

①2

DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE

A3

②2 Date de dépôt : 29.02.00.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 31.08.01 Bulletin 01/35.

⑤6 Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la
procédure de rapport de recherche.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés : Certificat d'utilité résultant de la trans-
formation volontaire de la demande de brevet dépo-
sée le 29/02/00.

⑦1 Demandeur(s) : FRANCE TRANSFO Société ano-
nyme — FR.

⑦2 Inventeur(s) : UNTEREINER DANIEL et MEYLAN
ERIC.

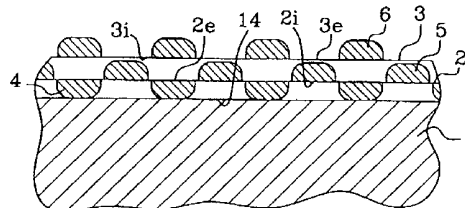
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : ROVE CONSEILS.

⑤4 REALISATION D'UN CONDUCTEUR FILAIRE GUIPE POUR TRANSFORMATEUR IMMERGE, CONDUCTEUR
GUIPE AINSI OBTENU, ET BOBINAGE DE TRANSFORMATEUR REALISE AVEC CE CONDUCTEUR.

⑤7 L'invention concerne le guipage d'un fil conducteur (1)
constitutif de l'enroulement Haute, ou Moyenne Tension
d'un transformateur électrique immergé, selon lequel on
emmaillote ledit fil (1) par au moins une couche interne (2)
au contact du fil conducteur (1) et une couche externe (3) de
bande de guipage diélectrique, la couche externe (3) étant
pourvue sur sa face extérieure (3e) de pastilles isolantes
adhésives (6), caractérisé en ce que, pour réaliser au moins
l'une des couches interne (2) ou externe (3), on utilise une
bande de guipage revêtue sur ses deux faces par de telles
pastilles adhésives (4, 5), la face intérieure (2i) de la couche
interne (2) tournée vers la surface 14 du fil conducteur (1)
étant ainsi revêtue, comme l'est déjà la face extérieure (3e)
de la couche externe (3).

L'invention permet de réaliser des enroulements électri-
ques en galettes de fil superposées, même de grandes di-
mensions et de forme allongée, sans risque d'affaissement
conséquent des spires dans l'espace entretoisé inter-galet-
te.



**REALISATION D'UN CONDUCTEUR FILAIRE GUIPE POUR
TRANSFORMATEUR IMMERGE, CONDUCTEUR GUIPE AINSI OBTENU, ET
BOBINAGE DE TRANSFORMATEUR REALISE AVEC CE CONDUCTEUR.**

5

L'invention concerne le domaine des transformateurs électriques de type immergé, de puissance ou pour la distribution d'énergie électrique. Plus précisément, elle concerne la réalisation des bobinages "haute tension" de ces transformateurs, lorsque ces bobinages sont formés par empilage de plusieurs enroulements, en forme de galettes, de spires d'un conducteur filaire guipé.

Désormais, de plus en plus souvent, les enroulements "Haute-ou Moyenne-Tension" des transformateurs du type considéré sont constitués, non plus par un bobinage en "longues couches" concentriques s'étendant sur toute la hauteur de l'enroulement de phase, mais par un empilage de galettes plates, généralement plus larges que hautes. Le conducteur utilisé pour constituer ce bobinage reste, cependant, un fil métallique bon conducteur de l'électricité, en aluminium le plus souvent, ou en cuivre. Classiquement, le fil métallique est guipé par plusieurs couches superposées (au moins deux) d'une bande à propriétés diélectriques, tel qu'une bande de papier-kraft, compatible avec le liquide de refroidissement de la cuve dans laquelle le transformateur va être immergé, et qui l'emmaillotent complètement afin d'assurer son isolation électrique. Le fil ainsi conditionné peut alors être bobiné en spires serrées pour former les galettes. Il est connu de prévoir des pastilles d'un matériau adhésif (résine époxydique, par exemple) sur la surface extérieure de la bande de guipage externe, afin d'améliorer le coefficient de foisonnement de la galette.

L'enroulement "haute tension" d'un transformateur est formé par un ensemble de telles galettes identiques, empilées et entretoisées, en nombre suffisant pour que l'ensemble atteigne la hauteur désirée pour l'enroulement. Chaque galette est reliée en série avec sa ou ses plus proches voisines. L'ensemble des galettes est assemblé par serrage et bridage pour assurer le maintien mécanique de l'enroulement de phase ainsi constitué.

Au sein d'une galette, le bobinage est du type "à spires imbriquées" sans film intercouche isolant ajouté. Au foisonnement près, chaque spire d'une couche vient se loger dans le creux formé entre deux spires jointives de la couche concentrique adjacente. Ce type de bobinage se différencie donc du bobinage type "longues couches", dans lequel le fil est bobiné en nappes concentriques avec interposition d'un film intercouche d'isolation.

Dans le cas de l'utilisation de ce type de bobinage à empilement de galettes de conducteur filaire, on est confronté au problème suivant. Dans le cas de galettes de grand diamètre (25 cm et au delà avec un fil de près d' 1mm de diamètre, pour fixer les

idées), on observe une tendance des spires à s'affaisser entre les supports des entretoises dans les espaces séparant les galettes. On peut déjà observer un affaissement au moment de l'assemblage de l'enroulement de phase. Il pourrait trouver son origine dans une déformation plastique des spires sous l'effet des contraintes mécaniques subies lors du serrage des galettes. En lui-même, cet affaissement ne serait pas gênant pour le fonctionnement du transformateur, et n'affecterait que son apparence, qui du reste n'est plus visible sur transformateur fini monté en cuve. Cependant, l'expérience montre que lors du fonctionnement du transformateur, ces déformations peuvent s'amplifier avec la température sous l'effet de la seule gravité. Il existe alors un risque de venue en contact entre spires de galettes différentes. On a même pu constater que le phénomène apparaît plus particulièrement lorsqu'on réalise des galettes de forme, non plus circulaire, mais oblongue, configuration qui est de plus en plus utilisée dans ce type de transformateurs pour des raisons d'encombrement minimum.

Par ailleurs, cette déformation des spires conduit à de mauvais résultats aux tests de "tenue des enroulements aux courts-circuits francs" (tests dits CCF), en raison des forces électromagnétiques de répulsion qui s'exercent alors entre l'enroulement "Basse Tension" et l'enroulement "Haute Tension" qui l'entoure à faible distance. Ces forces tendent à écarter plus encore les spires déjà déformées, et ce d'autant plus si les spires sont de forme oblongue, donc de portée plus grande entre deux points d'appui consécutifs des entretoises inter-galettes que si elles étaient de forme circulaire.

Le but de l'invention est de proposer un moyen d'éviter cet affaissement des spires dans les espaces-entretoises séparant les galettes, sans pour autant modifier la conception d'ensemble du transformateur.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de guipage d'un fil électroconducteur constitutif des enroulements "Haute -ou Moyenne- Tension" d'un transformateur immergé de puissance ou de distribution de l'énergie électrique, selon lequel on emmaillote ledit fil dans au moins deux couches superposées d'une bande de guipage à propriétés diélectriques, tel que du papier-kraft, une couche interne au contact du fil conducteur et une couche externe pourvue sur sa face tournée vers l'extérieur d'un revêtement adhésif parcellaire ou continu, procédé caractérisé en ce que, pour réaliser l'une au moins desdites couches interne ou externe, on utilise une bande de guipage diélectrique pourvue sur ses deux faces d'un revêtement adhésif, parcellaire ou continu, et en ce que la face de la couche interne tournée vers le fil conducteur et la face de la couche externe tournée vers l'extérieur sont toutes deux revêtues d'un tel revêtement adhésif

De préférence, c'est la couche interne qui est revêtue double-face par ledit revêtement adhésif.

L'invention concerne également un fil ainsi guipé, de même qu'un bobinage "Haute -ou Moyenne- Tension" de transformateur réalisé avec un tel conducteur filaire.

Comme on l'aura compris, l'invention consiste à prévoir un guipage particulier du fil conducteur métallique. On utilise à cet effet toujours au moins deux couches d'une bande de papier-kraft (ou équivalent) enroulées l'une sur l'autre autour du fil conducteur.

5 Mais, à la différence de l'art antérieur, d'une part, la couche la plus interne de bande de papier kraft comporte des pastilles adhésives sur sa face interne au contact du fil métallique et, d'autre part, la face externe de la couche interne, de préférence, mais en tous cas l'une des deux faces en contact mutuel à l'interface des deux couches est, elle aussi, pourvue de telles pastilles adhésives.

10 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, donnée en référence aux figures annexées suivantes:

- la figure 1 qui montre, vu en coupe longitudinale partielle, un fil métallique de bobinage "Haute Tension" de transformateur immergé, guipé selon une première forme de réalisation de l'invention;
- 15 - la figure 2, analogue à la précédente, qui montre un fil métallique guipé selon une deuxième forme de réalisation de l'invention ;
- la figure 3, analogue aux deux précédentes, qui montre un fil métallique guipé selon une troisième forme de réalisation possible de l'invention.

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

20 La figure 1 montre le fil conducteur 1, emmailloté par deux couches superposées, une couche interne 2 et une couche externe 3, de bande de papier-kraft imperméabilisé à l'égard de l'huile de refroidissement présente dans la cuve du transformateur. Sur la figure, pour une meilleure aisance de lecture, les deux couches 2 et 3 sont montrées séparées l'une de l'autre, alors qu'elles se touchent en réalité de
25 manière à réaliser un emmaillotage serré du conducteur 1. De même, l'épaisseur des pastilles adhésives a été délibérément exagérée.

Selon l'invention, la face intérieure 2i de la couche interne 2, qui est en regard de la surface 14 du fil conducteur 1, est garnie de pastilles filmogène 4 d'un matériau isolant et adhésif, tel qu'une résine époxydique. D'autre part, la face extérieure 3e de la
30 couche externe 3 est également pourvue de telles pastilles 6, conformément à la pratique habituelle. De façon connue, ces pastilles peuvent être conformées en losange. Dans la variante représentée, des pastilles analogues 5 sont également présentes sur l'autre face 2e de la couche interne 2, opposée au fil conducteur 1. Cette caractéristique n'est cependant pas obligatoire dans l'esprit de l'invention. Il reste toutefois obligatoire que
35 l'une des deux faces, 2e ou 3i (face intérieure de la couche externe 2) en contact mutuel à l'interface entre les deux couches soit garnie de pastilles adhésives. De préférence la face garnie est la face extérieure 2e de la couche interne 2.

Dans la variante représentée, la couche interne 2 de bande kraft est donc encollée par des pastilles 4, 5 sur ses deux faces, alors que la couche externe 3 est

encollée uniquement sur sa face extérieure 3e par des pastilles 6, conformément à la pratique habituelle.

La figure 2 montre une variante de l'invention dont la configuration est l'inverse de la précédente, en ce que c'est la couche externe 3 de bande kraft qui
5 comporte des pastilles 7, 8 sur ses deux faces 3i et 3°, alors que la couche interne 2 a des pastilles 9 sur l'une de ses faces seulement, à savoir celle intérieure 2i, tournée vers la surface 14 du fil conducteur 1.

La figure 3 montre une autre variante de l'invention, dans laquelle les deux
10 couches 2 et 3 de papier kraft comportent des pastilles adhésives 12, 13 et 10, 11 respectivement sur leurs deux faces. Elle présente l'avantage de ne nécessiter qu'un seul type de papier kraft pour sa mise en œuvre. En contrepartie, on obtient un fil guipé présentant une légère surépaisseur par rapport aux autres variantes.

Toutes ces variantes (et celles qu'on obtiendrait en utilisant plus de deux
15 couches de papier kraft) comportent donc toujours des pastilles isolantes adhésives 4, 9, 10 au contact du conducteur 1, ce qui empêche le glissement du papier 2 sur le conducteur 1, de même que sur l'une des deux faces en contact à l'entre-couche pour éviter le glissement d'une couche sur l'autre. Ces dispositions sont complétées par la présence, déjà connue en soi, de pastilles isolantes et adhésives 6, 7, 13 sur la face
20 extérieure de la couche la plus externe 3 de papier-kraft et ce afin cette fois de parfaire la cohésion donc l'immobilité mécanique de l'ensemble de la galette une fois bobinée.

Compte tenu des épaisseurs habituellement conférées aux pastilles isolantes adhésives, les surépaisseurs du guipage selon l'invention sont de l'ordre de 0,02 à 0,03
25 mm. Cela suffit pour ne plus observer d'affaissement significatif des spires dans les espaces inter-galettes. Les augmentations d'encombrement résultantes sur l'enroulement de phase complet sont de l'ordre de 0,2 à 0,3 mm seulement..

Il va de soi que l'invention ne se limite pas aux exemples décrits, mais s'étend à de multiples autres variantes et équivalents dans la mesure où est respectée sa définition donnée dans les revendications qui suivent.

En particulier, les pastilles isolantes adhésives, réparties à la surface des bandes
30 de guipage de façon parcellaire dans les modes de réalisation exemplifiés ci-avant, peuvent avoir une forme quelconque, voire être remplacées par une couche adhésive continue, sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

5 1) Procédé de guipage d'un fil électro-conducteur (1) constitutif des enroulements "Haute-ou Moyenne-Tension" d'un transformateur immergé de puissance ou de distribution de l'énergie électrique, selon lequel on emmaillote ledit fil dans au moins deux couches superposées d'une bande de guipage à propriétés diélectriques, une couche interne (2) au contact du fil conducteur et une couche externe (3) pourvue sur sa face
10 extérieure (3e) d'un revêtement adhésif, procédé caractérisé en ce que, pour réaliser l'une au moins desdites couches interne ou externe, on utilise une bande de guipage diélectrique pourvue sur ses deux faces d'un revêtement adhésif, parcellaire ou continu, (4,5) et en ce que la face intérieure (2i) de la couche interne (2) tournée vers la surface (14) du fil conducteur et la face extérieure (3e) de la couche externe (3) tournée vers
15 l'extérieur sont toutes deux pourvues d'un tel revêtement isolant adhésif (4,6).

 2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, pour réaliser la couche interne (2), on utilise une bande de guipage diélectrique revêtue sur ses deux faces d'une couche de revêtement isolant adhésif, parcellaire ou continu (4, 5).

20

 3) Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on utilise des bandes de guipage diélectriques à revêtement isolant adhésif parcellaire constitué de pastilles réparties.

25 4) Conducteur filaire guipé (1) pour la constitution d'enroulements "Haute -ou Moyenne- Tension" d'un transformateur immergé, caractérisé en ce qu'il a été guipé par le procédé selon la revendication 1, 2 ou 3.

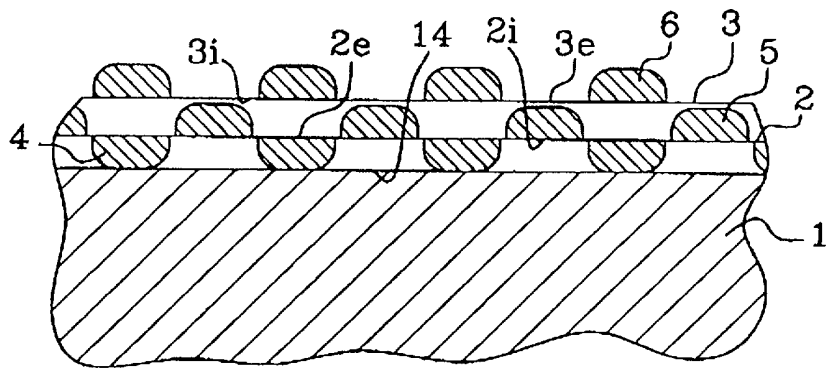
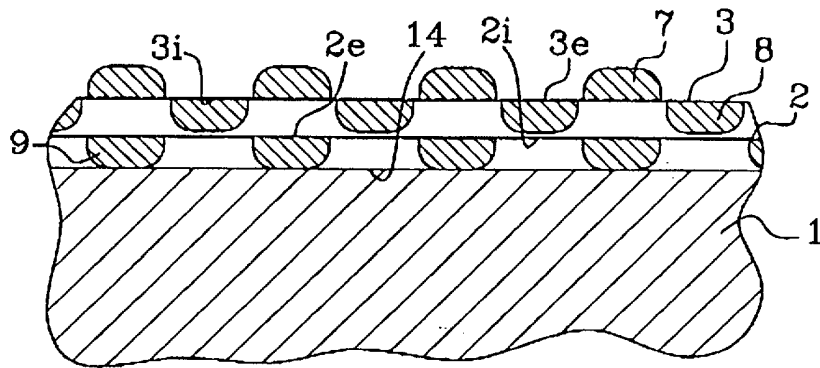
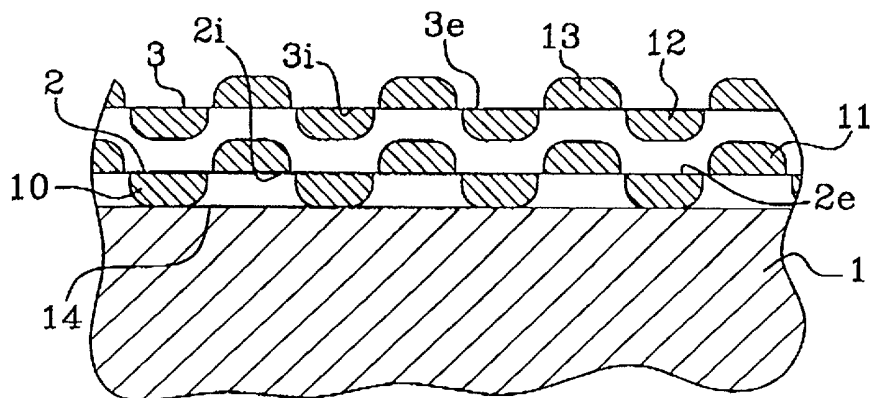
 5) Conducteur filaire guipé (1) selon la revendication 4, caractérisé en ce que le
30 revêtement isolant adhésif est formé par une résine époxydique.

 6) Conducteur filaire guipé (1) selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que le revêtement isolant adhésif est constitué par des pastilles réparties en forme de losange.

35

 7) Bobinage "Haute-ou Moyenne -Tension" de transformateur électrique immergé formé par un empilage entretoisé de galettes plates de spires de fil conducteur guipé, caractérisé en ce que le fil conducteur guipé utilisé est conforme au conducteur filaire défini dans l'une quelconque des revendications 4 à 6.

1/1

**Fig. 1****Fig. 2****Fig. 3**