

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale

WO 2012/143643 A1

(43) Date de la publication internationale
26 octobre 2012 (26.10.2012)

WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :
H02P 21/05 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2012/050751
- (22) Date de dépôt international :
5 avril 2012 (05.04.2012)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1153385 19 avril 2011 (19.04.2011) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : VALEO SYSTEMES DE CONTROLE MOTEUR [FR/FR]; 14, avenue des Béguines, F-95800 Cergy Saint Christophe (FR).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : BRUYERE, Antoine [FR/FR]; 7, ruelle du Donjon, F-78700 Evequemont (FR).
- (74) Mandataire : VALEO SYSTEMES DE CONTROLE MOTEUR; CARDON, Nicolas, 14, avenue des Béguines, F-95800 Cergy Saint Christophe (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

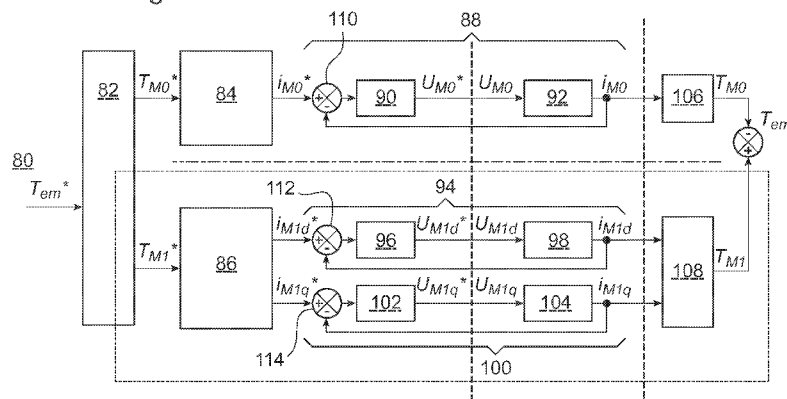
Publiée :

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h)

(54) Title : METHOD OF CONTROLLING AN ELECTRIC MOTOR AND CORRESPONDING ELECTRIC DEVICE

(54) Titre : PROCEDE DE COMMANDE D'UN MOTEUR ELECTRIQUE ET DISPOSITIF ELECTRIQUE CORRESPONDANT

Fig.5



(57) Abstract : This method of controlling a polyphase AC electric motor with independent phases comprising a step of compensating for at least one perturbation of a torque of the motor is characterized in that the compensating step comprises the injection (106) of a homopolar current (i_0) into the motor.

(57) Abrégé : Ce procédé de commande d'un moteur électrique à courant alternatif polyphasé à phases indépendantes comprenant une étape de compensation d'au moins une perturbation d'un couple du moteur est caractérisé en ce que l'étape de compensation comprend l'injection (106) d'un courant homopolaire (i_0) dans le moteur.

WO 2012/143643 A1

Procédé de commande d'un moteur électrique et dispositif électrique correspondant

La présente invention concerne un procédé de commande d'un moteur électrique. Elle concerne également un dispositif électrique correspondant.

5 Plus particulièrement, l'invention concerne le domaine des moteurs électriques à courant alternatif utilisés notamment dans les véhicules automobiles électriques.

Un véhicule électrique est équipé de batteries haute tension délivrant un courant continu à un onduleur qui transforme ce courant continu en un courant alternatif permettant d'alimenter un moteur électrique, ce dernier assurant la mise en mouvement du véhicule.

10 Lors de l'alimentation du moteur, des perturbations de couple du moteur peuvent apparaître. Ces perturbations comprennent principalement des pulsations de couple dues notamment au couple réactif de saillance et aux harmoniques de rang 5 de la force électromotrice du moteur, dans le cas d'un moteur triphasé.

Ces pulsations de couple génèrent du bruit dans le véhicule. Elles peuvent également entraîner une usure mécanique du moteur et une dégradation de la commande du moteur.

15 Pour réduire ces pulsations de couple, les constructeurs de moteurs cherchent généralement à éliminer les harmoniques d'ordre 5 de la force électromotrice et/ou le couple réactif de saillance.

Cependant, la conception de tels moteurs ne possédant pas les défauts précités est très coûteuse.

La présente invention vise à améliorer la situation.

A cet effet, l'invention concerne tout d'abord un procédé de commande d'un moteur électrique à courant alternatif polyphasé à phases indépendantes, ledit procédé comprenant une étape de compensation d'au moins une perturbation d'un couple du moteur, caractérisé en ce que l'étape de compensation comprend l'injection d'un courant homopolaire dans le

25 moteur.
Dans un moteur électrique à phases indépendantes, le courant circulant dans un bobinage d'une phase quelconque du moteur est indépendant du courant circulant dans les bobinages des autres phases.

A titre d'exemple, un moteur triphasé à phases indépendantes ne présente pas de couplage en étoile ni en triangle.

Le courant homopolaire (également appelé « zero-sequence current » en anglais) est égal à la moyenne des courants circulant dans les phases du moteur.

5 De manière remarquable, la présente invention utilise ce courant homopolaire, généralement considéré comme une perturbation que l'on cherche à supprimer, pour compenser les perturbations de couple du moteur.

La solution de l'invention, intervenant au niveau de la commande du moteur électrique, est moins coûteuse que les solutions antérieures, intervenant au niveau de la
10 conception du moteur.

Avantageusement, le procédé comprend une étape de détection de la perturbation du couple, à courant homopolaire nul.

Selon une réalisation, le procédé comprend une étape de détermination d'un couple consigne visant à atténuer la perturbation du couple.

15 De préférence, le procédé comprend une étape de décomposition du couple consigne en un couple homopolaire et un couple principal.

Avantageusement, le procédé comprend une étape de régulation en boucle fermée du courant homopolaire.

Encore avantageusement, l'étape de compensation d'au moins une perturbation du
20 couple est une étape de compensation d'au moins une pulsation du couple.

Selon une réalisation préférée, la pulsation du couple est générée lors d'une alimentation en courant du moteur.

Avantageusement, le moteur est triphasé et la pulsation du couple compensée correspond à au moins un harmonique de rang multiple de 3 dudit couple.

25 De préférence, la pulsation du couple compensée correspond à un harmonique de rang 6.

Plus précisément, l'harmonique de rang 6 du couple est compensé grâce à l'interaction entre le courant homopolaire injecté et l'harmonique de rang 3 de la force électromotrice du moteur, le courant homopolaire correspondant à un harmonique de rang 3 du courant
30 d'alimentation dans un moteur triphasé.

Selon une réalisation, le procédé comprend une étape de détermination d'un risque de mise en résonance de la pulsation du couple et/ou de dépassement d'un seuil de bruit, par rapport au bruit ambiant, généré par ladite pulsation du couple. Dans le procédé selon cette réalisation, ladite étape d'injection d'un courant homopolaire a lieu en cas d'apparition dudit
5 risque.

L'invention concerne également un dispositif électrique comprenant un moteur à courant alternatif polyphasé à phases indépendantes et un système de commande du moteur, ledit système de commande comprenant des moyens de compensation d'au moins une perturbation d'un couple du moteur, caractérisé en ce que les moyens de compensation
10 comprennent des moyens d'injection d'un courant homopolaire dans le moteur.

Avantageusement, le système de commande comprend une batterie et un onduleur.

L'onduleur transforme le courant continu délivré par la batterie pour alimenter le moteur.

De préférence, l'onduleur comprend au moins une structure de pont en H pour chaque
15 phase du moteur.

L'utilisation d'un pont en H par rapport à un pont triphasé classique permet une plus grande liberté de commande du moteur.

Avantageusement, le dispositif comprend un convertisseur continu-continu entre la batterie et l'onduleur.

Ce convertisseur continu-continu assure l'adaptation du niveau de tension à celui de la
20 batterie.

Des modes de réalisation de l'invention vont maintenant être décrits de façon plus précise, mais non limitative, en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma représentant un dispositif électrique selon un mode de
25 réalisation de l'invention ;

- la figure 2 illustre la structure d'un moteur triphasé à phases indépendantes ;

- la figure 3 illustre les pulsations de couple apparaissant lors d'une alimentation en courant du moteur de la figure 2 ;

- la figure 4 illustre la compensation des pulsations de couple par injection d'un
30 courant homopolaire selon un mode de réalisation de l'invention ; et

- la figure 5 est un schéma illustrant la structure et le fonctionnement du procédé de commande selon un mode de réalisation de l'invention.

La figure 1 représente un dispositif électrique 2 selon un mode de réalisation de l'invention.

5 Le dispositif 2 comprend un moteur à courant alternatif triphasé 4 comprenant 3 phases U, V, W indépendantes, c'est-à-dire non couplées électriquement.

Le dispositif 2 comprend également un onduleur 6 comprenant 3 ponts en H 8, 10, 12 alimentant respectivement les phases U, V, W du moteur 4 à partir d'une batterie 14.

Le dispositif 2 est prévu pour fonctionner, par exemple, selon deux modes :

10 - un mode d'alimentation dans lequel il assure l'alimentation en courant alternatif du moteur 4 à partir de la batterie 14 en passant par l'onduleur 6 ;

- un mode de charge dans lequel il assure la charge de la batterie 14 à partir du réseau électrique raccordé sur une connectique 16 en employant les enroulements 18, 20, 22 du moteur 4 comme inductances.

15 Chaque pont en H 8, 10, 12 comprend quatre commutateurs 24 répartis sur des bras référencés de A à F. A titre d'exemple, les commutateurs 24 sont formés d'un transistor et d'une diode montés en parallèle.

Le fonctionnement de l'onduleur et/ou le passage du mode d'alimentation au mode de charge est géré par un circuit de commande 26 qui pilote notamment les commutateurs 24
20 des bras A à F. Les connexions entre le circuit de commande 26 et les commutateurs 24 ne sont pas représentés.

Le dispositif 2 comprend également un convertisseur DC/DC 28 disposé entre l'alimentation 14 et l'onduleur 6. Il s'agit, notamment, d'un convertisseur permettant d'élever la tension fournie par la batterie 14. A titre d'exemple, le convertisseur DC-DC 28
25 comprend une inductance et deux commutateurs, chaque commutateur étant formé d'un transistor et d'une diode montés en parallèle.

De préférence, un condensateur est raccordé entre le convertisseur DC/DC 28 et l'onduleur 6.

Les enroulements 18, 20, 22 du moteur 4 (figure 2) sont alimentés avec des tensions
30 u_U, u_V, u_W , respectivement.

Sous l'effet de ces tensions d'alimentation et des forces électromotrices e_U, e_V, e_W des trois phases U, V, W respectivement, des courants de phases i_U, i_V, i_W apparaissent sur les trois phases U, V, W respectivement.

Dans la suite de la description, les notations suivantes seront utilisées :

$$5 \quad \vec{u}_{UVW} = \begin{pmatrix} u_U \\ u_V \\ u_W \end{pmatrix}, \vec{i}_{UVW} = \begin{pmatrix} i_U \\ i_V \\ i_W \end{pmatrix} \text{ et } \vec{e}_{UVW} = \begin{pmatrix} e_U \\ e_V \\ e_W \end{pmatrix}.$$

Le moteur 4 peut ainsi être modélisé selon la relation suivante :

$$\vec{u}_{UVW} = R\vec{i}_{UVW} + [L]\frac{d\vec{i}_{UVW}}{dt} + \vec{e}_{UVW} \quad \text{où } R \text{ est une résistance et } [L] \text{ est une matrice}$$

d'inductances.

10 Les grandeurs électriques de ce modèle ont une composante homopolaire correspondant à la composante commune partagée par les 3 phases U, V, W.

La tension homopolaire est définie par $u_{M0} = (u_U + u_V + u_W)/3$.

La force électromotrice homopolaire est définie par $e_{M0} = (e_U + e_V + e_W)/3$.

Le courant homopolaire est défini par $i_{M0} = (i_U + i_V + i_W)/3$.

15 Le couple T du moteur 4 est donné par l'expression $T = 1/\Omega(\vec{e}_{UVW} \cdot \vec{i}_{UVW})$, où Ω désigne la vitesse de rotation du moteur.

Ce couple T peut être décomposé en un couple homopolaire T_{M0} et un couple principal

$$T_{M1} : T = T_{M0} + T_{M1} = 1/\Omega(e_{M0} \cdot i_{M0} + \vec{e}_{M1} \cdot \vec{i}_{M1}).$$

20 Autrement dit, le moteur 4 est en quelque sorte décomposé en deux machines fictives M0 et M1, M0 étant la machine fictive homopolaire et M1 étant la machine fictive principale.

Les deux machines fictives M0 et M1 ont une même vitesse de rotation Ω . Cependant, chacune de ces deux machines est caractérisée par sa propre famille d'harmoniques comme décrit dans la Table 1.

Composante	Rangs harmoniques
------------	-------------------

Homopolaire (M0)	0, 3, 6, 9, 12, 15...
Principale (M1)	1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13...

Table 1

Ainsi, la machine M0 est affectée uniquement par des harmoniques de tension, de courant ou de force électromotrice de rang multiple de 3.

5 La machine M1 est affectée uniquement par des harmoniques de tension, de courant ou de force électromotrice de rang 1, 2, 4, 5, 7...

Dans le moteur 4, la machine M0 produit un couple homopolaire, dit pulsant, lorsque $e_{M0} \neq 0$ et $i_{M0} \neq 0$ et la machine M1 produit un couple principal, constant ou constant et pulsant.

10 De manière remarquable, la présente invention propose de contrôler le courant homopolaire i_{M0} pour compenser des pulsations de couple existantes, notamment lorsque le courant homopolaire est nul, c'est-à-dire des pulsations du couple principal.

Dans le dispositif 2, le courant i_{M0} est contrôlable à n'importe quelle valeur. Le courant homopolaire créé peut être injecté dans les enroulements 18, 20, 22 des phases U, V,
15 W du moteur 4.

La figure 3 illustre un couple moteur subissant des pulsations (graphe de droite). Il peut s'agir des pulsations de couple apparaissant lors d'une alimentation en courant du moteur 4.

Plus précisément, la figure 3 comprend trois graphes 3a, 3b, 3c sur lesquels sont
20 respectivement représentées les formes d'onde de la force électromotrice, du courant et du couple du moteur 4.

Sur la partie 3a, la courbe en trait continu 40 représente la force électromotrice e_U , la courbe en trait discontinu 42 représente la force électromotrice e_V , et la courbe en pointillés 44 représente la force électromotrice e_W .

25 Ainsi qu'il apparaît sur ces courbes 40, 42, 44, la force électromotrice du moteur 4 n'est pas sinusoïdale et présente des harmoniques de rang supérieur à 1, notamment des harmoniques de rang 3 et de rang 5, provenant de la structure de la machine électrique notamment de ses enroulements.

Sur la partie 3b, la courbe en trait continu 46 représente le courant i_U , la courbe en trait discontinu 48 représente le courant i_V , et la courbe en pointillés 50 représente le courant i_W .

Ainsi qu'il apparaît sur ces courbes 46, 48, 50, le courant d'alimentation du moteur 4 est ici sinusoïdal. Il présente uniquement un fondamental, c'est à dire un harmonique de rang 1. Ce courant ne contient pas de composante homopolaire.

La courbe 52 de la partie 3c représente le couple résultant. Ce couple présente des pulsations autour de sa valeur moyenne.

Dans cet exemple, ces pulsations de couple correspondent à des harmoniques de rang 6 résultant de l'interaction entre le fondamental du courant et l'harmonique de rang 5 de la force électromotrice alors que la valeur moyenne du couple est obtenue par l'interaction du fondamental du courant et du fondamental de la force électromotrice.

En outre, il est remarquable qu'il n'y ait aucune interaction entre le courant sinusoïdal et l'harmonique de rang 3 de la force électromotrice. Ainsi, l'harmonique de rang 3 de la force électromotrice n'a aucun effet sur le couple lorsqu'un courant dépourvu de composante homopolaire alimente le moteur.

La figure 4 illustre la compensation des pulsations de couple par injection d'un courant homopolaire, selon l'invention.

Plus précisément, la figure 4 comprend trois parties 4a, 4b, 4c sur lesquelles sont représentées les formes d'onde respectivement de la force électromotrice, du courant et du couple du moteur 4.

Sur la partie 4a, la courbe en trait continu 60 représente la force électromotrice e_U , la courbe en trait discontinu 62 représente la force électromotrice e_V , et la courbe en pointillés 64 représente la force électromotrice e_W . La force électromotrice étant une grandeur intrinsèque du moteur 4, les courbes 60, 62, 64 sont respectivement identiques aux courbes 40, 42, 44.

Sur la partie 4b, la courbe en trait continu 66 représente le courant i_U , la courbe en trait discontinu 68 représente le courant i_V , et la courbe en pointillés 70 représente le courant i_W .

Ainsi qu'il apparaît sur ces courbes 66, 68, 70, un courant homopolaire a été ajouté au courant d'alimentation sinusoïdal de la figure 3. Ce courant homopolaire présente un harmonique de rang 3 qui apparaît au niveau du courant d'alimentation total résultant.

La courbe 72 de la partie 3c représente le couple résultant. De manière remarquable, grâce à l'injection d'un courant homopolaire, ce couple est quasiment constant. Il ne présente plus de pulsations autour de sa valeur moyenne.

Dans cet exemple, les pulsations de couple correspondant à des harmoniques de rang 6
5 résultant de l'interaction entre le fondamental du courant et l'harmonique de rang 5 de la force électromotrice sont compensées par l'interaction entre le courant homopolaire (harmonique de rang 3 du courant) avec l'harmonique de rang 3 de la force électromotrice.

En outre, il est remarquable que la valeur moyenne du couple peut être augmentée suite à l'injection du courant homopolaire.

10 La suite de la description décrit, en référence à la figure 5, un exemple de commande du moteur 4 permettant de compenser les pulsations de couple en injectant un courant homopolaire adapté dans le moteur 4.

Lors d'une étape préalable non représentée, une pulsation de couple est détectée à courant homopolaire nul.

15 Une étape de détermination de la fréquence de la pulsation de couple pourra aussi être prévue, déterminant ou non la suite du processus. En particulier, le processus sera poursuivi si la pulsation présente une fréquence égale ou proche de celle d'un harmonique de rang multiple de 3 du courant d'alimentation du moteur.

Lors d'une étape 80, un couple moteur consigne T_{em}^* , visant à atténuer la pulsation de
20 couple détectée, est déterminé.

Ce couple consigne est décomposé, à l'étape 82, en un couple homopolaire consigne T_{M0}^* et un couple principal consigne T_{M1}^* .

A l'étape 84, un courant homopolaire consigne i_{M0}^* est généré à partir du couple homopolaire T_{M0}^* .

25 A l'étape 86, un courant principal consigne i_{M1}^* est généré à partir du couple principal T_{M1}^* . Ce courant principal se décompose, selon le formalisme de Park de "la machine dq", en deux composantes i_{M1d}^* et i_{M1q}^* .

A l'étape 88, le courant homopolaire i_{M0} est régulé en boucle fermée. Cette boucle de régulation comprend une étape 90 de génération d'une tension homopolaire consigne u_{M0}^* à partir d'une comparaison du courant homopolaire consigne i_{M0}^* et du courant homopolaire i_{M0} correspondant à la composante homopolaire des courants circulant dans les phases du moteur. Une étape 92 de génération d'un courant homopolaire i_{M0} à partir de la tension homopolaire obtenue est également représentée.

A l'étape 94, la composante i_{M1d} du courant principal est régulée en boucle fermée. Cette boucle de régulation comprend une étape 96 de génération d'une composante u_{M1d}^* de tension principale consigne à partir d'une comparaison de la composante i_{M1d}^* du courant principal consigne et de la composante i_{M1d} du courant principal circulant dans les phases du moteur. Une étape 98 de génération d'une composante i_{M1d} du courant principal à partir de la composante u_{M1d}^* de la tension principale obtenue est également représentée.

A l'étape 100, la composante i_{M1q} du courant principal est régulée en boucle fermée. Cette boucle de régulation comprend une étape 102 de génération d'une composante u_{M1q}^* de tension principale consigne à partir d'une comparaison de la composante i_{M1q}^* du courant principal et de la composante i_{M1q} du courant principal circulant dans les phases du moteur. Une étape 104 de génération d'une composante i_{M1q} du courant principal à partir de la composante u_{M1q}^* de tension principale est également représentée.

Les étapes 92, 98, 104 correspondent à l'alimentation du moteur avec les tensions u_u , u_v , u_w correspondant aux tensions u_{M0} , u_{M1d} , u_{M1q} provenant des consignes de tension.

Pour le fonctionnement de la boucle de régulation, on pourra mesurer le courant dans chaque phase du moteur, en déduire le courant homopolaire i_{M0} et/ou les composantes i_{M1d} , i_{M1q} du courant principal qui seront fournies à des comparateurs 110, 112, 114 de chacune des boucles.

A l'étape 106, le courant homopolaire i_{M0} est converti en un couple homopolaire T_{M0} .

A l'étape 108, les composantes i_{M1d} et i_{M1q} du courant principal sont converties en un couple principal T_{M1} . Le couple résultant T_{em} , donné par l'expression $T_{em} = T_{M0} + T_{M1}$, est un couple dans lequel la pulsation a été compensé, au temps de réponse de la boucle de régulation près.

5 L'injection du courant calculé est effectuée, par exemple, par une commande adéquate des commutateurs 24 par le circuit de commande 26. Le circuit de commande 26 correspond alors à des moyens d'injection du courant homopolaire i_{M0} .

Si le fonctionnement du véhicule masque la perturbation de couple, l'injection de courant homopolaire peut être neutralisée. Ainsi, on pourra procéder à l'injection de courant
10 homopolaire seulement en cas de détection d'un dépassement de seuil de bruit, par rapport au bruit ambiant au niveau du moteur.

Bien que le mode de réalisation décrit concerne un moteur triphasé, l'invention s'applique avantageusement à tout moteur à N phases indépendantes. Dans ce cas, les rangs des pulsations de couple compensables par une injection de courant homopolaire dépendent
15 de N.

Revendications

1. Procédé de commande d'un moteur électrique (4) à courant alternatif polyphasé à phases indépendantes (U, V, W), ledit procédé comprenant une étape de compensation d'au moins une pulsation d'un couple du moteur (4),
5 le procédé comprenant en outre une étape de détermination d'un risque de mise en résonance de la pulsation du couple et/ou de dépassement d'un seuil de bruit, par rapport au bruit ambiant, généré par ladite pulsation du couple, et l'étape de compensation ayant lieu lors de l'apparition dudit risque et comprenant l'injection (106) d'un courant homopolaire (i_{M0}) dans le moteur (4).
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, comprenant une étape de détection de la perturbation du couple, à courant homopolaire nul.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, comprenant une étape de détermination (80) d'un couple consigne (T_{em}^*) visant à atténuer la perturbation du couple.
4. Procédé selon la revendication 3, comprenant une étape de décomposition (82) du couple
15 consigne (T_{em}^*) en un couple homopolaire (T_{M0}^*) et un couple principal (T_{M1}^*).
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant une étape de régulation (88) en boucle fermée du courant homopolaire (i_{M0}).
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la pulsation du couple est générée lors d'une alimentation en courant du moteur (4).
- 20 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le moteur (4) est triphasé et la pulsation du couple compensée correspond à au moins un harmonique de rang multiple de 3 dudit couple.
8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel la pulsation du couple compensée correspond à un harmonique de rang 6.
- 25 9. Dispositif électrique (2) comprenant un moteur à courant alternatif (4) polyphasé à phases indépendantes (U, V, W) et un système de commande du moteur (4), ledit système de commande comprenant des moyens de compensation d'au moins une pulsation d'un couple du moteur (4) et des moyens de détermination d'un risque de mise en résonance de la

pulsation du couple et/ou de dépassement d'un seuil de bruit, par rapport au bruit ambiant, généré par ladite pulsation du couple,
les moyens de compensation comprenant des moyens d'injection (26) d'un courant homopolaire (i_{M0}) dans le moteur (4) lors de l'apparition dudit risque.

- 5 10. Dispositif (2) selon la revendication 9, dans lequel le système de commande comprend une batterie (14) et un onduleur (6).
11. Dispositif (2) selon la revendication 10, dans lequel l'onduleur (6) comprend au moins une structure de pont en H (8, 10, 12) pour chaque phase (U, V, W) du moteur (4).
12. Dispositif (2) selon la revendication 10 ou 11, comprenant un convertisseur continu-
10 continu (28) entre la batterie (14) et l'onduleur (6).

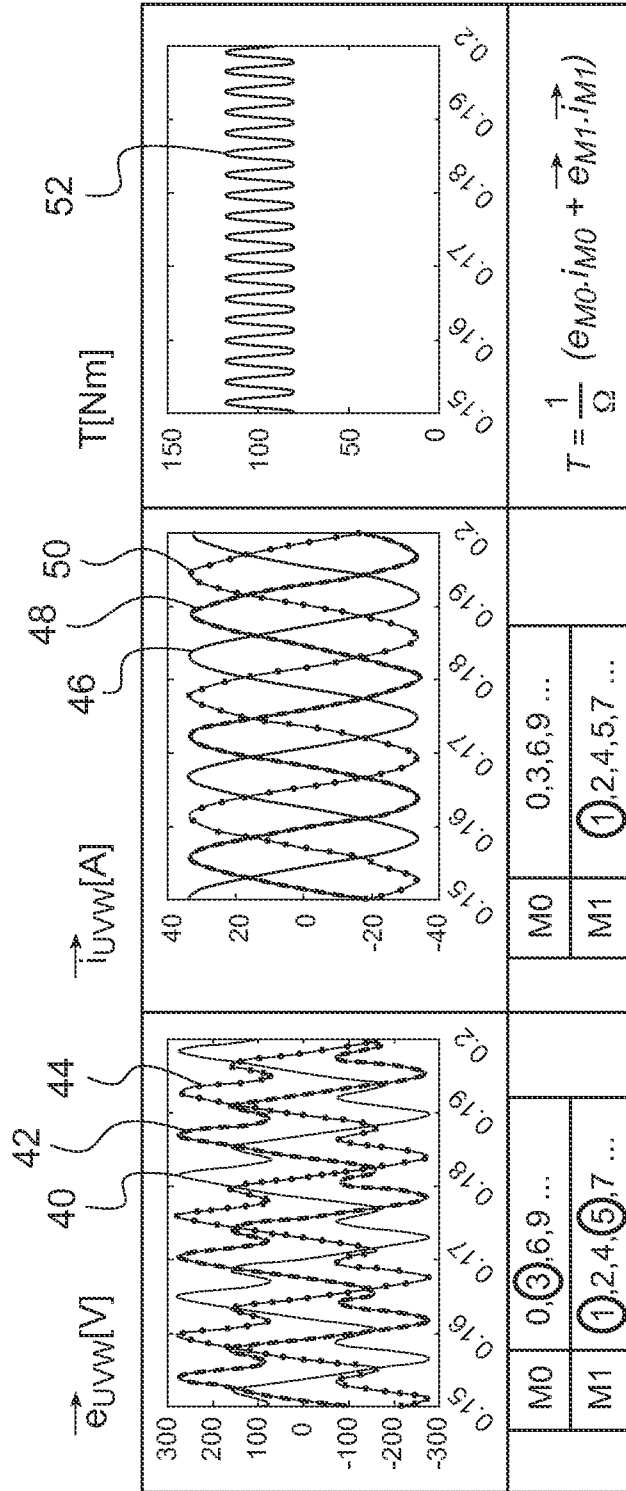


Fig.3a

Fig.3b

Fig.3c

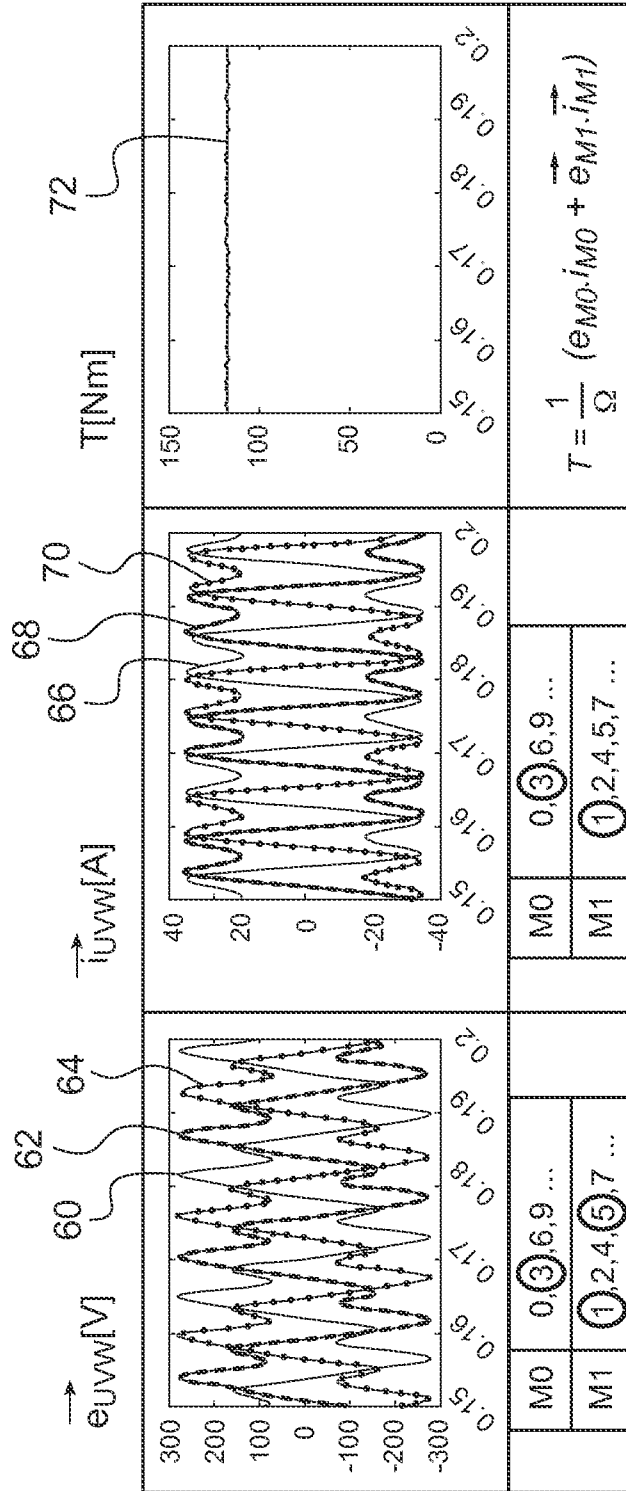
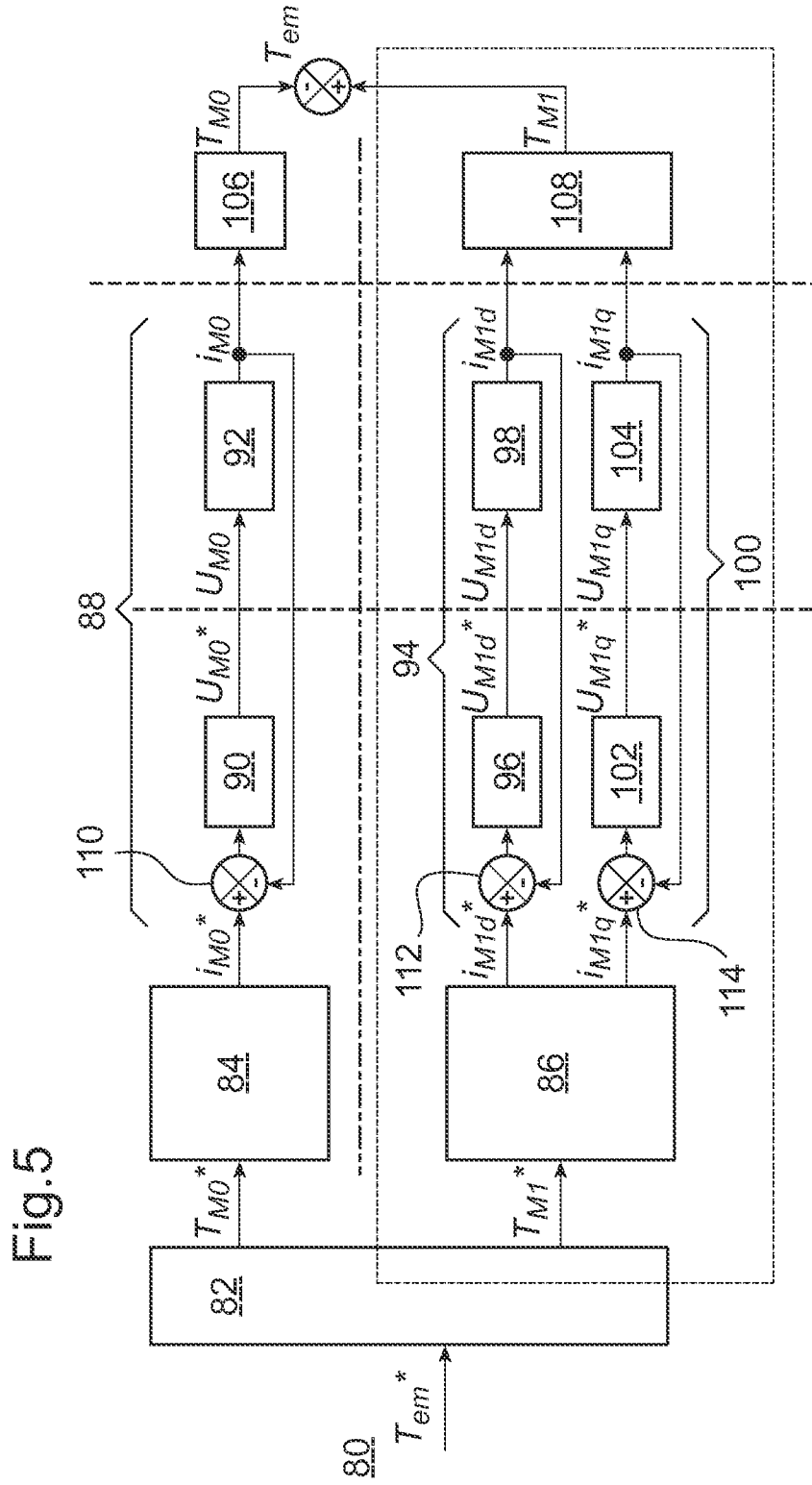


Fig.4a

Fig.4b

Fig.4c

$$T = \frac{1}{\Omega} (e_{M0} \cdot i_{M0} + e_{M1} \cdot i_{M1})$$



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2012/050751

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02P21/05
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.
A	EP 1 826 899 A1 (NSK STEERING SYS CO LTD [JP]) 29 August 2007 (2007-08-29) paragraphs [0143] - [0172], [0360] - [0362]; figures 5,7,17 -----	1-12
A	CHAPMAN L ET AL: "Multiple Reference Frame Analysis of Non-sinusoidal Brushless DC Drives", IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 14, no. 3, 1 September 1999 (1999-09-01), pages 440-446, XP011084449, ISSN: 0885-8969, DOI: 10.1109/60.790894 pages 442-443; figures 1-3 ----- -/--	1-12

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 7 August 2012	Date of mailing of the international search report 16/08/2012
--	--

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 Gusia, Sorin
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2012/050751

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 211 798 A2 (NISSAN MOTOR [JP]) 5 June 2002 (2002-06-05) paragraphs [0038] - [0043], [0084] - [0087]; figures 5,14 -----	1-12
A	FR 2 865 868 A1 (RENAULT SAS [FR]) 5 August 2005 (2005-08-05) sentences 26-35; figure 2 -----	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2012/050751

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 1826899	A1	29-08-2007	EP 1826899 A1	29-08-2007
			US 2008067960 A1	20-03-2008
			WO 2006057317 A1	01-06-2006

EP 1211798	A2	05-06-2002	EP 1211798 A2	05-06-2002
			US 2002097015 A1	25-07-2002

FR 2865868	A1	05-08-2005	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2012/050751

<p>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H02P21/05 ADD.</p>		
<p>Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB</p>		
<p>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</p>		
<p>Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H02P</p>		
<p>Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche</p>		
<p>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</p>		
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</p>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 1 826 899 A1 (NSK STEERING SYS CO LTD [JP]) 29 août 2007 (2007-08-29) alinéas [0143] - [0172], [0360] - [0362]; figures 5,7,17	1-12
A	----- CHAPMAN L ET AL: "Multiple Reference Frame Analysis of Non-sinusoidal Brushless DC Drives", IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 14, no. 3, 1 septembre 1999 (1999-09-01), pages 440-446, XP011084449, ISSN: 0885-8969, DOI: 10.1109/60.790894 pages 442-443; figures 1-3 ----- -/--	1-12
<p><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</p>		
<p><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</p>		
<p>* Catégories spéciales de documents cités:</p>		
<p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p>		<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</p>
<p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p>		
<p>"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)</p>		
<p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p>		
<p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p>		
<p>Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée</p>		
<p>7 août 2012</p>		<p>Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale</p> <p>16/08/2012</p>
<p>Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale</p> <p>Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016</p>		<p>Fonctionnaire autorisé</p> <p>Gusia, Sorin</p>

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2012/050751

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>EP 1 211 798 A2 (NISSAN MOTOR [JP]) 5 juin 2002 (2002-06-05) alinéas [0038] - [0043], [0084] - [0087]; figures 5,14</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-12
A	<p>FR 2 865 868 A1 (RENAULT SAS [FR]) 5 août 2005 (2005-08-05) phrases 26-35; figure 2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2012/050751

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1826899	A1	29-08-2007	EP 1826899 A1 29-08-2007
			US 2008067960 A1 20-03-2008
			WO 2006057317 A1 01-06-2006

EP 1211798	A2	05-06-2002	EP 1211798 A2 05-06-2002
			US 2002097015 A1 25-07-2002

FR 2865868	A1	05-08-2005	AUCUN
