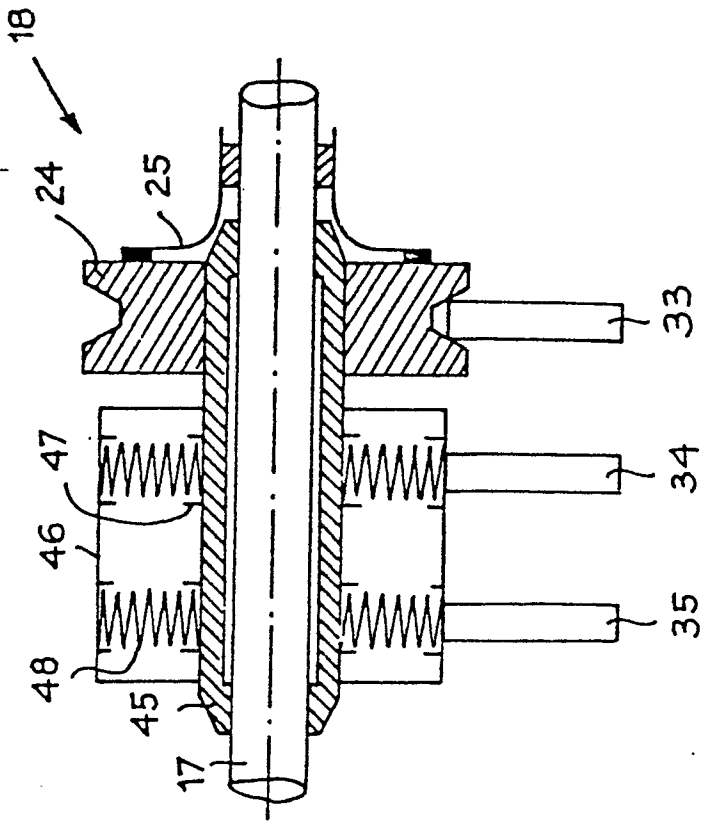


Fig.5

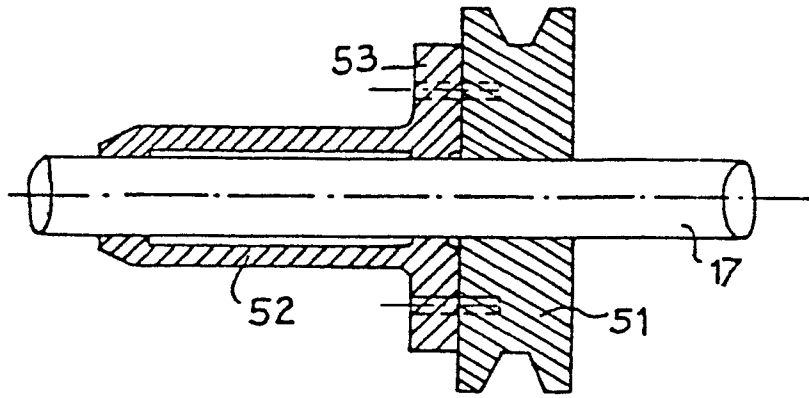


Fig.7

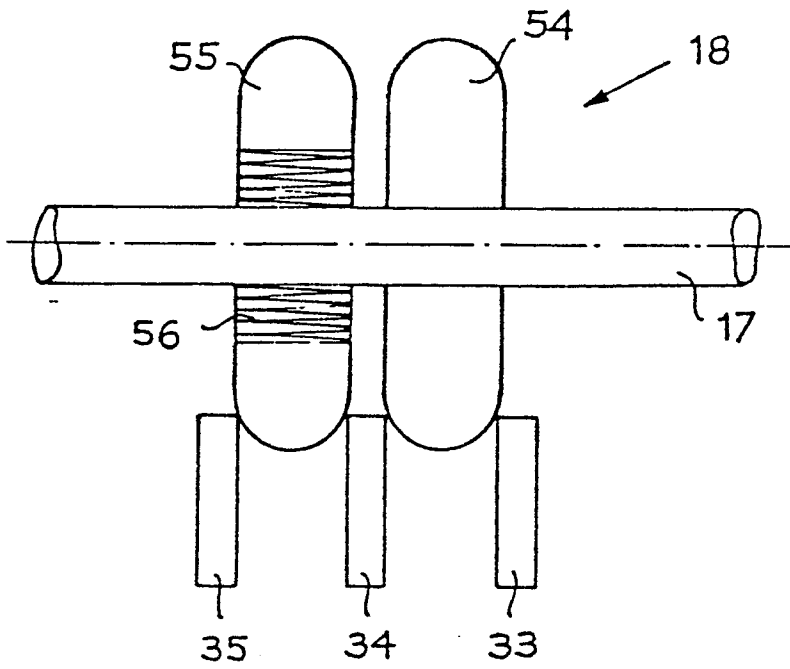


Fig.8

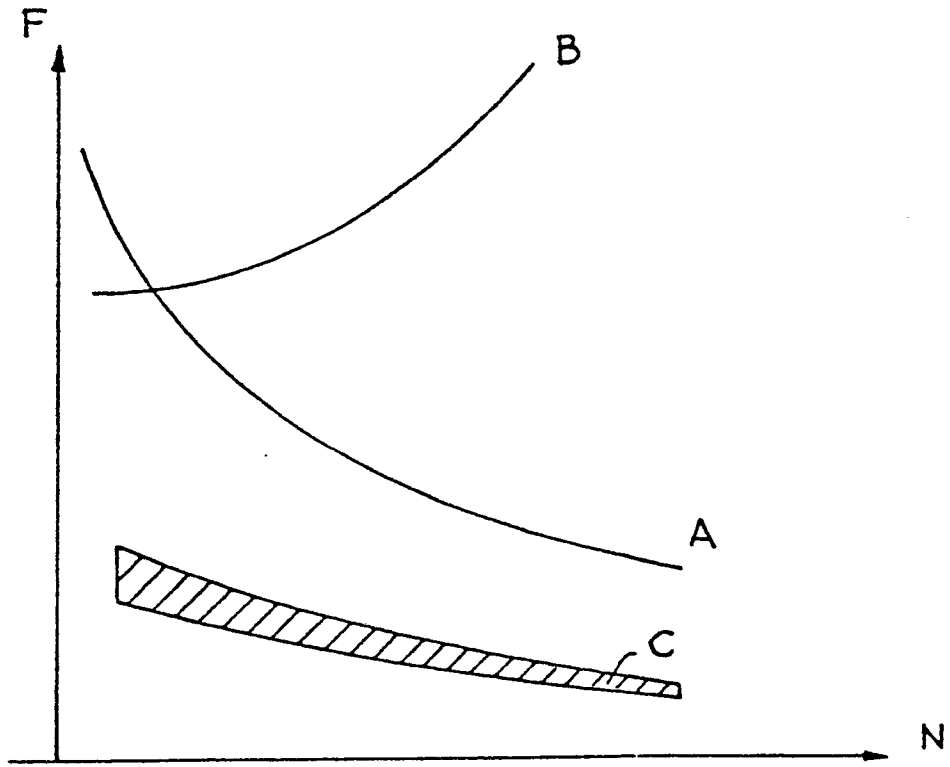


Fig.9

