

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Numéro de publication: **0 596 554 A1**

12

### DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: **93202965.5**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **H01F 27/02**

22 Date de dépôt: **22.10.93**

30 Priorité: **03.11.92 FR 9213299**

71 Demandeur: **FRANCE TRANSFO (S.A.)  
Voie Romaine  
F-57210 Maizieres Les Metz(FR)**

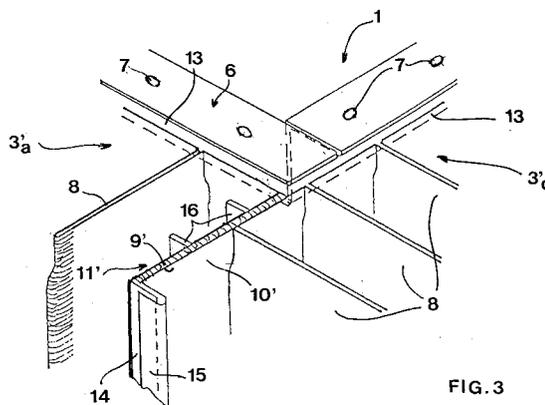
43 Date de publication de la demande:  
**11.05.94 Bulletin 94/19**

72 Inventeur: **Lehembre, Patrick  
14, rue A. Lebrun  
F-57124 St Privat La Montagne(FR)**

84 Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE DK ES GB GR IE IT LI LU NL PT  
SE**

54 **Panneau ondé de cuve de transformateur électrique immergé, son procédé de réalisation et son application au montage d'une cuve.**

57 Sur un panneau ondé 3'a du type précité et pourvu d'une partie terminale 9' devant constituer une onde-mère 11' par assemblage étanche avec l'extrémité ondé 10' du panneau ondé adjacent 3'd apportant les ondes 8, l'invention consiste à munir cette partie terminale 9' d'ondes secondaires de rigidité 16, qui peuvent être avantageusement formées par des plis réalisés en même temps que les ondes principales 8 sur le même outil.



EP 0 596 554 A1

La présente invention concerne la réalisation de cuves de transformateurs électriques immergés. Plus précisément, l'invention a trait à la fabrication des panneaux ondes devant former les ondes-mère des cuves pourvues d'ondes de refroidissement sur tout leur pourtour.

Classiquement, une cuve de ce type est obtenue par assemblage, par soudure étanche des bords de leurs extrémités frontales, de quatre panneaux ondes formant chacun un côté de la cuve. Lors du montage de celle-ci, les ondes-mère viennent prendre place dans les angles, à raison d'une par angle, dans le prolongement d'un côté, de manière à offrir un support de fixation à l'extrémité onduleuse du panneau onduleux adjacent formant ce côté.

Ainsi, l'onde-mère constitue la partie assemblée commune des extrémités de deux panneaux onduleux consécutifs formant deux côtés adjacents à angle droit de la cuve, comme le montre la figure 1 jointe.

À la différence de toutes les autres ondes, l'onde mère se caractérise donc par le fait qu'elle forme, par l'une de ces faces, la partie terminale plane d'un panneau onduleux, et que sur son autre face opposée elle porte, venues de montage, des ondes "filles" qui sont formées par la partie d'extrémité du panneau onduleux adjacent dépassant des limites du périmètre intérieur de la cuve.

Un problème que l'on rencontre avec les transformateurs pourvus de cuves de ce type est celui du gonflement des ondes-mère.

Le gonflement peut advenir au cours de l'utilisation du transformateur en marche discontinue. Mais, il peut déjà apparaître lors du remplissage d'une cuve neuve sous l'effet sur les parois de la pression interne du liquide de refroidissement que la cuve et les ondes contiennent.

Ce problème se rencontre pour toutes les ondes, puisque le volume intérieur de chacune communique avec celui de la cuve.

Mais pour toutes les autres ondes, la difficulté peut être résolue simplement par quelques points de soudure (par exemple deux ou trois points de soudure par onde), qui vont "coller" ponctuellement les parois opposées de l'onde entre elles et assurer ainsi la résistance mécanique suffisante pour empêcher le gonflement.

Ces mesures ne peuvent être utilisées pour les ondes mère et ce notamment, pour des raisons d'encombrement et de difficultés d'accès dues à la présence des autres ondes.

Les gonflements peuvent être très importants. Les ventres qui se forment sur la face opposée à celle constituée par les ondes-filles, peuvent se distendre jusqu'à provoquer des déformations qui vont au delà de la limite élastique de la tôle d'acier dont sont fait les panneaux.

Le but de la présente invention est d'éviter des gonflements intempestifs de l'onde-mère.

À cet effet, l'invention a pour objet un panneau onduleux constitutif d'une cuve de transformateur électrique immergé pourvue d'ondes sur tout son pourtour, panneau onduleux dont une partie terminale au moins est destinée à constituer une face d'une onde-mère portant sur l'autre face opposée des ondes-filles, caractérisé en ce que la face constituant ladite partie terminale comporte des ondes secondaires constituées par des plis formant raidisseurs.

Comme on le comprend, l'invention consiste donc à pourvoir de plis la partie terminale d'un panneau onduleux, habituellement plane, qui après pliage à angle droit de ladite extrémité constitueront des raidisseurs qui empêcheront l'onde mère de gonfler.

Un avantage marqué de l'invention est que ces plis de raidissement peuvent être orientés parallèlement aux ondes, de sorte qu'ils peuvent être réalisés comme des ondes, en même temps que les ondes, lors de la fabrication du panneau. Simplement, ils sont moins hauts, (par exemple 2cm) de manière à ne pas venir buter contre les autres ondes au moment du pliage de l'extrémité à angle droit. En règle générale, deux plis, voire trois, suffisent pour la plupart des cuves. Mais leur nombre n'est certes pas limité par l'invention, et on pourra en prévoir autant que voulu ou que de besoin, selon la taille de la cuve à réaliser.

Ainsi, l'invention a également pour objet un procédé de réalisation d'un panneau-onduleux de cuve de transformateur électrique immergé, dont une partie terminale au moins est destinée à constituer une face d'une onde-mère, l'autre face, opposée, étant pourvue d'ondes-filles apportées par la partie terminale onduleuse d'un panneau-onduleux adjacent, procédé caractérisé en ce que l'on réalise des plis dans ladite partie terminale en répétant l'opération d'emboutissage qui sert à former les ondes sur le panneau.

Un aspect particulièrement avantageux de l'invention réside dans le fait que l'on augmente ainsi le volume des ondes disponible pour le liquide de refroidissement. Cette augmentation est certes modeste, puisqu'elle correspond à la somme des volumes élémentaires de chaque pli de rigidité pratiqué sur la partie terminale du panneau onduleux, mais néanmoins suffisante pour pouvoir supprimer le cordon entretoise qui est classiquement disposé entre les bords des faces de l'onde-mère avant soudure étanche de ces derniers. Cette entretoise, qui sert à écarter d'avantage les faces opposées que le pincement en bordure classiquement pratiqué, permet d'augmenter le volume intérieur de l'onde-mère.

Conformément à l'invention, cette entretoise peut être évitée, car sa fonction est désormais assurée par les plis de rigidité, ce qui simplifie le processus de montage de la cuve.

L'invention a ainsi encore pour objet une application du panneau onde à partie terminale pourvue de plis de rigidité formant ondes secondaires à la réalisation d'une cuve de transformateur électrique immergé, qui se caractérise par le fait que l'assemblage étanche avec la partie ondulée d'extrémité du panneau ondulé adjacent est réalisé par contact direct des bords, sans cale d'écartement.

L'invention sera bien comprise, et d'autres aspects et avantages apparaîtront au vu de la description qui suit donnée à titre d'exemple en référence aux planches de dessins annexées, sur lesquelles:

- la figure 1 est une vue schématique générale du dessus d'une cuve de type connu pour transformateur immergé, pourvue d'ondes sur tout son pourtour;
- la figure 2 illustre l'art antérieur en montrant une vue partielle en perspective du dessus d'un angle de la cuve de la figure 1;
- la figure 3 est une vue analogue à celle de la figure 2, mais d'une cuve conforme à l'invention;
- la figure 4 montre une ébauche de panneau ondulé conforme à l'invention en cours de fabrication;
- la figure 5 montre le panneau ondulé dans sa forme définitive après pliage de l'ébauche de la figure 3.

Sur ces figures, les mêmes éléments sont représentés par des références identiques.

La figure 1 montre une cuve 1 dans laquelle prend place un transformateur 2. La cuve, de forme générale parallélépipédique rectangle, est essentiellement constituée par quatre panneaux ondulés adjacents 3a, 3b, 3c et 3d, formant chacun un côté de la cuve. Ces panneaux, assemblés à angle droit par soudage étanche de leurs extrémités, constituent la paroi latérale 4 de la cuve. Un fond 5 est rapporté à la base de cette paroi, et une bride supérieure 6, mieux visible sur les figures suivantes, assure la liaison étanche avec un couvercle de cuve non représenté.

Chaque panneau est pourvu d'ondes 8, parallèles entre-elles, régulièrement espacées, orientées verticalement en s'étendant sur la hauteur de la cuve et visibles en proéminence sur l'extérieur de celle-ci. Comme on le voit, les panneaux ondulés 3a et 3c formant les petits côtés ont une partie terminale 9 qui vient dans le prolongement des deux autres cotés de la cuve et qui sert de support d'assemblage pour la fixation des extrémités ondulées 10 des panneaux ondulés adjacents 3b et 3d. L'onde-mère 11 est constituée à partir de cette

partie terminale 9 qui, une fois la cuve montée, devient la seule onde porteuse d'ondes-filles, qui viennent des extrémités ondulées 10 des panneaux adjacents 3b et 3d.

5 On se reportera pour la suite plus avantageusement aux figures 2 et 3 montrant un angle de cuve avec plus de détails.

10 On retrouve sur ces figures, les panneaux ondulés 3a et 3d pourvus d'ondes 8 et assemblés à angle droit de façon étanche à leur extrémité en y formant une onde-mère.

15 On observe que la bride 6, qui renforce la tenue mécanique de l'assemblage est formé par une cornière, dont le fer plat supérieur est pourvu d'orifices 7 pour le passage de moyens de fixation avec le couvercle de cuve. Un feuillard 13, dont la fonction sera explicitée par la suite, forme un ruban en bordure supérieure et inférieure des panneaux ondulés, qui s'interpose entre ceux-ci et la cornière 6 et le fond de cuve respectivement.

20 Le tout est assemblé de façon étanche par soudage, dont les cordons ne sont pas représentés pour ne pas surcharger inutilement les figures.

25 Chaque panneau ondulé, tel que 3a ou 3d, est constitué d'une bande d'acier qui porte de fabrication des ondes 8 formées par des plis profonds réalisés par emboutissage en une seule passe. Chaque onde 8 présente ainsi un volume intérieur qui s'ouvre latéralement dans l'enceinte de la cuve. On réalise de cette façon une cuve dont la paroi latérale, constituée par le tablier des panneaux ondulés, est pourvue de fentes parallèles s'étendant sur toute la hauteur et qui mettent en communication directe le volume intérieur des ondes avec l'enceinte de la cuve destiné à recevoir le transformateur.

30 Après fermeture des ondes à leurs extrémités supérieure et inférieure par pincement et soudure étanche des bords, la cuve peut être remplie par un liquide de refroidissement à propriétés diélectriques, par exemple de l'huile dans lequel baigne le transformateur et qui assure le maintien thermique de celui-ci au niveau voulu en évacuant la chaleur vers le milieu extérieur grâce à la grande surface d'échange qu'offre le radiateur constitué par les panneaux ondulés.

35 On portera à présent attention à la constitution de la zone d'assemblage de deux panneaux ondulés adjacents à leur extrémité et qui, comme déjà indiqué, constitue l'onde-mère.

40 Sur la cuve connue de la figure 2, l'onde-mère 11 est formée par assemblage de la partie terminale plane 9 du panneau ondulé 3a avec l'extrémité ondulée 10 du panneau adjacent 3d. Dans le cas de la cuve montrée sur la figure, la partie terminale 9 a été renforcée par repliage de la tôle sur elle-même. L'assemblage est réalisé par soudage des bords. Toutefois, en bordure supérieure (et infé-

rieure) une cale longiligne 12 a été interposée pour écarter d'avantage les faces de l'onde-mère que ne le permet le seul pincement des bords. On augmente ainsi le volume intérieur de l'onde-mère. Cette cale-entretoise 12 peut être formée par une simple tige en acier.

On comprend bien que l'onde-mère 11 se forme donc lors du montage de la cuve et que ses deux faces opposées viennent, l'une de la partie terminale plane 9 d'un panneau(3a) et l'autre, de l'extrémité ondulée 10 du panneau adjacent (3d), extrémité dont les ondes ont la particularité de déboucher, non pas directement dans l'enceinte de la cuve comme les autres ondes, mais dans le volume intérieur de l'onde-mère, d'où leur nom d'ondes "files".

Conformément à l'invention, la partie terminale du panneau ondulé n'est plus plane mais présente des ondes secondaires. Ces dispositions sont bien visibles sur la figure 3, où l'on voit que deux plis de rigidité 16 font relief sur la partie terminale 9' du panneau 3'a. formant la face de l'onde mère 11' tournée en regard des ondes 8 de ce panneau, en y constituant des ondes secondaires.

Dans l'exemple considéré, ces plis de rigidité sont orientés verticalement et s'étendent sur la hauteur de la cuve comme les ondes principales 8. Leur profondeur peut toutefois être sensiblement plus réduite que celle des ondes 8. A titre d'exemple, celles-ci présentent classiquement une profondeur allant de 80 à 600 mm suivant la puissance du transformateur, alors que la profondeur des plis de rigidité peut, elle, se limiter à 15 ou 20 mm.

On observe également que la cale entretoise 12 a disparu, l'augmentation de volume qu'elle procurait étant à présent obtenue par les ondes secondaires 16.

On note également que la face 9' de l'onde-mère n'est plus doublée en épaisseur par pliage de la tôle. Dès lors la liaison étanche en bordure latérale peut avantageusement être réalisée, comme le montre la figure, par un assemblage coulissant qui facilite le montage de la cuve grâce au rebord de bout à angle droit 14 qui s'engage dans la glissière correspondante 15 formée à cet effet par roulage de la tôle à l'extrémité frontale du panneau ondulé 3'd.

On va à présent décrire schématiquement un mode de réalisation d'un panneau ondulé conforme à l'invention en se reportant aux figures 4 et 5.

La figure 4 montre le panneau 3'a à l'état d'ébauche en cours de fabrication sur une plieuse d'ondes habituellement utilisée pour la réalisation des panneaux ondulés.

On part d'un feuillard de 1 à 2 mm d'épaisseur en acier amagnétique, que l'on coupe à longueur. Ce feuillard est amené ensuite à la plieuse d'ondes, où des poinçons plats transversaux a mouve-

ment vertical emboutissent la tôle pour former les ondes 8 par pliage du tablier 19. Avec les mêmes poinçons réglés moins profondément, ou à l'aide d'autres poinçons supplémentaires spécialement prévus sur la machine, on forme les plis de rigidité 16 sur les parties terminales 9' du tablier.

Bien que ces plis de rigidité puissent être orientés librement, on comprend qu'un choix d'orientation parallèle aux ondes 8 présente l'avantage de pouvoir les réaliser avec les poinçons existants, sans modifications de la plieuse autres que les réglages de profondeurs différentes à prévoir pour les ondes et pour les plis de rigidité.

On a marqué sur le tablier 19 de l'ébauche ainsi préparée, des lignes de pliage 17 et 18 du tablier, qui après pliage à angle droit aboutit au panneau quasiment achevé montre sur la figure 5, auquel il ne reste plus qu'à souder le long des bords longitudinaux les feuillards 13 (fig.3) assurant la non déformation des panneaux lors des manutentions.

Comme on le voit en se reportant sur la figure 5, le pliage des parties terminales 9' se fait sur une plieuse-presse classique (plieuse à volets) par rotation de 90° autour de la ligne 17 de manière à retrouver ces parties terminales du même côté que les ondes 8 par rapport au tablier 19. Puis, on effectue par rotation en sens inverse autour de la ligne 18 le pliage de l'extrémité frontale pour former le rebord 14 destiné à prendre place, lors du montage de la cuve, dans la glissière 15 prévue à cet effet à l'extrémité du panneau adjacent 3'd (fig. 3).

Bien que nullement obligatoire, on choisira généralement l'emplacement des lignes de pliage 17 sur le tablier de manière que la hauteur des parties terminales 9' coïncide avec celle des ondes 8.

Il va de soi que l'invention ne limite en rien le nombre des ondes principales 8, ni celui des ondes de rigidité 16, ni leur dimension tant en longueur qu'en profondeur.

De même, l'invention s'étend à de nombreuses variantes, notamment pour la réalisation des ondes de rigidité 16, dans la mesure où sont respectées les caractéristiques des revendications ci-après.

## Revendications

1. Panneau ondulé (3'a) constitutif d'une cuve de transformateur électrique immergé pourvue d'ondes sur tout son pourtour, et dont au moins une partie terminale (9') est destinée à constituer une face d'une onde-mère (11') portant sur sa face opposée (10') des ondes (8) venues d'un panneau ondulé adjacent (3'c), caractérisé en ce que la face (9') constituant ladite partie terminale comporte des ondes secondaires (16) constituées par des plis de rigi-

dité.

2. Panneau ondé selon la revendication 1, caractérisé en ce ladite partie terminale (9') présente à son extrémité frontale un rebord (17) replié à angle droit pour pouvoir s'engager coulissant dans une glissière (18) ménagée à cet effet en bout de l'extrémité ondé (10') du panneau ondé adjacent (3d). 5
3. Procédé de réalisation d'un panneau ondé de cuve de transformateur électrique immergé, dont au moins une partie terminale (9') est destinée à constituer une face d'une onde-mère, l'autre face, opposée, portant des ondes (8) venues de l'extrémité ondé (10') d'un panneau ondé adjacent, procédé caractérisé en ce que l'on réalise des plis dans ladite partie terminale(9')en répétant l'opération de formation des ondes(8) 10 15 20
4. Application d'un panneau ondé (3'a), ayant au moins une partie terminale (9') constitutive d'une onde-mère et pourvue de plis de rigidité (16), à la réalisation d'une cuve pour transformateur électrique immergé, caractérisée par le fait que l'assemblage étanche avec l'extrémité ondé (10') du panneau ondé adjacent (3'd) se fait par contact direct des bords sans présence de saie d'écartement. 25 30
5. Application du panneau ondé (3a) selon la revendication 4, caractérisée en ce que la partie terminale (9') dudit panneau (3'a) présente à son extrémité frontale un rebord à angle droit (14) qui vient s'engager coulissant dans une glissière correspondante (15) prévue par forpage en bout de l'extrémité ondé (10') du panneau ondé adjacent (3'd). 35 40

45

50

55

5

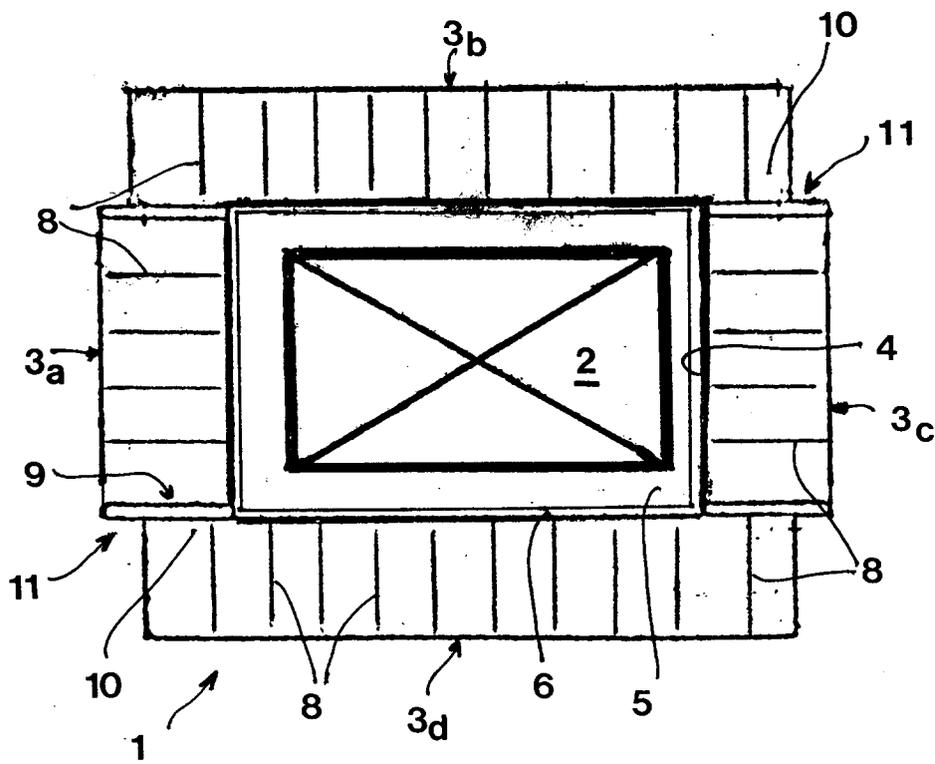


FIG.1

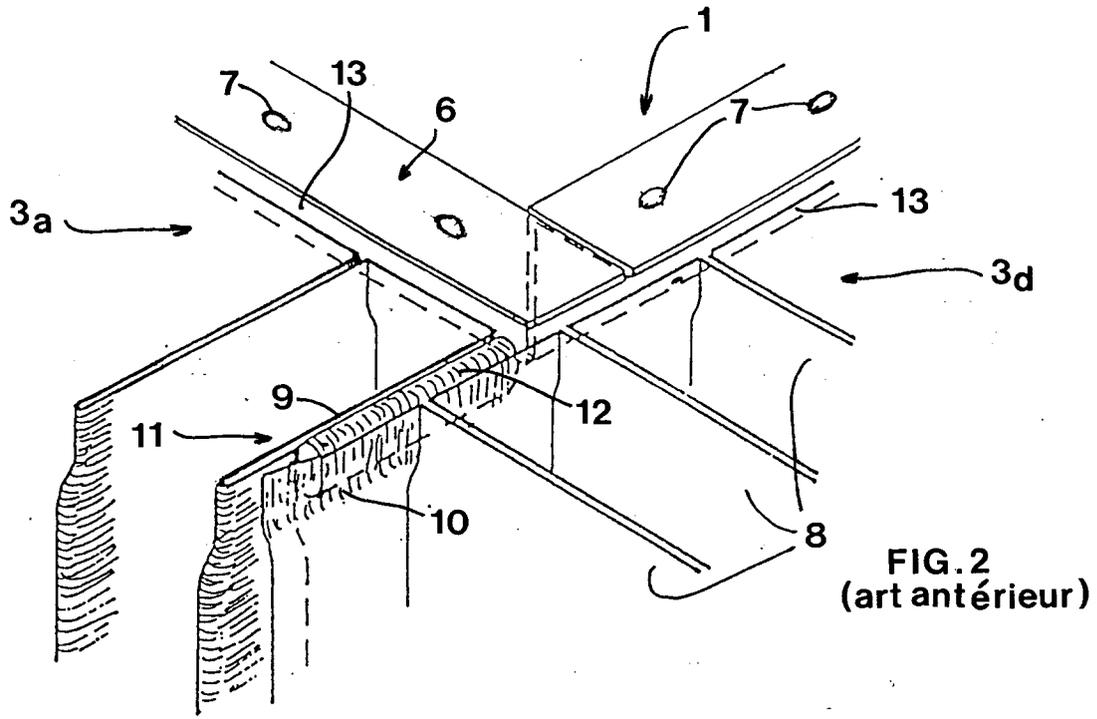


FIG. 2  
(art antérieur)

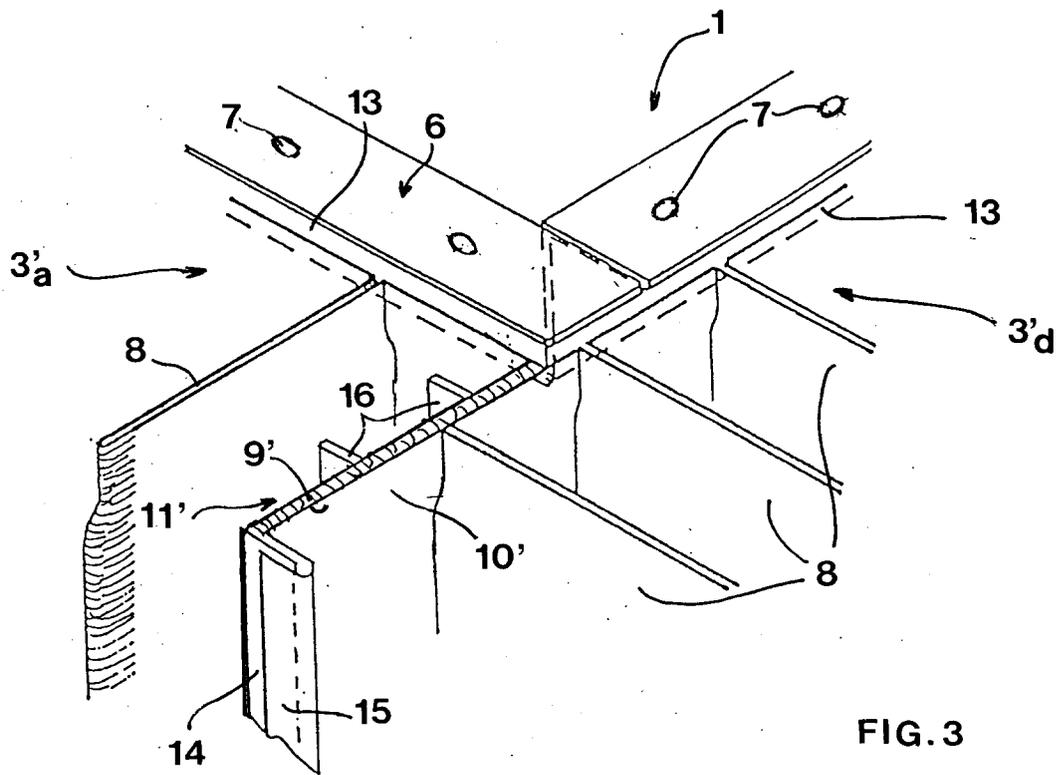


FIG. 3

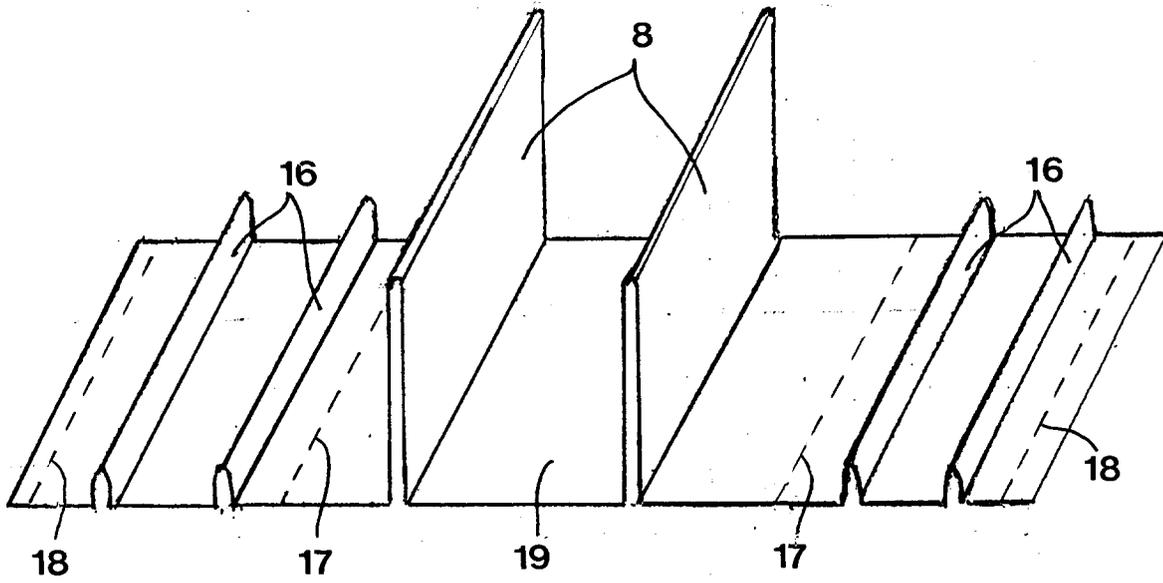


FIG. 4

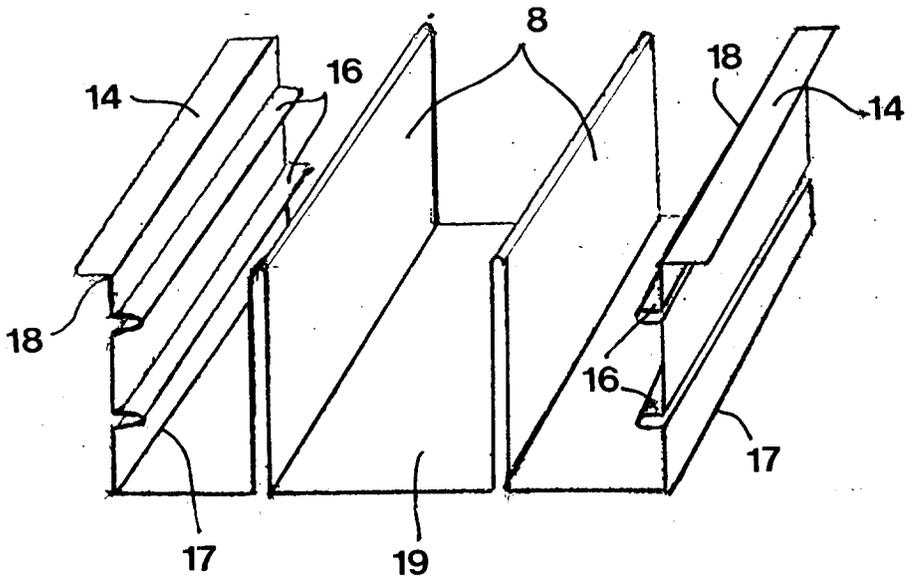


FIG. 5



Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 93 20 2965

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.5)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 5, no. 23 (E-45)(695) 12 Février 1981 & JP-A-55 151 313 (TOKYO SHIBAURA) 25 Novembre 1980 * abrégé *	1	H01F27/02
A	--- GB-A-2 068 647 (TOKYO SHIBAURA) * page 3, ligne 40 - ligne 72; figures 4,5 *	1	
A	--- FR-A-2 629 252 (FRANCE TRANSFO) * revendication 3; figures *	1,3	
A	--- GB-A-1 256 227 (ASSOCIATED ENGINEERING) * page 1, ligne 60 - ligne 70; figure *	1,2	
A	--- DE-A-36 27 180 (TRANSFORMATOREN UNION) * colonne 3, ligne 38 - ligne 47; figures 3,5 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
			H01F F28D F28F B21D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 11 Février 1994	Examineur Marti Almeda, R
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)