

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 556 493

②① N° d'enregistrement national : **83 19767**

⑤① Int Cl⁴ : H 01 F 27/28.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 9 décembre 1983.

③① Priorité :

④③ Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 24 du 14 juin 1985.

⑥① Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦① Demandeur(s) : Société dite : COMPAGNIE D'INFOR-
MATIQUE MILITAIRE SPATIALE ET AERONAUTIQUE. —
FR.

⑦② Inventeur(s) : Guy Arnould.

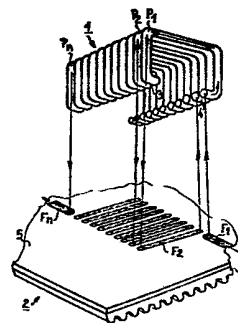
⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : Philippe Guilguet, Thomson CSF SCPL.

⑤④ Bobinage électromagnétique et transformateur comportant un tel bobinage.

⑤⑦ L'invention se rapporte aux bobinages électromagnétiques
comprenant des spires conductrices P1 à Pn, S1 à Sn et un
support 5 isolant, bon conducteur thermique sur lequel repo-
sent les spires afin de capter la chaleur dégagée par le
bobinage et transmise par ces spires, chaque spire étant
discontinue, la continuité électrique étant réalisée par le sup-
port 5.

Application aux transformateurs de puissance.



FR 2 556 493 - A1

D

BOBINAGE ELECTROMAGNETIQUE ET TRANSFORMATEUR
COMPORTANT UN TEL BOBINAGE

La présente invention concerne les bobinages électromagnétiques et les transformateurs comportant de tels bobinages généralement utilisés dans des circuits électroniques de puissance et en particulier dans des alimentations électriques de circuits électroniques.

Selon qu'il s'agit d'une self-inductance ou d'un transformateur de tension, le bobinage comporte classiquement une ou plusieurs bobines enroulées ou non autour d'un circuit magnétique. Dès que l'enroulement est parcouru par un courant, il y a des pertes qui se traduisent par un dégagement de chaleur autour de la bobine. Plus la densité de courant dans l'enroulement est forte, plus la chaleur dégagée est importante. Lorsque la bobine est enroulée autour d'un circuit magnétique, le circuit magnétique a d'autant plus de difficultés pour dissiper la chaleur qu'il émet, que l'enroulement rayonne lui-même, le point milieu du circuit étant le point le plus chaud. La chaleur se dissipe transversalement au sens des spires.

Dans les alimentations à découpage nécessitant des fréquences de travail élevées (quelques dizaines à quelques centaines de kilohertz), le circuit magnétique est en général un ferrite peu conducteur de chaleur et à point de Curie bas, si bien que pour certaines applications où la température dépasse une centaine de degrés Celsius, ces alimentations ne peuvent pas être utilisées sans précautions particulières, car les caractéristiques magnétiques du circuit sont altérées.

Pour résoudre ces inconvénients, il est donc courant d'augmenter la taille des bobinages afin que la densité du courant soit moins élevée et ainsi éviter une forte augmentation de la chaleur.

Or, dans des applications de plus en plus nombreuses, et en

particulier dans des modules de puissance réalisés selon la technologie des circuits hybrides, il est souhaitable de miniaturiser les bobinages électromagnétiques pour obtenir des systèmes d'alimentations compatibles avec cette technologie.

5 La présente invention a pour objet un bobinage électromagnétique ayant une configuration qui permet de bien évacuer les pertes et par conséquent de dissiper la chaleur, si bien que son encombrement peut être réduit par rapport à celui d'un bobinage classique.

10 La présente invention a plus précisément pour objet un bobinage électromagnétique comprenant des spires conductrices, caractérisé en ce qu'il comporte un support isolant et conducteur thermique sur lequel reposent les spires, afin de capter la chaleur dégagée par les spires et transmise par ces spires, chaque spire étant discontinue, la continuité électrique étant réalisée par le support.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description ci-après, donnée à titre d'exemple non limitatif et illustrée par les dessins annexés sur lesquels :

20 - la figure 1 représente une vue éclatée du bobinage selon l'invention dans une première application.

- la figure 2 représente une vue éclatée du bobinage selon l'invention dans une deuxième application.

25 - la figure 3 représente une coupe du bobinage selon l'invention.

Sur la figure 1, on a donc représenté une vue éclatée d'un bobinage selon l'invention. Elle concerne une première application de ce bobinage en tant que self-inductance. Le bobinage comprend une bobine 1, et un support 2.

30 La bobine est constituée par un ensemble de spires S1 à Sn. Ces spires ne sont pas obtenues de manière conventionnelle par enroulement d'un seul fil conducteur autour d'un noyau. Elle sont constituées par un ensemble de fils conducteurs P1 à Pn identiques, jointifs et recouverts d'une gaine isolante non représentée, ces fils

étant recourbés sur eux-mêmes de manière à former une loge dans laquelle peut être introduit un circuit magnétique. Les deux extrémités 3 et 4 de chaque fil sont réalisées de manière à pouvoir reposer sur le support pour établir un contact thermique et électrique. Elles peuvent par exemple être en vis-à-vis comme cela est représenté sur cette figure, soit être recourbées vers l'extérieur et s'opposer. Les extrémités de chaque spire sont reliées au support 2 de façon à permettre une liaison électrique, il s'agit par exemple d'une soudure.

Le support 2 comprend un circuit imprimé 5 et un radiateur 6. Le circuit imprimé 5 est placé sur le radiateur et en est solidaire, c'est un circuit isolant, bon conducteur thermique. Un ensemble de fils conducteurs F1 à Fn sont imprimés sur le circuit 5 afin que, lorsque la bobine est fixée sur ce circuit 5 et qu'elle est alimentée, le courant puisse la parcourir. En effet, à un instant donné, le courant arrive sur le fil F1, suit la première spire P1, puis parcourt successivement le deuxième fil F2 et la spire P2 jusqu'à la spire Pn et le fil Fn. La chaleur dégagée par une spire donnée (et par un circuit magnétique dans le cas où le bobinage comporte un circuit magnétique) est transmise au support 5 longitudinalement le long de cette spire (et non transversalement comme dans les circuits classiques). Le circuit 5 est conçu pour permettre la liaison électrique entre les spires et pour capter avantageusement la chaleur dégagée par le bobinage et la transmettre au radiateur 6. Le circuit 5 est dans cette réalisation particulière une plaque d'alumine de quelques centaines de microns d'épaisseur.

Le radiateur 6 est connu en soi, il permet donc de dissiper la chaleur dégagée et ainsi de permettre un refroidissement permanent du bobinage.

La bobine a donc un rôle supplémentaire puisqu'elle sert de bus thermique, chaque spire étant en contact thermique en ses deux extrémités avec le circuit 5, ce circuit étant bon conducteur thermique et faisant office de plaque froide. La résistance thermique de la bobine est faible, ce qui a pour conséquence de pouvoir

passer des courants plus élevés que dans une bobine conventionnelle de même encombrement.

5 Pour une bobine en cuivre, on peut par exemple augmenter la densité de courant jusqu'à dix fois sans perturbation du fonctionnement. Le volume du bobinage peut donc être réduit de 10 à 20 fois.

Sur la figure 2, on a représenté une deuxième application du bobinage selon l'invention. Les références des éléments communs à la première réalisation sont identiques.

10 Au lieu d'être constitué par un seul ensemble de spires conductrices connectées en série, le bobinage comporte un deuxième ensemble de spires conductrices S1 à Sp connectées en parallèle sur le premier et un circuit magnétique 7,8. Selon le nombre de spires du deuxième ensemble, le bobinage se comporte comme un trans-
15 formateur abaisseur ou élévateur de tension, le primaire étant par exemple constitué par les spires P1 à Pn et le secondaire par les spires S1 à Sp.

Pour des facilités de connexion sur le circuit imprimé 5, les extrémités des spires P1 à Pn constituant le primaire, sont recour-
20 bées par exemple vers l'intérieur de la loge formée par le bobinage tandis que les extrémités des spires S1 à Sp constituant le secondaire, sont recourbées vers l'extérieur de cette même loge. La liaison électrique entre les spires S1 à Sp du secondaire est également réalisée par le circuit imprimé qui dans ce cas est un
25 circuit imprimé double face.

Les deux ensembles de spires contribuent également à évacuer la chaleur vers le support froid 5.

Le circuit magnétique 7, 8 est constitué dans notre réalisation particulière, de deux boîtiers aptes à être introduits à l'intérieur du
30 bobinage et à envelopper les spires lorsqu'ils sont joints afin de capter le maximum de flux. Il est bien évident que la forme de ce circuit peut être quelconque dès l'instant où il assure sa fonction de manière fiable.

La figure 3 représente une vue en coupe du circuit électro-

5 magnétique selon l'invention. Elle permet de montrer le mouvement du flux de chaleur sur une spire. L'équation de distribution de la température sur une spire permet de montrer que le point C situé à égale distance des deux extrémités d'une spire est le point le plus chaud. L'élévation de la température en ce point varie en sens inverse de la longueur de la spire. Cette configuration a donc un effet cumulatif, plus les fils de la bobine seront courts et plus le point C se rapprochera des extrémités 3 et 4 et plus il se refroidira, contrairement aux bobinages classiques.

10 Pour un fil de cuivre dont les conditions d'utilisation provoquent un dégagement de chaleur de 100°C, le fil ayant les caractéristiques suivantes :

- | | | |
|----|----------------------------|--|
| 15 | - résistivité électrique | $\rho = 2,3 \cdot 10^{-8} \text{ m}$ |
| | - conductibilité thermique | $\lambda = 381 \text{ W. m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ |
| | - densité du courant | $d = 40 \text{ A/mm}^2$ |
| | - longueur de la spire | $l = 30 \text{ mm}$ |

La variation de chaleur $\Delta \theta$ ne dépassera pas 8 °C, la puissance dissipée par une spire sera $P = 0,24 \text{ W}$.

REVENDECATIONS

5 1. Bobinage électromagnétique comprenant des spires conductrices, caractérisé en ce qu'il comporte un support (5) isolant et conducteur thermique sur lequel reposent les spires (P1 à Pn, S1 à Sn), afin de capter la chaleur dégagée par le bobinage et transmise par ces spires, chaque spire étant discontinue, la continuité électrique étant réalisée par le support (5).

2. Bobinage électromagnétique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les spires (P1 à Pn, S1 à Sn) se trouvent dans un plan sensiblement perpendiculaire au plan du support (5).

10 3. Bobinage électromagnétique selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte un radiateur (6) placé sous le support (5), pour dissiper la chaleur transmise par ce support (5).

15 4. Bobinage électromagnétique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le support comprend un circuit imprimé (5) sur lequel sont imprimés des fils conducteurs permettant de réaliser la continuité électrique d'une spire avec une autre spire déterminée pour que le bobinage soit utilisé comme self-inductance ou comme transformateur.

20 5. Bobinage électromagnétique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les spires sont reliées au support par leurs extrémités (3, 4), ces extrémités permettant d'obtenir à la fois un couplage électrique et un couplage thermique avec le support (5) pour dissiper au moyen du radiateur (6) la chaleur transmise par les spires.

25 6. Bobinage électromagnétique selon la revendication 1, ou la revendication 5, caractérisé en ce que les fils conducteurs constituant chaque spire discontinue, sont jointifs et recourbés sur eux-mêmes pour créer un flux magnétique.

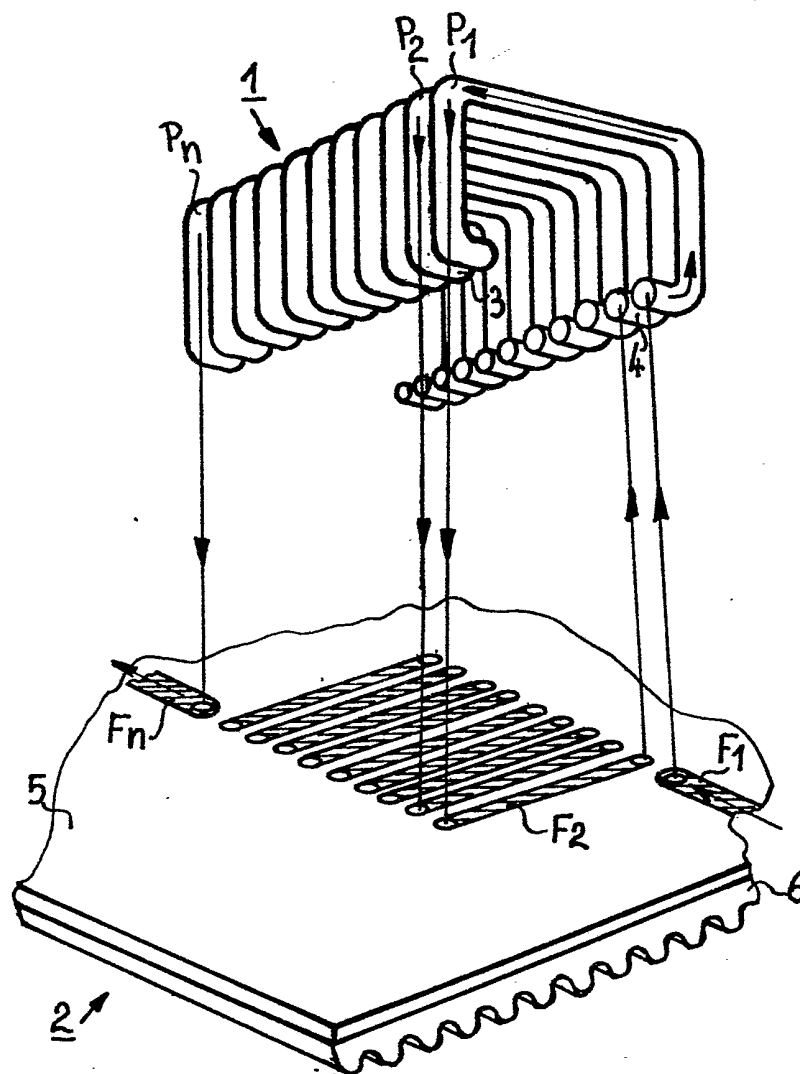
30 7. Bobinage électromagnétique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un premier ensemble de spires (P1 à Pn) forme un

enroulement primaire, et un deuxième ensemble (S1 à Sn) forme un enroulement secondaire constituant ainsi un transformateur.

- 5 8. Bobinage selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit magnétique constitué de deux parties (2, 3) s'introduisant à l'intérieur du bobinage formé par les spires des deux enroulements et enveloppant ces spires de manière à obtenir le maximum de flux.

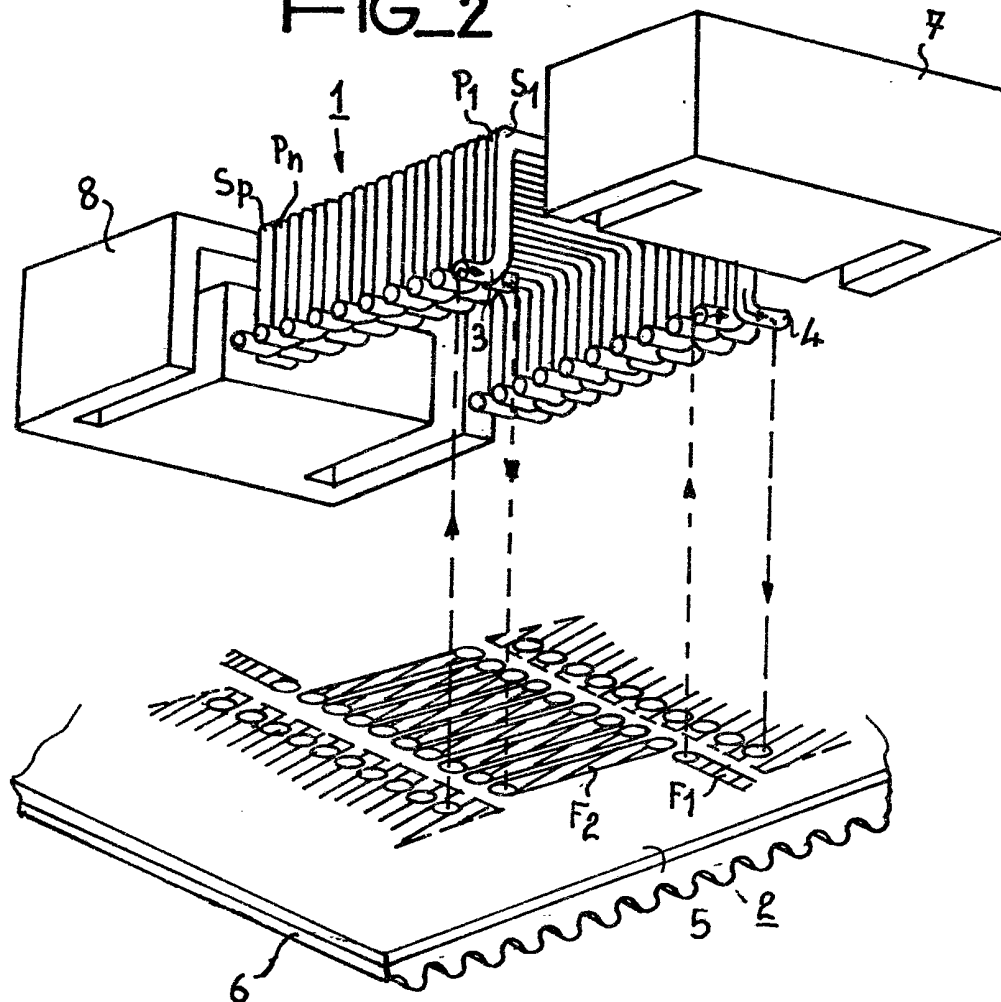
1/2

FIG_1



2/2

FIG_2



FIG_3

