



Europäisches Patentamt

⑯

European Patent Office

Office européen des brevets

⑯ Numéro de publication:

**0087363**  
**B1**

⑯

## FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

⑯ Date de publication du fascicule du brevet:  
**02.04.86**

⑯ Int. Cl.4: **H 01 F 27/30**

⑯ Numéro de dépôt: **83400329.5**

⑯ Date de dépôt: **16.02.83**

⑯ Transformateur électrique.

⑯ Priorité: **19.02.82 FR 8202754**

⑯ Titulaire: **SOCIETE NOUVELLE TRANSFIX Société Anonyme, c/o Manufacture d'Appareillage Electrique de Cahors B.P. 149, F-46003 Cahors Cedex (FR)**

⑯ Date de publication de la demande:  
**31.08.83 Bulletin 83/35**

⑯ Inventeur: **Beisser, Jean-Claude, Crêtets 122, CH-2300 La Chaux de Fonds (CH)**

⑯ Mention de la délivrance du brevet:  
**02.04.86 Bulletin 86/14**

⑯ Mandataire: **Bouju, André, Cabinet Bouju 38 avenue de la Grande Armée, F-75017 Paris (FR)**

⑯ Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE**

⑯ Documents cités:  
**FR - A - 1 361 550**  
**FR - A - 1 517 370**  
**FR - A - 2 061 321**  
**GB - A - 388 183**  
**GB - A - 687 151**  
**GB - A - 1 308 785**  
**GB - A - 2 058 473**  
**US - A - 2 449 434**  
**US - A - 3 156 885**

**EP 0087363 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 concerne un transformateur électrique monophasé ou polyphasé, plus particulièrement du genre dans lequel le circuit magnétique définit au moins une fenêtre rectangulaire.

Les circuits électriques haute et basse tension sont bobinés autour d'un tube isolant entourant à son tour un noyau magnétique constitué par l'une des jambes du circuit magnétique.

Dans le cas où le circuit magnétique, réalisé par exemple à partir d'au moins une bande de tôle roulée, ne permet pas d'enfiler le tube autour du noyau, le tube isolant peut être constitué par une ou plusieurs couches de papier ou carton roulées autour du noyau magnétique, comme le décrit le brevet US 2 968 445.

Ce brevet décrit également comment on peut ensuite bobiner les circuits électriques autour du tube isolant.

Selon d'autres procédés connus pour réaliser le circuit magnétique, par exemple le procédé des tôles empilées, il est possible à un certain stade d'enfiler sur le noyau magnétique le tube isolant garni de ses circuits électriques.

Dans les deux cas, les circuits électriques sont maintenus aussi bien radialement qu'axialement par rapport à leur noyau au moyen de cales en bois assurant des espaces suffisants entre circuits électriques et magnétique de façon à éviter les court-circuits. Certaines de ces cales sont interposées entre le tube et le noyau magnétique. D'autres sont interposées entre les extrémités annulaires des circuits électriques et la culasse magnétique.

Ce dispositif de calage présente de nombreux inconvénients. Il doit être mis en place manuellement avec des tolérances importantes. Par sécurité, les espaces séparant les composants électriques et magnétiques sont larges. Il en résulte un appareil coûteux, lourd, encombrant et peu performant.

Le but de l'invention est de remédier à ces inconvénients en réalisant un transformateur électrique dans lequel le calage des circuits électriques soit rendu plus facile à réaliser, plus efficace et plus précis, et dans lequel le montage soit de façon générale, largement simplifié.

L'invention vise ainsi un transformateur électrique comprenant un cadre magnétique comportant au moins une culasse et au moins un noyau qui définissent ensemble au moins une fenêtre sensiblement rectangulaire, au moins un circuit électrique haute tension et au moins un circuit électrique basse tension aménagés autour d'un tube isolant entourant lui-même le noyau magnétique qui lui est affecté.

Suivant l'invention, le transformateur électrique est caractérisé en ce que chaque extrémité du tube isolant dépasse axialement des circuits électriques qu'il porte, et est associée à une cale annulaire interposée entre l'extrémité annulaire des circuits électriques et la culasse magnétique, et en ce que cette cale présente sur sa face dirigée vers le noyau magnétique, deux surfaces d'appui décalées radialement, l'une prenant appui sur le noyau magnétique, l'autre plus proche des enroulements, prenant appui sur le tube isolant.

A chaque extrémité des enroulements, une seule cale assure à la fois le centrage des enroulements autour du noyau, et le positionnement axial de ceux-ci par rapport au noyau. Toutes les surfaces de positionnement étant rassemblées sur la même cale, celle-ci peut être fabriquée avec précision et assurer un positionnement précis des enroulements. Il est donc possible de réduire les tolérances de fabrication du transformateur, et de réduire les espaces réservés entre les circuits électriques et le circuit magnétique. Le transformateur en est donc rendu plus performant, moins lourd et moins encombrant. La pose de cette cale unique à chaque extrémité des enroulements est beaucoup plus facile et rapide que celle des nombreuses cales isolantes utilisées selon l'état de la technique.

D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront encore de la description ci-après.

Aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs:

la figure 1 est une vue en élévation latérale d'un transformateur triphasé, conforme à l'invention, la cuve étant coupée selon un plan parallèle au plan de circuit magnétique;

la figure 2 est une vue de dessus du transformateur de la figure 1, le couvercle de la cuve étant ôté;

la figure 3 est une vue en bout de la partie active du transformateur des figures 1 et 2, avec coupe de la cuve selon un plan parallèle à celui de la figure;

la figure 4 est une vue du transformateur en coupe transversale selon le plan IV-IV de la figure 1, à échelle agrandie;

la figure 5 est une vue en perspective du tube isolant destiné à entourer l'un des noyaux;

la figure 6 est une vue en coupe transversale de l'un des noyaux avec son tube isolant;

la figure 7 est une vue en perspective éclatée avec arrachement, du tube isolant et d'une roue d'entraînement pour son bobinage;

la figure 8 est une vue de dessous schématique en perspective avec arrachement d'une cale de fixation des enroulements;

la figure 9 est une vue en coupe à travers l'extrémité de l'un des noyaux, montrant le tube qui l'entoure, ainsi que les deux demi-cales affectées à cette extrémité du tube, l'une de ces demi-cales étant montée, l'autre en cours de montage;

la figure 10 est une vue en perspective de l'opération de bobinage du circuit basse tension;

les figures 11a et 11b sont des vues de dessous des deux cales affectées à l'extrémité supérieure de l'un quelconque des trois noyaux;

les figures 12a et 12b sont des vues en coupe selon le plan XII-XII des figures 11a et 11b;

les figures 13 et 14 sont des vues selon les flèches XIII et XIV des figures 11a et 11b respectivement;

la figure 15 est une vue en élévation latérale avec arrachements du dispositif de commutation du transformateur, les couvercles des boîtiers étant ôtés;

la figure 16 est une vue en bout de l'un des boîtiers de la figure 15, avec coupe transversale de la tringle de commande; et

la figure 17 est un schéma électrique du dispositif de commutation.

Dans l'exemple représenté aux figures, le transfor-

mateur triphasé est du type à cadre magnétique plan 1 comprenant trois noyaux rectilignes verticaux 2 dont les extrémités inférieures et supérieures sont reliées respectivement par une culasse magnétique supérieure 3 et une culasse magnétique inférieure 4. Cette structure définit entre les trois noyaux 2 deux fenêtres magnétiques rectangulaires 6.

Le cadre magnétique est réalisé de façon connue à partir de bandes de tôle magnétique roulées. Il comprend un anneau périphérique 8 entourant les deux anneaux 7 à la fois. Chaque anneau 7 ou 8 ayant une section semi-octogonale, chaque anneau 2 et chaque culasse 3 ou 4 a la même section octogonale.

Comme le montre la figure 4, un tube isolant 9 est disposé co-axialement et à légère distance autour de chaque noyau 2. Compte tenu du couplage électrique du transformateur, chaque tube isolant 9, porte un enroulement basse tension 11 réalisé en bande d'aluminium et un enroulement haute tension 13 réalisé en fil de cuivre, coaxiaux avec le tube 9 et le noyau 2. Les deux enroulements 11 et 13 s'étendent sur la quasi-totalité de la longueur du noyau 2, l'enroulement haute tension 13 se trouvant à l'extérieur. Entre les enroulements 11 et 13 est disposée une entretoise annulaire isolante de type connu, non représentée, qui permet la circulation de l'huile isolante dans le sens axial entre les enroulements.

La partie active du transformateur, c'est-à-dire l'ensemble constitué par le cadre 1 et les enroulements électriques 11, 13 est installée dans une cuve 14 contenant de l'huile isolante fermée par un couvercle supérieur 16, et dans laquelle les noyaux 2 sont verticaux. Le fond 17 de la cuve porte quatre tasseaux longitudinaux 18 et deux tasseaux transversaux 19 destinés à recevoir entre eux le cadre magnétique 1 et à le positionner aussi bien en direction longitudinale que transversale. Le même dispositif se retrouve sous le couvercle 16 où des blocs en caoutchouc 21 sont en outre interposés entre chaque paire de tasseaux 18 et le cadre 1 pour assurer le positionnement élastique de ce dernier en direction verticale.

Comme le montre schématiquement la figure 5, le tube isolant 9 est réalisé en matière plastique et est fendu selon l'une de ses génératrices 22. Comme le montrent les figures 5 et 6, le profil de la fente 22 est sinuieux, plus précisément en gradin, de façon à allonger suffisamment la ligne de fuite électrique constituée par la fente pour éviter toute possibilité d'amorçage entre les enroulements électriques et le noyau magnétique 2.

Le long de sa génératrice 23 diamétralement opposée à la fente 22, le tube 9 présente un amincissement formant charnière.

A chacune de ces extrémités annulaires, le tube isolant présente deux tenons 26 aménagées de part et d'autre de la fente 22 et adjacents à celle-ci. Chaque tenon 26 a du côté de la fente 22 une face 27 portée par un plan passant par l'axe du tube 22, de sorte que lorsque la fente 22 est fermée, les deux tenons 26 d'une extrémité sont jointifs. Vus de dessus, ils ont alors ensemble une forme sensiblement semi-circulaire. Comme le montre la figure 4, chaque extrémité annulaire du tube 9 dépasse axialement des enroulements 11 et 13 sur une longueur égale à l'épaisseur des tenons 26. En service, ceux-ci sont

disposés latéralement contre l'enroulement interne 11. La face 27 des tenons 26 est dans un plan perpendiculaire au plan du cadre 1.

Chaque extrémité annulaire du tube 9 est associée à une cale annulaire 28 ou 29 (figure 4) interposée entre l'extrémité annulaire des circuits électriques 11, 13 et la culasse magnétique adjacente 3 ou 4. La cale 28, prise comme exemple, est représentée de façon très simplifiée aux figures 8 et 9. La cale 28 comporte deux demi-cales 31, 32 de forme générale semicirculaire. Dans l'exemple représenté, le plan de joint 33 entre les demi-cales 31 et 32 est porté par le plan longitudinal médian CC du cadre 1 (figure 9).

Sur sa face annulaire dirigée vers le noyau 2, la cale présente une surface d'appui 34 dont le contour correspond au profil du noyau 2, de sorte que lorsque les demi-cales 31, 32 sont assemblées autour de celui-ci, la cale 28 n'a aucune liberté de mouvement radial ou rotatif par rapport au cadre 1.

Dans l'ensemble représenté, la surface 34 est octogonale comme le noyau 2. Toutefois, les faces obliques 36 de la surface 34 sont en retrait pour éviter le contact avec le noyau 2, ce qui simplifie les problèmes de centrage. Seules les faces de la surface 34 qui sont parallèles ou perpendiculaires au plan CC sont au contact du noyau 2 et assurent le positionnement. En service, la surface 34 se trouve entre l'extrémité annulaire du tube 9 et la culasse 3 ou 4 adjacente.

La cale 28 présente en outre sur sa face dirigée vers le noyau une seconde surface d'appui 37 plus proche axialement des enroulements 11 et 13 que la face 34. La face 37, qui est plus éloignée de l'axe du noyau 2 que la face 34, est raccordée à celle-ci par un épaulement 38. La face 37 qui est cylindrique et a un diamètre égal au diamètre externe du tube 9, prend appui sur la face externe de celui-ci et plus précisément sur la partie du tube 9 qui dépasse des enroulements 11 et 13. La largeur de la surface 37 est égale à la longueur du tube 9 qui dépasse des enroulements 11 et 13.

En position décalée de 90° par rapport au plan de joint 33, la demi-cale 31 présente un évidement semi-circulaire 39 dont la forme correspond à celle des deux tenons 26 assemblés.

Dans la zone comprise entre les deux lignes 41 (figure 9) qui délimitent la zone dans laquelle la cale est interposée entre la bande la plus interne de la culasse 3 ou 4 et les enroulements 11 à 13, l'épaisseur  $e$  de la cale 28 est égale à la distance séparant en service les enroulements 11 à 13 de la culasse 3 ou 4 adjacente.

Les cales 28, 29, réalisées en matière plastique injectée, assurent ainsi à la fois le positionnement axial, le centrage, et l'immobilisation en rotation des enroulements 11 à 13 sur le noyau 2.

On va maintenant décrire plus en détail une réalisation pratique de la cale 28 représentée aux figures 11a et 14.

Comme le montrent notamment les figures 13 et 14, chaque demi-cale 31 ou 32 comprend un voile 43 qui est sensiblement plan dans la zone 40 d'appui contre la culasse magnétique 3 ou 4. Sur sa face dirigée vers les enroulements 11, 13, le voile 43 porte des ailettes 44 situées de part et d'autre de l'ouverture centrale de la cale, et orientées perpendiculairement

au plan CC. Sur cette même face, le voile 43 porte également des ailettes 46 parallèles aux ailettes 44 et s'étendant à partir de l'ouverture centrale de la cale 28.

L'ouverture centrale de la cale 28 est délimitée par une découpe octogonale du voile 43 dont la tranche constitue la surface 34 d'appui contre le noyau magnétique 2.

Comme le montrent notamment les figures 11a, 11b, 13 et 14, la surface 37 d'appui de la cale 28 sur le tube 9 est réalisée à l'extrémité des ailettes 46 dirigée vers l'ouverture centrale de la cale 28. A cet effet, chacune de ces extrémités forme un escalier constitué par une partie de la face 36, une partie de l'épaulement 38 et une partie de la surface 37.

Sur la demi-cale 31 seulement, la surface 37 comprend en outre un secteur cylindrique au milieu duquel est ménagée l'encoche 39.

Dans la zone 40 de la cale 28, le voile 43 porte sur sa face tournée vers la culasse adjacente 3 ou 4, des ailettes 48 orientées obliquement par rapport au plan CC. L'orientation des ailettes 48 portées par l'une des demi-cales 31, 32 d'un côté de l'ouverture de la cale 28 est symétrique par rapport au plan CC de celle portée par l'autre demi-cale 31 ou 32 du même côté de l'ouverture centrale de la cale 28, et est identique à celle des ailettes 48 portées par l'autre demi-cale 31 ou 32 de l'autre côté de l'ouverture centrale de la cale 28.

En outre, comme le montrent les figures 13 et 14, les ailettes 48 sont couchées dans le sens de l'extraction des demi-cales, de sorte que si l'on tend à extraire les demi-cales, elles s'opposent à cette extraction en s'arc-boutant contre la culasse magnétique adjacente 3 ou 4.

En dehors de la zone 40, le voile 43 est bombé (figures 12a à 14), en direction opposée aux enroulements 11, 13.

Comme le montrent les figures 12a et 12b, les deux demi-cales 31 et 32 sont assemblées selon un plan de joint en gradins, au profit de la robustesse et de la précision de l'assemblage. Les ailettes 44 portées par chaque demi-cale 31 ou 32 s'alignent chacune avec l'une des ailettes 44 portée par l'autre demi-cale. L'ailette 44 la plus proche de l'ouverture centrale de la cale 28, appelée ailette 44a, est plus épaisse que les autres et traversée par un alésage, fileté en ce qui concerne la demi-cale 32, qui permet de visser ensemble les deux demi-cales 31, 32 au moyen de vis en superpolyamide.

Derrière les deux faces de la surface 34 qui sont parallèles au plan CC, les demi-cales 31, 32 présentent une échancrure rectangulaire 49 destinée à laisser apparaître la face latérale des enroulements 11 à 13 et à permettre la sortie des connexions. Chaque demi-cale 31 ou 32 porte du côté opposé aux enroulements 11 à 13, une monture en U 51 attachée par sa tranche au voile 43. La partie centrale de la monture est située entre l'ouverture centrale de la cale 28 et l'échancrure 49, tandis que ses deux bras sont dirigés à l'opposé de l'ouverture centrale. Chacune des branches de la monture 51 porte deux trous d'encliquetage 52 (figure 12a). La monture 51 de la demi-cale 32 sert à porter deux supports 53, 54 destinés à porter à leur tour des organes de couplage entre les

enroulements basse tension du transformateur. Comme le montre le figure 4, le support 53, porte une lame 56 reliée électriquement à l'extrémité interne de l'enroulement 11. L'extrémité du support 53 porte également une lame 57 reliée électriquement à la lame 56 et reliant celle-ci à une borne de phase basse tension 58 aménagée sur l'une des parois latérales d'extrémité de la cuve 14 (figure 2). Deux autres lames 59 entourées d'isolant (figure 4) sont montées contre la lame 57 et relient chacune l'enroulement 11 affecté à l'un des deux autres noyaux 2 à une borne de phase respective aménagée à côté de la borne 58 (figure 2).

Le support 54 porte une lame 62 reliée à l'autre extrémité de l'enroulement 11 et une lame longitudinale 63 couplant électriquement les lames 62 des trois enroulements 11 du transformateur. La lame 63 est reliée électriquement à une borne de neutre 64 aménagée en bout de transformateur en dessous des bornes 58 et 61 (figure 1).

La monture 51 de la demi-cale 31 ne porte aucun accessoire. Par l'échancrure 49 de cette demi-cale passe l'un des fils d'extrémité 66 de l'enroulement haute tension 13. Chacun des fils 66 est relié directement à une borne de phase haute tension 67 (figure 4) aménagée dans le couvercle 16 de la cuve 14 juste au-dessus de l'échancrure 49 correspondante.

A l'extrémité des enroulements 11 et 13 dirigés vers le fond de la cuve 14, la cale 29 porte un boîtier 68 faisant partie d'un dispositif de commutation 69 permettant de régler le rapport de transformation du transformateur.

Le dispositif 69 est représenté schématiquement à la figure 17 dans laquelle on voit les trois enroulements 13 couplés en étoile entre chacune des bornes 67 et une tringle conductrice 71 portant un contact 72 en face de chacun des enroulements 13. Du côté de cette tringle, chaque enroulement 13 porte trois contacts de sortie 73, l'un relié à l'extrémité de l'enroulement 13, l'autre relié à une spire située en-deçà de cette extrémité et la troisième à une spire encore plus éloignée de l'extrémité de l'enroulement. En déplaçant la tringle 71 selon sa direction longitudinale qui correspond à celle du transformateur, on règle le nombre de spires en service dans chaque enroulement et par suite, le rapport de transformation dans le transformateur.

Comme le montre la figure 15, les contacts 73 sont aménagés pour chaque enroulement 13 dans un boîtier 68. La tringle conductrice 71 est montée à coulisse entre chacun de ces boîtiers 68 et un couvercle 74 qui le ferme (figure 16). En service, la tringle se trouve entre les enroulements 11, 13 et le fond de la cuve, à côté de la culasse 4.

A l'une de ses extrémités, la crémaillère 71 est reliée à un câble 76 monté dans une gaine 77 et relié à un bouton de commande rotatif 78 placé sous la borne 64 (figure 1).

A la même extrémité, la tringle 71 porte une crémaillère 79 dirigée vers le fond de la cuve 14, qui coïncide avec une roue dentée 81 à laquelle est attachée l'extrémité d'un ressort hélicoïdal 82 (figure 4) dont l'autre extrémité est fixée au boîtier 68. Le ressort 82 sollicite en permanence le pignon 81 dans le sens de la tension du câble 76, les réglages étant verrouillés

par un dispositif approprié de type connu prévu dans le bouton de commande 78 (figure 1).

On va maintenant décrire le procédé de fabrication du transformateur ci-dessus:

On réalise d'abord par roulage de bandes de tôle magnétiques, les deux anneaux internes 7 puis l'anneau externe 8 de façon à terminer le cadre magnétique 1.

On place ensuite autour de l'un des noyaux 2 un tube isolant 9 en écartant la fente 22, en faisant passer le noyau 2 par la fente 22 et en referment ensuite la fente 22 lorsque le noyau 2 est dans le tube 9. La charnière 23 permet aux demi-coquilles semi-cylindriques constituant le tube 9 de pivoter l'une par rapport à l'autre au cours de ces opérations.

On met ensuite en place à chaque extrémité du tube 9 une roue dentée d'entraînement 83 (figures 7 et 10) formée de deux demi-roues séparées par un plan de joint passant sensiblement par l'axe de la roue 83. Les deux demi-roues sont destinées à être visées l'une à l'autre autour du noyau 2 et de l'extrémité du tube 9 à laquelle la roue 83 est affectée. A cet effet, de part et d'autre de son ouverture centrale, la roue 83 est munie de deux alésages 88 qui traversent le plan de joint 87 entre les demi-roues 84 et 85. Les alésages 88 sont taraudés dans la demi-roue 85 (dont la denture n'est pas représentée) et sont noyés dans un puits 89 débouchant dans la denture (représentée en partie seulement) de la demi-roue 84.

Sur sa face annulaire dirigée vers le noyau 2, la roue 83 présente une surface cylindrique 91 destinée à prendre appui tout autour de l'extrémité annulaire du tube 9. La dimension axiale de la surface 91 correspond à la longueur de tube 9 qui doit dépasser des enroulements 11, 13. En position décalée de 90° par rapport au plan de joint 87, la demi-roue 84 présente une encoche 92 destinée à recevoir les deux tenons 26 jointifs. De son côté, la demi-roue 85 présente à l'opposé de l'encoche 92, une saignée radiale 93 allant de la surface 91 au pourtour denté de la roue 83.

Du côté opposé aux enroulements, la surface 91 est bordée par une collerette 94 servant de butée pour le tube isolant 9.

Une fois que les deux roues 83 sont en place (figure 10), on installe autour de chacune d'elles trois satellites dentés 96. Pour chaque roue 83, l'un des satellites 96 est couplé à un moteur 97 tandis que les deux autres assurent simplement le centrage des roues 83. Parmi ceux-ci, l'un porte du côté opposé au tube 9 une collerette 98 destinée à positionner axialement les roues 83.

On amène ensuite la bande conductrice 99 à l'extrémité de laquelle on a fixé une bande conductrice transversale qui constitue de chaque côté de la bande 99 une lame 56 qu'on engage dans la saignée 93 de la roue d'entraînement 83 adjacente. L'une des lames 56 constituera ensuite la lame de contact de phase de l'enroulement (voir figure 4), tandis que l'autre (non visible sur la figure 10), qui peut être beaucoup plus courte sert uniquement à l'entraînement de la bande 99 par les roues 83.

La bande 99 est constituée d'un ruban d'aluminium recouvert d'une feuille de papier isolant destinée à isoler électriquement la spire en cours de réalisation de la spire suivante.

Pour favoriser l'entraînement de la bande 99 par les roues 83, on a collé le départ de celle-ci avec de la bande adhésive 101.

Quand l'enroulement basse tension 11 est terminé, on fixe à l'extrémité de celui-ci la lame de couplage du neutre 63 (figure 4) que l'on engage dans la saignée 93 de la roue 83 (figure 10).

On place ensuite autour de l'enroulement 11 une entretoise isolante en matière plastique (non représentée) de type connu, analogue à une échelle qu'on aurait recourbée pour rapprocher ces deux extrémités.

On réalise ensuite autour de cette entretoise l'enroulement 13 d'une façon qui, en ce qui concerne la disposition des spires et leur isolation mutuelle, est analogue à celle décrite dans le brevet US 2 968 445.

Au cours de la réalisation de l'enroulement 13, on branche les contacts 73 là où cela est prévu.

Une fois l'enroulement 13 terminé, on démonte les roues 83, et on réalise de la même manière les enroulements autour des deux autres noyaux 2.

On met ensuite en place les cales 28 et 29 autour de chaque noyau 2, on pose les accessoires 53, 54, 68 (figure 4) et on réalise les connexions.

Le transformateur qui vient d'être décrit est ainsi particulièrement facile à réaliser, léger, compact et performant. En effet, le tube isolant 9 est très facile à mettre en place, et permet en outre de ne prévoir qu'un très faible espace entre l'enroulement 11 et le noyau 2. En outre, grâce à ce procédé de réalisation des enroulements à l'aide du tube 9, la quasi-totalité de la longueur des noyaux 2 est occupée par les enroulements.

Les cales 28 et 29, qui coopèrent astucieusement avec le tube 9 assurent à elles seules toutes les fonctions de positionnement des enroulements par rapport au cadre magnétique 1. Le positionnement très précis assuré de cette manière permet de réduire les marges de sécurité prévues pour les espaces d'isolation, ce qui est avantageux en légèreté et en performance.

Grâce aux ailettes 44 et 46, ainsi qu'aux parties bombées du voile 43 jouant le rôle de déflecteurs d'huile, une véritable circulation d'huile peut s'établir par thermo-siphon entre les enroulements.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée à l'exemple représenté, de nombreux aménagements pouvant être apportés à cet exemple, sans sortir du cadre de l'invention.

C'est ainsi que l'invention peut s'appliquer à tout transformateur monophasé ou polyphasé à fenêtre(s) rectangulaire(s).

Il n'est pas indispensable que le tube isolant porte des moyens de couplage en rotation avec les roues d'entraînement et les cales. Ce couplage pourraît par exemple s'effectuer par une saillie mince portée par les roues et les cales et s'engageant dans la fente 22.

Le tube isolant peut être constitué de deux coquilles totalement séparées. Il peut au contraire n'être constitué que d'une coquille élastique sans charnière.

On pourraît ne prévoir qu'une seule roue d'entraînement.

On pourrait également prévoir que le circuit haute tension est bobiné directement autour du noyau,

tandis que le circuit basse tension est bobiné autour du circuit haute tension.

### Revendications

1. Transformateur électrique comprenant un cadre magnétique (1) comportant au moins une culasse (3, 4) et au moins un noyau (2) qui définissent ensemble au moins une fenêtre sensiblement rectangulaire (6), au moins un circuit électrique haute tension (13) et au moins un circuit électrique basse tension (11) aménagés autour d'un tube isolant (9) entourant lui-même le noyau magnétique (2) qui lui est affecté, caractérisé en ce que chaque extrémité du tube isolant (9) dépasse axialement des circuits électriques (11, 13) qu'il porte et est associée à une cale annulaire (28, 29) interposée entre l'extrémité annulaire des circuits électriques (11, 13) et la culasse (3, 4), et en ce que cette cale (28, 29) présente sur sa face dirigée vers le noyau (2), deux surfaces d'appui décalées radialement, l'une (34) prenant appui sur le noyau magnétique (2), l'autre (37) plus proche des enroulements (11 à 13) prenant appui sur le tube isolant (9).

2. Transformateur conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que la surface d'appui (37) sur le tube (9) est cylindrique et a un diamètre correspondant à celui du tube (9), tandis que la surface d'appui (34) sur le noyau (2) épouse le profil de ce dernier.

3. Transformateur conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que chaque cale (28, 29) comporte deux demi-cales (31, 32) assemblées selon un plan de joint sensiblement diamétral.

4. Transformateur conforme à la revendication 3, caractérisé en ce que chaque demi-cale (31, 32) porte sur sa face dirigée vers le barreau de culasse (3, 4) adjacente, des moyens d'adhérence (48) sur ce-lui-ci.

5. Transformateur conforme à la revendication 4, caractérisé en ce que ces moyens comprennent des ailettes (48) couchées dans le sens de l'extraction des demi-cales (31, 32).

6. Transformateur conforme à l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la cale (28, 29) porte sur sa face tournée vers le circuit électrique (11, 13) des ailettes (44, 44a, 46) réservant entre elles des canaux pour la circulation d'un fluide de refroidissement entre l'intérieur et l'extérieur des circuits électriques (11, 13).

7. Transformateur conforme à l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le tube isolant (9) présente à chacune de ses extrémités au moins une saillie radiale (26) engagée dans une cavité correspondante (39) de la cale (28 ou 29) adjacente de façon à donner au tube (9) et à la cale (28, 29) une position angulaire relative déterminée.

8. Transformateur conforme à la revendication 7, dans lequel le cadre magnétique est réalisé à partir d'au moins une bande de tôle roulée autour d'une fenêtre magnétique (6), caractérisé en ce que le tube (9) est réalisé en matière plastique et fendu selon une ligne sensiblement axiale (22).

9. Transformateur conforme à l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'une au moins des cales (28, 29) porte des supports isolants (53, 54,

68) pour les contacts d'entrée et de sortie des circuits électriques (11, 13).

10. Transformateur  $n$ -phasé conforme à l'une des revendications 1 à 9, comprenant  $n$  noyaux parallèles (2) séparés par des fenêtres rectangulaires (6), et une cale annulaire (28, 29) de chaque côté des circuits électriques (11, 13) montés sur chaque noyau (2), caractérisé en ce que les  $n$  cales associées aux extrémités des noyaux (2) dirigées vers l'une des culasses (4) portent chacune un boîtier (68) portant une série de prises de réglage (73) branchées en certains points de l'enroulement haute tension (13), et en ce qu'une tringle (71) portant en face de chaque noyau (2) une pièce (72) de contact avec l'une au moins des prises (73) au choix, est montée à coulisse parallèlement aux culasses (3, 4) et reliée à des moyens de commande (76, 77, 78), le montage électrique étant tel qu'en faisant coulisser la tringle (71) on règle le nombre de spires en service dans les enroulements haute tension (13).

11. Transformateur conforme à la revendication 10, aménagé dans une cuve avec ses noyaux magnétiques (2) disposés verticalement, caractérisé en ce que la tringle (71) est disposée entre les enroulements (11, 13) et le fond de la cuve, à côté de l'une des culasses (4).

12. Transformateur conforme à l'une des revendications 10 ou 11, caractérisé en ce que les moyens de commande comprennent un câble (76) relié à une poignée de commande verrouillable (78), la tringle (71) étant en outre associée à des moyens de rappel élastiques (81, 82) assurant la tension permanente du câble (76).

13. Transformateur conforme à la revendication 12, caractérisé en ce que les moyens de rappel comprennent un ressort hélicoïdal (82) dont une extrémité est liée à un pignon (81) coopérant avec une crémaillère (79) portée par la tringle (71), et dont l'autre extrémité est fixé par rapport au cadre magnétique (1).

14. Transformateur conforme à l'une des revendications 1 à 13, aménagé dans une cuve (14) avec ses noyaux (2) disposés verticalement, caractérisé en ce que le fond et le couvercle (16) de la cuve (14) présentent des saillies (18, 19) destinées à coopérer avec le circuit magnétique (1) pour positionner celui-ci dans la cuve (14), au moins un tampon élastique (21) étant en outre interposé entre le couvercle (16) et le cadre magnétique (1).

### Patentansprüche

1. Elektrischer Transformator mit einem Magnetrahmen (1), der wenigstens ein Joch (3, 4) und wenigstens einen Kern (2) umfasst, welche gemeinsam wenigstens ein im wesentlichen rechtwinkliges Fenster (6) begrenzen, wenigstens einem elektrischen Hochspannungskreis (13) und wenigstens einem elektrischen Niederspannungskreis (11), die um ein Isolierrohr (9) herum aufgebracht sind, welches seinerseits den zugeordneten Magnetkern (2) umgibt, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Ende des Isolierrohres (9) axial über die von ihm getragenen elektrischen Kreise (11, 13) hinaussteht und einem ringförmigen

Füllstück (28, 29) zugeordnet ist, welches zwischen dem ringförmigen Ende der elektrischen Kreise (11, 13) und dem Joch (3, 4) eingefügt ist, und dass dieses Füllstück (28, 29) auf seiner dem Kern (2) zugewandten Fläche zwei radial gegeneinander versetzte Stützoberflächen aufweist, von denen die eine (34) sich auf dem Magnetkern (2) und die andere (37), welche den Wicklungen (11 bis 13) näher liegt, sich auf dem Isolierrohr (9) abstützt.

2. Transformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützoberfläche (37) an dem Rohr (9) zylindrisch ist und einen Durchmesser aufweist, der demjenigen des Rohres (9) entspricht, während die Stützoberfläche (34) zur Abstützung auf dem Kern (2) an das Profil desselben anschmiegt ist.

3. Transformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Füllstück (28, 29) zwei Halbstücke (31, 32) umfasst, die längs einer im wesentlichen diametralen Vereinigungsebene zusammengesetzt sind.

4. Transformator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Halbstück (31, 32) auf seiner dem angrenzenden Jochsteg (3, 4) zugewandten Fläche Mittel (48) zum Anhaften an diesem aufweist.

5. Transformator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass diese Mittel Flügel (48) umfassen, die in Ausziehrichtung der Halbstücke geneigt sind.

6. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Füllstück (28, 29) auf seiner dem elektrischen Kreis (11, 13) zugewandten Fläche Flügel (44, 44a, 46) trägt, zwischen denen Kanäle zum Zirkulieren eines Kühlfluids zwischen der Innenseite und der Aussenseite der elektrischen Kreise (11, 13) verbleiben.

7. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Isolierrohr (9) an jedem seiner Enden wenigstens einen radialen Vorsprung (26) aufweist, der in einen entsprechenden Hohlraum (39) des angrenzenden Füllstücks (28 oder 29) eingesetzt ist, so dass dem Rohr (9) und dem Füllstück (28, 29) eine bestimmte relative Winkelstellung gegeben ist.

8. Transformator nach Anspruch 7, bei welchem der Magnetrahmen aus wenigstens einem Blechband gebildet ist, das um ein Magnetfenster (6) herumgewickelt ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Rohr (9) aus Plastikmaterial gebildet und entlang einer im wesentlichen axialen Linie (22) geschlitzt ist.

9. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eines der Füllstücke (28, 29) isolierende Träger (53, 54, 68) für die Eingangs- und Ausgangskontakte der elektrischen Kreise (11, 13) trägt.

10. n-phägiger Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit  $n$  parallelen Kernen (2), die durch rechtwinklige Fenster (6) getrennt sind, und mit einem ringförmigen Füllstück (28, 29) auf jeder Seite der auf jedem Kern (2) montierten elektrischen Kreise (11, 13), dadurch gekennzeichnet, dass die  $n$  Füllstücke, die den zu einem der Jocher (4) hin gerichteten Enden der Kerne (2) zugeordnet sind, jeweils ein Ge-

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

häuse (68) tragen, das eine Reihe von Einstellabgriffen (73) trägt, die an bestimmten Punkten der Hochspannungswicklung (13) abgezweigt sind, und dass eine Schiene (71), die gegenüber jedem Kern (2) ein Kontaktstück (72) zur Kontaktierung wenigstens wahlweise eines der Abgriffe (73) trägt, parallel zu den Jochen (3, 4) verschiebbar gelagert und mit Steuermitteln (76, 77, 78) verbunden ist, wobei die elektrische Schaltung derart getroffen ist, dass durch Verschieben der Schiene (71) die Anzahl von Windungen eingestellt wird, die in den Hochspannungswicklungen (13) in Betrieb sind.

11. Transformator nach Anspruch 10, der mit seinen Magnetkernen (2) senkrecht in einer Wanne angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Schiene (71) zwischen den Wicklungen (11, 13) und dem Boden der Wanne neben einem der Jocher (4) angeordnet ist.

12. Transformator nach einem der Ansprüche 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuermittel ein Seil (76) umfassen, das an einen verriegelbaren Steuergriff (78) angeschlossen ist, wobei die Schiene (71) ferner elastischen Rückholmitteln (81, 82) zugeordnet ist, welche eine andauernde Spannung des Seils (76) gewährleisten.

13. Transformator nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Rückholmittel eine Schraubenfeder (82) umfassen, deren eines Ende an ein Ritzel (81) angeschlossen ist, welches mit einer von der Schiene (71) getragenen Zahnstange (79) zusammenwirkt und deren anderes Ende in bezug auf den Magnetrahmen (1) ortsfest angeordnet ist.

14. Transformator nach einem der Ansprüche 1 bis 13, welcher mit seinen Kernen (2) senkrecht angeordnet in einer Wanne (14) untergebracht ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Boden und der Deckel (16) der Wanne (15) Vorsprünge (18, 19) aufweisen, die dazu bestimmt sind, mit dem Magnetrahmen (1) zusammenwirken, um diesen in der Wanne (14) zu positionieren, wobei ferner wenigstens ein elastisches Kissen (21) zwischen den Deckel (16) und den Magnetrahmen (1) eingefügt ist.

## Claims

1. Electric transformer comprising a magnetic frame (1) comprising at least one yoke (3, 4) and at least one core (2) which define together at least one substantially rectangular window (6), at least one high-voltage electric circuit (13) and at least one low-voltage electric circuit (11) arranged round an insulating tube (9) which in turn surrounds the magnetic core (2) which is assigned thereto, characterized in that each end of the insulating tube (9) projects axially beyond the electric circuits (11, 13) which it supports and is associated with an annular spacer (28, 29) interposed between the annular extremity of the electric circuits (11, 13) and the yoke (3, 4) and that this spacer (28, 29) is provided on that face which is directed towards the core (2) with two radially displaced bearing surfaces, one surface (34) being applied against the magnetic core (2), the other surface (37) being closer to the windings (11 to 13) and applied against the insulating tube (9).

2. Transformer in accordance with claim 1, characterized in that the bearing surface (37) applied against the tube (9) is cylindrical and has a diameter corresponding to that of the tube (9) whilst the bearing surface (34) applied against the core (2) closely conforms to the profile of this latter.

3. Transformer in accordance with claim 1, characterized in that each spacer (28, 29) comprises two half-spacers (31, 32) which are assembled together along a substantially diametral joint plane.

4. Transformer in accordance with claim 3, characterized in that each half-spacer (31, 32) carries, on that face which is directed towards the adjacent yoke bar (3, 4), means (48) for adhering to this latter.

5. Transformer in accordance with claim 4, characterized in that these means comprise fins (48) which are inclined in the direction of extraction of the half-spacers (31, 32).

6. Transformer in accordance with any of claims 1 to 5, characterized in that the spacer (28, 29) carries, on that face which is directed towards the electric circuit (11, 13), fins (44, 44<sub>a</sub>, 46) forming ducts between each other for circulating a coolant fluid between the interior and the exterior of the electric circuits (11, 13).

7. Transformer in accordance with any one of claims 1 to 6, characterized in that the insulating tube (9) is provided at each end with at least one radial projection (26) engaged in a corresponding cavity (39) of the adjacent spacer (28 or 29) in order to place the tube (9) and the spacer (28, 29) in a predetermined relative angular position.

8. Transformer in accordance with claim 7, in which the magnetic frame is fabricated from at least one strip of sheet iron wound around a magnetic window (6), characterized in that the tube (9) is formed of plastic material and split along a substantially axial line (22).

9. Transformer in accordance with any one of claims 1 to 8, characterized in that at least one of the spacers (28, 29) carries insulating supports (53, 54, 68) for the input and output contacts of the electric circuits (11, 13).

10. n-phase transformer in accordance with any one of claims 1 to 9, comprising n parallel cores (2)

5 separated by rectangular windows (6), and an annular spacer (28, 29) on each side of the electric circuits (11, 13) which are mounted on each core (2), characterized in that the n spacers associated with the ends of the cores (2) which are directed towards one of the yokes (4) each carry a casing (68) for carrying a series of adjustment taps (73) which are connected at certain points of the high-voltage winding (13) and that a bar (71) which carries opposite to each core (2) a member (72) for establishing a contact with at least one selected tap (73) is mounted for sliding motion in a direction parallel to the yokes (3, 4) and connected to actuating means (76, 77, 78), the electric circuit arrangement being such that a displacement of the bar (71) in sliding motion has the effect of adjusting the number of turns in service in the high-voltage windings (13).

11. Transformer in accordance with claim 10, arranged within a tank with its magnetic cores (2) placed vertically, characterized in that the bar (71) is placed between the windings (11, 13) and the bottom of the tank next to one of the yokes (4).

12. Transformer in accordance with one of the claims 10 or 11, characterized in that the actuating means comprise a cable (76) connected to a lockable operating handle (78), the bar (71) being associated in addition with elastic restoring means (81, 82) for continuously maintaining the cable (76) under tension.

13. Transformer in accordance with claim 12, characterized in that the restoring means comprise a helical spring (82), one end of which is connected to a pinion (81) in cooperating relation with a toothed rack (79) carried by the bar (71) and the other end of which is stationary with respect to the magnetic frame (1).

14. Transformer in accordance with any one of claims 1 to 13, arranged within a tank (14) with its cores (2) placed vertically, characterized in that the bottom and the cover (16) of the tank (14) are provided with projecting lugs (18, 19) which are intended to co-operate with the magnetic circuit (1) in order to position this latter within the tank (14), at least one elastic pad (21) being additionally interposed between the cover (16) and the magnetic frame (1).

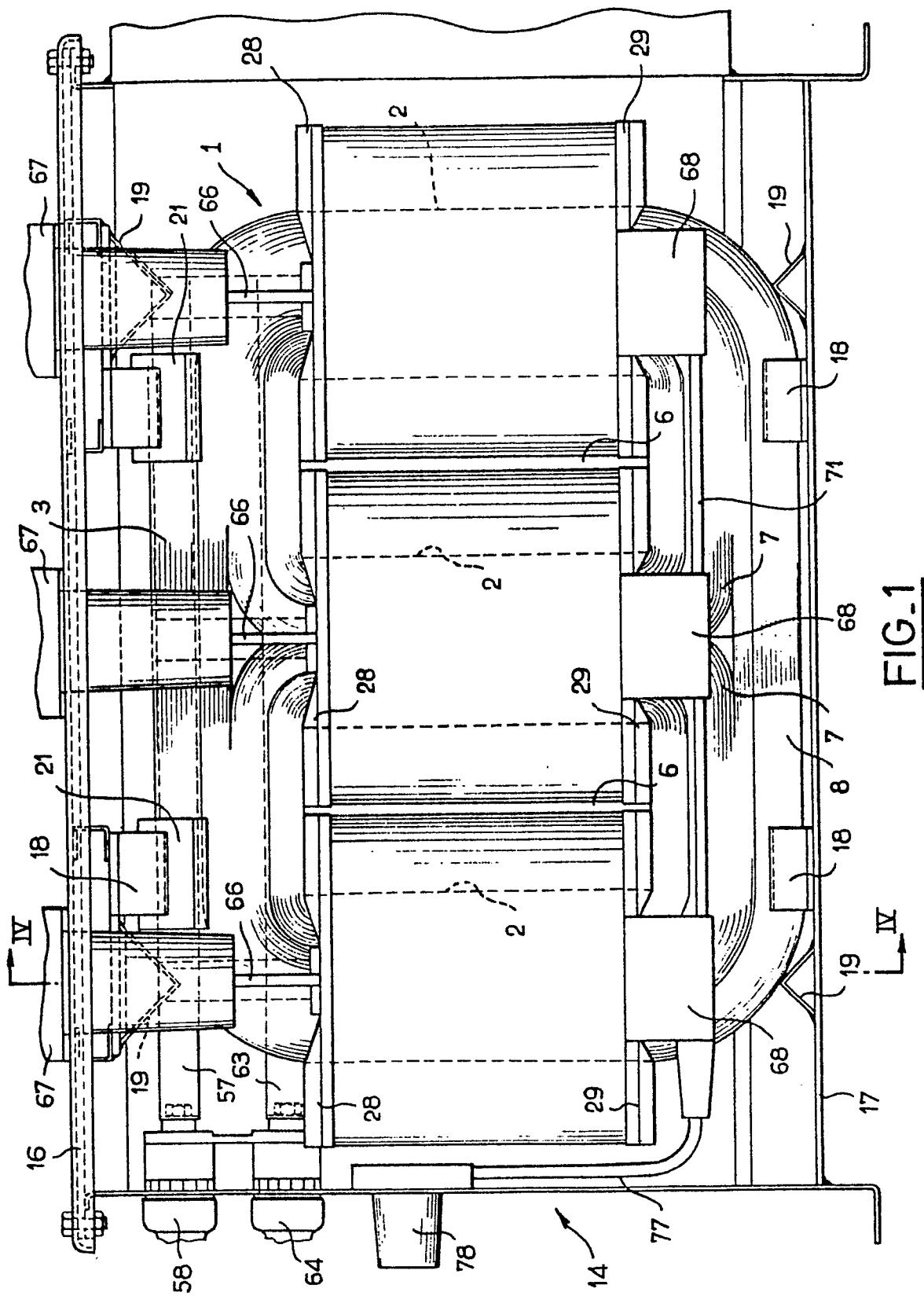
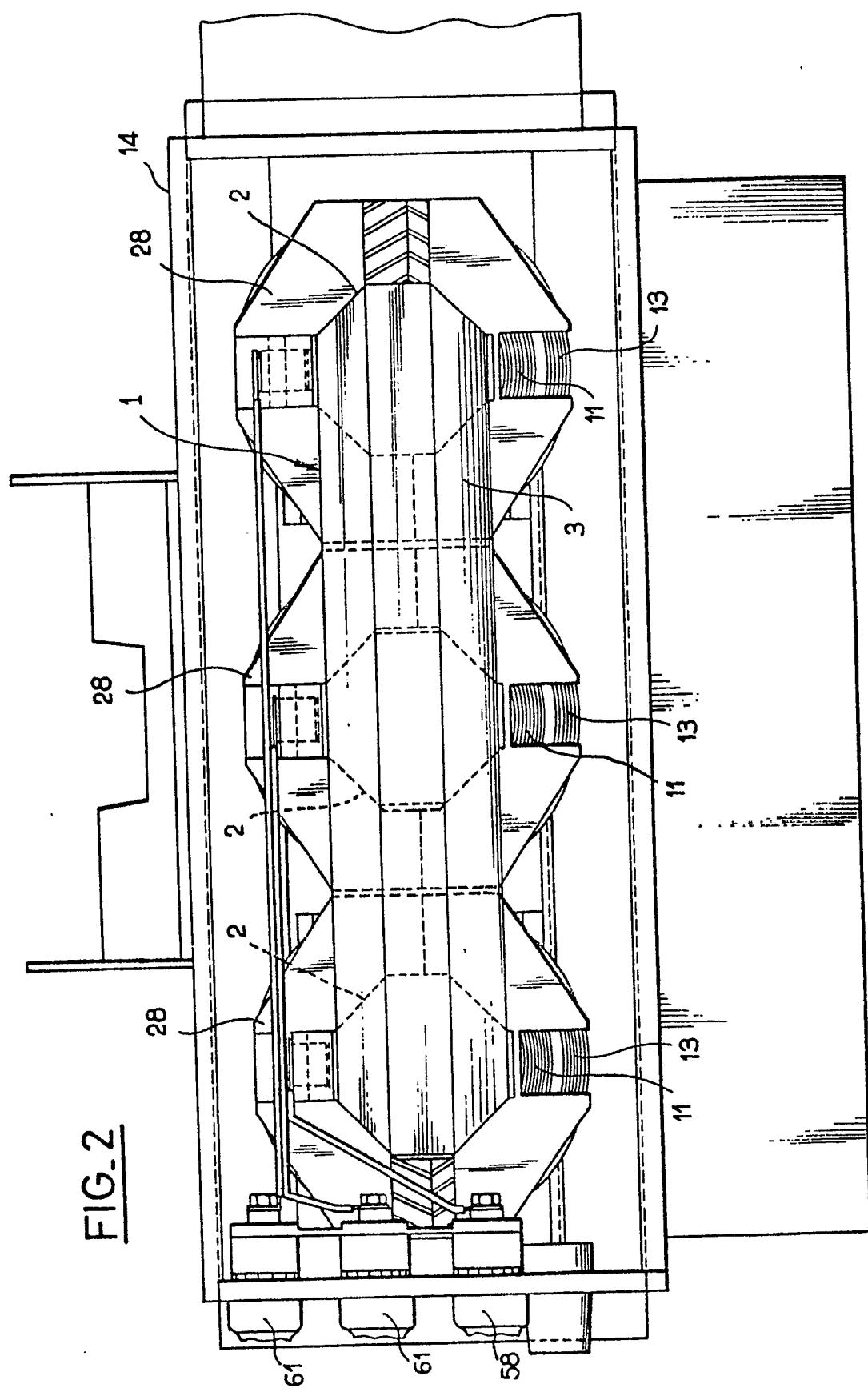
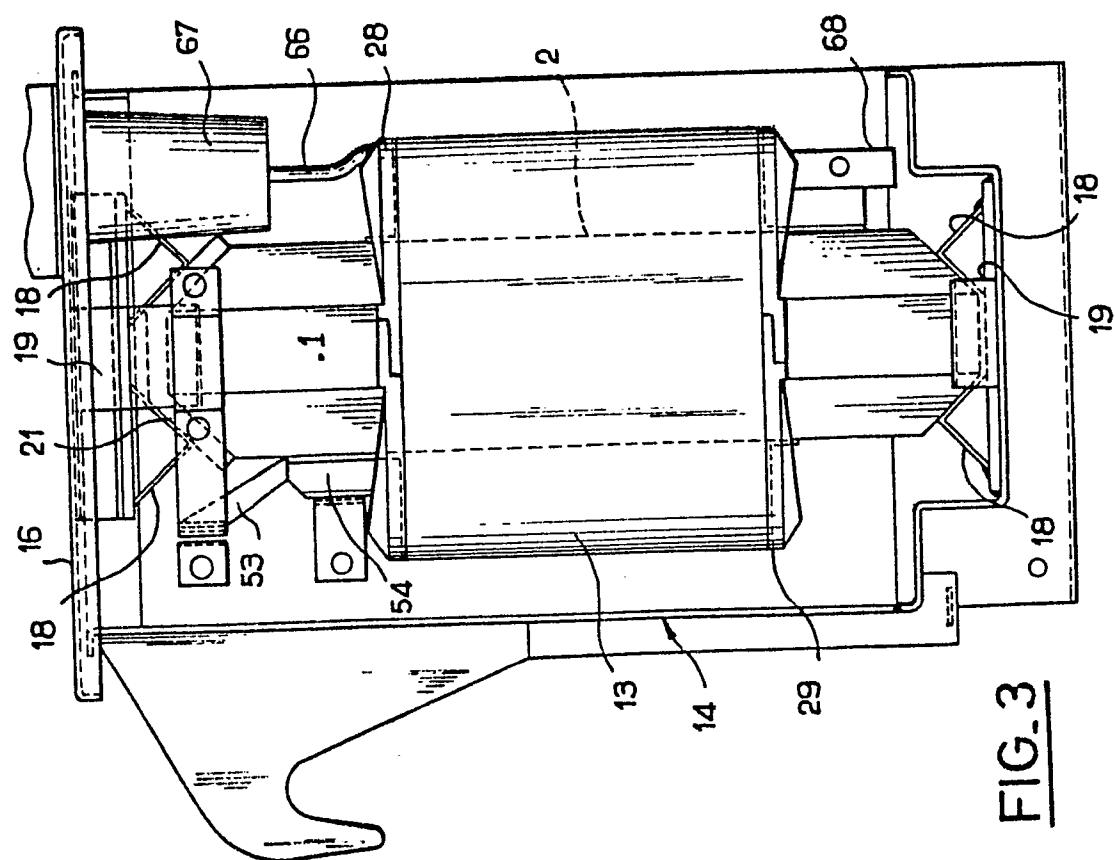
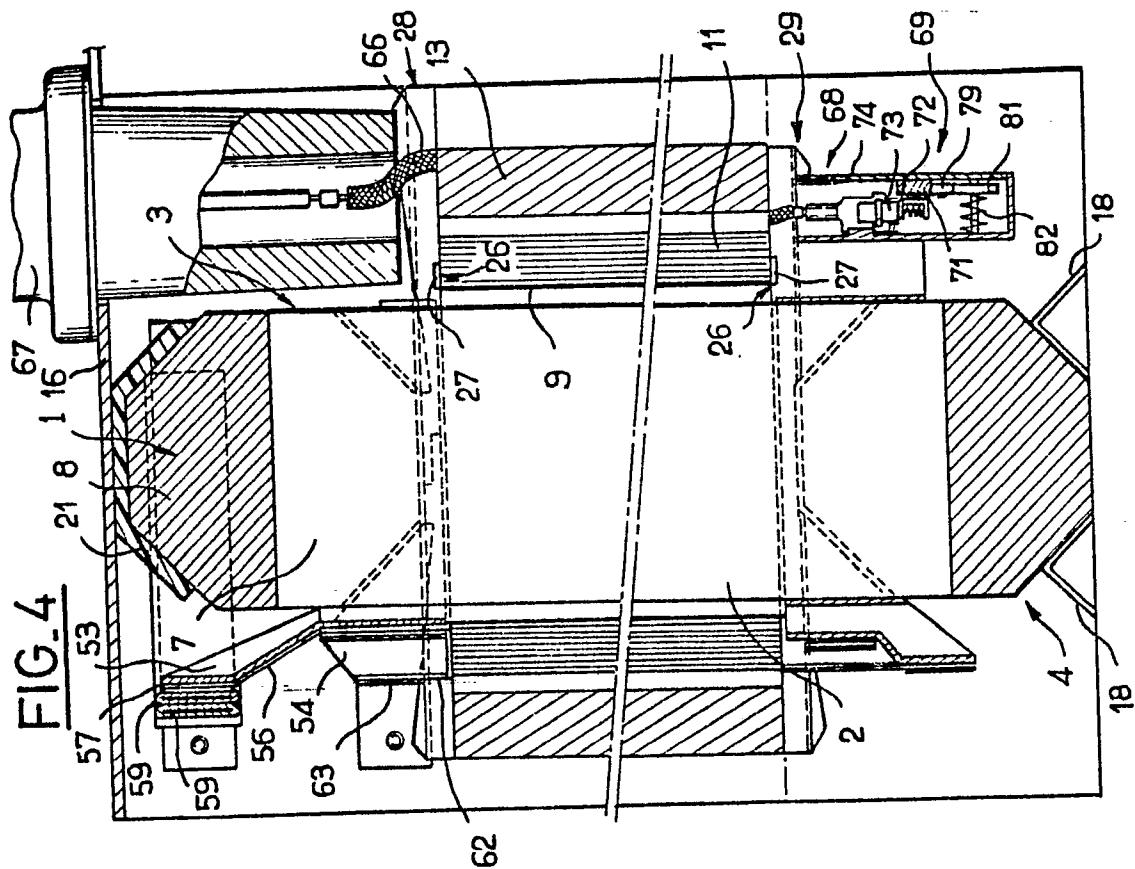


FIG. 1





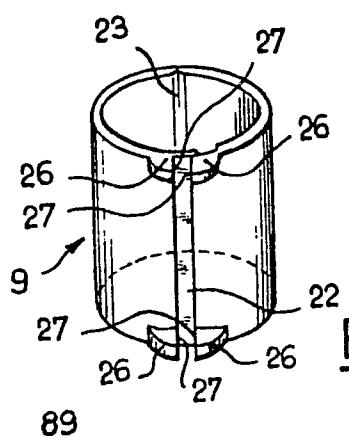


FIG. 5

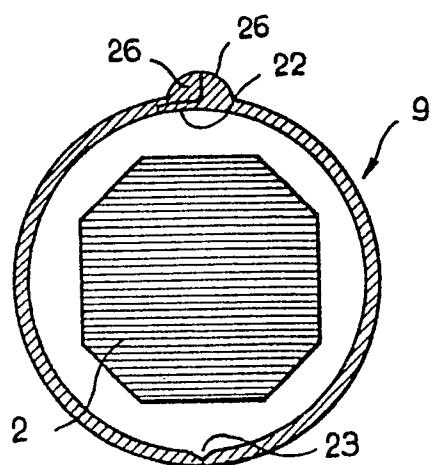


FIG. 6

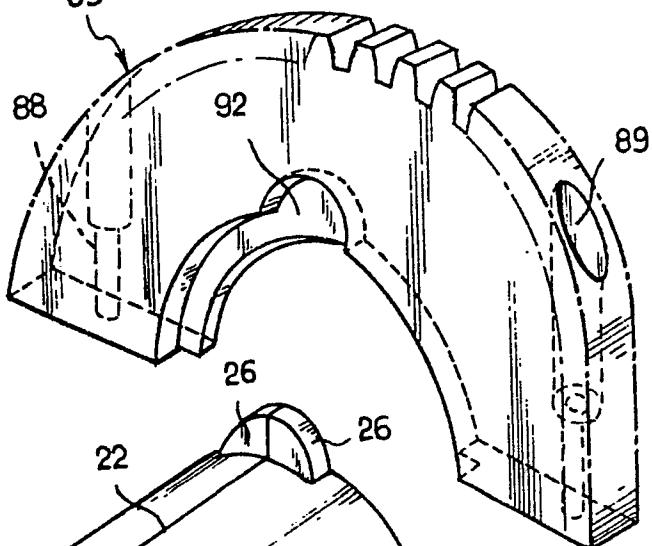


FIG. 7

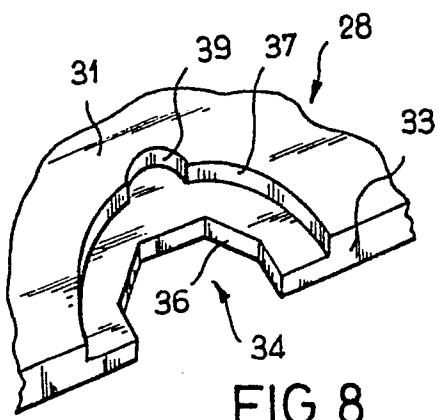


FIG. 8

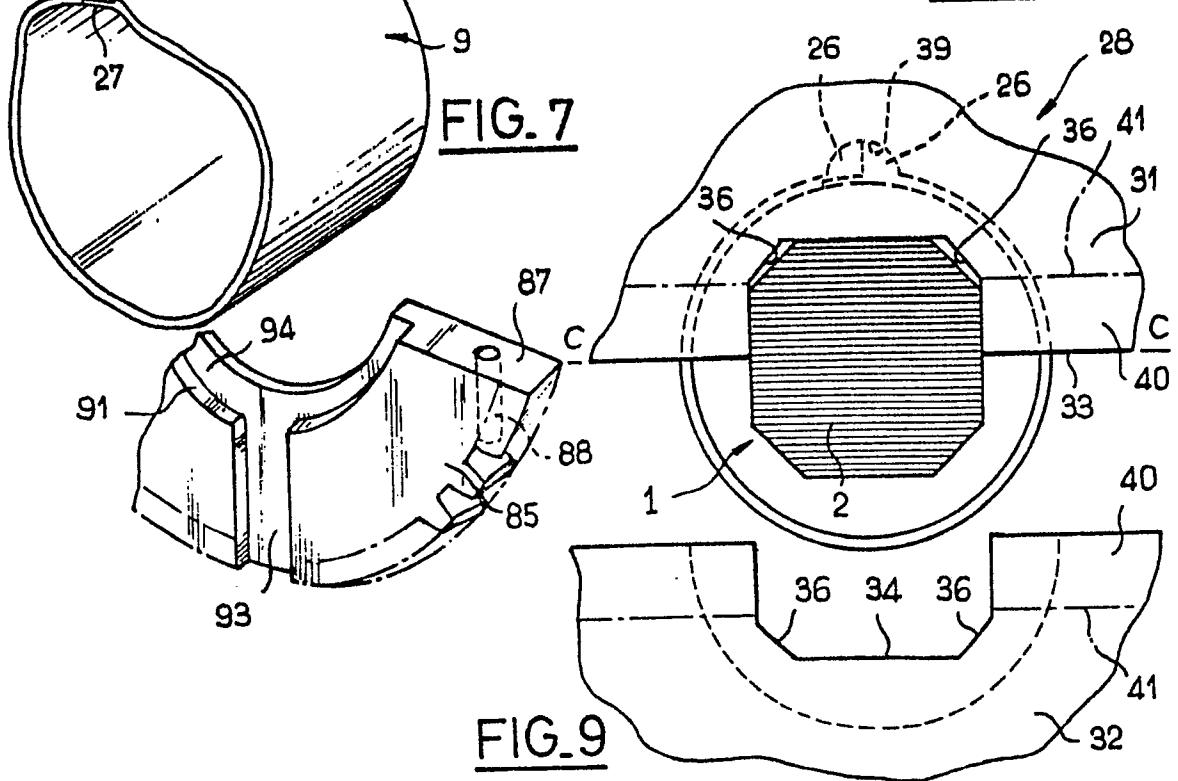


FIG. 9

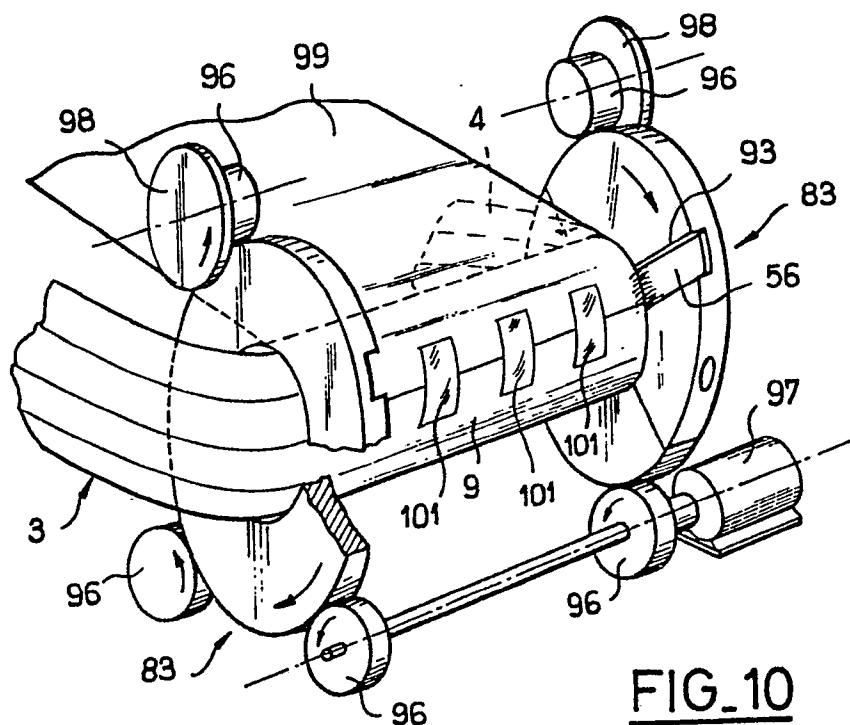


FIG. 10

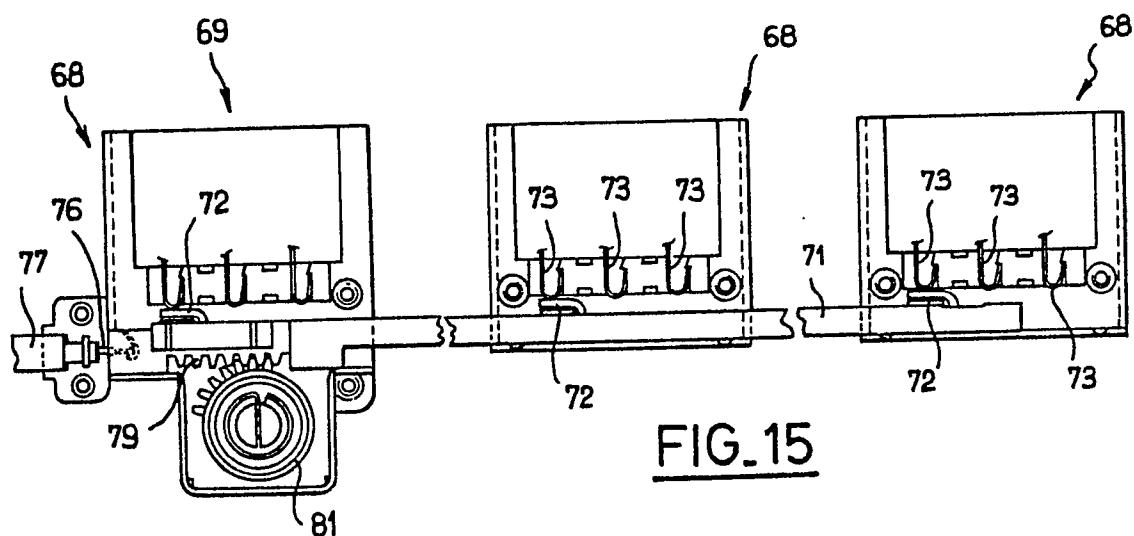


FIG. 15

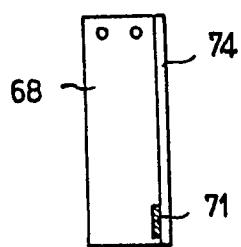


FIG. 16

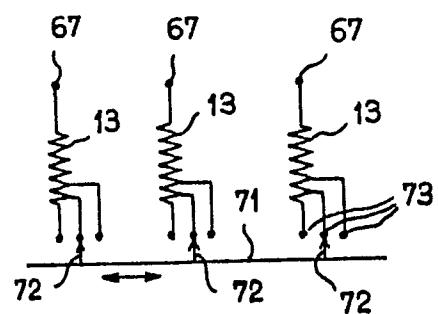


FIG. 17

