(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
12 septembre 2014 (12.09.2014)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/135796 A2

(51) Classification internationale des brevets : Non classée

(21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR2014/050497

(22) Date de dépôt international : 5 mars 2014 (05.03.2014)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1352078 8 mars 2013 (08.03.2013) FR

(71) Déposant : **VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR** [FR/FR]; 2 rue André Boulle, F-94046 Creteil Cedex (FR).

(72) Inventeurs : **LUCOT, Guillaume**; 7bis Boulevard Voltaire, F-94210 La Varenne Saint Hilaire (FR). **GUERIN, Fabien**; 18 rue Pierre Sémard, F-92320 Chatillon (FR).

(74) Mandataire : **MARTIN, Joaquim**; Valeo Equipements Electriques Moteur, 2 rue André Boulle, F-94046 Creteil Cedex (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))*

(54) **Title** : POWER ELECTRONIC MODULE, METHOD FOR PRODUCING SUCH A MODULE, AND ROTATING ELECTRICAL MACHINE OF A MOTOR VEHICLE COMPRISING SAME

(54) **Titre** : MODULE ELECTRONIQUE DE PUISSANCE, PROCEDE DE FABRICATION D'UN TEL MODULE ET MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE DE VEHICULE AUTOMOBILE LE COMPRENANT

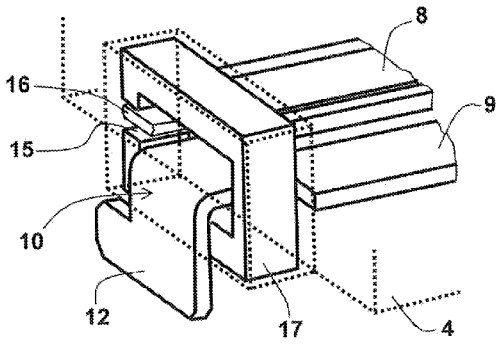


FIG. 3b

(57) **Abstract** : The power electronic module according to the invention comprises electronic components (8) arranged in a housing (4) and external connection elements (10, 12) comprising at least one power trace (10) capable of being electrically connected to a power conductor of a power circuit of a rotating electrical machine. According to the invention, the housing and at least one element of a measuring device (16, 17) for measuring an intensity of a current flowing in the power trace (10) form a monobloc assembly. According to particular features, the abovementioned element of the measuring device (16, 17) is a magnetic circuit. Advantageously, this magnetic circuit is formed from ferrite and surrounds the power conductor (13).

(57) **Abrégé** : Le module électronique de puissance selon l'invention comporte des composants électroniques (8) disposés dans un boîtier (4) et des éléments de connexion extérieurs (10, 12) comprenant au moins une trace de puissance (10) apte à être reliée électriquement à un conducteur de puissance d'un circuit de puissance d'une machine électrique

[Suite sur la page suivante]

WO 2014/135796 A2

tournante. Conformément à l'invention, le boîtier et au moins un élément d'un dispositif de mesure (16, 17) d'une intensité d'un courant circulant dans la trace de puissance (10) forment un ensemble monobloc. Selon des caractéristiques particulières, l'élément susmentionné du dispositif de mesure (16, 17) est un circuit magnétique. Avantageusement, ce circuit magnétique est constitué de ferrite et entoure le conducteur de puissance (13).

MODULE ELECTRONIQUE DE PUISSANCE, PROCEDE DE FABRICATION D'UN TEL MODULE ET MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE DE VEHICULE AUTOMOBILE LE COMPRENANT

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION.

La présente invention concerne un module électronique de puissance et son procédé de fabrication. Elle concerne également une machine électrique tournante de véhicule automobile comprenant ce module électronique de puissance.

ARRIERE PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION.

L'électronique de puissance a remplacé de nos jours les moyens électro-mécaniques d'autrefois pour l'alimentation électrique et le contrôle des machines électriques tournantes modernes.

Que ce soit des machines électriques tournantes monophasées ou polyphasées, synchrones ou asynchrones, fonctionnant en moteur ou en générateur, un ou plusieurs modules électroniques de puissance contrôlent les courants et les tensions appliqués.

Un équipement courant d'un véhicule automobile est constitué par une machine électrique tournante réversible, c'est-à-dire qui est apte à fonctionner en génératrice et à charger une batterie quand elle est couplée au moteur thermique du véhicule, et à fonctionner en moteur pour le démarrage, ou la fourniture d'un surcroît de puissance mécanique, quand elle est alimentée par le réseau électrique de bord.

Cette machine, dite "alterno-démarreur" comporte le plus souvent:

- un rotor comprenant des aimants permanents et/ ou un inducteur dans lequel est amené un courant d'excitation;

- un stator comprenant des enroulements de phases dans lesquels circulent des courants de phases.

La demande de brevet FR2886506 de la société VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR décrit de façon extrêmement détaillée la mécatronique d'un alterno-démarreur triphasé:

- un module d'excitation constituant un porte-balais régulateur contrôlant le courant d'excitation;

- trois modules de puissance générant les courants de phases en mode moteur ou redressant les courants de phase en mode alternateur;

- un module de commande du module d'excitation et des modules de puissance.

Les modules, se présentant sous la forme de boîtiers munis extérieurement d'éléments de connexion, sont agencés sur le palier arrière de l'alterno-démarreur.

Les boîtiers contiennent des composants électroniques, notamment, le plus souvent, des transistors de puissance de type MOSFET, reliés entre eux par des trace de puissance constituées par une tôle découpée, notamment de cuivre.

Dans cet exemple de modules de puissance, les traces de puissance comportent des extrémités qui sont toutes disposées au voisinage d'une première face du boîtier.

Les extrémités des traces de phases sont extérieures au boîtier et sont conformées de manière à s'adapter aux extrémités des enroulements de phases.

La demande de brevet EP2536261, également de la société VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR, décrit un autre exemple très récent de module de puissance, mettant en œuvre cette même technique des traces de puissance permettant la circulation de courants d'intensité élevée, connue sous l'acronyme IML (pour Insulated Molded Leadframe en anglais, ou Grille de connexion moulée isolée).

Les extrémités des traces de puissance, en forme de lames pliées à angle droit, font saillie à l'extérieur du boîtier pour leur raccordement électrique avec l'extérieur du module.

Un matériau de remplissage, tel qu'une résine époxy ou un gel de silicone, ou analogue, emplit l'espace intérieur libre du boîtier autour des composants de puissance.

De nouveaux perfectionnements apportés aux alterno-démarreurs par l'entité inventive imposent de mesurer le courant dans chaque phase.

Cette mesure n'est pas effectuée par les modules de puissance connus de l'état de la technique, même les plus récents comme le montrent les exemples ci-dessus.

La mise en œuvre d'un dispositif de mesure de l'intensité du courant, tel qu'un capteur à effet Hall à proximité du conducteur de chaque phase, bien connu en soi, a posé à l'entité inventive un problème d'encombrement, car on doit mettre en place un capteur par phase. C'est ce problème que l'entité inventive a cherché à résoudre.

DESCRIPTION GENERALE DE L'INVENTION.

La présente invention vise donc la conception d'un module électronique de puissance comportant des composants électroniques disposés dans un boîtier et des éléments de connexion extérieurs comprenant au moins une trace de puissance, apte à être reliée électriquement à un conducteur de puissance d'un circuit de puissance d'une machine électrique tournante, de manière à apporter une solution au problème d'encombrement évoqué ci-dessus.

Dans un mode de réalisation général de l'invention, ce module électronique de puissance est remarquable en ce que son boîtier et au moins un élément d'un dispositif de mesure d'une intensité d'un courant circulant dans la trace de puissance forment un ensemble monobloc.

Cet élément du dispositif de mesure est avantageusement un circuit magnétique, constitué de préférence de ferrite.

Dans un premier mode réalisation particulier de l'invention, ce circuit magnétique est de préférence apte à entourer le conducteur de puissance de la machine électrique tournante.

Dans un second mode réalisation particulier de l'invention, ce circuit magnétique entoure de préférence la trace de puissance du module électronique de puissance.

Selon l'invention, le circuit magnétique est avantageusement de forme annulaire, ou, alternativement, de forme rectangulaire.

De préférence ce circuit magnétique comporte une fente apte à recevoir un capteur à effet Hall.

Dans ce cas, on tire bénéfice du fait que le boîtier, le circuit magnétique et ce capteur à effet Hall forment l'ensemble monobloc du module électronique de puissance.

Le capteur à effet Hall est alors avantageusement soudé sur une carte électronique interne au boîtier.

L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un module électronique de puissance présentant les caractéristiques ci-dessus remarquable en ce que l'ensemble monobloc est réalisé par surmoulage.

Il va de soi qu'une machine électrique tournante de véhicule automobile tirera bénéfice de l'intégration d'un tel module électronique de puissance.

Ces quelques spécifications essentielles auront rendu évidents pour l'homme de métier les avantages apportés par ce module électronique de puissance par rapport à l'état de la technique antérieur.

Les spécifications détaillées de l'invention sont données dans la description qui suit en liaison avec les dessins ci-annexés. Il est à noter que ces dessins n'ont d'autre but que d'illustrer le texte de la description et ne constituent en aucune sorte une limitation de la portée de l'invention.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS.

La **Figure 1** montre un palier arrière d'un alterno-démarreur comportant trois modules électroniques de puissance, du type concerné par l'invention, connus de l'état de la technique.

Les **Figures 2a et 2b** montrent de manière détaillée deux exemples de modules électroniques de puissance connus de l'état de la technique.

Les **Figures 3a et 3b** montrent les détails d'un premier et second modes de réalisation d'un module électronique de puissance selon l'invention.

DESCRIPTION DES MODES DE REALISATION PREFERES DE L'INVENTION.

Dans le cadre de la présente invention, un module électronique de puissance comporte des composants électroniques qui sont disposés dans un boîtier et des éléments de connexion accessibles de l'extérieur pour son fonctionnement, ces éléments de connexion permettant la transmission de signaux de contrôle et la circulation de courants forts.

La **Figure 1** montre des modules électroniques de puissance 1, 2 de ce type agencés sur le palier arrière 3 de l'alterno-démarreur triphasé de l'état de la technique mentionné ci-dessus.

Ce palier arrière 3 comporte trois modules de puissance 1 gérant les courants de phases et un module d'excitation 2 contrôlant le courant d'excitation de la machine électrique fonctionnant en génératrice.

Chaque module électronique de puissance 1, 2 comprend:

- un boîtier 4;
- des connecteurs de puissance 5 (permettant des raccordements électriques aux pôles positif et négatif de la batterie de bord);
- des connecteurs de signaux 6 (permettant des liaisons électriques avec le module de commande);

- des points de fixation 7 sur la carcasse de la machine.

La **Figure 2a** montre en détail un module de puissance 1 du palier arrière de la **Figure 1,** dont le boîtier 4 est ouvert, avec les composants électroniques intérieurs 8 reliés entre eux par un circuit de traces 9.

Une trace de puissance 10 s'étendant extérieurement au boîtier 4, comporte, dans ce premier exemple, une première extrémité 11 en forme de crochet permettant de connecter, par soudage, brasage ou tout autre procédé adapté, un fil de phase provenant du stator de la machine électrique.

Un second exemple de module électronique de puissance 1, 2 connu de l'état de la technique est montré sur la **Figure 2b**.

Dans ce second exemple, une trace de puissance 10 s'étendant en dehors de l'enveloppe générale du module de puissance 1, comporte une seconde extrémité 12 en forme de patte perpendiculaire au plan du circuit de traces 9 permettant de connecter, par soudage, brasage ou tout autre procédé adapté, une languette de phase 13 provenant du stator de la machine électrique.

Afin de résoudre le problème d'encombrement posé par l'ajout d'un dispositif de mesure du courant de chaque phase, exposé en préambule, l'entité inventive a intégré ce dispositif de mesure dans le module de puissance 1, tout en limitant l'impact sur le volume du système complet et aussi sur l'intégration du PCB.

Pour ce faire, au moins un élément du dispositif de mesure 14, 16, 17 de l'intensité du courant circulant dans la trace de phase 10 du module de puissance 1 forme avec le boîtier 4 un ensemble monobloc.

Dans un premier mode de réalisation préféré de l'invention montré sur la **Figure 3a**, un premier circuit magnétique 14 de forme annulaire en ferrite est agencé à proximité du boîtier 4 en vis-à-vis de l'extrémité 12 formant patte de la trace de puissance 10.

Un axe de révolution de cet anneau 14, de section radiale rectangulaire, est parallèle à un axe de symétrie longitudinal de la patte 12 de manière à ce que la languette de phase 13 soit située au centre de l'anneau 14 après raccordement avec la trace de puissance 10.

L'anneau 14 comporte une fente radiale 15 apte à recevoir un capteur à effet Hall 16 dont les signaux sont traités par un circuit électronique approprié de type "ASIC" intégré dans le boîtier 4 de façon à fournir une mesure de l'intensité du courant circulant dans le circuit de phase 13, 12, 10.

Dans un second mode de réalisation préféré de l'invention montré sur la **Figure 3b**, un second circuit magnétique 17 de forme rectangulaire en ferrite est agencé à proximité du boîtier 4 en entourant la trace de puissance 10 entre l'extrémité 12 formant patte et le boîtier 4.

Le capteur à effet Hall 16 agencé dans la fente 15, constituant une solution de continuité du second circuit magnétique 17, est relié à l'ASIC 8 intégré dans le boîtier 4 qui assure le traitement des signaux du capteur et fournit la mesure d'intensité requise.

L'ensemble monobloc constitué par le boîtier 4, le premier ou second circuit magnétique 14, 17 et le capteur à effet Hall 16 est formé par surmoulage de ces constituants.

Comme il va de soi, l'invention ne se limite pas aux seuls modes d'exécution préférentiels décrits ci-dessus.

Notamment, la forme, la section et le matériau des premier et second circuits magnétiques 14, 17 indiqués ne sont que des exemples: des circuits magnétiques différents pourraient être plus adaptés à d'autres configurations de modules de puissance 1, de traces de puissance 10 ou des extrémités 13 des enroulements de phases.

Enfin, des procédés de réalisation du module électronique de puissance selon l'invention différents du surmoulage existent, notamment par résinage du circuit magnétique 14, 17 après mise en position de celui-ci.

L'invention embrasse donc toutes les variantes possibles de réalisation dans la mesure où ces variantes restent dans le cadre défini par les revendications ci-après.

REVENDICATIONS

1) Module électronique de puissance (1, 2) comportant des composants électroniques (8) disposés dans un boîtier (4) et des éléments de connexion extérieurs (10, 11, 12) comprenant au moins une trace de puissance (10) apte à être reliée électriquement à un conducteur de puissance (13) d'un circuit de puissance d'une machine électrique tournante, caractérisé en ce que ledit boîtier (4) et au moins un élément d'un dispositif de mesure (14, 16, 17) d'une intensité d'un courant circulant dans ladite trace de puissance (10) forment un ensemble monobloc.

2) Module électronique de puissance (1, 2) selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit élément dudit dispositif de mesure (14, 16, 17) est un circuit magnétique (14, 17).

3) Module électronique de puissance (1, 2) selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit circuit magnétique (14, 17) est constitué de ferrite.

4) Module électronique de puissance (1, 2) selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que ledit circuit magnétique (14) est apte à entourer ledit conducteur de puissance (13).

5) Module électronique de puissance selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que ledit circuit magnétique (17) entoure ladite trace de puissance (10).

6) Module électronique de puissance selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que ledit circuit magnétique (14) est de forme annulaire.

7) Module électronique de puissance selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que ledit circuit magnétique (17) est de forme rectangulaire.

8) Module électronique de puissance selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, caractérisé en ce que ledit circuit magnétique (14, 17) comporte une fente (15) apte à recevoir un capteur à effet Hall (16).

9) Module électronique de puissance (1, 2) selon la revendication 8 précédente, caractérisé en ce que ledit boîtier (4), ledit circuit magnétique (14, 17) et ledit capteur à effet Hall (16) forment ledit ensemble monobloc.

10) Module électronique de puissance (1, 2) selon la revendication 9 précédente, caractérisé en ce que ledit capteur à effet Hall (16) est soudé sur une carte électronique interne audit boîtier (4).

11) Procédé de fabrication d'un module électronique de puissance (1, 2) selon l'une quelconque de revendications 1 à 10 précédentes, caractérisée en ce que ledit ensemble monobloc est réalisé par surmoulage.

12) Machine électrique tournante de véhicule automobile comprenant un module électronique de puissance (1, 2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 précédentes.

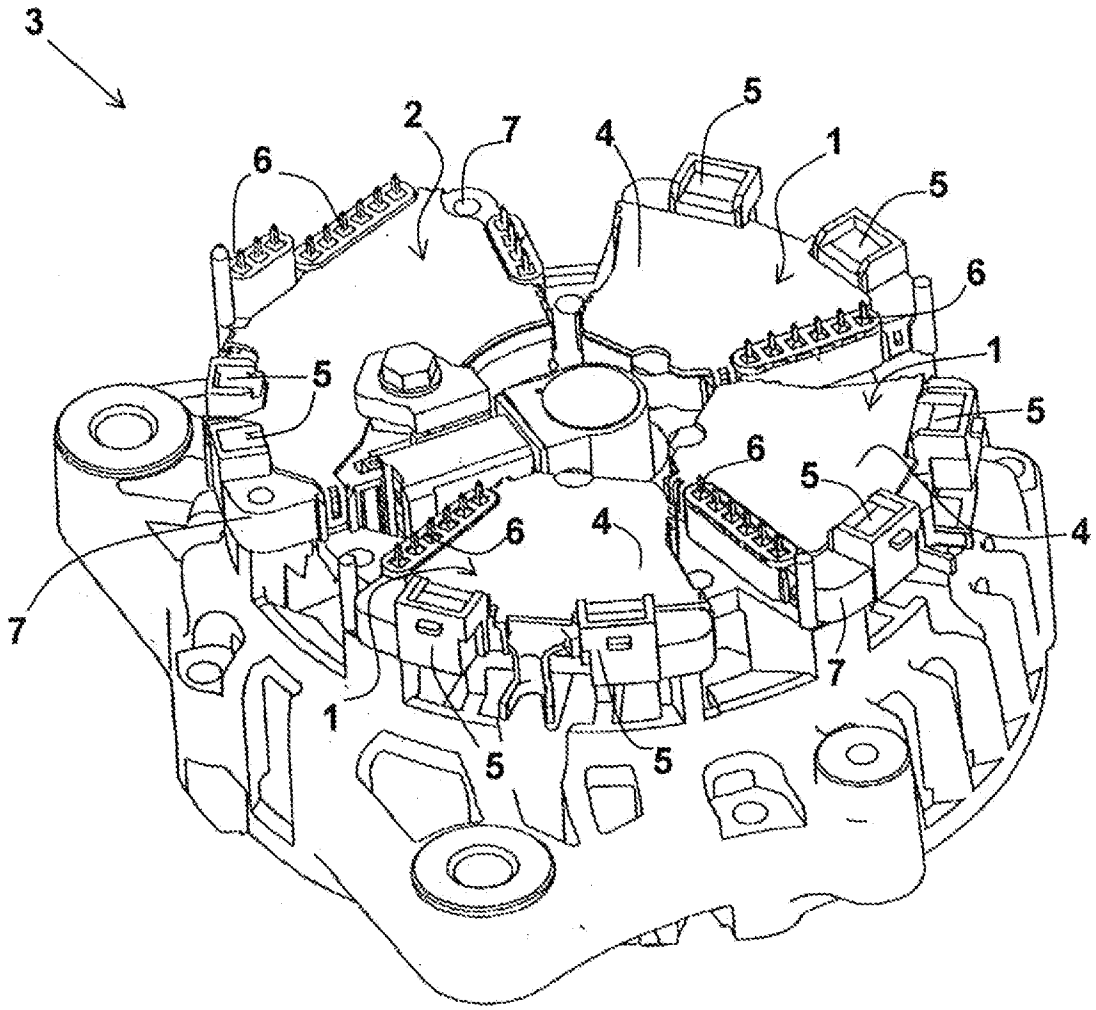


FIG. 1

(Etat de la technique)

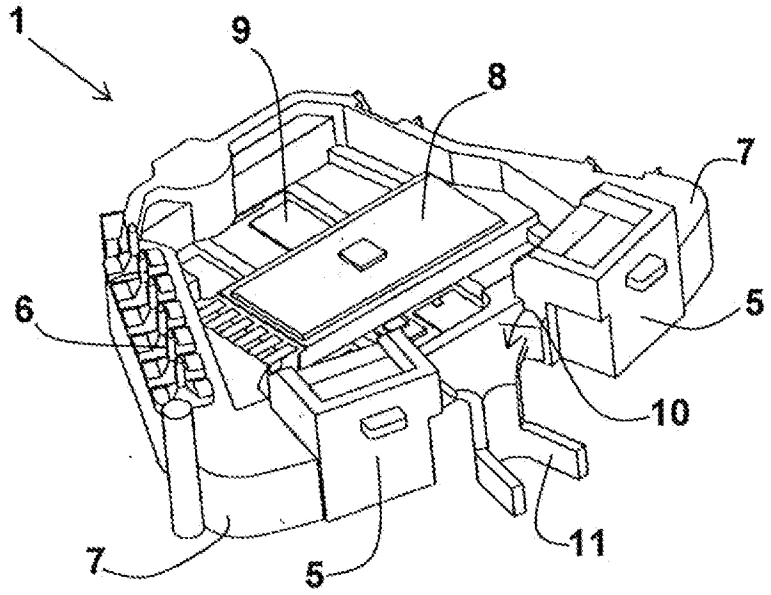


FIG. 2a (Etat de la technique)

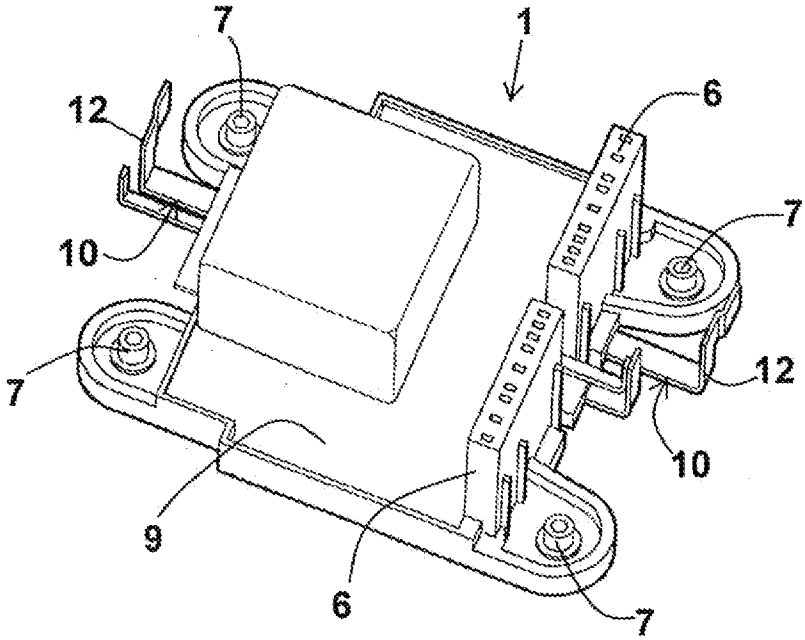


FIG. 2b (Etat de la technique)

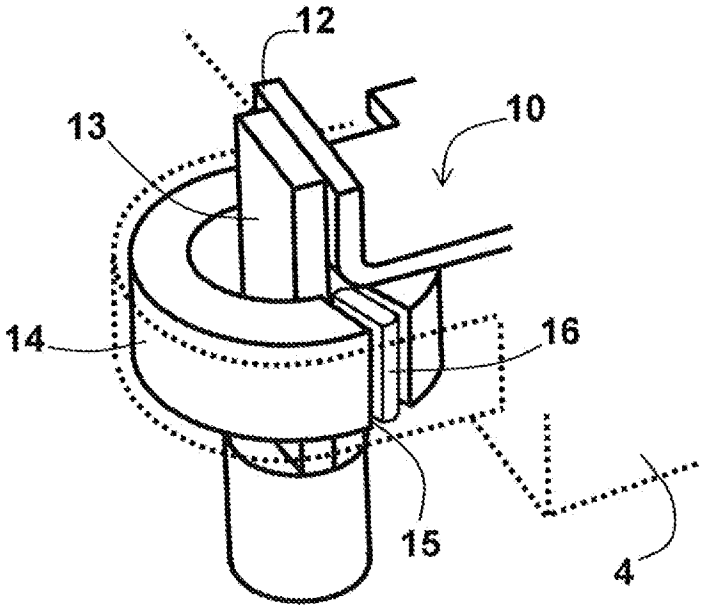


FIG. 3a

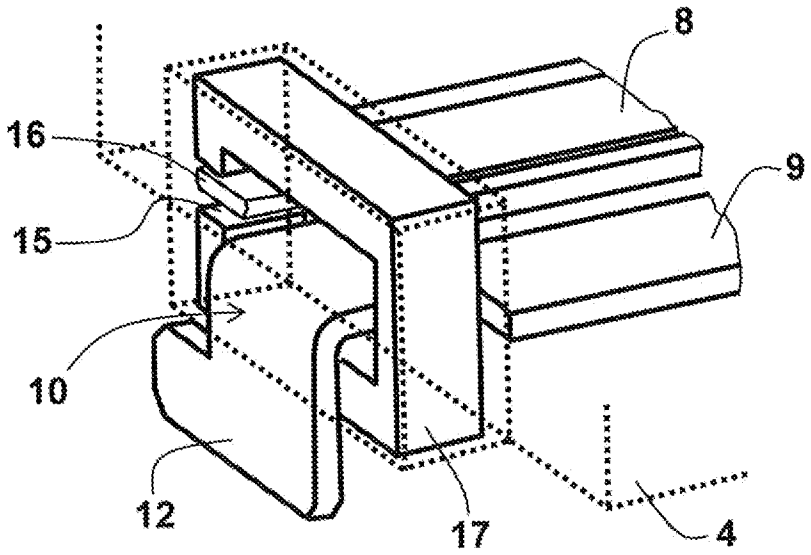


FIG. 3b