



(51) Classification internationale des brevets :
H02P 9/48 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2017/053649

(22) Date de dépôt international :
18 décembre 2017 (18.12.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1662790 19 décembre 2016 (19.12.2016) FR

(71) Déposant : VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES
MOTEUR [FR/FR] ; 2 rue André Boulle, 94046 CRETEIL
CEDEX (FR).

(72) Inventeurs : DOFFE, Ludovic ; C/O VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR, Route d'Hilbert, 62630 ETAPLES-SUR-MER (FR). AGNERAY, Cédric ; C/O VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR, Route d'Hilbert, 62630 ETAPLES-SUR-MER (FR). KADIRI, Mostafa ; C/O VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR, Route d'Hilbert, 62630 ETAPLES-SUR-MER (FR). POUCHELLE, Benjamin ; C/O VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR,

Route d'Hilbert, 62630 ETAPLES-SUR-MER (FR). MAL-LEVAEY, Matthieu ; C/O VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR, Route d'Hilbert, 62630 ETAPLES-SUR-MER (FR).

(74) Mandataire : RICARD, Amandine ; VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR, 2, rue André-Boulle, 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, 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,

(54) Title: ROTATING ELECTRICAL MACHINE FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Titre : MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE POUR VEHICULE AUTOMOBILE

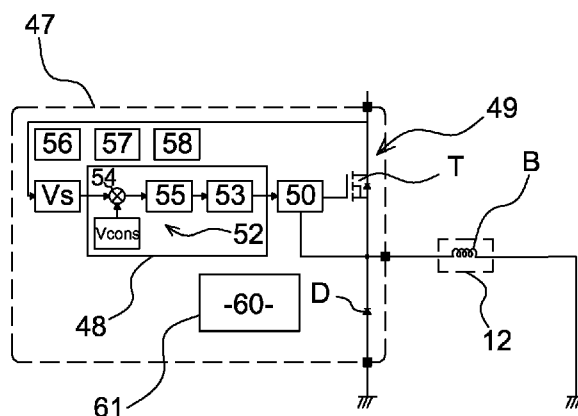


Fig.2

(57) Abstract: The invention relates mainly to a regulator module (47) intended, in particular, to regulate a field current injected into a field coil (B) of a rotor (12) of a rotating electrical machine, in particular for a motor vehicle, characterised in that it comprises a function (60) for limiting the maximum electric power of the rotating electrical machine (10).

(57) Abrégé : L'invention porte principalement sur un module régulateur (47) destiné notamment à réguler un courant d'excitation injecté dans une bobine d'excitation (B) d'un rotor (12) de machine électrique tournante, notamment pour véhicule automobile, caractérisé en ce qu'il comporte une fonction (60) de limitation d'une puissance électrique maximale de ladite machine électrique tournante (10).



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:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

MACHINE ÉLECTRIQUE TOURNANTE POUR VÉHICULE AUTOMOBILE

La présente invention porte sur une machine électrique tournante pour véhicule automobile. L'invention trouve une application particulièrement avantageuse, mais non exclusive, dans le domaine des alternateurs et des machines électriques réversibles pour véhicule automobile. Un alternateur transforme de l'énergie mécanique en énergie électrique. Une machine réversible permet également de transformer de l'énergie électrique en énergie mécanique, notamment pour démarrer le moteur thermique du véhicule.

De façon connue en soi, un alternateur comporte un carter et, à l'intérieur de celui-ci, un rotor à griffes monté sur un arbre et un stator qui entoure le rotor avec présence d'un entrefer. Une poulie est fixée sur l'extrémité avant de l'arbre.

Le stator comporte un corps en forme de paquet de tôles doté d'encoches pour le montage du bobinage du stator. Le bobinage comporte une pluralité d'enroulements de phase qui sont par exemple des enroulements triphasés connectés en étoile ou en triangle et dont les sorties sont reliées à au moins un module électronique de redressement comportant des éléments redresseurs, tels que des diodes ou des transistors.

Par ailleurs, le rotor comporte deux roues polaires ainsi qu'une bobine d'excitation intercalée axialement entre les deux roues polaires. Un module régulateur permet de réguler le courant d'excitation injecté dans la bobine d'excitation du rotor.

Les alternateurs ont une puissance maximale dépendant de leur conception électrotechnique. Une catégorie est alors définie pour classer chaque machine en fonction de cette conception électrotechnique. Par exemple le courant nominal fourni par la machine peut être utilisé comme critère de classement desdites machines.

Chaque machine électrique tournante est alors entièrement dimensionnée de manière à rentrer dans une catégorie. Ainsi, une machine dimensionnée pour une première catégorie ne peut pas être utilisée pour une

seconde catégorie. De plus, une machine est généralement surdimensionnée par rapport au besoin réel de puissance demandé par le véhicule. Cela entraîne un développement complet de la machine en fonction de sa catégorie ainsi qu'une augmentation du coût de la machine.

5 L'invention vise à combler efficacement cet inconvénient en proposant un module régulateur destiné notamment à réguler un courant d'excitation injecté dans une bobine d'excitation d'un rotor de machine électrique tournante, notamment pour véhicule automobile, caractérisé en ce qu'il comporte une fonction de limitation d'une puissance électrique maximale de
10 ladite machine électrique tournante.

L'invention permet ainsi de limiter la puissance d'une machine en fonction de la catégorie désirée. Cela permet à la fois de pouvoir utiliser une même base de machine pour différentes catégories en changeant le niveau de puissance maximale et d'adapter ce niveau de puissance maximale en
15 fonction des besoins réels pour le fonctionnement du véhicule.

Selon une réalisation, la fonction de limitation est configurée pour limiter un rapport cyclique d'un signal de tension appliqué à la bobine d'excitation du rotor par rapport à un rapport cyclique maximal admissible par ladite machine électrique tournante.

20 Selon une réalisation, la fonction de limitation est configurée pour adapter le rapport cyclique du signal de tension appliqué à la bobine d'excitation du rotor en fonction d'une vitesse de la machine électrique tournante.

25 Selon une réalisation, la fonction de limitation est configurée pour adapter le rapport cyclique du signal de tension appliqué à la bobine d'excitation du rotor en fonction d'une température de la machine électrique tournante.

Selon une réalisation, la fonction de limitation est apte à renvoyer un rapport cyclique relatif à destination d'un calculateur moteur.

30 Selon une réalisation, le rapport cyclique relatif correspond à un ratio entre un rapport cyclique réel fourni par le régulateur divisé par un rapport

cyclique maximal admissible par la machine électrique tournante.

Selon une réalisation, la fonction de limitation est apte à renvoyer un signal relatif à son état d'activation à destination d'un calculateur moteur.

5 Selon une réalisation, ledit module régulateur comporte une mémoire stockant une cartographie établissant notamment une correspondance entre des vitesses de la machine électrique tournante et des rapports cycliques associés, ladite mémoire pouvant être programmée en fonction de besoins électrotechniques de ladite machine électrique tournante, notamment un débit de courant souhaité.

10 L'invention a également pour objet une machine électrique tournante caractérisée en ce qu'elle comporte un module régulateur tel que précédemment défini.

15 Selon une réalisation, certains composants sont sous-dimensionnés par rapport à une puissance de parties actives de ladite machine électrique tournante. Cela permet à la fois de dimensionner une base comprenant les parties actives standards et de dimensionner les composants qui ne constituent pas les parties actives de ladite machine de manière adaptée à la catégorie de la machine. Certaines contraintes de dimensionnement associées à ces composants, telle que la contrainte thermique, sont réduites
20 puisque lesdits composants sont dimensionnés au plus juste en fonction du besoin réel de puissance. Les coûts des composants qui ne sont plus surdimensionnés et donc de la machine sont réduits.

Selon une réalisation, les composants sous-dimensionnés sont au moins un parmi :

- 25 - des composants électroniques tels que des diodes ou des transistors d'un pont redresseur,
- des roulements pour le montage à rotation d'un arbre de ladite machine électrique tournante,
- un dispositif d'isolation électrique de ladite machine,
30 - un dispositif de refroidissement de ladite machine,
- un vernis d'imprégnation,
- un élément magnétique tel qu'un aimant d'un rotor.

Par exemple, le dispositif d'isolation électrique peut être un isolant d'une bobine rotorique et/ou des isolants d'encoches du stator et/ou des cales de fermeture d'encoches du stator et/ou un émail recouvrant les conducteurs électriques de la bobine rotorique et/ou un émail recouvrant les conducteurs électriques de l'enroulement du stator.

Par exemple, le dispositif de refroidissement peut être un ventilateur et/ou une chambre comprenant un liquide de refroidissement. Dans le cas d'un ventilateur, le dimensionnement du ventilateur de manière adaptée au besoin de puissance du véhicule permet une réduction du bruit généré par le ventilateur.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Ces figures ne sont données qu'à titre illustratif mais nullement limitatif de l'invention.

La figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'un alternateur selon la présente invention;

La figure 2 est un schéma électrique d'un module régulateur selon l'invention intégrant une fonction de limitation de puissance;

La figure 3 est une représentation graphique illustrant l'effet de la fonction de limitation de puissance sur le courant débité par la machine électrique tournante à une température ambiante de 25 degrés Celsius;

La figure 4 est une représentation de l'évolution du rapport cyclique en fonction de la vitesse pour différents paramétrages d'une même machine électrique tournante;

La figure 5 est une représentation graphique de l'évolution du rapport cyclique maximum en fonction de la température pour une vitesse donnée et un rapport cyclique maximum de référence;

La figure 6 est un diagramme fonctionnel illustrant les entrées et les sorties de la fonction de limitation de puissance selon la présente invention.

Les éléments identiques, similaires, ou analogues conservent la

même référence d'une figure à l'autre.

On a représenté sur la figure 1 un alternateur 10 compact et polyphasé, notamment pour véhicule automobile. Cet alternateur 10 transforme de l'énergie mécanique en énergie électrique et peut être réversible. Un tel alternateur 10 réversible, appelé alterno-démarreur, permet de transformer de l'énergie électrique en énergie mécanique notamment pour démarrer le moteur thermique du véhicule.

Cet alternateur 10 comporte un carter 11 et, à l'intérieur de celui-ci, un rotor à griffes 12 monté sur un arbre 13 d'axe X, et un stator 16, qui entoure le rotor 12 avec présence d'un entrefer 17. Une poulie 14 est fixée sur l'arbre 13. Cette poulie appartient à un dispositif de transmission de mouvement à courroie entre l'alternateur 10 et le moteur thermique du véhicule automobile.

Le stator 16 comporte un corps 19 en forme d'un paquet de tôles doté d'encoches équipées d'isolant d'encoches pour le montage des phases du stator 16. Chaque phase comporte au moins un enroulement traversant les encoches du corps 19 du stator 16 et forme, avec toutes les phases, un chignon avant 20 et un chignon arrière 21 de part et d'autre du corps de stator 19.

Les enroulements sont obtenus par exemple à partir d'un fil continu recouvert d'émail ou à partir d'éléments conducteurs en forme de barre, tels que des épingles reliées entre elles par exemple par soudage. Ces enroulements sont par exemple des enroulements triphasés connectés en étoile ou en triangle, dont les sorties sont reliées à au moins un pont redresseur 22 comportant des éléments redresseurs tels que des diodes ou des transistors du type MOSFET, notamment lorsqu'il s'agit d'un alterno-démarreur comme décrit par exemple dans le document FR2745445.

Le rotor 12 comporte deux roues polaires 24, 25 présentant chacune un flasque 28 d'orientation transversale pourvu à sa périphérie externe de griffes 29. Les griffes 29 d'une roue 24, 25 sont dirigées axialement vers le flasque 28 de l'autre roue. Chaque griffe 29 d'une roue polaire 24, 25 pénètre dans l'espace existant entre deux griffes 29 voisines de l'autre roue polaire, de sorte que les griffes 29 des roues polaires 24, 25 sont imbriquées les

unes par rapport aux autres. La périphérie externe des griffes 29 définit avec la périphérie interne du corps 19 du stator 16 l'entrefer 17 entre le stator 16 et le rotor 12.

Un noyau cylindrique 30 est intercalé axialement entre les flasques 28
5 des roues 24, 25. Ce noyau 30 porte à sa périphérie externe une bobine d'excitation 31 enroulée dans un isolant intercalé radialement entre le noyau 30 et la bobine 31.

Par ailleurs, le carter 11 comporte des paliers avant 35 et arrière 36
assemblés ensemble. Les paliers 35, 36 sont de forme creuse et portent
10 chacun centralement un roulement 37, 38 à billes pour le montage à rotation de l'arbre 13 du rotor 12. Le palier arrière 36 porte un porte-balais 40 muni de balais 41 destinés à venir frotter contre des bagues 44 d'un collecteur 45 reliées par des liaisons filaires au bobinage d'excitation 31. Les balais 41 sont reliés électriquement à un module régulateur de tension 47.

15 La figure 2 montre un tel module régulateur 47 comportant un circuit de contrôle 48 du courant du rotor 12. Le circuit 48 applique une commande en commutation de tension sur la bobine d'excitation B du rotor 12. Le courant du rotor 12 moyen est proportionnel au rapport cyclique de la commande.

20 Un étage de puissance 49 est constitué par exemple d'un transistor de pilotage T, typiquement de type MOS, pour la commutation et d'une diode de roue libre D pour permettre la recirculation du courant de la bobine B lors des phases à l'état bloqué du transistor T. En variante, l'étage de puissance 49 pourra consister en un pont en H connu de l'homme du métier.

25 La tension de grille du transistor T est appliquée par un circuit de pilotage 50 qui garantit une tension de grille suffisante pour maintenir le transistor T passant.

Un circuit de régulation permet de réguler la tension de sortie de l'alternateur 10. A cet effet, le circuit de régulation comporte une boucle
30 d'asservissement linéaire 52 et un modulateur de largeurs d'impulsions 53 qui transforme la valeur d'erreur corrigée issue de la boucle

d'asservissement 52 en une valeur de rapport cyclique d'un signal appliqué en entrée du circuit de pilotage 50 du transistor T. En l'occurrence, la boucle d'asservissement 52 comporte un comparateur 54 assurant la comparaison entre une tension V_s mesurée en sortie de l'alternateur 10 et une tension de consigne V_{cons} , ainsi qu'un correcteur 55, par exemple de type Proportionnel-Intégral (PI).

Afin d'assurer son fonctionnement, le module régulateur 47 comporte des circuits de fonctionnement primaires, par exemple un circuit d'alimentation 56, un circuit de tensions de référence 57, et un circuit d'horloge 58.

Le module régulateur 47 pourra également comporter des systèmes de protection contre les surtensions et les délestages de charge (non représentés).

La limitation de la puissance de l'alternateur 10 est effectuée par l'intermédiaire d'une fonction 60 implémentée dans la puce du module régulateur 47, distincte de la fonction de régulation destinée à réguler le courant d'excitation injecté dans la machine. Cette fonction 60 permet de limiter la puissance maximale de la machine au juste nécessaire des besoins du véhicule.

La fonction de limitation permet, plus généralement, de limiter le courant de sortie fourni par la machine. Ainsi, comme cela est illustré par exemple par la figure 3, la fonction de limitation 60 pourra adapter les performances d'une machine de catégorie 180A (cf. courbe C1) à une machine de catégorie 120A (cf. courbe C2). Cela permet de conserver un débit supérieur au débit demandé par le réseau de bord du véhicule tout en étant au plus près de ce débit demandé (cf. courbe C3).

Le fait de brider la puissance électrique de la machine permet de sous-dimensionner certains composants par rapport à une puissance de parties actives constituées par le rotor 12 et le stator 16 de la machine électrique. Les composants sous-dimensionnés pourront par exemple être les composants électroniques tels que les diodes ou les transistors du pont redresseur 22, et/ou les roulements 37, 38 pour le montage à rotation de

l'arbre 13, et/ou des cales de fermeture d'encoches du stator 16, et/ou des isolant d'encoche du stator 16, et/ou l'isolant de la bobine du rotor 12, et/ou l'émail des conducteurs électriques du stator et/ou celui de la bobine du rotor, et/ou le vernis d'imprégnation, et/ou les ventilateurs, et/ou le liquide de refroidissement, et/ou les éléments magnétiques disposés sur le rotor tel que les aimants. Le porte-balais 40 pourra également être dépourvu de dissipateur thermique. Cette liste de composants sous-dimensionnés n'est pas exhaustive, ainsi l'homme du métier ne sortira pas du cadre de l'invention en sous-dimensionnant d'autres composants non cités ci-dessus qui ne font pas parties des parties actives de la machine électrique tournante.

De préférence, afin de limiter le débit de l'alternateur 10, la fonction 60 limite le rapport cyclique du signal de tension appliqué à la bobine d'excitation du rotor 12 par rapport à un rapport cyclique maximal admissible par l'alternateur 10. Cette fonction 60 est paramétrable sur la ligne d'assemblage du module régulateur 47 via la programmation de ce dernier. Ces paramètres de limitation définis plus en détails ci-après sont figés dans la mémoire 61 du module régulateur 47 et ne sont pas modifiables pendant la durée de vie du produit. Chaque alternateur 10 est ainsi protégé par la fonction de limitation 60 qui permet de garantir la robustesse du produit.

La limitation de la puissance de l'alternateur 10 pourra être adaptée par la définition de plusieurs seuils de vitesse V_1 , V_n associés à un rapport cyclique Df_1 - Df_n correspondant à la puissance maximale désirée.

Par exemple, comme cela est illustré par la figure 4, pour un alternateur 10 donné paramétré à 150A, on définit un rapport cyclique Df_1 de 91% associé à un seuil V_1 basse vitesse de 1900 tours/min et un rapport cyclique Df_2 de 80% associé à un seuil V_2 haute vitesse de 5500 tours/min (cf. courbe C4). On définit également une pente P_1 entre ces deux seuils V_1 et V_2 .

Pour ce même alternateur 10 paramétré à 120A, on définit un rapport cyclique Df_3 de 70% associé au seuil V_1 basse vitesse et un rapport cyclique Df_4 de 63% associé au seuil V_2 haute vitesse (cf. courbe C5). On définit également une pente P_2 entre ces deux seuils $S1$, $S2$.

Il sera possible également de définir des rapports cycliques qui augmentent en fonction de la vitesse de l'alternateur, comme cela est illustré par les seuils V_1 , V_3 et la pente correspondante P_3 de la courbe C6.

Par ailleurs, il est possible de faire varier le rapport cyclique maximal appliqué en fonction de la température de l'alternateur 10 qui pourra être mesurée ou calculée. Cette température pourra être représentée par la température de la puce du module régulateur 47 et/ou la température ambiante. Il sera ainsi possible d'augmenter ou diminuer la puissance maximale de l'alternateur 10 en fonction de la température et de la zone de fonctionnement de ses composants.

Comme cela est illustré par la figure 5, par rapport à un rapport cyclique de référence Df_{ref} par exemple de l'ordre de 70% à une température donnée $Temp_1$, $Temp_2$, le rapport cyclique maximum pourra augmenter lorsque la température diminue sur la plage K1 et augmenter avec la température sur la plage K2 (cf. courbe C7). Suivant une autre loi de commande, le rapport cyclique maximum pourra diminuer progressivement lorsque la température diminue sur la plage K1 et augmenter progressivement sur la plage K2 (cf. courbe C8).

La figure 6 illustre les différentes entrées et sorties de la fonction de limitation 60 embarquées dans la mémoire 61 du module régulateur 47. Le rapport cyclique réel Df_r est une donnée interne du module régulateur 47.

Des données de seuil de vitesse V_1 , V_2 , ... V_n , de températures $Temp_1$, $Temp_2$, ... $Temp_n$, de pentes P_1 , P_2 , P_n et de rapport cycliques Df_1 , Df_2 , Df_n sont des données programmées dans la mémoire 61 du module régulateur 47.

Une cartographie stockée dans cette mémoire 61 pourra établir une correspondance entre ces vitesses V_1 - V_n , ces températures $Temp_1$ - $Temp_n$, ces pentes P_1 - P_n et des rapports cycliques Df_1 - Df_n associés.

Chaque seuil V_1 - V_n , Df_1 - Df_n , $Temp_1$ - $Temp_n$, P_1 - P_n , est ajustable en fonction de la définition électrotechnique de la machine et des besoins du véhicule automobile. Autrement dit, la mémoire 61 du module

régulateur 47 pourra être programmée en fonction de besoins électrotechniques de l'alternateur 10, notamment d'un débit de courant souhaité.

5 Afin de renseigner le véhicule sur la puissance réellement disponible de la machine 10 lorsque la limitation est appliquée par la fonction 60, un "rapport cyclique relatif" (DF_Rel) pourra être envoyé au calculateur moteur.

Ce rapport DF_Rel est égal au ratio entre le rapport cyclique réel fourni par le régulateur DF_r divisé par le rapport cyclique maximal DF_max admissible par l'alternateur 10, le tout étant multiplié par 100, soit
10 $DF_rel=(DF_r/DF_max)\times 100$.

Il sera également possible de prévoir la transmission un signal S_act relatif à l'état d'activation de la fonction de limitation 60 par le régulateur vers le calculateur moteur du véhicule automobile. En fonction des besoins du véhicule et des possibilités d'utilisation de l'alternateur 10, il sera possible
15 d'inhiber temporairement la fonction de limitation 60 des performances de l'alternateur 10. A cet effet, le calculateur moteur pourra commander l'activation et la désactivation de la fonction de limitation 60.

Bien entendu, la description qui précède a été donnée à titre d'exemple uniquement et ne limite pas le domaine de l'invention dont on ne
20 sortirait pas en remplaçant les différents éléments par tous autres équivalents.

En outre, les différentes caractéristiques, variantes, et/ou formes de réalisation de la présente invention peuvent être associées les unes avec les autres selon diverses combinaisons, dans la mesure où elles ne sont pas
25 incompatibles ou exclusives les unes des autres.

REVENDICATIONS

1. Module régulateur (47) destiné notamment à réguler un courant d'excitation injecté dans une bobine d'excitation (B) d'un rotor (12) de machine électrique tournante, notamment pour véhicule automobile, caractérisé en ce qu'il comporte une fonction de limitation (60) d'une puissance électrique maximale de ladite machine électrique tournante (10).

2. Module régulateur (47) selon la revendication 1, caractérisé en ce que la fonction de limitation (60) est configurée pour limiter un rapport cyclique (Df_1 - Df_n) d'un signal de tension appliqué à la bobine d'excitation (B) du rotor (12) par rapport à un rapport cyclique maximal (Df_{max}) admissible par ladite machine électrique tournante (10).

3. Module régulateur (47) selon la revendication 2, caractérisé en ce que la fonction de limitation (60) est configurée pour adapter le rapport cyclique (Df_1 - Df_n) du signal de tension appliqué à la bobine d'excitation (B) du rotor (12) en fonction d'une vitesse (V_1 - V_n) de la machine électrique tournante.

4. Module régulateur (47) selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que la fonction de limitation (60) est configurée pour adapter le rapport cyclique (Df_1 - Df_n) du signal de tension appliqué à la bobine d'excitation (B) du rotor (12) en fonction d'une température ($Temp_1$ - $Temp_n$) de la machine électrique tournante (10).

5. Module régulateur (47) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la fonction de limitation (60) est apte à renvoyer un rapport cyclique relatif à destination d'un calculateur moteur.

6. Module régulateur (47) selon la revendication 5, caractérisé en ce que le rapport cyclique relatif correspond à un ratio entre un rapport cyclique réel fourni par le régulateur (DF_r) divisé par un rapport cyclique maximal (DF_{max}) admissible par la machine électrique tournante (10).

7. Module régulateur (47) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce la fonction de limitation (60) est apte à renvoyer un signal (S_act) relatif à son état d'activation à destination d'un calculateur moteur.

5 8. Module régulateur (47) selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte une mémoire (61) stockant une cartographie établissant notamment une correspondance entre des vitesses (V_1-V_n) de la machine électrique tournante et des rapports cycliques (Df_1-Df_n) associés, ladite
10 mémoire (61) pouvant être programmée en fonction de besoins électrotechniques de ladite machine électrique tournante (10), notamment un débit de courant souhaité.

9. Machine électrique tournante (10) caractérisée en ce qu'elle comporte un module régulateur (47) tel que défini selon l'une quelconque des revendications précédentes.

15 10. Machine électrique tournante (10) selon la revendication 9, caractérisée en ce que certains composants (22, 37, 38) sont sous-dimensionnés par rapport à une puissance de parties actives (12, 16) de ladite machine électrique tournante (10).

20 11. Machine électrique tournante (10) selon la revendication 10, caractérisée en ce que les composants sous-dimensionnés sont au moins un parmi :

- des composants électroniques tels que des diodes ou des transistors d'un pont redresseur (22),
- des roulements (37, 38) pour le montage à rotation d'un arbre (13)
25 de ladite machine électrique tournante (10),
- un dispositif d'isolation électrique de ladite machine électrique tournante (10),
- un dispositif de refroidissement de ladite machine électrique tournante (10),,
- 30 - un vernis d'imprégnation,
- un élément magnétique tel qu'un aimant d'un rotor (12).

1/3

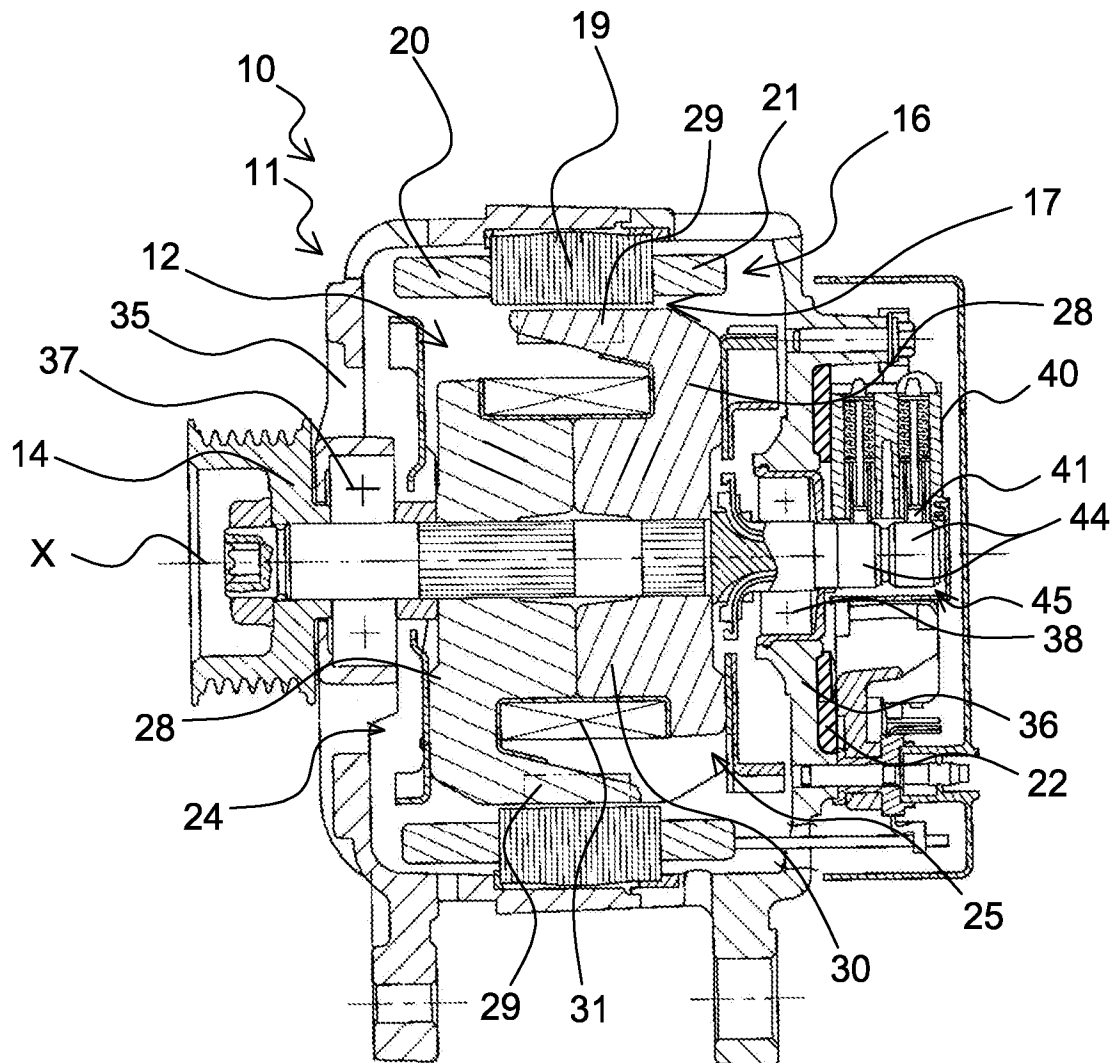


Fig.1

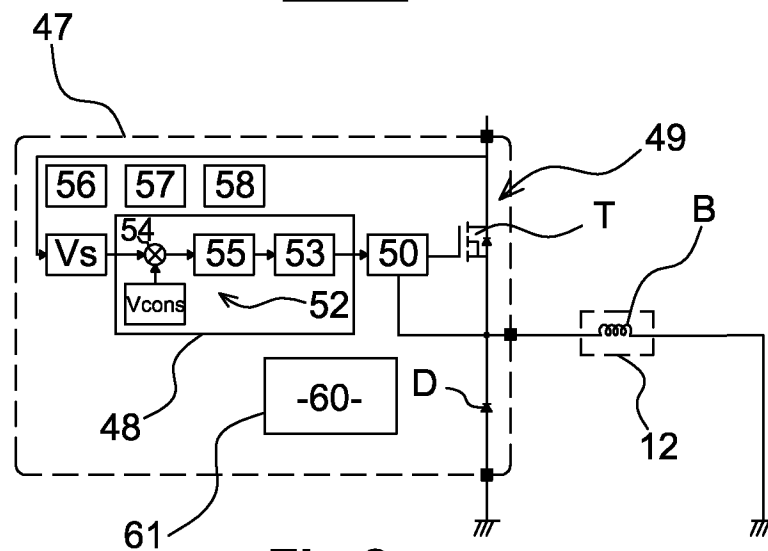


Fig.2

2/3

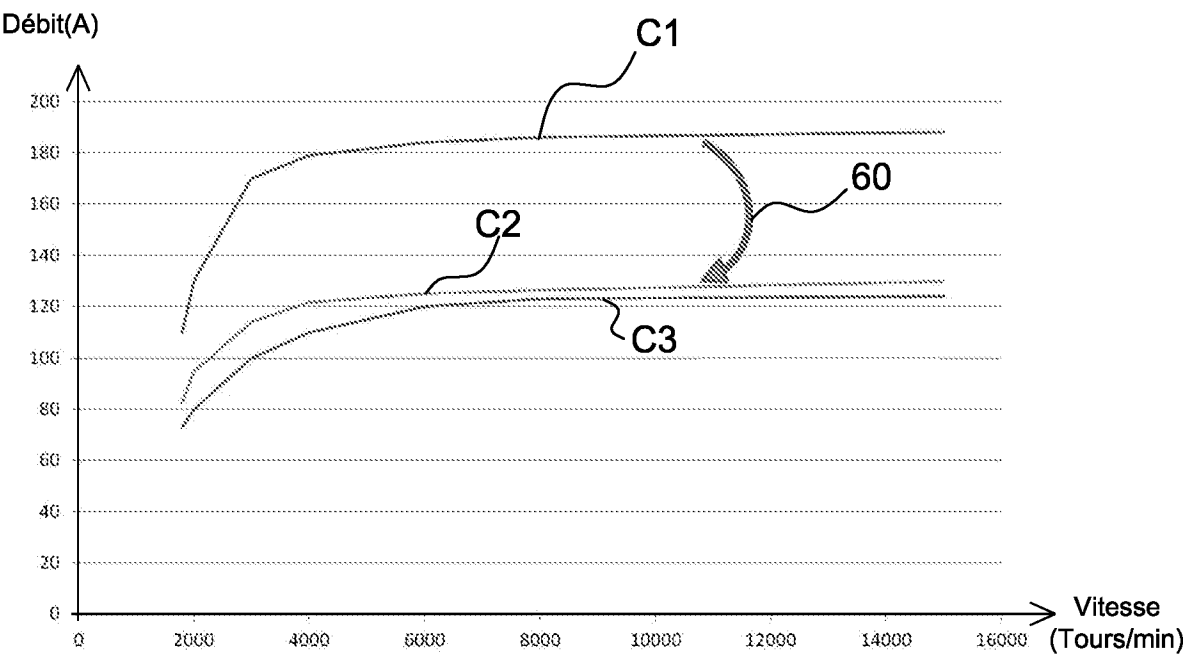


Fig.3

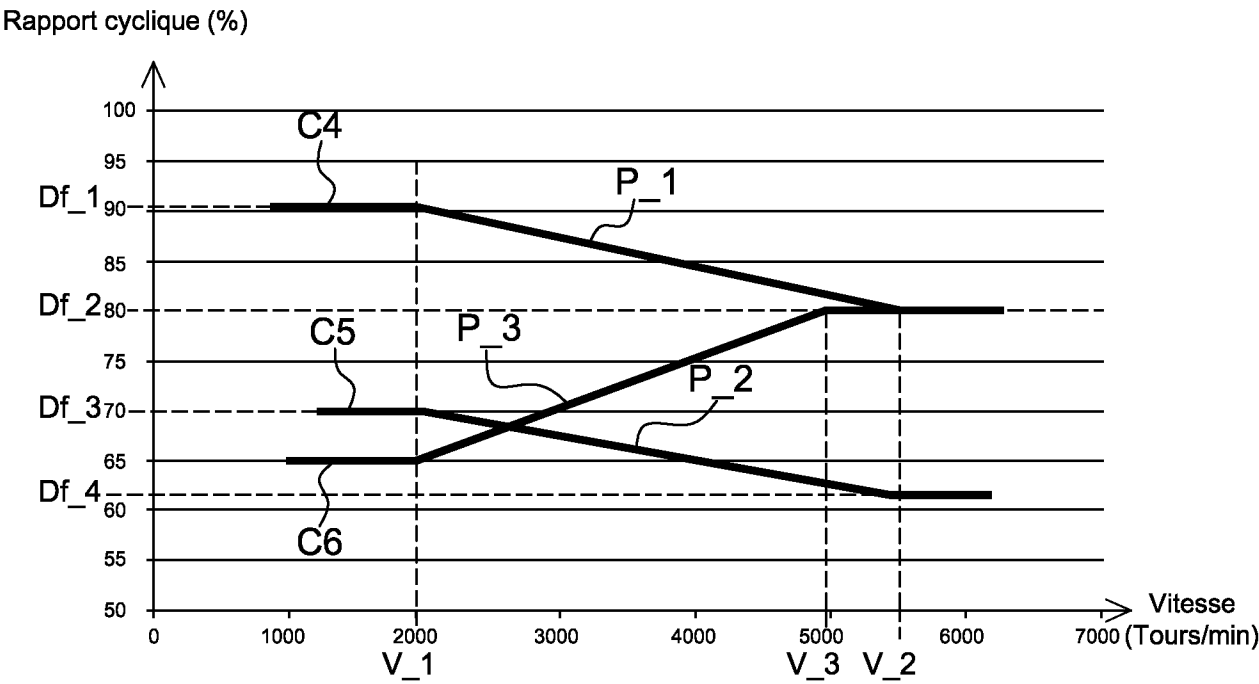


Fig.4

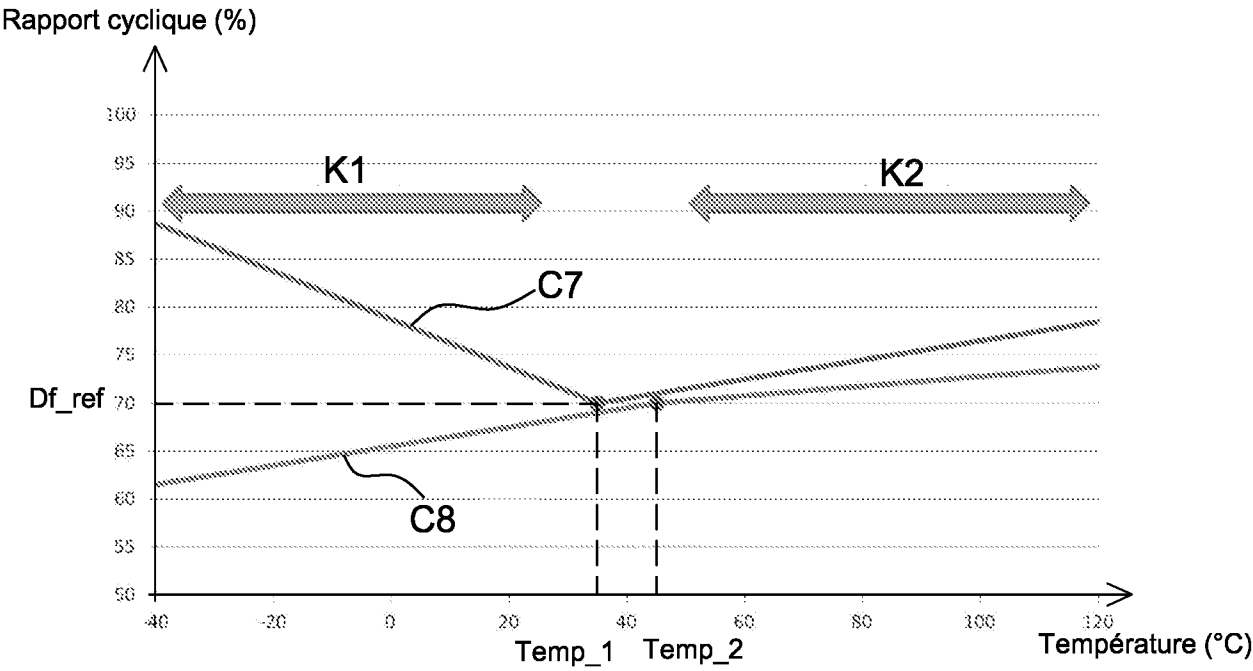


Fig.5

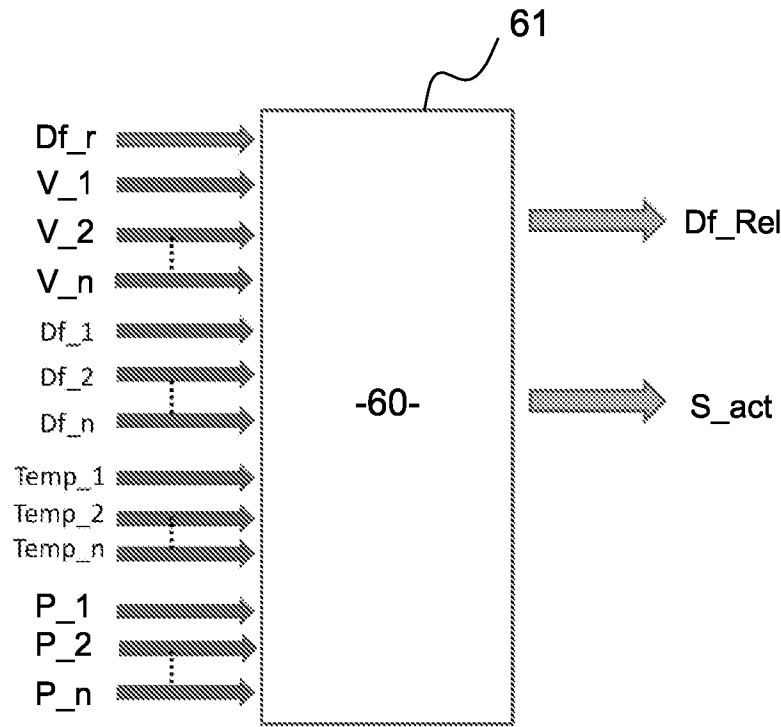


Fig.6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2017/053649

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H02P9/48
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 H02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2012/168605 A2 (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR [FR]; CHASSARD PIERRE [FR]; TISSERAND PIERRE) 13 December 2012 (2012-12-13)	1-9
A	page 5, line 5 - page 7, line 12; figures 1-3,7 page 9, line 20 - page 10, line 30	10,11
X	US 2006/238172 A1 (MAEHARA FUYUKI [JP] ET AL) 26 October 2006 (2006-10-26) paragraph [0080] - paragraph [0095]; figure 2	1,2,4
X	US 2009/237037 A1 (MARTIN ROBERT J [US]) 24 September 2009 (2009-09-24) paragraph [0019] - paragraph [0029]; figures 2,3	1,2
	----- -/--	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 March 2018

Date of mailing of the international search report

06/04/2018

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hascher, Thierry

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/053649

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 966 992 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 4 May 2012 (2012-05-04) paragraph [0017] - paragraph [0019] -----	1
X	EP 0 917 981 A1 (LOCKHEED CORP [US]) 26 May 1999 (1999-05-26) paragraph [0020]; figure 7a -----	1
X	WO 2011/080180 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; WOLF GERT [DE]; HERZ MICHAEL [DE]; SUELZLE HEL) 7 July 2011 (2011-07-07) abstract; figure 6 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2017/053649

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2012168605	A2	13-12-2012	CN 103703672 A	02-04-2014
			EP 2719070 A2	16-04-2014
			FR 2976422 A1	14-12-2012
			KR 20140037112 A	26-03-2014
			US 2014125296 A1	08-05-2014
			WO 2012168605 A2	13-12-2012

US 2006238172	A1	26-10-2006	DE 102006019625 A1	23-11-2006
			JP 4215025 B2	28-01-2009
			JP 2006304561 A	02-11-2006
			US 2006238172 A1	26-10-2006

US 2009237037	A1	24-09-2009	NONE	

FR 2966992	A1	04-05-2012	NONE	

EP 0917981	A1	26-05-1999	AR 017651 A1	12-09-2001
			BR 9804724 A	20-03-2001
			CA 2254027 A1	21-05-1999
			CN 1225872 A	18-08-1999
			CZ 9803783 A3	17-11-1999
			EP 0917981 A1	26-05-1999
			ES 2388653 T3	17-10-2012
			JP H11234807 A	27-08-1999
			MX PA98009727 A	07-05-2002
			MY 114974 A	28-02-2003
			NO 985418 A	25-05-1999
			PL 329782 A1	24-05-1999
			TR 9802397 A2	21-06-1999
			TW 469233 B	21-12-2001
			US 5941328 A	24-08-1999

WO 2011080180	A2	07-07-2011	DE 102009055141 A1	30-06-2011
			EP 2517350 A2	31-10-2012
			ES 2535224 T3	07-05-2015
			WO 2011080180 A2	07-07-2011

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/053649

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H02P9/48 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H02P		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2012/168605 A2 (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR [FR]; CHASSARD PIERRE [FR]; TISSERAND PIERRE) 13 décembre 2012 (2012-12-13)	1-9
A	page 5, ligne 5 - page 7, ligne 12; figures 1-3,7 page 9, ligne 20 - page 10, ligne 30 -----	10,11
X	US 2006/238172 A1 (MAEHARA FUYUKI [JP] ET AL) 26 octobre 2006 (2006-10-26) alinéa [0080] - alinéa [0095]; figure 2 -----	1,2,4
X	US 2009/237037 A1 (MARTIN ROBERT J [US]) 24 septembre 2009 (2009-09-24) alinéa [0019] - alinéa [0029]; figures 2,3 ----- -/-	1,2
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 27 mars 2018		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 06/04/2018
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Hascher, Thierry

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 966 992 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 4 mai 2012 (2012-05-04) alinéa [0017] - alinéa [0019] -----	1
X	EP 0 917 981 A1 (LOCKHEED CORP [US]) 26 mai 1999 (1999-05-26) alinéa [0020]; figure 7a -----	1
X	WO 2011/080180 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; WOLF GERT [DE]; HERZ MICHAEL [DE]; SUELZLE HEL) 7 juillet 2011 (2011-07-07) abrégé; figure 6 -----	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/053649

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2012168605 A2	13-12-2012	CN 103703672 A EP 2719070 A2 FR 2976422 A1 KR 20140037112 A US 2014125296 A1 WO 2012168605 A2	02-04-2014 16-04-2014 14-12-2012 26-03-2014 08-05-2014 13-12-2012
US 2006238172 A1	26-10-2006	DE 102006019625 A1 JP 4215025 B2 JP 2006304561 A US 2006238172 A1	23-11-2006 28-01-2009 02-11-2006 26-10-2006
US 2009237037 A1	24-09-2009	AUCUN	
FR 2966992 A1	04-05-2012	AUCUN	
EP 0917981 A1	26-05-1999	AR 017651 A1 BR 9804724 A CA 2254027 A1 CN 1225872 A CZ 9803783 A3 EP 0917981 A1 ES 2388653 T3 JP H11234807 A MX PA98009727 A MY 114974 A NO 985418 A PL 329782 A1 TR 9802397 A2 TW 469233 B US 5941328 A	12-09-2001 20-03-2001 21-05-1999 18-08-1999 17-11-1999 26-05-1999 17-10-2012 27-08-1999 07-05-2002 28-02-2003 25-05-1999 24-05-1999 21-06-1999 21-12-2001 24-08-1999
WO 2011080180 A2	07-07-2011	DE 102009055141 A1 EP 2517350 A2 ES 2535224 T3 WO 2011080180 A2	30-06-2011 31-10-2012 07-05-2015 07-07-2011