

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 12 août 1982.

30) Priorité

43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 7 du 17 février 1984.

60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

71) Demandeur(s) : *KHAI* Yakov Moiseevich. — SU.

72) Inventeur(s) : Yakov Moiseevich Khait.

73) Titulaire(s) :

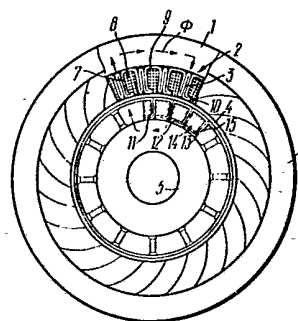
74) Mandataire(s) : Z. Weinstein.

54) Circuit magnétique divisé de machine électrique.

57) L'invention concerne la construction des machines électri-
ques.

Le circuit magnétique faisant l'objet de l'invention est du
type comprenant une culasse 1 à laquelle est adjacente une
couche à denture 2 réalisée en feuillard ferromagnétique on-
dulé dont les ondulations 3 sont disposées sensiblement per-
pendiculairement à la culasse 1, les dents de la couche à
denture étant formées par au moins une ondulation 3 et les
rainures 7 recevant l'enroulement 8 étant formées par les pa-
rois des ondulations 3 voisines et par les parties 9 du feuillard
qui sont disposées entre elles, et est caractérisé en ce que le
sommet 10 de l'une des ondulations 3 formant chaque dent et
adjacente à la rainure 7 correspondante est rabattu du côté de
cette rainure de manière à fermer la fente de celle-ci.

L'invention s'applique aux machines électriques à courant
continu ou à courant alternatif, de faible ou de moyenne
puissance.



La présente invention concerne les constructions électromécaniques et a notamment pour objet un circuit magnétique divisé de machine électrique.

L'application de l'invention est d'une efficacité maximale dans les machines électriques à courant continu ou à courant alternatif, de faible ou de moyenne puissance, tant d'un usage industriel général ou que d'un usage spécial.

La fiabilité et la longévité en service comptent parmi les principales exigences auxquelles doivent satisfaire les machines électriques. En outre, le coefficient d'utilisation des matériaux est l'une des principales caractéristiques économiques des machines. C'est pourquoi l'orientation la plus avancée de la fabrication des machines électriques est celle qui consiste à combiner une technologie de fabrication sans déchets du circuit magnétique, qui est la partie de la machine électrique qui nécessite le plus de métal pour sa fabrication, avec une conception dudit circuit magnétique permettant d'obtenir la fiabilité et la longévité voulues des machines électriques. Ce problème est partiellement résolu dans un circuit magnétique cylindrique divisé de machine électrique (cf., par exemple, le brevet Grande-Bretagne N° 1524638, cl. HO2K 1/06) comprenant une culasse cylindrique formée d'une feuillard ferromagnétique enroulé en hélice. A cette culasse est adjacente une couche à denture réalisée en feuillard ferromagnétique ondulé, dont les cannelures sont disposées radialement par rapport à la surface latérale de la culasse et forment des rainures destinées à recevoir l'enroulement. Les parties du feuillard qui sont disposées entre les cannelures sont orientées vers l'entrefêr du rotor et du stator, en formant une rainure fermée pour ledit enroulement.

La présence, dans le circuit magnétique ainsi réalisé, de la rainure fermée nécessaire pour assurer la liaison magnétique entre les dents de la couche à denture formant un écran magnétique, conduit à des pertes thermiques

supplémentaires dues à l'échauffement du circuit magnétique. Cet échauffement est dû aux courants de Foucault créés dans l'écran magnétique ainsi formé. Il en résulte une réduction du rendement de la machine électrique.

5 En outre, le fait que l'enroulement soit disposé dans les rainures ouvertes du côté de la culasse complique son montage avec la couche à denture à l'intérieur de la culasse, de sorte que l'isolation de l'enroulement risque d'être endommagé pendant ce montage.

10 Ce problème est partiellement résolu dans un circuit magnétique divisé de machine électrique, comprenant une culasse à laquelle est adjacente une couche à denture réalisée en feuillard ferromagnétique ondulé dont les ondulations sont disposées sensiblement perpendiculairement à la culasse, chacune des dents de la couche à
15 denture étant formée par au moins deux ondulations et les rainures recevant l'enroulement étant formées par les parois des ondulations des dents voisines et par les parties du feuillard qui sont disposées entre elles
20 (cf., par exemple, le brevet Etats Unis N°3983435, cl. H02K 1/06).

Dans ce circuit magnétique divisé, chaque dent comporte un élément auxiliaire réalisé en tôle ferromagnétique. Cet élément auxiliaire est disposé entre les
25 ondulations formant la dent et réalisé sous forme d'une plaquette pliée en deux dont les extrémités sont rabattues vers les rainures d'enroulement correspondantes de manière à former des rainures à demi-fermées.

Ces éléments auxiliaires provoquent une baisse des
30 paramètres énergétiques de la machine électrique et, en particulier, diminuent son coefficient de puissance par suite de l'accroissement du courant de magnétisation dû aux jeux technologiques prévus entre les éléments supplémentaires et les ondulations de la zone à denture.

35 En outre, les éléments auxiliaires compliquent la fabrication et le montage du circuit magnétique et diminuent la sécurité de fixation de l'enroulement, ces éléments

pouvant quitter leur logement pendant le fonctionnement de la machine électrique et tomber.

On s'est donc proposé de mettre au point un circuit magnétique divisé de machine électrique, dans lequel la rainure recevant l'enroulement serait formé d'un feuillard
5 ondulé continu de manière à améliorer les paramètres énergétiques de la machine électrique et la sécurité de fixation de l'enroulement.

Ce problème est résolu à l'aide d'un circuit magnétique divisé de machine électrique, comprenant une
10 culasse à laquelle est adjacente une couche à denture réalisée en feuillard ferromagnétique ondulé, dont les ondulations sont disposées sensiblement perpendiculairement à la culasse, chacune des dents de la couche à denture
15 étant formée par au moins une ondulation et les rainures pour l'enroulement étant formées par les parois des ondulations voisines et par les parties du feuillard disposées entre elles, caractérisé, selon l'invention, en ce que le sommet de l'une des ondulations formant chaque
20 dent et adjacent à la rainure d'enroulement correspondante est rabattu vers cette rainure en recouvrant la fente.

Il est préférable que, dans le cas où chaque dent est formée d'au moins trois ondulations, le sommet de la deuxième ondulation adjacente à la rainure d'enroulement
25 correspondante soit rabattu dans le sens opposé au sommet rabattu de la première ondulation adjacente à cette rainure.

Il est également avantageux que, dans le cas où chaque dent est formée d'au moins quatre ondulations, les
30 parois des ondulations extrêmes présentent une longueur supérieure à la longueur des parois des ondulations intérieures d'une valeur égale à la longueur des sommets rabattus de ces ondulations.

Dans tous les modes de réalisation du circuit
35 magnétique faisant l'objet de l'invention, les rainures recevant l'enroulement sont à demi fermées du point de vue du déroulement des processus électromagnétiques, ce qui

permet d'obtenir des caractéristiques énergétiques élevées de la machine électrique.

La possibilité de former une rainure à demi fermée aussi bien avant qu'après la pose de l'enroulement dans la rainure permet d'élargir les possibilités technologiques de montage de la machine électrique.

La possibilité de fermer partiellement ou complètement la fente de la rainure d'enroulement par les sommets des ondulations permet d'assurer une bonne sécurité de fixation de l'enroulement.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre de différents modes de réalisation donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs, avec références aux dessins non limitatifs annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente une vue de face d'une machine électrique à courant alternatif à circuit magnétique divisé (coupes locales du stator et du rotor), d'après l'invention ;

- la figure 2 représente une partie du circuit magnétique divisé du stator de la machine électrique, dont les dents de la couche à denture sont formées par trois ondulations, selon l'invention ;

- la figure 3 représente la même partie que la figure 2 dans le cas où les dents de la couche à denture du circuit magnétique sont formées par quatre ondulations, selon l'invention ;

- la figure 4 représente la même partie que la figure 3 dans le cas où l'alésage intérieur du circuit magnétique est soumis à l'usinage, selon l'invention.

Le circuit magnétique divisé de machine électrique comprend une culasse 1 (figure 1) à laquelle est adjacente une couche à denture 2 réalisée en feuillard ferromagnétique ondulé, dont les ondulations 3 sont disposées sensiblement perpendiculairement à la culasse 1. La disposition des ondulations 3 détermine l'orientation du flux magnétique ϕ vers la culasse 1 à travers l'entrefer 4 du rotor 5 et du

stator 6 (l'orientation du flux magnétique est indiquée sur le dessin par des flèches). Chacune des dents de la couche à denture 2 est formée d'au moins une ondulation 3 et les rainures 7 pour l'enroulement 8 sont formées par les parois 5 des ondulations voisines 3 et par les parties 9 du feuillard qui sont disposées entre elles.

La description ci-dessus s'applique également au circuit magnétique du stator et à celui du rotor de la machine électrique et concerne notamment un mode de réalisation 10 du circuit magnétique de stator. Dans le mode de réalisation décrit du circuit magnétique du stator 6, chaque dent est formée de deux ondulations 3. Le sommet de l'une de ces ondulations 3, adjacente à la rainure 7 correspondante, est rabattu vers cette rainure 7 en fermant partiellement la 15 fente de ladite rainure.

Dans le mode de réalisation décrit du circuit magnétique du rotor 5, chaque dent est formée par une seule ondulation 11 dont le sommet 12 est rabattu du côté de la rainure 13 correspondante recevant l'enroulement 20 14, en fermant ainsi complètement la fente de la rainure 13. En ce cas, le sommet rabattu 12 et la partie 15 du feuillard comprise entre les ondulations 11 forment une rainure fermée 13, ce qui permet une meilleure pose de l'enroulement coulé 14.

25 Les modes de réalisation décrits ci-dessous du circuit magnétique divisé d'une machine électrique sont ceux d'un circuit magnétique de stator.

Dans le cas où chaque dent de la couche à denture 2 est formée d'au moins trois ondulations 3 (figure 2), 30 le sommet 10 de la deuxième ondulation 3 adjacente à la rainure 7 correspondante pour l'enroulement 8 est rabattu dans le sens opposé au sommet rabattu 10 de la première ondulation 3 adjacente à cette rainure 7. La fente de la rainure 7 est alors partiellement fermée par les sommets 35 rabattus 10 des deux ondulations 3, ce qui permet de régulariser le champ magnétique au-dessous de la rainure 7 et d'améliorer ainsi les caractéristiques énergétiques de la machine électrique par rapport au mode de réalisation

du circuit magnétique décrit plus haut.

Suivant un autre mode de réalisation du circuit magnétique, les sommets rabattus 10 des ondulations 3 se touchent. Ceci permet une fixation solide de l'enroulement 5 8 dans la rainure 7. Dans ce cas, les processus électromagnétiques se déroulant dans les dents sont analogues aux processus caractéristiques des rainures à demi fermées. Ceci résulte de la grande résistance au flux magnétique entre 10 sommets, de sorte qu'il se produit une dispersion du flux magnétique à la jonction.

Dans le cas où chaque dent est formée d'au moins quatre ondulations 3 (figures 3, 4), les parois des ondulations 3 extrêmes présentent une longueur supérieure à la 15 longueur des ondulations 3 intérieures d'une valeur "a" égale à la longueur des sommets rabattus 10 de ces ondulations 3.

Pour obtenir les cotes voulues du circuit magnétique et améliorer les caractéristiques énergétiques de la machine électrique, l'alésage intérieur 16 (figure 4) du 20 circuit magnétique est soumis à un usinage.

Le circuit magnétique divisé de machine électrique est fabriqué comme suit.

Un rouleau d'acier pour usages électrotechniques est découpé en feuilards dont la largeur est égale à la 25 hauteur de la culasse 1 (figures 1 à 4), lorsqu'il s'agit d'une culasse de stator cylindrique. Ces feuilards sont ensuite enroulés "sur champ" de manière à former un cylindre dont la longueur est égale à la longueur du circuit magnétique. S'il s'agit d'une culasse de rotor, 30 cette culasse peut être réalisée sous forme d'un cylindre massif. La couche à denture 2 est fabriquée, elle aussi, en tôle d'acier découpée en feuilards dont la largeur détermine la longueur du circuit magnétique. Ces feuilards sont pliés par un procédé connu de manière à former des 35 ondulations 3 formant des dents et à former entre les ondulations 3 une rainure 7 pour l'enroulement 8.

Dans le cas où les dents de la couche à denture sont

formées par au moins quatre ondulations 3 (figures 3,4),
il est prévu que la longueur des ondulations 3 intérieures
de la dent soit égale à la hauteur de la couche à denture,
et que la longueur des ondulations 3 extrêmes soit supérieure
5 d'une valeur "a". A ce stade de la fabrication de la couche
à denture, les rainures 7 recevant l'enroulement 8 sont
ouvertes, de sorte qu'on peut y poser l'enroulement 8
préalablement formé en sections rigides. Après la pose de
l'enroulement 8 dans les rainures 7, les sommets saillants
10 des ondulations 3 extrêmes sont rabattus du côté de la
rainure 7 à laquelle ils appartiennent, de manière à fermer
partiellement ou complètement la fente de la rainure 7.

Suivant une variante, les sommets 10 des ondulations
3 extrêmes sont rabattus du côté de la rainure 7 avant que
15 l'enroulement 8 y soit posé. L'enroulement 8 est alors
monté fil à fil et posé à travers la partie ouverte de la
fente de la rainure 7.

Lorsque la pose de l'enroulement 8 dans les rainures
7 est terminée, la couche à denture est imprégnée pour
20 fixer rigidement les spires de l'enroulement 8, puis elle
est séchée et montée dans l'alésage intérieur de la culasse 1.
Si nécessaire, la surface de la couche à denture 2 tournée
vers la culasse 1 peut être préalablement soumise à un
usinage. Après le montage de la couche à denture 2 sur la
25 culasse 1, on peut imprégner le stator encore une fois
(le rotor représenté sur la figure 1 étant à enroulement
coulé) et usiner les surfaces du circuit magnétique du
stator et du rotor orientées vers l'entrefer 4 (figure 1).

REVENDICATIONS

1. Circuit magnétique divisé de machine électrique, du type comprenant une culasse (1) à laquelle est adjacente une couche à denture (2) réalisée en feuillard ferromagnétique ondulé dont les ondulations (3) sont disposées
5 sensiblement perpendiculairement à la culasse (1), les dents de la couche à denture étant formées par au moins une ondulation (3) et les rainures (7) recevant l'enroulement (8) étant formées par les parois des ondulations (3) voisines et par les parties (9) du feuillard qui sont
10 disposées entre elles, caractérisé en ce que le sommet (10) de l'une des ondulations (3) formant chaque dent et adjacente à la rainure (7) correspondante est rabattu du côté de cette rainure de manière à fermer la fente de celle-ci.
- 15 2. Circuit magnétique divisé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, dans le cas où chaque dent est formée par au moins trois ondulations (3), le sommet (10) de la deuxième ondulation (3) adjacente à la rainure (7) correspondante est rabattu dans le sens opposé au sommet
20 rabattu (10) de la première ondulation (3) adjacente à cette rainure (7).
- 25 3. Circuit magnétique divisé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, dans le cas où chaque dent est formée par au moins quatre ondulations (3), les parois des ondulations (3) extrêmes présentent une longueur supérieure à la longueur des ondulations (3) intérieures d'une valeur égale à la longueur (a) des sommets rabattus (10) de ces ondulations (3).

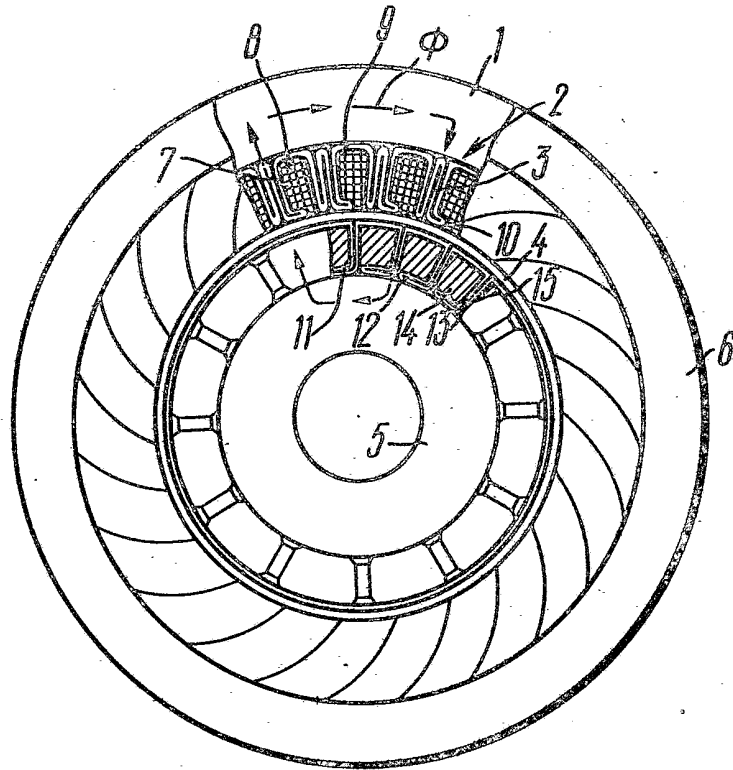


FIG. 1

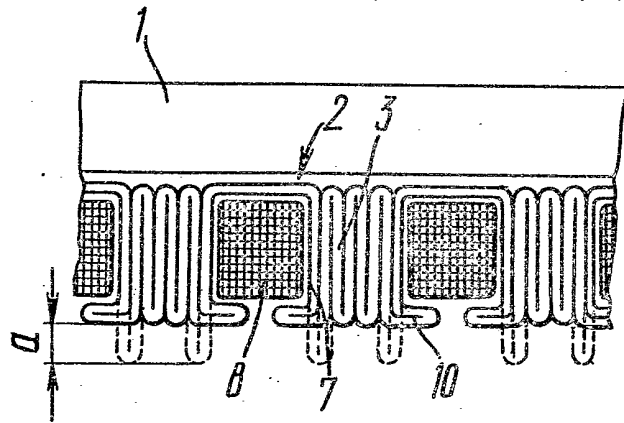


FIG. 3

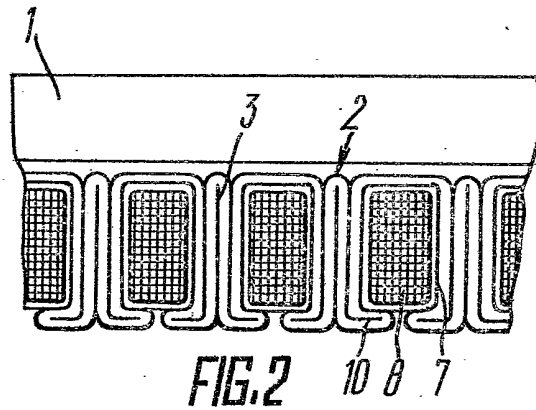


FIG. 2

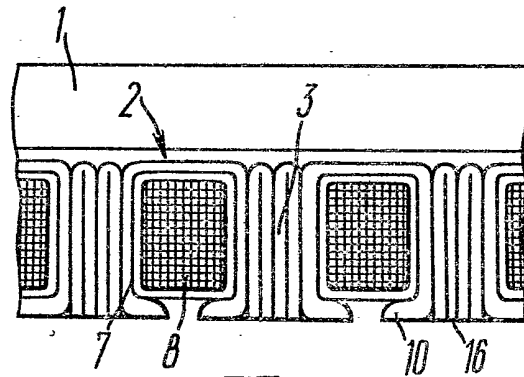


FIG. 4