

(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
6 novembre 2014 (06.11.2014)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/177802 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H02P 29/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2014/051022

(22) Date de dépôt international :
29 avril 2014 (29.04.2014)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1354080 3 mai 2013 (03.05.2013) FR

(71) Déposant : RENAULT S.A.S. [FR/FR]; 13/15 Quai Le Gallo, F-92100 Boulogne Billancourt (FR).

(72) Inventeur : MALOUM, Abdelmalek; 8 allée du Président Kennedy, F-94550 Chevilly la Rue (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).

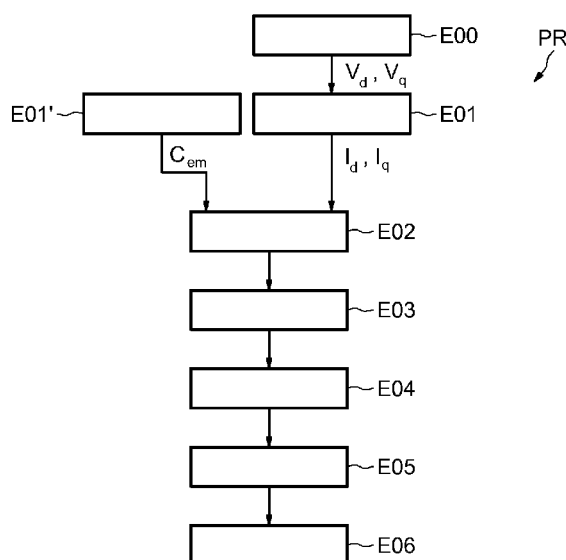
Publiée :

- 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 VERIFYING THE OPERATION OF A MOTOR PROPULSION PLANT FITTED TO AN AUTOMOTIVE VEHICLE AND CORRESPONDING SYSTEM

(54) Titre : PROCÉDE DE VERIFICATION DU FONCTIONNEMENT D'UN GROUPE MOTOPROPULSEUR EQUIPANT UN VEHICULE AUTOMOBILE ET SYSTEME CORRESPONDANT

FIG.1



(57) Abstract : Method and corresponding system for verifying the operation of a motor propulsion plant fitted to an automotive vehicle with electric or hybrid traction, the motor propulsion plant comprising an electric motor furnished with a permanent-magnet rotor, said method comprising a regulation (E00) of the currents of the stator and a measurement of the direct and quadratic components of the currents (E01), the method comprising: - an application (E03), in a model of the electric motor linking the control signals to the direct and quadratic components of the currents, of a change of variable in which $X = I_q^3 + I_d^3$, $Y = I_q - I_d$, - determination (E04) of minimum and maximum bounds for X and Y so as to deduce therefrom minimum and maximum bounds for I_q and I_d , - a comparison (E05) between the measured direct and quadratic components of the currents and said minimum and maximum bounds for I_q and I_d .

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2014/177802 A1



Procédé et système correspondant de vérification du fonctionnement d'un groupe motopropulseur équipant un véhicule automobile à traction électrique ou hybride, le groupe motopropulseur comprenant un moteur électrique muni d'un rotor à aimant permanent, ledit procédé comprenant une régulation (E00) des courants du stator, une mesure des composantes directes et quadratiques des courants (E01), le procédé comprenant : - une application (E03), dans un modèle du moteur électrique liant les signaux de commande aux composantes directes et quadratiques des courants, d'un changement de variable dans lequel $X = I_q^3 + I_d^3$, $Y = I_q - I_d$, - une détermination (E04) de bornes minimales et maximales pour X et Y pour en déduire des bornes minimales et maximales pour I_q et I_d , - une comparaison (E05) entre les composantes directes et quadratiques mesurées des courants et lesdites bornes minimales et maximales pour I_q et I_d .

**Procédé de vérification du fonctionnement d'un groupe
motopropulseur équipant un véhicule automobile et système
correspondant**

5

L'invention concerne la vérification du fonctionnement d'un groupe motopropulseur équipant un véhicule automobile, et en particulier la vérification du fonctionnement des capteurs embarqués dans le groupe motopropulseur, et les groupes motopropulseurs munis de machines à aimant permanent.

Dans les véhicules automobiles à traction électrique, le couple fourni par un moteur électrique doit être contrôlé. Le couple d'une machine électrique étant directement lié au courant circulant dans celle-ci, ces courants doivent être commandés de façon précise.

Dans une machine synchrone, notamment une machine synchrone triphasée à aimant permanent et à flux axial, les courants circulant dans les trois phases du stator sont sinusoïdaux et déphasés chacun de $\frac{2\pi}{3}rad$. Ces courants créent un champ magnétique tournant dans la machine électrique. Le rotor est composé d'un aimant permanent, par exemple muni de cinq paires de pôles. Comme une boussole, le rotor s'aligne naturellement sur le champ magnétique tournant créé par le stator. Ainsi, la fréquence de rotation du rotor est égale à la fréquence des courants du stator. Ce sont les amplitudes des courants du stator et la puissance des aimants du rotor qui créent le couple nécessaire à la rotation de la machine. Pour commander ces courants, il faut donc appliquer à chaque phase du stator des tensions sinusoïdales déphasées de $\frac{2\pi}{3}rad$ chacune également.

Généralement, il est plus simple d'appliquer une régulation sur des constantes que sur des signaux sinusoïdaux. La transformée de Park est généralement utilisée pour projeter un système triphasé sur un espace bidimensionnel pour se retrouver dans un repère tournant équivalent. Il est ainsi possible de transposer les trois courants et les trois tensions sinusoïdales du stator relatives aux trois phases d'un

système triphasé dans un espace où les signaux sinusoïdaux s'expriment sous la forme de signaux constants (une composante sur l'axe direct d et une composante sur l'axe en quadrature q). Dans le cas d'une machine synchrone le repère de Park est lié au rotor.

5 En travaillant avec des courants et des tensions exprimées dans l'espace de Park, il est ainsi possible d'agir sur des courants et des tensions constantes plutôt que sur des signaux sinusoïdaux pour réguler la machine triphasée à commander. En faisant la transformée inverse, il est possible de se ramener au repère normal de la machine
10 et donc de savoir exactement quelles tensions ou quels courants appliquer sur chaque phase de la machine.

 On utilise généralement des capteurs de courants pour mettre en œuvre une régulation du couple. On peut également utiliser des capteurs aptes à mesurer le couple.

15 Comme on le conçoit, une défaillance d'un des capteurs empêche la régulation correcte du couple qui doit être fourni par la machine électrique. Il est donc nécessaire de détecter une telle défaillance.

 On pourra se référer au document JP 2001268980 qui décrit une
20 estimation du courant circulant dans une machine à courant continu, mais cette solution n'est pas adaptée aux machines fonctionnant avec des courants sinusoïdaux.

 Le document US 5047699 décrit également une estimation du courant circulant dans une machine à courant continu.

25 Le document US 20020008492 décrit une détection de la défaillance de capteurs dans laquelle on contrôle les variations des mesures fournies par les capteurs.

 L'invention a donc pour but de permettre une vérification du fonctionnement d'une machine électrique ayant un rotor à aimant
30 permanent, et qui peut être mise en œuvre dans des régimes statiques et dynamiques.

 L'invention a donc pour objet, selon un premier aspect, un procédé de vérification du fonctionnement d'un groupe motopropulseur équipant un véhicule automobile à traction électrique ou hybride, le

groupe motopropulseur comprenant un moteur électrique muni d'un rotor à aimant permanent et d'un stator, ledit procédé comprenant une régulation des courants du stator délivrant des signaux de commande au moteur électrique, lesdits courants à réguler et lesdits signaux de commande étant exprimés dans un repère tournant comprenant un axe direct et un axe quadratique, et une mesure des composantes directes et quadratiques des courants.

Selon une caractéristique générale, le procédé comprend :

- une application, dans un modèle du moteur électrique liant les signaux de commande aux composantes directes et quadratiques des courants, d'un changement de variable par calcul de nouvelles variables X et Y selon les relations $X=I_q^3+I_d^3$ et $Y=I_q-I_d$, dans lesquelles I_d et I_q désignent respectivement la composante directe du courant et la composante quadratique du courant,

- une détermination de bornes minimales et maximales des variables modifiées pour en déduire des bornes minimales et maximales pour les composantes directes et quadratiques du courant,

- une comparaison entre les composantes directes et quadratiques mesurées des courants et lesdites bornes minimales et maximales.

Le modèle du moteur électrique d'une machine dont le rotor est un aimant permanent est un système qui n'est pas coopératif. En mettant en œuvre le changement de variable énoncé ci-avant, on obtient un système qui est coopératif, en d'autres termes, si les termes apparaissant dans ce système sont bornés alors tel est également le cas pour les variables X et Y de ce système.

Ainsi, on peut obtenir des valeurs minimales et maximales pour X et Y en bornant les termes qui apparaissent dans le système, et on peut en déduire les bornes minimales et maximales pour I_q et I_d .

Si le résultat de la comparaison indique que la valeur mesurée est en dehors de ces bornes, alors on peut considérer qu'un ou plusieurs capteurs sont défaillants. On peut ensuite par exemple limiter l'utilisation du moteur électrique. On obtient donc un fonctionnement davantage sécurisé.

Le procédé peut comprendre en outre une mesure du couple généré par le moteur électrique, par exemple par un couplemètre, un calcul de bornes minimales et maximales pour le couple à partir des bornes minimales et maximales pour la composante quadratique du courant, et une comparaison entre le couple mesuré et lesdites bornes minimales et maximales pour le couple.

Dans une telle machine électrique, le couple est lié au nombre de paires de pôles du rotor, au flux généré par les aimants du rotor et à la composante quadratique du courant. On peut donc déduire des bornes minimales et maximales pour I_q des bornes pour le couple.

Le procédé peut comprendre une élaboration d'au moins un signal si l'une des valeurs mesurées est en dehors des bornes déterminées.

L'invention a également pour objet, selon un deuxième aspect, un système de vérification du fonctionnement d'un groupe motopropulseur équipant un véhicule automobile à traction électrique ou hybride, le groupe motopropulseur comprenant un moteur électrique muni d'un rotor à aimant permanent et d'un stator, le véhicule comprenant des moyens configurés pour réguler des courants du stator délivrant des signaux de commande au moteur électrique, lesdits courants à réguler et lesdits signaux de commande étant exprimés dans un repère tournant comprenant un axe direct et un axe quadratique, des moyens configurés pour mesurer des composantes directes et quadratiques des courants.

Selon une caractéristique générale, le système comprend :

- des moyens configurés pour appliquer, dans un modèle du moteur électrique liant les signaux de commande aux composantes directes et quadratiques des courants, un changement de variable par calcul de nouvelles variables X et Y selon les relations $X=I_q^3+I_d^3$ et $Y=I_q-I_d$, dans lesquelles I_d et I_q désignent respectivement la composante directe du courant et la composante quadratique du courant,

- des moyens configurés pour déterminer des bornes minimales et maximales pour X et Y aptes à déduire des bornes minimales et maximales pour les composantes directe et quadratique du courant,

5 - des moyens configurés pour comparer les composantes directes et quadratiques mesurées des courants et lesdites bornes minimales et maximales.

Le système peut comprendre en outre des moyens configurés pour calculer des bornes minimales et maximales pour le couple à partir des bornes minimales et maximales pour la composante
10 quadratique du courant, et des moyens de comparaison entre un couple mesuré par des moyens de mesure du couple du véhicule et lesdites bornes minimales et maximales pour le couple.

Le système peut comprendre des moyens configurés pour élaborer au moins un signal si l'une des valeurs mesurées est en dehors
15 des bornes déterminées.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

20 - la figure 1 illustre schématiquement différentes étapes d'un procédé selon un mode de mise en œuvre de l'invention, et

- la figure 2 illustre schématiquement un système selon un mode de réalisation de l'invention.

Sur la figure 1 on a représenté de manière schématique les
25 différentes étapes d'un procédé PR de vérification du fonctionnement d'un groupe motopropulseur équipant un véhicule automobile à traction électrique ou hybride. Le groupe motopropulseur de ce véhicule peut comprendre un moteur électrique muni d'un rotor à aimant permanent et d'un stator.

30 Une première étape E00 peut être mise en œuvre dans laquelle on régule les courants du stator (ou le couple) pour obtenir des signaux de commande. Ces signaux de commandes peuvent être exprimés dans l'espace de Park et par exemple notés V_d (composante sur l'axe direct) et V_q (composante sur l'axe en quadrature). Cette

régulation peut être mise en œuvre par des moyens classiques, par exemple en utilisant un correcteur proportionnel-intégral ou proportionnel-intégral-dérivé.

Le procédé peut également comprendre une mesure des composantes directes et quadratiques des courants notés I_d (composante directe) et I_q (composante quadratique) dans l'étape E01. L'étape E01 peut, en variante, être mise en œuvre plus tardivement dans le procédé pour mettre en œuvre une comparaison avec des bornes déterminées.

Simultanément à l'étape E01, on peut mettre en œuvre une étape E01' de mesure du couple noté C_{em} .

On peut ensuite mettre en œuvre une étape E02 d'élaboration d'un modèle du moteur électrique liant les signaux de commande aux composantes directes et quadratiques des courants. En variante, l'étape E02 est mise en œuvre préalablement et on utilise le même modèle à chaque mise en œuvre du procédé.

Il convient de noter que dans l'espace de Park, un tel modèle correspond au système d'équations suivant :

$$\begin{cases} V_d = R_s I_d + L_d \dot{I}_d - \omega_r L_q I_q \\ V_q = R_s I_q + L_q \dot{I}_q - \omega_r (L_d I_d + \phi_f) \end{cases} \quad (\text{EQ1})$$

Avec R_s la résistance équivalente du stator de la machine, L_d et L_q les inductances sur chaque axe respectivement direct et en quadrature du plan de Park de la machine, ω_r la vitesse de rotation du champ magnétique de la machine (soit la vitesse de rotation du rotor multipliée par le nombre de paires de pôles de la machine noté p), et ϕ_f le flux généré par les aimants du rotor.

Il convient également de noter que le système d'équations EQ1 n'est pas coopératif. Aussi, pour une machine dans laquelle L_d et L_q sont égaux, on obtient la valeur de couple électromagnétique C_{em} suivante :

$$C_{em} = p \Phi_f I_q \quad (\text{EQ2})$$

Avec p le nombre de paires de pôles de la machine, et Φ_f le flux généré par les aimants du rotor.

Afin de rendre le système d'équations EQ1 coopératif, on peut mettre en œuvre l'étape E03 de changement de variable. Dans cette étape, on peut noter X et Y les nouvelles variables, avec $X=I_q^3+I_d^3$ et $Y=I_q-I_d$. En notant U_x et U_y les nouveaux signaux de commande appliqués en entrée du système, on obtient le système d'équation suivant :

$$\begin{cases} \frac{3}{L_s}U_x = \frac{3}{L_s}(I_d^2V_d + I_q^2V_q) = \frac{3R_s}{L_s}X + \dot{X} + 3\omega_r I_q \left[I_d(I_q - I_d) + \frac{\Phi_f}{L_s} \right] \\ \frac{1}{L_s}U_y = \frac{1}{L_s}(-V_d + V_q) = \frac{R_s}{L_s}Y + \dot{Y} + \omega_r \left[I_d + I_q + \frac{\Phi_f}{L_s} \right] \end{cases} \quad (\text{EQ3})$$

Ce changement de variable est mis en œuvre en dérivant les expressions de X et Y pour remplacer les valeurs de I_q et de I_d ou de leur dérivées obtenues par le système d'équations EQ1.

On peut noter que l'on obtient un système coopératif. De ce fait, en notant min les bornes minimales et max les bornes maximales, et X^+ et X^- les bornes respectivement maximales et minimales pour X et Y^+ et Y^- les bornes respectivement maximales et minimales pour Y, on obtient, dans une étape E04, le système suivant :

$$\begin{cases} \min\left(\frac{3}{L_s}U_x\right) = \min\left(\frac{3R_s}{L_s}\right)X^- + \dot{X}^- + 3\omega_r I_q I_d(I_q - I_d) + \min\left(3\omega_r I_q \frac{\Phi_f}{L_s}\right) \\ \min\left(\frac{1}{L_s}U_y\right) = \min\left(\frac{R_s}{L_s}\right)Y^- + \dot{Y}^- + \omega_r(I_d + I_q) + \min\left(\omega_r \frac{\Phi_f}{L_s}\right) \\ \max\left(\frac{3}{L_s}U_x\right) = \max\left(\frac{3R_s}{L_s}\right)X^+ + \dot{X}^+ + 3\omega_r I_q I_d(I_q - I_d) + \max\left(3\omega_r I_q \frac{\Phi_f}{L_s}\right) \\ \max\left(\frac{1}{L_s}U_y\right) = \max\left(\frac{R_s}{L_s}\right)Y^+ + \dot{Y}^+ + \omega_r(I_d + I_q) + \max\left(\omega_r \frac{\Phi_f}{L_s}\right) \end{cases} \quad (\text{EQ4})$$

Il convient de noter que $\min(3/L_s * U_x) = \max(3/L_s * U_x)$ si U_x est négatif, ou $\min(3/L_s * U_x)$ si U_x est positif.

A chaque instant t après l'instant initial t_0 , on sait que les valeurs mesurées de X et Y (obtenues à partir des mesures de I_d et I_q) vérifient les deux équations suivantes :

$$\begin{cases} X^-(t) \leq X(t) \leq X^+(t) \\ Y^-(t) \leq Y(t) \leq Y^+(t) \end{cases} \quad (\text{EQ5})$$

Aussi, il convient de noter que l'on peut déterminer lors d'étapes préalables de calibration les bornes minimales et maximales

de R_s , L_s , ω_r et ϕ_f . On peut donc déduire du système EQ4 les valeurs de X^+ , X^- , Y^+ et Y^- .

On peut également obtenir les valeurs des bornes maximales (I_d^+ et I_q^+) et minimales (I_d^- et I_q^-) par la résolution du système
5 suivant :

$$\begin{cases} X^- &= (I_q^-)^3 + (I_d^-)^3 \\ Y^- &= I_q^- - I_q^+ \\ X^+ &= (I_q^+)^3 + (I_d^+)^3 \\ Y^+ &= I_q^+ - I_q^- \end{cases} \quad (\text{EQ6})$$

Aussi, avec la formule de l'équation EQ2, on peut obtenir des bornes minimales et maximales pour le couple C_{em} .

L'étape E05 peut alors être mise en œuvre, dans laquelle on
10 compare les valeurs mesurées préalablement dans les étapes E01 et E01' aux bornes obtenues dans l'étape E04.

Si on constate qu'une des mesures est en dehors des bornes correspondant à cette mesure, on peut mettre en œuvre une étape E06 d'élaboration de signaux indiquant la défaillance du capteur.

15 Sur la figure 2, on a représenté un système SYS, par exemple embarqué au sein d'un véhicule automobile à traction électrique ou hybride muni d'un groupe motopropulseur ayant un rotor à aimant permanent.

Le système SYS peut être intégré dans une unité de commande
20 électronique du véhicule ou dans d'autres types de calculateurs embarqués dans un véhicule. Aussi, le véhicule peut comprendre d'autres moyens non représentés sur la figure 2 mais qui communique avec le système SYS, par exemple des moyens configurés pour réguler des courants du stator délivrant des signaux de commande au moteur
25 électrique.

Le système SYS comprend des moyens 1 configurés pour élaborer un modèle du moteur électrique liant les signaux de commande aux composantes directes et quadratiques des courants. Les
30 moyens 1 sont configurés pour mettre en œuvre l'étape E02 décrite en se référant à la figure 1. En variante, le système SYS ne comprend pas de moyens configurés pour élaborer un modèle du moteur électrique

liant les signaux de commande aux composantes directes et quadratiques des courants, un tel model ayant été élaboré préalablement.

5 Le système SYS comprend également des moyens 2 configurés pour appliquer dans ledit modèle un changement de variable dans lequel $X=I_q^3+I_d^3$, $Y=I_q-I_d$. En d'autres termes, les moyens 2 sont configurés pour mettre en œuvre l'étape E03.

10 Le système SYS comprend également des moyens 3 configurés pour déterminer des bornes minimales et maximales pour X et Y aptes à déduire des bornes minimales et maximales pour I_q et I_d (étape E04) et des moyens 4 configurés pour comparer les composantes directes et quadratiques mesurées des courants et lesdites bornes minimales et maximales pour I_q et I_d (étape E05).

15 Préférentiellement, le système SYS comprend des moyens configurés 5 pour élaborer au moins un signal si l'une des valeurs mesurées est en dehors des bornes déterminées (étape E06).

20 Le véhicule peut également comprendre des moyens 6 de mesure ou capteurs des courants I_d et I_q , et également des moyens 7 de mesure du couple. Le système SYS et le procédé PR permettent de déterminer si ces capteurs fonctionnent.

Grace à l'invention, on peut déterminer si des capteurs de courants fonctionnent dans tout type de régime, dynamique ou permanent. On peut ainsi limiter l'utilisation du moteur électrique.

REVENDICATIONS

1. Procédé de vérification du fonctionnement d'un groupe motopropulseur équipant un véhicule automobile à traction électrique ou hybride, le groupe motopropulseur comprenant un moteur électrique muni d'un rotor à aimant permanent et d'un stator, ledit procédé comprenant une régulation (E00) des courants du stator délivrant des signaux de commande au moteur électrique, lesdits courants à réguler et lesdits signaux de commande étant exprimés dans un repère tournant comprenant un axe direct et un axe quadratique, et une mesure des composantes directes et quadratiques des courants (E01), caractérisé en ce qu'il comprend :

- une application (E03), dans un modèle du moteur électrique liant les signaux de commande aux composantes directes et quadratiques des courants, d'un changement de variable par calcul de nouvelles variables X et Y selon les relations $X=I_q^3+I_d^3$ et $Y=I_q-I_d$, dans lesquelles I_d et I_q désignent respectivement la composante directe du courant et la composante quadratique du courant,

- une détermination (E04) de bornes minimales et maximales des variables modifiées pour en déduire des bornes minimales et maximales pour les composantes directes et quadratiques du courant,

- une comparaison (E05) entre les composantes directes et quadratiques mesurées des courants et lesdites bornes minimales et maximales.

2. Procédé selon la revendication 1, comprenant en outre une mesure du couple généré par le moteur électrique (E01'), un calcul de bornes minimales et maximales pour le couple à partir des bornes minimales et maximales pour la composante quadratique du courant, et une comparaison entre le couple mesuré et lesdites bornes minimales et maximales pour le couple.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, comprenant une élaboration d'au moins un signal (E06) si l'une des valeurs mesurées est en dehors des bornes déterminées.

4. Système de vérification du fonctionnement d'un groupe motopropulseur équipant un véhicule automobile à traction électrique ou hybride, le groupe motopropulseur comprenant un moteur électrique muni d'un rotor à aimant permanent et d'un stator, le véhicule
5 comprenant des moyens configurés pour réguler des courants du stator délivrant des signaux de commande au moteur électrique, lesdits courants à réguler et lesdits signaux de commande étant exprimés dans un repère tournant comprenant un axe direct et un axe quadratique, et des moyens configurés pour mesurer des composantes directes et
10 quadratiques des courants (6), caractérisé en ce qu'il comprend :

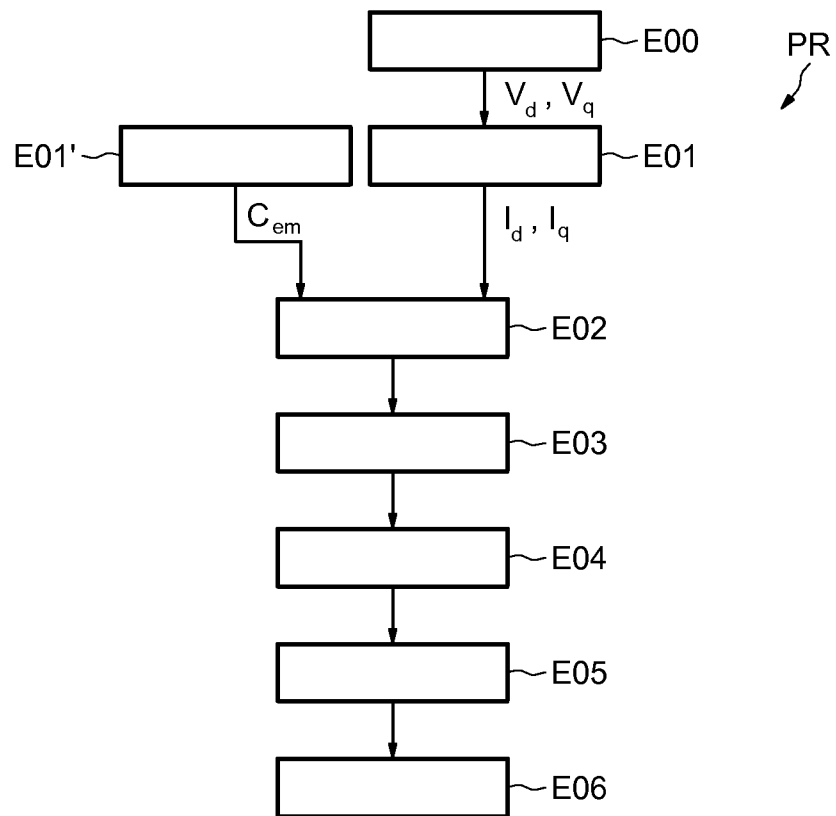
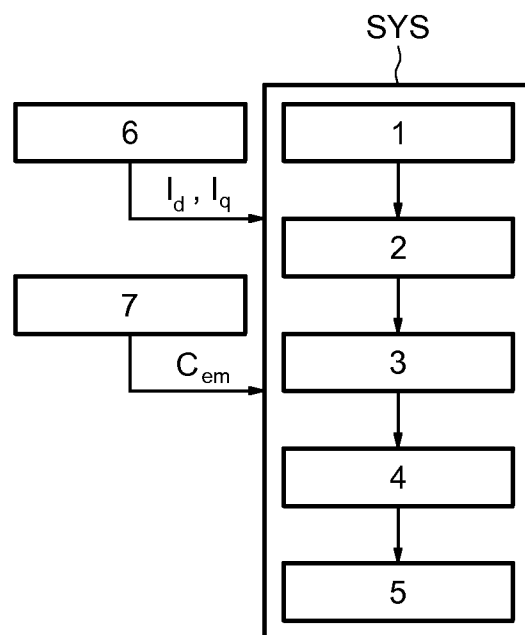
- des moyens (2) configurés pour appliquer, dans un modèle du moteur électrique liant les signaux de commande aux composantes directes et quadratiques des courants, un changement de variable par calcul de nouvelles variables X et Y selon les relations $X=I_q^3+I_d^3$ et
15 $Y=I_q-I_d$, dans lesquelles I_d et I_q désignent respectivement la composante directe du courant et la composante quadratique du courant,

- des moyens (3) configurés pour déterminer des bornes minimales et maximales pour X et Y aptes à déduire des bornes
20 minimales et maximales pour les composantes directe et quadratique du courant,

- des moyens (4) configurés pour comparer les composantes directes et quadratiques mesurées des courants et lesdites bornes minimales et maximales.

25 5. Système selon la revendication 4, comprenant en outre des moyens configurés pour calculer des bornes minimales et maximales pour le couple à partir des bornes minimales et maximales pour la composante quadratique du courant, et des moyens de comparaison entre un couple mesuré par des moyens de mesure (7) du couple du
30 véhicule et lesdites bornes minimales et maximales pour le couple.

6. Système selon la revendication 4 ou 5, comprenant des moyens (5) configurés pour élaborer au moins un signal si l'une des valeurs mesurées est en dehors des bornes déterminées.

1/1
FIG.1**FIG.2**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2014/051022

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02P29/02
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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2013/077194 A1 (HASAN S M N [US] ET AL) 28 March 2013 (2013-03-28) claim 6	1-6
A	----- JP 2001 268980 A (KOYO SEIKO CO) 28 September 2001 (2001-09-28) cited in the application abstract	1-6
A	----- US 5 047 699 A (ROZMAN GREGORY I [US] ET AL) 10 September 1991 (1991-09-10) cited in the application the whole document	1-6
A	----- US 2002/008492 A1 (NAGAYAMA KAZUTOSHI [JP]) 24 January 2002 (2002-01-24) cited in the application the whole document -----	1-6



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 August 2014

Date of mailing of the international search report

05/09/2014

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

Closa, Daniel

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2014/051022

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013077194 A1	28-03-2013	CN 103018698 A	03-04-2013
		DE 102012215571 A1	28-03-2013
		US 2013077194 A1	28-03-2013

JP 2001268980 A	28-09-2001	JP 3714843 B2	09-11-2005
		JP 2001268980 A	28-09-2001

US 5047699 A	10-09-1991	NONE	

US 2002008492 A1	24-01-2002	JP 3661572 B2	15-06-2005
		JP 2002034266 A	31-01-2002
		US 2002008492 A1	24-01-2002

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2014/051022

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H02P29/02
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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2013/077194 A1 (HASAN S M N [US] ET AL) 28 mars 2013 (2013-03-28) revendication 6	1-6
A	JP 2001 268980 A (KOYO SEIKO CO) 28 septembre 2001 (2001-09-28) cité dans la demande abrégé	1-6
A	US 5 047 699 A (ROZMAN GREGORY I [US] ET AL) 10 septembre 1991 (1991-09-10) cité dans la demande le document en entier	1-6
A	US 2002/008492 A1 (NAGAYAMA KAZUTOSHI [JP]) 24 janvier 2002 (2002-01-24) cité dans la demande le document en entier	1-6



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 août 2014

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

05/09/2014

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

Closa, Daniel

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2014/051022

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2013077194 A1	28-03-2013	CN 103018698 A	03-04-2013
		DE 102012215571 A1	28-03-2013
		US 2013077194 A1	28-03-2013

JP 2001268980 A	28-09-2001	JP 3714843 B2	09-11-2005
		JP 2001268980 A	28-09-2001

US 5047699 A	10-09-1991	AUCUN	

US 2002008492 A1	24-01-2002	JP 3661572 B2	15-06-2005
		JP 2002034266 A	31-01-2002
		US 2002008492 A1	24-01-2002
