

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 07682

(54) Conducteur supraconducteur multibrins plat avec séparateur.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). H 01 B 7/08.

(22) Date de dépôt..... 4 avril 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 41 du 9-10-1981.

(71) Déposant : ALSTHOM-ATLANTIQUE et ELECTRICITE DE FRANCE, résidant en France.

(72) Invention de : Michel Kiblaire, Henri Nithart, Alain Fevrier et Jacques Maldy.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Paul Bourely, SOSPI,
14-16, rue de la Baume, 75008 Paris.

- 1 -

Conducteur supraconducteur multibrins plat avec séparateur

La présente invention est due aux travaux de :

- MM. Michel KIBLAIRE et Henri NITHART, de la Société ALSTHOM-ATLANTIQUE,
et MM FEVRIER et Jacques MALDY des Laboratoires de Marcoussis, Centre
5 de Recherches de la COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE.

Elle concerne un conducteur supraconducteur multibrins plat avec
séparateur.

Les conducteurs supraconducteurs multibrins utilisés dans des
bobines ou dans des alternateurs "cryoalternateurs" sont souvent
10 réalisés sous forme de rubans plats, à la surface desquels les brins
supraconducteurs apparaissent torsadés, notamment dans le but de
réaliser une transposition, de sorte que les brins forment constamment
deux nappes, chaque brin passant alternativement d'une nappe à l'autre
sur le bord du ruban. En présence des tensions induites par des champs
15 magnétiques variables, les courts-circuits dont le risque est alors
le plus dangereux sont ceux qui pourraient se former entre les deux
nappes aux croisements des brins.

Une première nécessité apparaît alors : celle de disposer entre
les deux nappes, un "séparateur" en forme de ruban, dont la surface
20 au moins est isolante. Il est en effet connu que seule la présence
d'un tel séparateur permet d'éviter, de manière pratique, les courts-
circuits entre nappes.

Une deuxième nécessité apparaît dans de nombreux cas : celle
de détecter rapidement les transitions faisant passer localement
25 un brin de l'état supraconducteur à l'état normal, de manière à
réaliser alors une commutation évitant qu'une telle transition ne
s'étende le long du conducteur et n'aboutisse finalement à la destruction
de ce dernier par échauffement excessif. De telles transitions sont
détectées par la tension d'origine résistive qu'elles font apparaître
30 aux bornes du conducteur. Mais cette tension résistive peut être
masquée par les tensions beaucoup plus importantes qui sont induites
sur la longueur du conducteur par les champs magnétiques variables.
Pour détecter la tension résistive, il est donc nécessaire d'éliminer
la tension induite. Dans le cas d'une bobine, il est connu pour cela
35 de prévoir sur celle-ci un point milieu, et de mettre en opposition
les tensions totales apparaissant dans les deux moitiés de la bobine,

- 2 -

de sorte que les tensions induites se compensent alors que la tension résistive résultant d'une transition locale accidentelle, n'apparaît normalement qu'aux bornes d'une seule des moitiés de la bobine, et peut donc être détectée. Cette solution n'est pas pratiquement applicable aux bobinages d'un alternateur.

Une autre solution connue consiste à adjoindre au conducteur supraconducteur "principal", sur toute sa longueur, une ligne conductrice "détectrice" disposée au contact de celui-ci avec interposition d'une couche isolante. Dans cette ligne, qui est laissée en circuit ouvert, sont induites les mêmes tensions que dans le conducteur principal. Pour faire apparaître la tension résistive. Il suffit alors de soustraire la tension induite dans cette ligne, de la tension totale, résistive et induite, apparaissant dans le conducteur principal. Mais cette solution présente l'inconvénient de compliquer la mise en oeuvre du conducteur.

La présente invention a pour but la réalisation d'un conducteur supraconducteur multibrins plat avec séparateur, dont la mise en oeuvre est simple et qui permet une bonne détection des transitions éventuelles, même dans le cas où il est appliqué à la constitution du bobinage d'un alternateur.

Elle a pour objet un conducteur supraconducteur multibrins plat avec séparateur comportant :

- un séparateur isolant en forme de ruban avec une longueur selon un axe OX, une largeur selon un axe OY, et une épaisseur selon un axe OZ,
- des brins supraconducteurs inclinés sur l'axe OX, entourant ce séparateur de manière à constituer un assemblage conducteur à brins multiples conduisant globalement le courant selon l'axe OX, en deux nappes disposées sur les deux faces du séparateur, et séparées par celui-ci, la tension totale éventuelle aux bornes de cet assemblage étant la somme de la tension induite par des champs magnétiques variables, et de la tension résistive résultant d'éventuelles transitions des brins de l'état supraconducteur à l'état normal,
- une ligne détectrice s'étendant tout au long du conducteur, en recueillant ainsi entre ses bornes la même dite tension induite,

- 3 -

de manière à permettre de détecter lesdites transitions, en soustrayant cette tension induite de la tension dite totale, caractérisé par le fait que cette ligne détectrice est constituée par une âme au moins partiellement métallique, qui est entourée d'une
5 couche isolante et qui, avec cette couche isolante, constitue ledit séparateur,
- cette âme étant aisément déformable par flexion, non seulement dans le plan OX, OZ, mais aussi dans le plan OX, OY, de manière à éviter une désagrégation du conducteur lorsqu'on courbe celui-ci
10 dans plusieurs plans.

De préférence les éléments métalliques de l'âme sont inclinés dans un sens et dans l'autre par rapport à l'axe OX, de manière à conférer à tout trajet suivant une succession de ces éléments, une longueur supérieure d'au moins 10% à celle du conducteur, de manière
15 à faciliter sa flexion.

A l'aide des figures schématiques ci-jointes, on va décrire ci-après, à titre non limitatif, comment l'invention peut être mise en oeuvre. Il doit être compris que les éléments décrits et représentés peuvent, sans sortir du cadre de l'invention, être remplacés par
20 d'autres éléments assurant les mêmes fonctions techniques. Lorsqu'un même élément est représenté sur plusieurs figures il y est désigné par le même signe de référence.

Les figures 1 et 2 représentent des vues d'un premier et d'un deuxième modes de réalisation du conducteur selon l'invention, respec-
25 tivement, en perspective arrachée.

Sur la figure 1, les brins supraconducteurs sont représentés en 1. Ils sont par exemple au nombre de 23, avec un diamètre de 0,7 mm, et forment deux nappes à brins jointifs, chaque brin passant alternativement de la nappe supérieure 12 à la nappe inférieure 14, en
30 traversant à chaque fois toute la largeur de la nappe, de manière à réaliser une transposition de type connu.

Les deux nappes sont séparées par un séparateur constitué par une tresse isolante tubulaire 2 aplatie, avec une largeur de 7 mm et une épaisseur de 0,4 mm à l'état pressé. Cette tresse peut être
35 par exemple constituée de fils de polyamide aromatique vendu sous la désignation commerciale Nomex par la Société Dupont de Nemours.

- 4 -

Dans cette tresse sont disposées, sur toute la largeur intérieure de celle-ci, deux couches de polyimide 3, vendu sous le nom commercial "Kapton" par la société Dupont de Nemours, et constituant un excellent isolant électrique. Chacune de ces couches est par exemple épaisse

5 de 25 microns.

Entre ces deux couches est disposé un ruban onduleux constitué de cuivre avec une épaisseur de 0,05 à 0,1 mm et une largeur de 1 mm environ. Ce ruban onduleux constitue ladite âme au moins partiellement métallique assurant la fonction de ligne détectrice. Les ondulations

10 augmentent la flexibilité de cette âme dans le plan XOY. Elles peuvent avoir un pas de 5 mm et une amplitude de 1 mm, par exemple. Pour augmenter encore la flexibilité de l'âme, les bords latéraux des deux rubans isolants 3 sont découpés pour former des encoches en face des concavités des ondulations du ruban 4.

Dans le conducteur de la figure 2, les brins supraconducteurs 25 sont disposés comme les brins 1 de la figure 1. Mais le séparateur en forme de ruban est constitué par un enroulement aplati d'un ruban métallique 23 constituant ladite ligne détectrice et revêtu d'une couche isolante 22, 24. Ce ruban métallique a sa longueur et sa largeur

20 disposé dans le plan OX, OY, et son épaisseur selon l'axe OZ. Il est disposé obliquement par rapport à l'axe OX, et plié sur les deux bords de ce séparateur, avec des lignes de pli parallèle à OX, de manière à être disposé alternativement sur l'une et sur l'autre face de ce séparateur avec des inclinaisons symétriques par rapport

25 à cet axe.

La couche isolante 22, 24 est elle-même réalisée en deux éléments : le ruban métallique 23 est d'abord placé entre deux rubans isolants (polyimide) plus larges que lui et collés l'un à l'autre sur leurs deux bords, de part et d'autre du ruban 23 de manière à former tout

30 autour de ce dernier, un premier enrobage isolant 22. Le ruban 22, 23 plus large ainsi obtenu est enroulé en hélice à plat, à spires jointives, autour d'un mandrin isolant 21, lui-même en forme de ruban, et l'ensemble est placé dans un deuxième enrobage isolant 24 constitué par une tresse analogue à la tresse 2.

Bien d'autres modes de réalisation du séparateur selon l'invention

35

- 5 -

sont bien entendu possibles. Il peut par exemple être constitué par une tresse plate de fils isolants avec un ou plusieurs fils métalliques constituant la ligne détectrice, un enrobage isolant en forme de tresse ou de couche continue empêchant le contact entre ces fils
5 métalliques et les brins supraconducteurs. Il peut aussi être réalisé autour d'un ruban métallique s'étendant selon la direction OX, sans ondulation ni pliage, mais avec des perforations lui conférant une flexibilité suffisante dans le plan YOY.

- 6 -

REVENDECATIONS

1/ Conducteur supraconducteur multibrins plat avec séparateur comportant :

- un séparateur isolant (2, 3, 4) en forme de ruban avec une longueur
5 selon un axe OX, une largeur selon un axe OY et une épaisseur selon un axe OZ,
- des brins supraconducteurs (1) inclinés sur l'axe OX, entourant ce séparateur de manière à constituer un assemblage conducteur à brins multiples conduisant globalement le courant selon l'axe OX
10 en deux nappes disposées sur les deux faces du séparateur et séparées par celui-ci, la tension totale aux bornes de cet assemblage étant la somme de la tension induite par des champs magnétiques variables et de la tension résistive résultant d'éventuelles transitions de brins de l'état supraconducteur à l'état normal,
- 15 - et une ligne détectrice (4) s'étendant tout au long du conducteur en recueillant ainsi entre ses bornes la même dite tension induite, de manière à permettre de détecter lesdites transitions en soustrayant cette tension induite de ladite tension totale,
- caractérisé par le fait que cette ligne détectrice est constituée
20 par une âme au moins partiellement métallique (4) qui est entourée d'une couche isolante (3, 2) et qui, avec cette couche isolante, constitue ledit séparateur,
- cette âme (4) étant aisément déformable par flexion non seulement dans le plan OX, OZ, mais aussi dans le plan OX, OY de manière à
25 éviter une désagrégation du conducteur lorsqu'on courbe celui-ci dans plusieurs plans.

2/ Conducteur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les éléments métalliques de ladite âme au moins partiellement métallique (4) sont inclinés dans un sens et dans l'autre par rapport
30 à l'axe OX, de manière à conférer à tout trajet suivant une succession de ces éléments, une longueur supérieure d'au moins 10% à celle du conducteur, de manière à faciliter sa flexion.

3/ Conducteur selon la revendication 2, caractérisé par le fait que :

- ladite âme est métallique et présente la forme d'un ruban ondu-
35 leux (4) avec des ondulations qui sont formées dans le plan OX OY et conservant ce ruban dans ce plan, tant sur sa longueur que sur

- 7 -

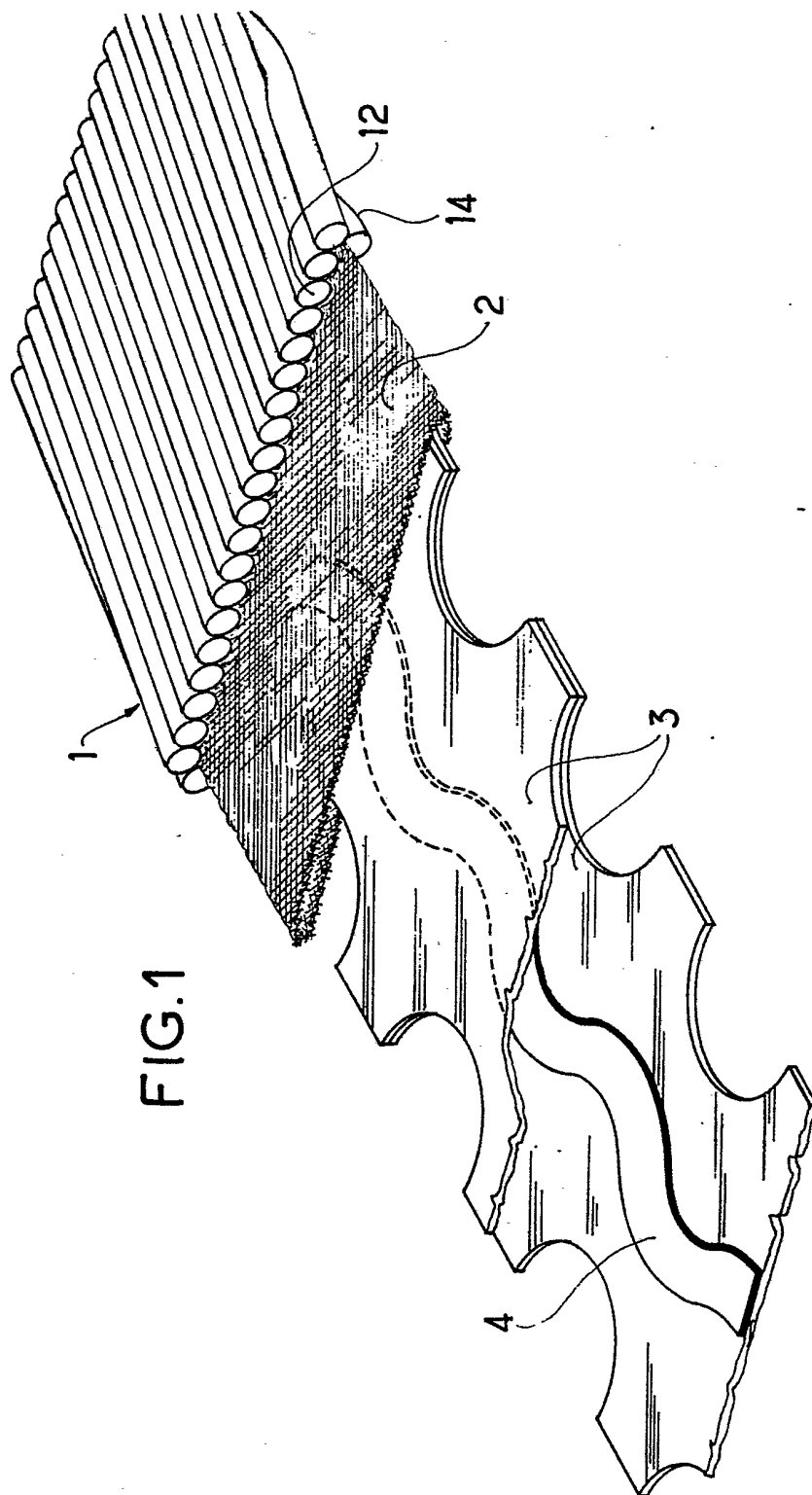
sa largeur, l'épaisseur de ce ruban étant disposée selon l'axe OZ,
- ce ruban onduleux étant disposé entre deux rubans isolants (3)
superposés selon l'axe OZ, la longueur, la largeur et l'épaisseur
de ces deux rubans isolants étant disposées selon les axes OX, OY
5 et OZ respectivement, ces deux rubans isolants débordant des deux
côtés de ce ruban onduleux.

4/ Conducteur selon la revendication 3, caractérisé par le fait que
les bords latéraux des deux rubans isolants (3) sont découpés pour
former des encoches en face des concavités des ondulations du ruban
10 onduleux (4).

5/ Conducteur selon la revendication 4, caractérisé par le fait que
ledit séparateur en forme de ruban est constitué par un enroulement
aplati d'un ruban métallique (23) constituant ladite ligne détectrice
et revêtu d'une couche isolante (22, 24), ce ruban métallique 23
15 ayant sa longueur et sa largeur disposées dans le plan OX, OY et
son épaisseur selon l'axe OZ, et étant plié sur les deux bords de
ce séparateur, avec des lignes de pli parallèle à OX, de manière
à être disposé alternativement sur l'une et sur l'autre face de
ce séparateur, avec des inclinaisons symétriques par rapport à cet
20 axe.

6/ Conducteur selon la revendication 2, caractérisé par le fait que
ledit séparateur est constitué par une tresse dont au moins un fil
est métallique, ladite surface isolante empêchant le contact entre
ce fil et lesdits brins supraconducteurs.

1/2



2/2

