

⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :  
**07.05.86**

⑤① Int. Cl.<sup>4</sup> : **H 01 F 41/06, H 01 F 5/02**

②① Numéro de dépôt : **83400328.7**

②② Date de dépôt : **16.02.83**

⑤④ **Procédé pour réaliser un transformateur électrique, transformateur ainsi réalisé et roue pour le bobiner.**

③① Priorité : **19.02.82 FR 8202753**

④③ Date de publication de la demande :  
**31.08.83 Bulletin 83/35**

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :  
**07.05.86 Bulletin 86/19**

⑧④ Etats contractants désignés :  
**AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE**

⑤⑥ Documents cités :  
**FR-A- 1 007 119**  
**FR-A- 1 266 062**  
**FR-A- 1 517 370**  
**FR-A- 2 177 863**  
**GB-A- 548 548**  
**GB-A- 756 021**  
**GB-A- 1 194 805**  
**US-A- 2 709 051**  
**US-A- 2 807 874**  
**US-A- 2 985 392**  
**PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 5, no. 141, 5**  
**septembre 1981, page (E-73)(813)**

⑦③ Titulaire : **SOCIETE NOUVELLE TRANSFIX Société**  
**Anonyme**  
**c/o Manufacture d'Appareillage Electrique de Cahors**  
**B.P. 149**  
**F-46003 Cahors Cedex (FR)**

⑦② Inventeur : **Beisser, Jean-Claude**  
**Crêtets 122**  
**CH-2300 La Chaux de Fonds (CH)**

⑦④ Mandataire : **Bouju, André**  
**Cabinet Bouju 38 avenue de la Grande Armée**  
**F-75017 Paris (FR)**

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 procédé pour réaliser un transformateur électrique monophasé ou polyphasé plus particulièrement du genre dans lequel le circuit magnétique définit au moins une fenêtre rectangulaire.

L'invention concerne également un transformateur réalisé selon le procédé ci-dessous.

Elle concerne aussi une roue pour bobiner ce transformateur selon le procédé précité.

Dans les transformateurs visés par l'invention, les circuits électriques haute et basse tension sont bobinés autour d'un ou plusieurs tubes isolants entourant à leur tour chacun un noyau magnétique constitué par l'une des branches du circuit magnétique. Selon les réalisations, chaque circuit peut avoir son noyau et son tube isolant ou bien il n'y a au contraire qu'un noyau pour chaque phase.

Certains procédés avantageux pour réaliser de tels transformateurs, ne permettent ni de réaliser le circuit magnétique autour des bobinages électriques, ni d'enfiler les circuits électriques sur les noyaux magnétiques à un certain stade de la réalisation du circuit magnétique. C'est le cas si le circuit magnétique à fenêtre rectangulaire consiste en une ou plusieurs bandes de tôle roulées autour des fenêtres magnétiques. Selon de tels procédés de fabrication, il est nécessaire de bobiner les circuits électriques autour du noyau magnétique une fois que le circuit magnétique est terminé.

Pour réaliser le circuit électrique, le brevet US 2 968 445 enseigne de mettre en place autour du noyau une roue dentée mince portant un embout cylindrique entourant le noyau. L'ensemble roue dentée-embout est assemblé à partir de deux moitiés selon un plan de joint axial. La roue dentée étant placée à l'une des extrémités du noyau, on roule autour de l'embout plusieurs couches de papier isolant pour réaliser le tube isolant, puis on bobine les circuits électriques autour du tube isolant. On désassemble ensuite les deux moitiés de la roue dentée, et on ôte celle-ci en extrayant axialement du tube isolant les demi-embouts.

Ce procédé présente l'inconvénient que le papier ou carton dont est réalisé le tube est, malgré toutes les précautions prises, une matière fragile et manquant de rigidité, susceptible d'être à l'origine de défauts d'isolation et impliquant donc de larges espaces de sécurité entre tube et noyau. On ne voit pourtant pas quelle matière autre que le carton pourrait être mise en œuvre avec plus de succès dans le cadre d'un tel procédé. En outre, les circuits électriques ne peuvent occuper toute la longueur du noyau. En effet, il faut réserver une certaine longueur pour l'épaisseur de la roue dentée, et encore une longueur supplémentaire permettant ensuite d'extraire l'embout de tube en carton. En outre, la réalisation du tube isolant est peu commode et nécessite des précautions quant à la superposi-

tion correcte et serrée des couches de papier.

Le but de l'invention est de remédier à ces inconvénients en proposant un procédé selon lequel les enroulements électriques soient faciles à mettre en place sur le circuit magnétique et occupant la quasi-totalité de la longueur du ou des noyaux.

L'invention vise ainsi un procédé pour fabriquer un transformateur comportant un cadre magnétique comprenant au moins un noyau et au moins une culasse qui définissent ensemble au moins une fenêtre sensiblement rectangulaire, au moins un circuit électrique haute tension et un circuit électrique basse tension. Selon ce procédé, on réalise le circuit magnétique, on place autour du noyau un tube isolant dont l'une des extrémités au moins est couplée de façon amovible à une roue d'entraînement démontable, et on bobine les spires électriques en provoquant la rotation du tube isolant par l'intermédiaire de la roue d'entraînement.

Suivant l'invention, le procédé est caractérisé en ce qu'on part d'un tube isolant en matière plastique fendu selon au moins une ligne dirigée sensiblement axialement, en ce qu'on écarte la fente pour faire passer le noyau magnétique à l'intérieur du tube, en ce qu'on referme la fente, et en ce qu'à ce stade seulement, on met en place la roue d'entraînement au tour du noyau en l'accouplant mécaniquement à l'extrémité annulaire du tube isolant.

Ainsi, la pose du tube isolant est considérablement simplifiée et celui-ci est à la fois plus rigide et meilleur isolant. Il n'est plus nécessaire que la roue d'entraînement présente un embout engagé à l'intérieur du tube, de sorte qu'en fin de bobinage, la roue d'entraînement est facile à extraire, et il n'est pas nécessaire de prévoir une longueur supplémentaire de noyau à cet effet. La longueur du noyau est donc disponible en quasi-totalité pour les enroulements.

Selon un autre aspect de l'invention, le transformateur réalisé selon le procédé ci-dessus et comprenant au moins un noyau et au moins une culasse qui définissent ensemble au moins une fenêtre sensiblement rectangulaire, au moins un circuit électrique haute tension et au moins un circuit électrique basse tension bobinés autour d'au moins un tube isolant placé autour du noyau, est caractérisé en ce que le tube isolant est en matière plastique et présente une fente unique dirigée sensiblement axialement, et peut s'écarter élastiquement pour permettre de faire passer le noyau magnétique par la fente.

Le tube isolant peut ainsi être réalisé en une seule pièce et sa mise en place ne nécessite aucune opération de fixation.

Selon un troisième aspect de l'invention, la roue d'entraînement en rotation du tube isolant pour la mise en œuvre du procédé, comprenant deux demi-roues destinées à être assemblées autour d'un noyau appartenant à un cadre

magnétique du transformateur, et à y être couplées en rotation avec un tube isolant destiné à recevoir au moins un circuit électrique du transformateur, est caractérisée en ce que sur sa face dirigée vers le noyau, ladite roue présente une surface d'appui et de centrage sur le tube isolant, une butée axiale pour le tube isolant, et des moyens de couplage en rotation avec le tube isolant.

Ainsi, même démunie d'embout, la roue dentée assure en même temps le positionnement axial et radial et l'entraînement en rotation du tube isolant.

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 transformateur 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 7 roulé autour de chaque fenêtre 6 et 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 dégénératrices 22. Comme le montrent les figures 5 et 6, le profil de la fente 22 est sinueux, 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 aménagés 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 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 semi-circulaire. 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'exemple 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 à 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 la 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 le 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 coopère 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 refermant 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 joint passant sensiblement par l'axe de la roue 83. Les deux demi-roues sont destinées à être vissées l'une à l'autre 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 (fig. 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 pourrait 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 pourrait 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. Procédé pour fabriquer un transformateur comprenant un cadre magnétique (1) comprenant au moins un noyau (2) et au moins une culasse (3, 4) qui définissent ensemble au moins une fenêtre (6) sensiblement rectangulaire, au moins un circuit électrique haute tension (13) et au moins un circuit électrique basse tension (11), procédé dans lequel on réalise le circuit magnétique (1), on place autour du noyau (2) un tube isolant (9) dont on couple d'une façon amovible l'une des extrémités au moins à une roue d'entraînement démontable (83), et on bobine les spires électriques en provoquant la rotation du tube isolant (9) par l'intermédiaire de la roue d'entraînement (83), caractérisé en ce qu'on part d'un tube isolant (9) en matière plastique fendu selon au moins une ligne (22) dirigée sensiblement axialement, en ce qu'on écarte la fente (22) pour faire passer le noyau magnétique (2) à l'intérieur du tube (9), en ce qu'on referme la fente (22) et en ce qu'à ce stade seulement on met en place la roue d'entraînement (83) autour du noyau (2) en l'accouplant en rotation à l'extrémité annulaire du tube isolant (9).

2. Transformateur réalisé selon le procédé de la revendication 1, comprenant au moins un noyau (2) et au moins une culasse (3, 4) qui définissent ensemble au moins une fenêtre (6) sensiblement rectangulaire, au moins un circuit électrique haute tension (13) et au moins un

circuit électrique basse tension (11) bobinés autour d'au moins un tube isolant (9) placé autour du noyau (2), caractérisé en ce que le tube isolant (9) est en matière plastique et présente une fente unique (22) qui est dirigée sensiblement axialement et peut s'écarter élastiquement pour permettre de faire passer le noyau magnétique (2) par la fente (22).

3. Transformateur conforme à la revendication 2, caractérisé en ce que le tube isolant (9) comprend deux demi-coquilles semi-cylindriques attachées l'une à l'autre par un amincissement axial (23) formant charnière.

4. Transformateur conforme à l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que le profil de la fente (22) est sinueux.

5. Transformateur conforme à l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que le tube isolant (9) présente, à une extrémité destinée à être associée à une roue d'entraînement (83), des moyens (26) permettant le couplage en rotation avec celle-ci.

6. Transformateur conforme à la revendication 5, caractérisé en ce que les moyens de couplage portés par le tube isolant (9) comprennent deux tenons (26) aménagés de chaque côté de la fente (22) et adjacents à celle-ci, ces deux tenons étant destinés à s'engager dans un évidement (92) de la roue d'entraînement en rotation (83).

7. Transformateur conforme à l'une des revendications 5 ou 6, 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), cette cale (28, 29) présentant sur sa face dirigée vers le noyau (2) deux surfaces d'appui décalées radialement (34, 37) l'une (37) prenant appui sur le tube isolant (9), et présentant des moyens (39) capables de coopérer avec les moyens de couplage (26) portés par le tube isolant (9) pour immobiliser celui-ci en rotation autour de son axe par rapport aux cales (28, 29), l'autre (34) prenant appui sur le noyau magnétique (2).

8. Roue d'entraînement en rotation du tube isolant pour la mise en œuvre du procédé conforme à la revendication 1, comprenant deux demi-roues (84, 85) destinées à être assemblées autour d'un noyau (2) appartenant à un cadre magnétique (1) du transformateur, et à y être couplées en rotation avec un tube isolant (9) destiné à recevoir au moins un circuit électrique (11, 13) du transformateur, caractérisée en ce que sur sa face dirigée vers le noyau (2), la roue présente une surface (91) d'appui et de centrage sur le tube isolant (9), une butée axiale (94) pour le tube isolant (9) et des moyens (92) de couplage en rotation avec le tube isolant (9).

9. Roue d'entraînement conforme à la revendication 8, caractérisée en ce que l'une des demi-roues (85) présente sur sa face dirigée vers les enroulements électriques (11, 13) une saignée (93) dirigée radialement destinée à recevoir, pendant le bobinage, au moins une patte de couplage

électrique (56, 62) de l'un au moins des enroulements (11).

## 5 Claims

1. A process for manufacturing a transformer comprising : a magnetic frame (1) having at least one core (2) and at least one yoke (3, 4) which co-operate to bound at least one substantially rectangular window (6) ; at least one high-voltage electrical circuit (13) ; and at least one low-voltage electrical circuit (11), in which process the magnetic circuit (1) is embodied, an insulating tube (9) is placed around the core (2) and is releasably connected at least one end to a demountable driving wheel (83) ; and the winding turns are wound by the tube (9) being rotated through the agency of the driving wheel (83), characterised in that the process starts from a plastics insulating tube (9) formed with at least one substantially axial slot (22), the slot (22) is opened for the core (2) to be placed in the tube (9), the slot (22) is closed and only then is the driving wheel (83) placed around the core (2) and rotatably connected to the annular end of the tube (9).

2. A transformer produced by the process of claim 1 and having at least one core (2) and at least one yoke (3, 4) which co-operate to bound at least one substantially rectangular window (6) ; at least one high-voltage electrical circuit (13) ; and at least one low-voltage electrical circuit (11), such circuits being wound around at least one insulating tube (9) placed around the core (2), characterised in that the insulating tube (9) is made of plastics and is formed with a single substantially axial slot (22) adapted to open resiliently for the core (2) to be introduced through the slot (22).

3. A transformer according to claim 2, characterised in that the insulating tube (9) comprises two hemicylindrical half-shells interconnected by way of an axial recess (23) operative as hinge.

4. A transformer according to claim 2 and/or 3, characterised in that the cross-section of the slot (22) is sinuous.

5. A transformer according to any of claims 2-4, characterised in that the insulating tube (9) has, at an end adapted to be associated with a driving wheel (83), means (26) for rotatably connecting the tube (9) to such wheel (83).

6. A transformer according to claim 5, characterised in that the coupling means on the tube (9) comprise two tenons (26) disposed on either side of and adjacent the slot (22) and engageable in a recess (92) in the rotating driving wheel (83).

7. A transformer according to claim 5 or 6, characterised in that each end of the insulating tube (9) extends axially beyond the electrical circuits (11, 13) on it and is associated with an annular wedge (28, 29) interposed between the annular end of the electrical circuits (11, 13) and the yoke (3, 4) the wedge (28, 29) having on its face facing towards the core (2) two radially offset



bearing surfaces (34, 37), one of which (37) bears on the insulating tube (9) and has means (39) adapted to cooperate with the coupling means (26) on the tube (9) to prevent the same from rotating around its axis relatively to the wedges 28, 29), the other surface (34) bearing on the core (2).

8. A driving wheel for rotating the insulating tube to carry out the process according to claim 1 and comprising two half-wheels (84, 85) assemblable around a core (2) forming part of a magnetic frame (1) of the transformer and adapted to be there coupled in rotation with an insulating tube (9) adapted to receive at least one electrical circuit (11, 13) of the transformer, characterised in that on its face facing towards the core (2) the wheel has a surface (91) for bearing on and centring on the insulating tube (9), an axial abutment (94) for the tube (9) and means (92) for a rotatable coupling with the insulating tube (9).

9. A wheel according to claim 8, characterised in that one of the half-wheels (85) is provided on its face facing towards the electrical windings (11, 13) with a radial groove (93) adapted to receive during winding at least one electrical connecting strip (56, 62) of at least one of the windings (11).

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Transformators, der einen Magnetrahmen (1) mit wenigstens einem Kern (2) und wenigstens einem Joch (3, 4) enthält, welche gemeinsam wenigstens ein im wesentlichen rechtwinkliges Fenster (6) begrenzen, wenigstens einen elektrischen Hochspannungskreis (13) und wenigstens einen elektrischen Niederspannungskreis (11) enthält, wobei nach dem Verfahren der Magnetkreis (1) hergestellt wird, um den Kern (2) herum ein isolierendes Rohr (9) aufgebracht wird, dessen eines Ende lösbar an wenigstens ein demontierbares Antriebsrad (83) angekoppelt wird, und die elektrischen Windungen aufgewickelt werden, indem eine Drehung des isolierenden Rohres (9) über das Antriebsrad (83) verursacht wird, dadurch gekennzeichnet, daß ausgegangen wird von einem isolierenden Rohr (9) aus Kunststoff, welches längs wenigstens einer Linie (22) geschlitzt ist, die im wesentlichen axial verläuft, daß der Schlitz (22) gespreizt wird, um den Magnetkern (2) in das innere des Rohres (9) durchtreten zu lassen, daß der Schlitz (22) wieder geschlossen wird und daß erst in diesem Stadium das Antriebsrad (83) um den Kern (2) herum in Stellung gebracht und mit dem ringförmigen Ende des isolierenden Rohres (9) drehverbunden wird.

2. Transformator, hergestellt nach dem Verfahren nach Anspruch 1, mit wenigstens einem Kern (2) und wenigstens einem Joch (3, 4), die gemeinsam wenigstens ein im wesentlichen rechtwinkliges Fenster (6) begrenzen, wenigstens einen elektrischen Hochspannungskreis (13) und wenigstens einen elektrischen Niederspannungskreis (11), die auf mindestens ein um

den Kern (2) herum angeordnetes isolierendes Rohr (9) aufgewickelt sind, dadurch gekennzeichnet, daß das isolierende Rohr (9) aus Kunststoff besteht und einen einzigen Schlitz (22) aufweist, der sich im wesentlichen axial erstreckt und elastisch spreizbar ist, um den Durchgang des Magnetkerns (2) durch den Schlitz (22) zuzulassen.

3. Transformator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das isolierende Rohr (9) zwei halbzyklindrische Halbschalen umfaßt, die miteinander durch eine in Axialrichtung verlaufende Verjüngung (23) verbunden sind, die ein Scharnier bildet.

4. Transformator nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Profil des Schlitzes (22) ungerade ist.

5. Transformator nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das isolierende Rohr (9) an einem Ende, welches zum Anschließen an das Antriebsrad (83) bestimmt ist, Mittel (26) aufweist, die die Drehverbindung mit diesem ermöglichen.

6. Transformator nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die an dem isolierenden Rohr (9) angebrachten Verbindungsmittel zwei Zapfen (26) umfassen, die auf jeder Seite des Schlitzes (22) angeordnet sind und an diesen angrenzen, wobei diese beiden Zapfen dazu bestimmt sind, in eine Aussparung (92) des Drehantriebsrades (83) einzugreifen.

7. Transformator nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Ende des isolierenden Rohres (9) axial aus den von ihm getragenen elektrischen Kreisen (11, 13) heraussteht 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, wobei dieses Füllstück (28, 29) auf seiner dem Kern (2) zugewandten Fläche zwei radial gegeneinander versetzte Stützflächen (34, 37) aufweist, von denen die eine (37) sich auf dem isolierenden Rohr (9) abstützt, sowie Mittel (39) aufweist, die geeignet sind zum Zusammenwirken mit den Verbindungsmitteln (26), die an dem isolierenden Rohr (9) angebracht sind, um dieses drehfest um seine Achse in bezug auf die Füllstücke (28, 29) zu machen, während die andere (34) sich auf dem Magnetkern (2) abstützt.

8. Drehantriebsrad für ein isolierendes Rohr, zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit zwei Halbrädern (84, 85), die dazu bestimmt sind, um einen zu einem Magnetrahmen (1) des Transformators gehörigen Kern (2) herum zusammenzusetzen und dort mit einem für die Aufnahme wenigstens eines elektrischen Kreises (11, 13) des Transformators bestimmten isolierenden Rohr (9) drehverbunden zu werden, dadurch gekennzeichnet, daß das Rad auf seiner dem Kern (2) zugewandten Fläche eine Oberfläche (91) zum Abstützen und Zentrieren auf dem isolierenden Rohr (9), einen axialen Anschlag (94) für das isolierende Rohr (9) und Mittel (92) zur Drehverbindung mit dem isolierenden Rohr (9) aufweist.



9. Antriebsrad nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß eines der Halbräder (85) auf seiner den elektrischen Wicklungen (11, 13) zugewandten Fläche eine Rinne (93) aufweist, die

radial gerichtet ist und dazu bestimmt ist, während des Wickelns wenigstens eine elektrische Anschlußlasche (56, 62) wenigstens einer der Wicklungen (11) aufzunehmen.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

9

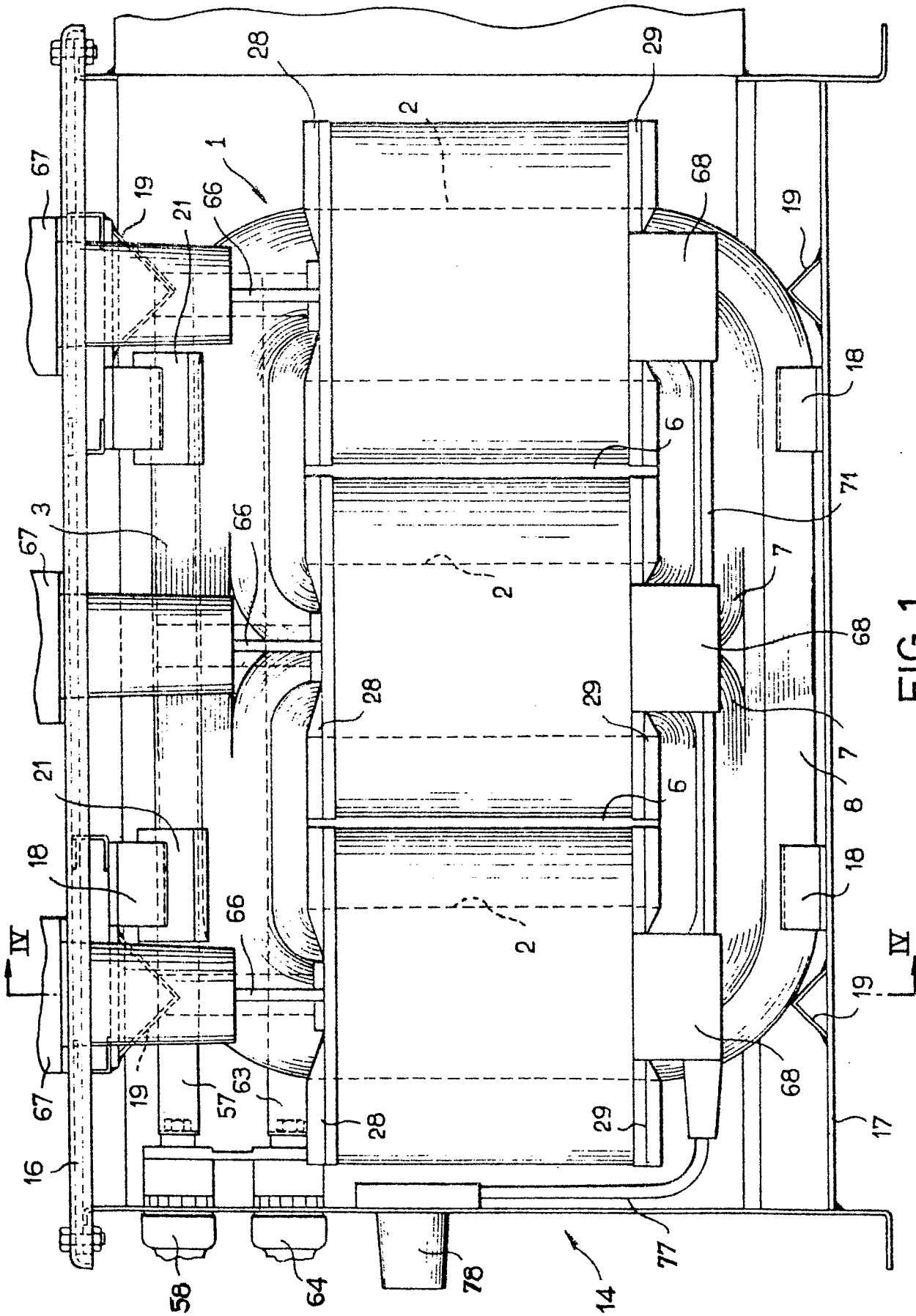
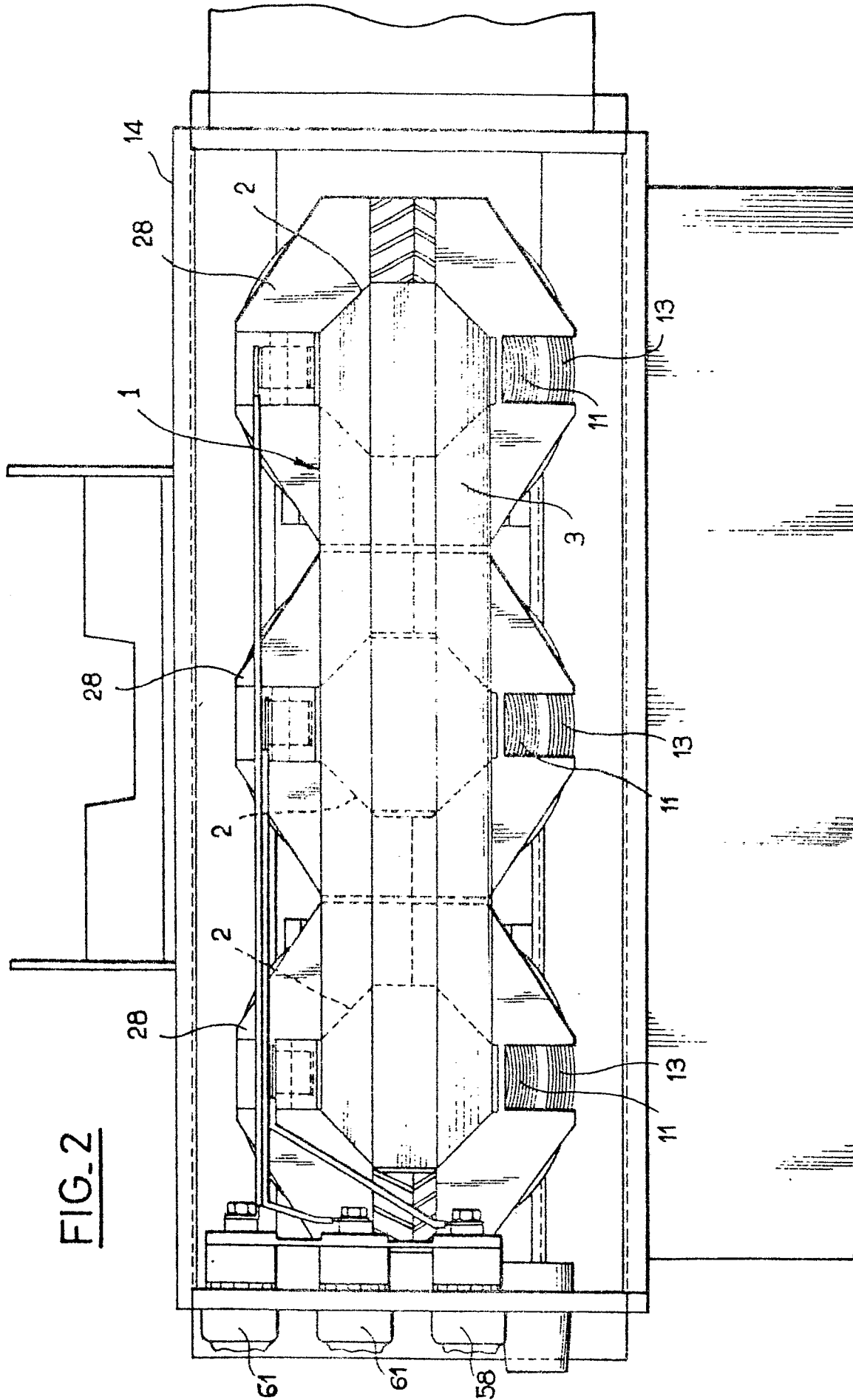
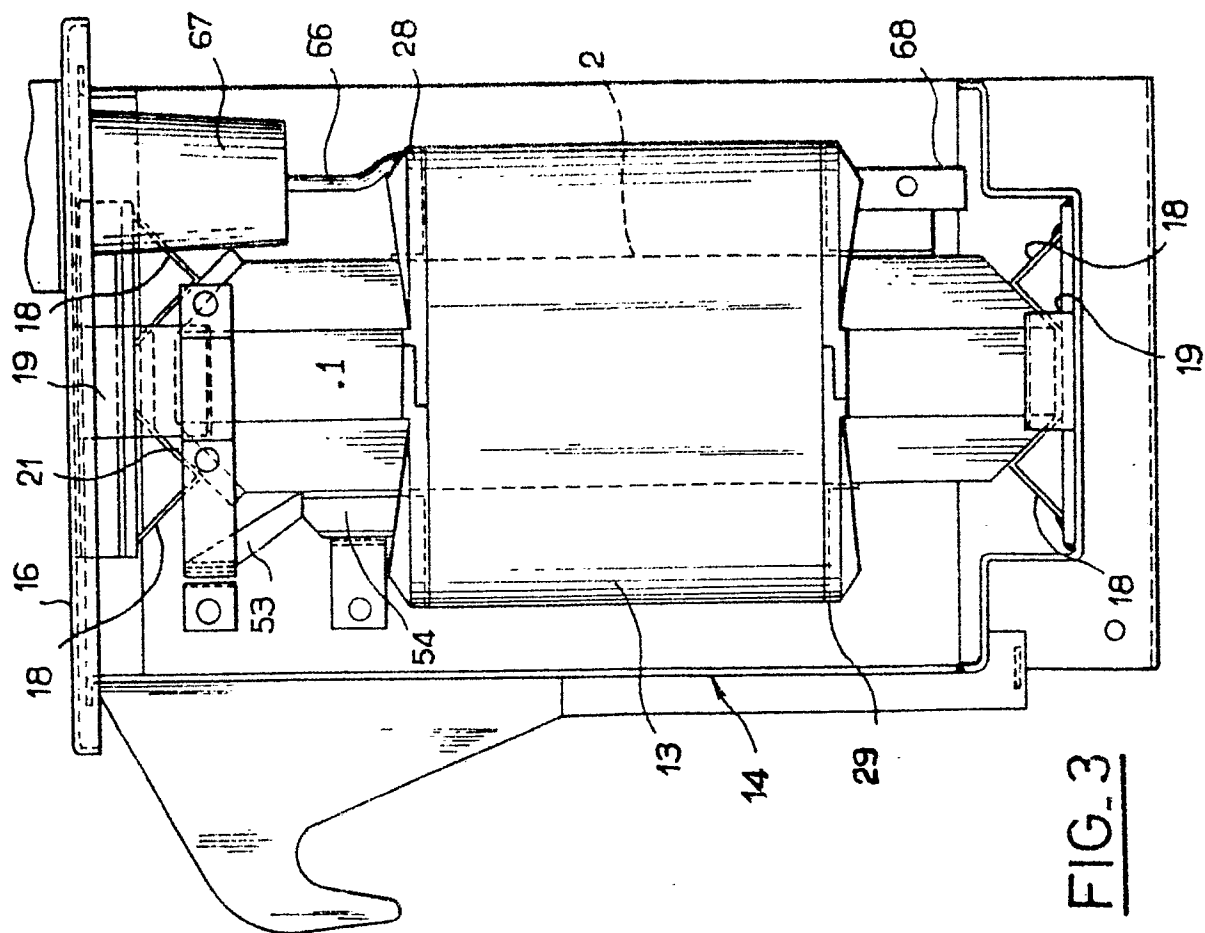
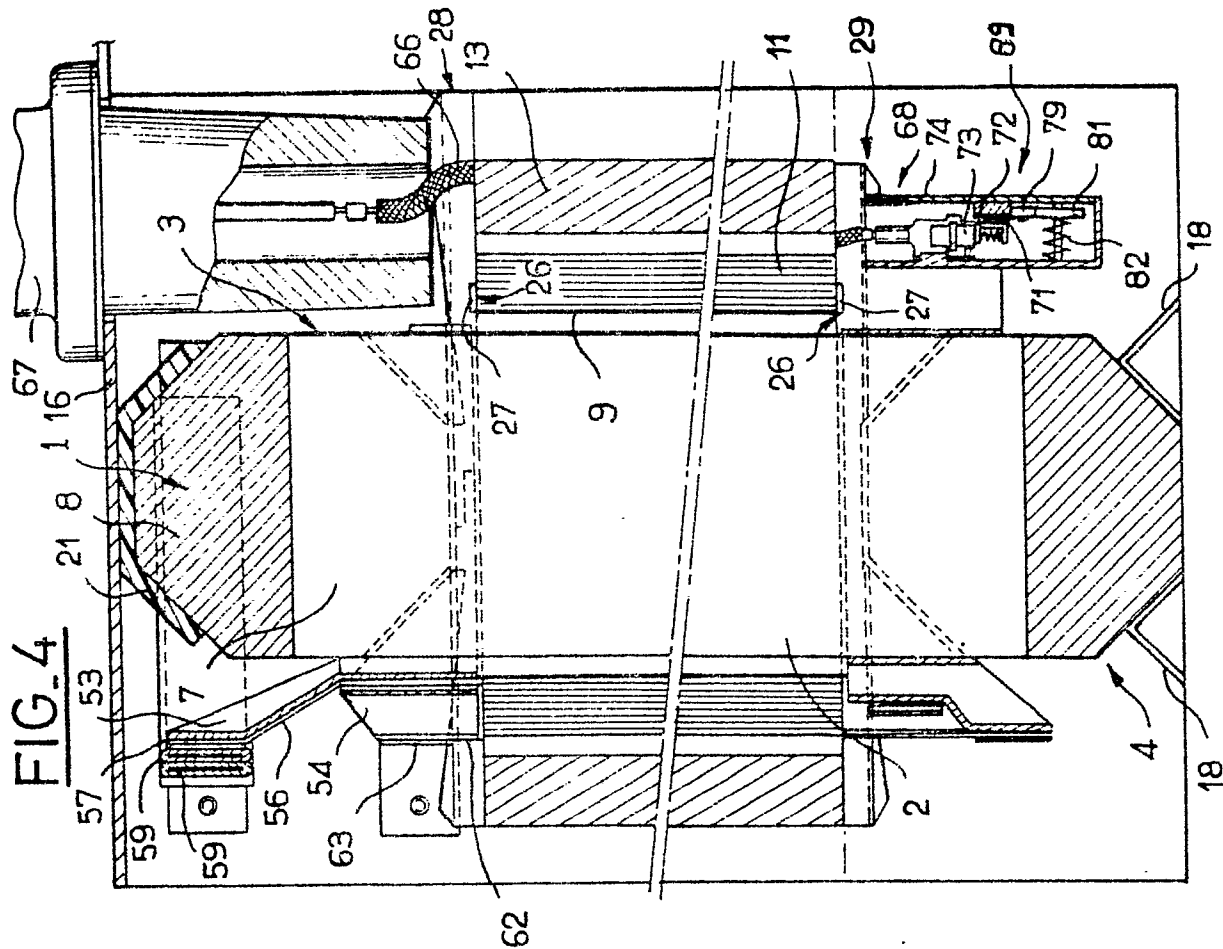
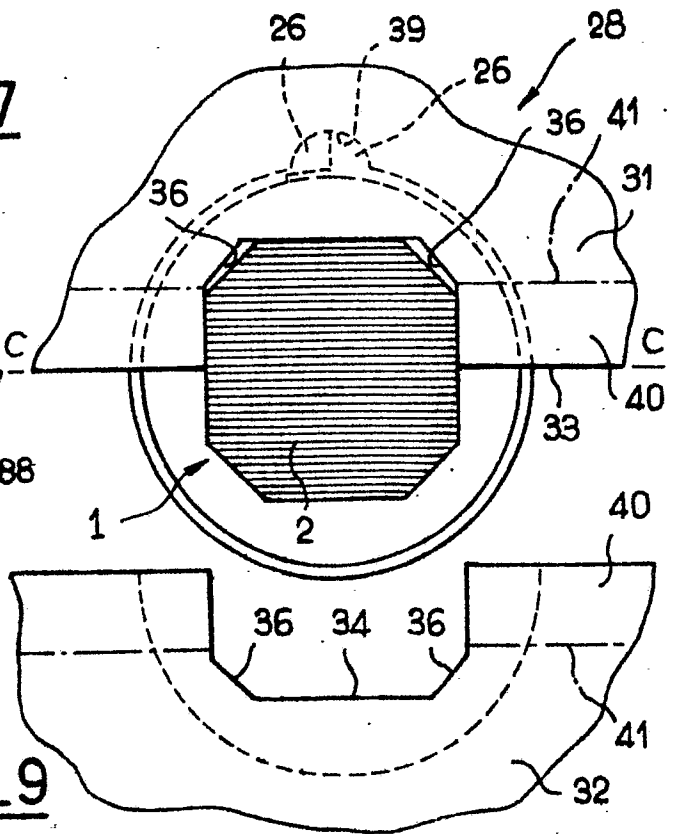
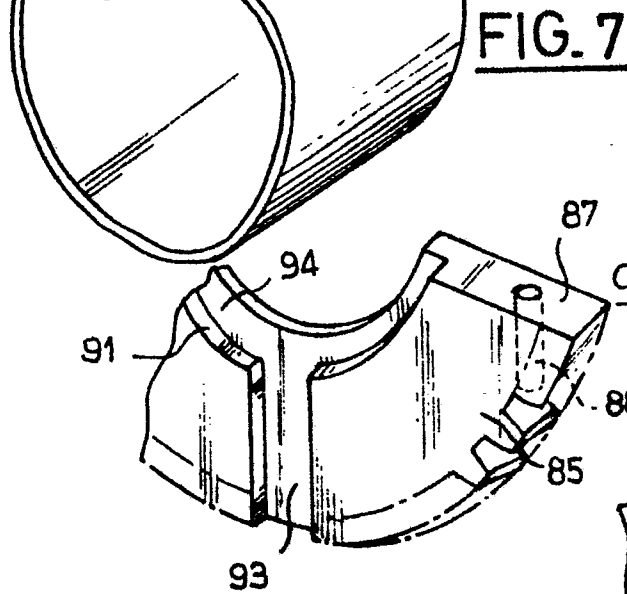
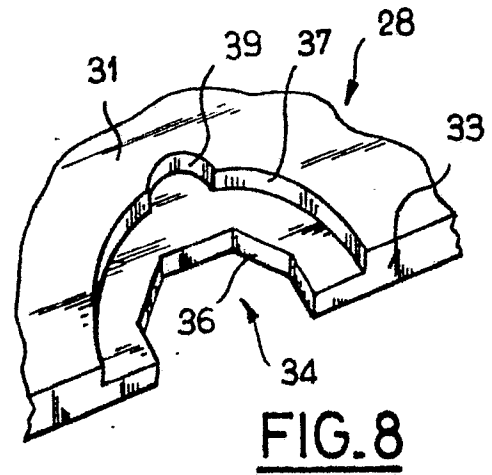
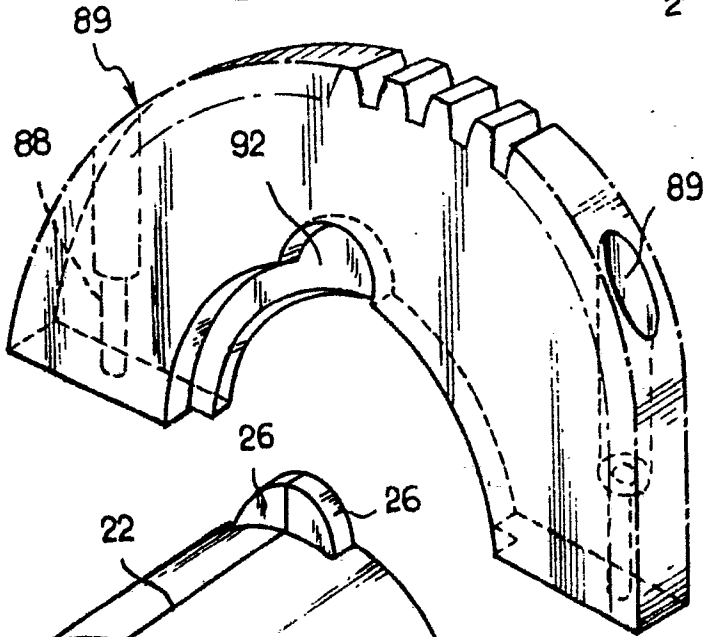
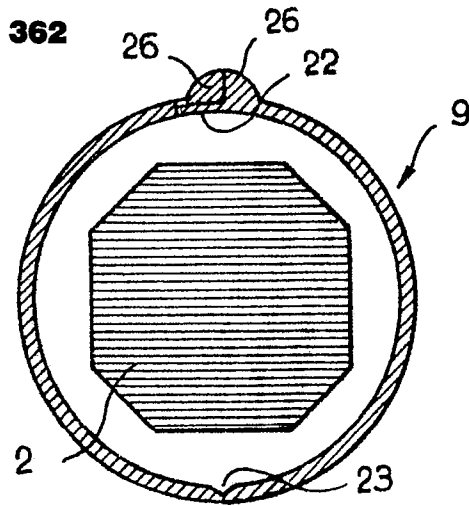
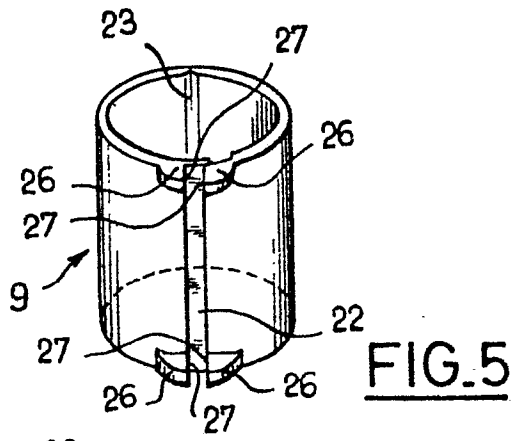


FIG. 1







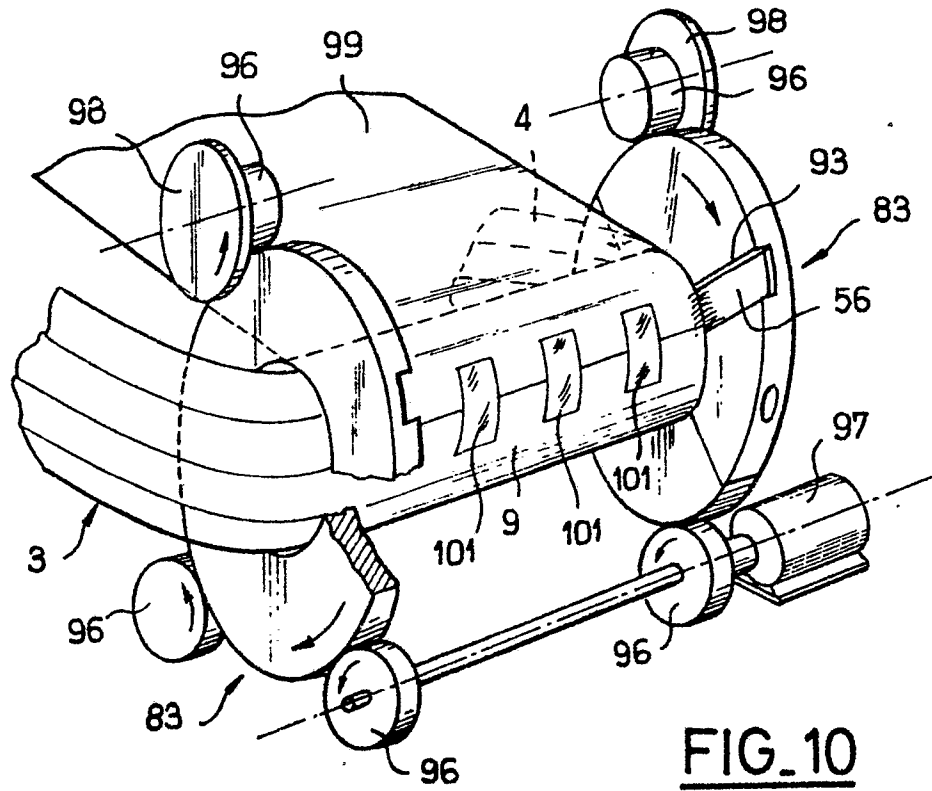


FIG. 10

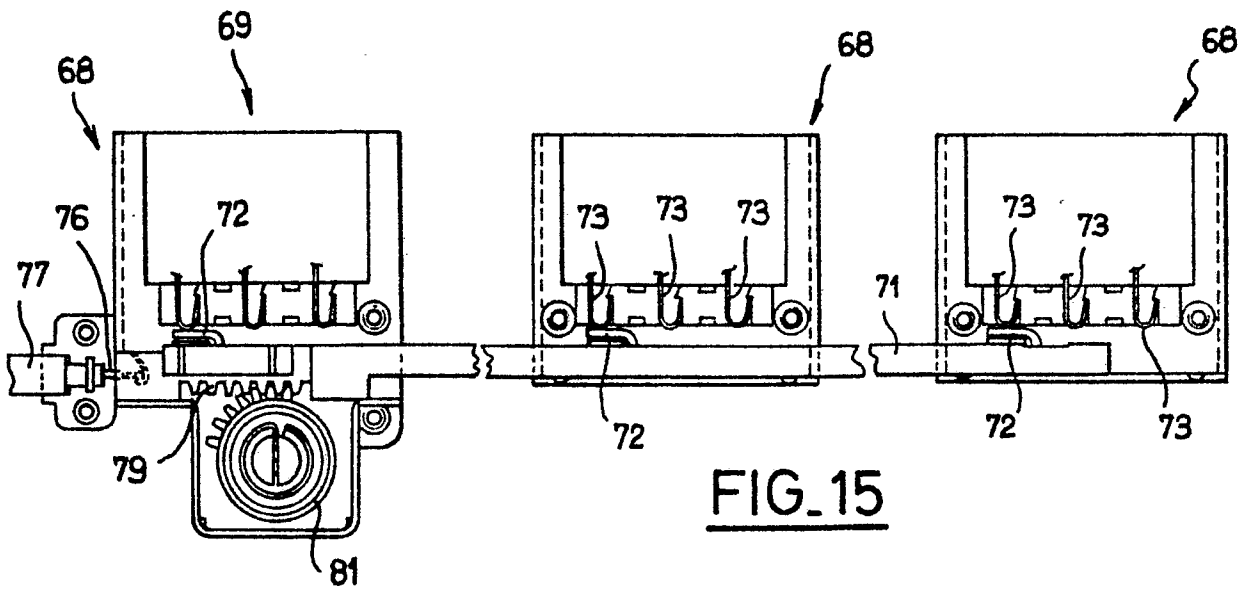


FIG. 15

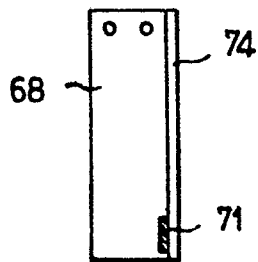


FIG. 16

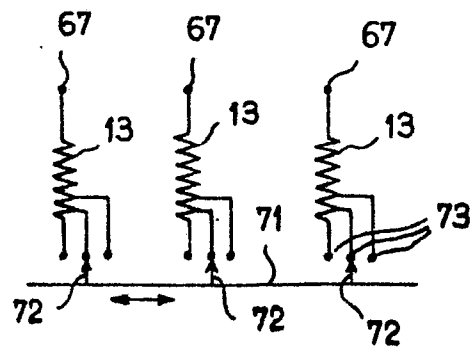
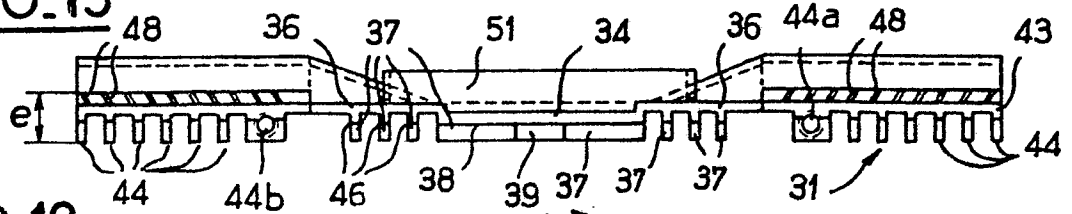
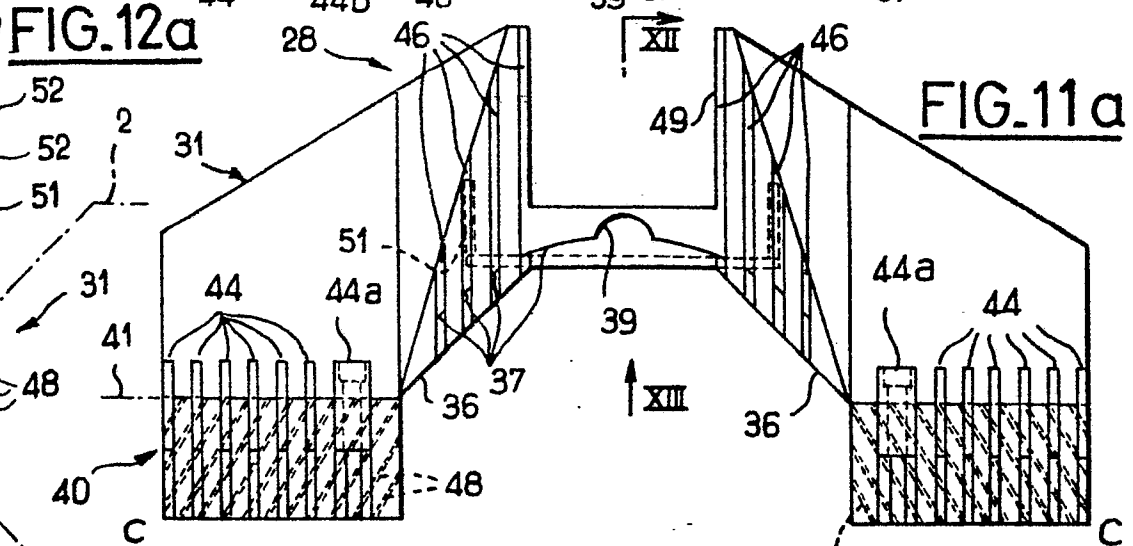
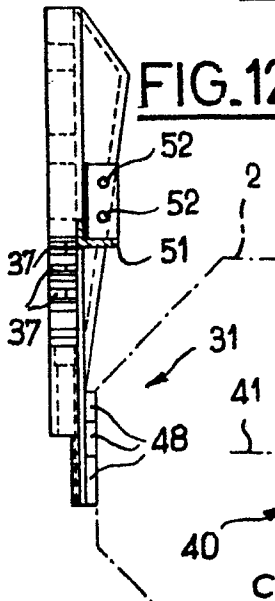


FIG. 17

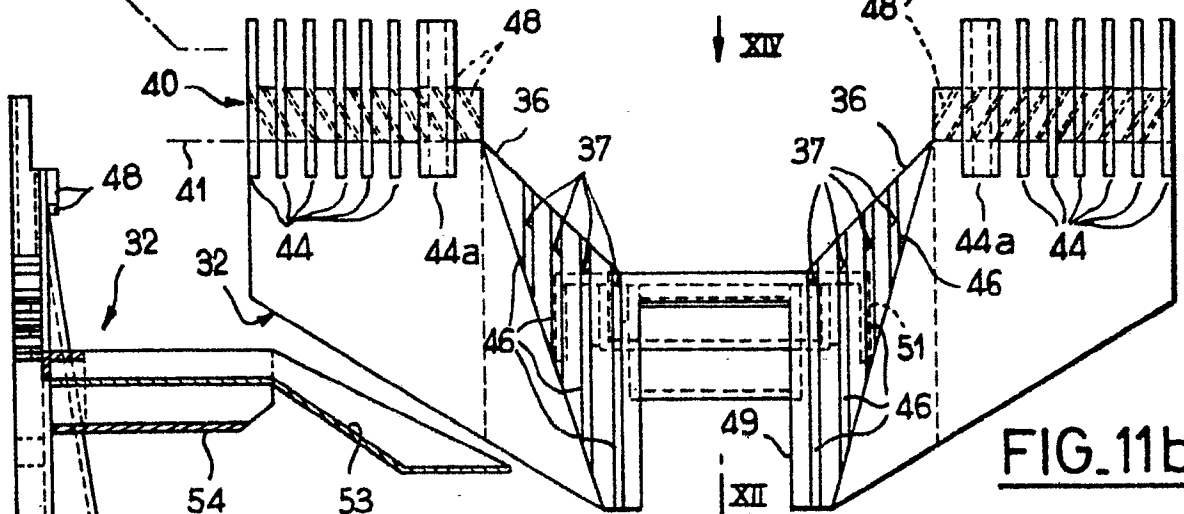
**FIG. 13**



**FIG. 12a**

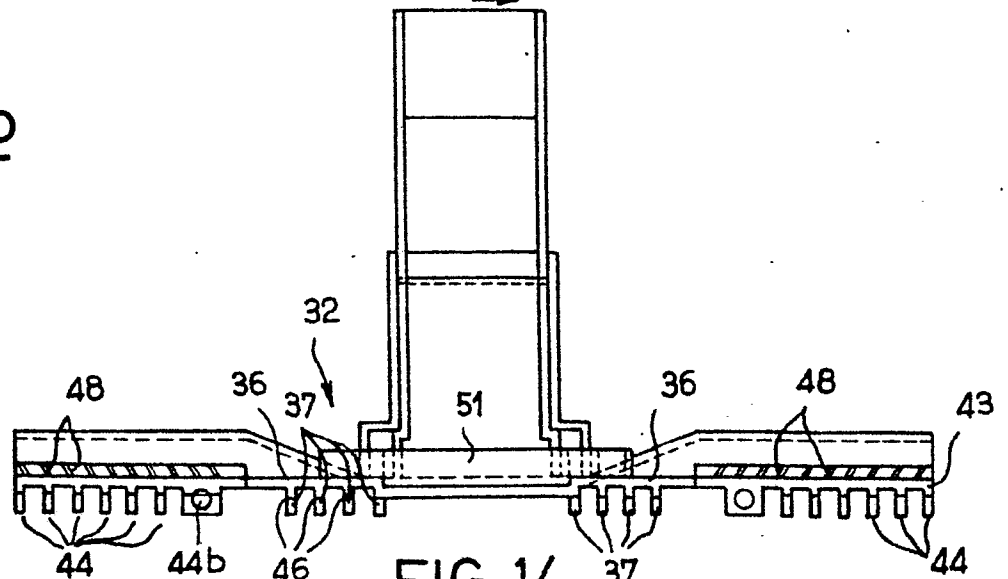
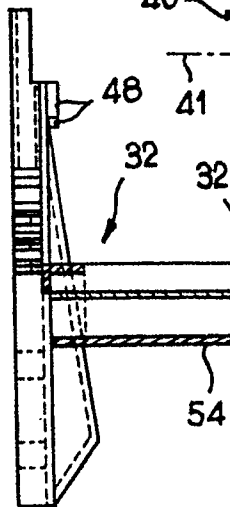


**FIG. 11a**



**FIG. 11b**

**FIG. 12b**



**FIG. 14**