

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



WIPO | PCT



(10) Numéro de publication internationale

WO 2013/153304 A1

(43) Date de la publication internationale  
17 octobre 2013 (17.10.2013)

(51) Classification internationale des brevets :  
B60L 15/20 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2013/050651

(22) Date de dépôt international :  
26 mars 2013 (26.03.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1253414 13 avril 2012 (13.04.2012) FR

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

(72) Inventeurs : GILBERTAS, Didier; 43 avenue Ferdinand Buisson, F-92100 Boulogne Billancourt (FR). BASBOUS, Tammam; 6 Place Du President Kennedy, F-92170 Vanves (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, 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, PA, 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, 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).

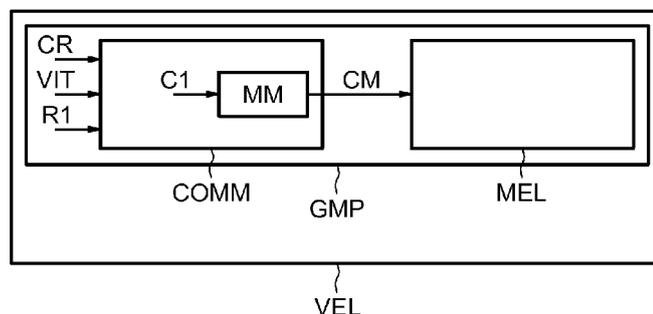
Publiée :

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

(54) Title : METHOD AND SYSTEM FOR CONTROLLING AN ELECTRIC MACHINE OF AN ELECTRIC VEHICLE

(54) Titre : SYSTÈME ET PROCÉDÉ DE COMMANDE D'UNE MACHINE ÉLECTRIQUE ÉQUIPANT UN VÉHICULE ÉLECTRIQUE

FIG.1



(57) Abstract : The invention relates to a system for controlling an electric machine of an electric vehicle in order to generate a torque setpoint for a given speed, said torque setpoint and said speed corresponding to a first operating point of said electric machine. The control system includes means for modulating the torque setpoint, which are configured to generate a modulated torque setpoint and to provide the modulated torque setpoint to said electric machine, said modulated torque setpoint alternating between a low value (Chas), the absolute value of which is lower than the absolute value of said torque setpoint, and a high value (Chaut), the absolute value of which is greater than the absolute value of said torque setpoint, said high value and said speed corresponding to a second operating point of said electric machine for which the power output is greater than the first operating point.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2013/153304 A1



---

Systeme de commande d'une machine électrique équipant un véhicule électrique pour générer une consigne de couple pour un régime donné, ladite consigne de couple et ledit régime correspondant à un premier point de fonctionnement de ladite machine électrique. Le système de commande comprend des moyens de modulation de la consigne de couple configurés pour générer une consigne de couple modulée et fournir la consigne de couple modulée à ladite machine électrique, ladite consigne modulée alternant une valeur basse (Chas) dont la valeur absolue est inférieure à la valeur absolue de ladite consigne de couple et une valeur haute (Chaut) dont la valeur absolue est supérieure à la valeur absolue de ladite consigne de couple, ladite valeur haute et ledit régime correspondant à un deuxième point de fonctionnement de ladite machine électrique pour lequel le rendement énergétique est supérieur au premier point de fonctionnement.

## **Systeme et procede de commande d'une machine électrique équipant un véhicule électrique**

5 L'invention a pour domaine technique les systèmes de contrôle et plus particulièrement les systèmes de contrôle de couple d'un moteur électrique équipant un véhicule par exemple un véhicule à traction électrique.

10 Le fonctionnement d'un moteur électrique peut être défini par la valeur de régime du moteur et la valeur du couple qu'il exerce. Ces deux valeurs correspondent à un point de fonctionnement du moteur. Les moteurs électriques présentent en général des points de fonctionnement pour lesquels leur rendement énergétique, c'est-à-dire le rapport entre l'énergie électrique consommée et l'énergie mécanique générée, est favorable, notamment en les comparant.

15 Ces points de fonctionnement plus favorables du point de vue du rendement énergétique se situent en général dans des zones de fonctionnement limitées qui ne correspondent pas toujours aux zones de fonctionnement du moteur lors d'une utilisation sur route.

20 Il est prévu, selon l'état de la technique, d'utiliser des boîtes de vitesse multi rapports pour permettre un rapprochement voire une correspondance des zones de fonctionnement plus favorables et des zones de fonctionnement utilisées.

25 Cela étant, l'utilisation de ces boîtes de vitesse implique d'une part une complexité accrue, un surpoids et un surcout et d'autre part le changement de rapports n'est pas toujours très facile à gérer par le conducteur du véhicule ou la commande automatique de transmission.

30 Il est connu de l'état de la technique d'utiliser un régulateur de vitesse qui permet de réguler la vitesse au moyen d'oscillations de la vitesse de déplacement du véhicule autour d'une valeur cible. Il est toutefois proposé d'améliorer la consommation du véhicule et non pas le rendement énergétique en tant que tel.

Il est connu de la demande de brevet WO 03/023209 de moduler le couple du moteur. Cela étant, l'enseignement de ce document se limite au cas des moteurs à combustion interne.

Au vu de ce qui précède, un but de l'invention est de proposer une méthode de commande d'une machine électrique qui permette de résoudre au moins en partie les inconvénients mentionnés ci-dessus.

5 L'invention a donc pour objet un système de commande d'une machine électrique équipant un véhicule électrique, pour générer une consigne de couple pour un régime donné de la machine électrique, ladite consigne de couple et ledit régime correspondant à un premier point de fonctionnement de ladite machine électrique.

10 Selon une caractéristique générale, ce système comprend des moyens de modulation de la consigne de couple configurés pour générer une consigne de couple modulée et fournir la consigne de couple modulée à ladite machine électrique, ladite consigne modulée alternant une valeur basse dont la valeur absolue est inférieure à la valeur absolue de ladite consigne de couple et une valeur haute dont la valeur absolue est supérieure à la valeur absolue de ladite consigne de couple, ladite valeur haute et ledit régime correspondant à un deuxième point de fonctionnement de ladite machine électrique pour lequel le rendement énergétique est supérieur au premier point de fonctionnement.

20 Il est ainsi proposé une commande d'une machine électrique qui permet sans utilisation de système mécanique, un rapprochement voire une correspondance des zones de fonctionnement de la machine électrique plus favorables du point de vue du rendement énergétique et des zones de fonctionnement de la machine électrique utilisées lors d'une utilisation sur route. Il est alors possible d'obtenir un meilleur rendement énergétique.

En outre, il est possible d'éviter des zones de fonctionnement selon lesquelles le rendement énergétique n'est pas très favorable.

30 Selon une caractéristique, les moyens de modulation sont configurés pour ajuster le rapport entre la durée pendant laquelle la consigne modulée prend la valeur haute et la période de la consigne modulée, la valeur moyenne de la consigne de couple modulée fournie à la machine électrique étant égale à ladite consigne de couple.

Ainsi, en ajustant simplement le rapport de la durée que prend la valeur haute par rapport à la période de l'alternance entre la valeur haute et la valeur basse (ou période de la consigne modulée), on peut obtenir une consigne de couple modulée dont la valeur moyenne est égale à celle de la consigne. On a donc un transfert d'énergie mécanique de la machine électrique vers un arbre de transmission du véhicule qui est identique à celui obtenu avec la consigne de couple mais avec une consigne de couple modulée.

Selon une autre caractéristique, les moyens de modulation sont configurés pour ajuster la valeur haute, la valeur moyenne de la consigne de couple modulée fournie à la machine électrique étant égale à ladite consigne de couple.

Ainsi, on peut également obtenir une consigne de couple modulée dont la valeur moyenne est égale à celle de la consigne en ajustant la valeur haute de la consigne modulée.

Selon encore une autre caractéristique, les moyens de modulation sont configurés pour ajuster la période de la consigne modulée.

Cet ajustement peut permettre d'atténuer des problèmes de stabilité, de bruit et de vibrations dus au fonctionnement haché de la machine électrique.

Selon un mode de réalisation, la valeur basse prise par la consigne de couple modulée est la valeur nulle correspondant à une non alimentation de la machine électrique.

Ce système est particulièrement adapté à la génération d'une consigne modulée dont la valeur moyenne est faible (par exemple inférieure à 25% du couple maximum de la machine électrique). En effet, une consigne de couple modulée dont la valeur est haute pendant des durées réduites est alors suffisante pour obtenir ladite valeur moyenne. En fait, cette valeur haute du couple permet un rendement énergétique de la machine électrique proche de son maximum.

De plus, les problèmes de stabilité, de bruit et de vibrations mentionnés ci-dessus sont moins critiques dans le cas d'une consigne

de couple modulé ayant une valeur moyenne faible (par exemple inférieure à 25% du couple maximum de la machine électrique).

L'invention a également pour objet un procédé de commande d'une machine électrique équipant un véhicule électrique comprenant :

5                    -une génération d'une consigne de couple pour un régime donné de la machine électrique, ladite consigne de régime et ladite consigne de couple correspondant à un premier point de fonctionnement de ladite machine électrique.

10                   Selon une caractéristique générale, le procédé comprend en outre :

                    -une modulation de la consigne de couple pour générer une consigne de couple modulée, ladite consigne modulée alternant une valeur basse dont la valeur absolue est inférieure à la valeur absolue de ladite consigne de couple et une valeur haute dont la valeur absolue est supérieure à la valeur absolue de ladite consigne de couple ; et

15                   -une fourniture à la machine électrique de ladite consigne de régime et de ladite consigne de couple modulée, ladite valeur haute et ledit régime correspondant à un deuxième point de fonctionnement de ladite machine électrique pour lequel le rendement énergétique est supérieur au premier point de fonctionnement.

20                   Selon une caractéristique, le procédé comprend en outre une étape d'ajustement d'un rapport entre la durée pendant laquelle la consigne modulée prend la valeur haute et la période de la consigne modulée, la valeur moyenne de la consigne de couple modulée fournie à la machine électrique étant égale à ladite consigne de couple.

25                   Selon une autre caractéristique, le procédé comprend en outre une étape d'ajustement de la valeur haute, la valeur moyenne de la consigne de couple modulée fournie à la machine électrique étant égale à ladite consigne de couple.

30                   Selon encore une autre caractéristique, le procédé comprend en outre une étape d'ajustement de la période de la consigne modulée.

                    Selon un mode de mise en œuvre, la valeur basse prise par la consigne de couple modulée est la valeur nulle correspondant à une non alimentation de la machine électrique.

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

- 5 - la figure 1 illustre un schéma de principe d'un système de commande selon un mode de réalisation de l'invention;
- la figure 2 illustre un schéma de principe d'un procédé de commande selon un mode de mise en œuvre de l'invention;
- la figure 3 illustre une consigne de couple modulé selon un  
10 mode de mise en œuvre; et
- la figure 4 illustre des points de fonctionnement selon un mode de réalisation de l'invention.

Sur la figure 1, est illustré de manière schématique un véhicule électrique VEL, muni d'un groupe motopropulseur GMP. Le groupe  
15 motopropulseur GMP comprend une machine électrique MEL et un système COMM de commande de ladite machine électrique MEL.

Le système COMM fournit à la machine électrique MEL une consigne de couple pour un régime donné. La machine électrique MEL fonctionne alors suivant un point de fonctionnement correspondant au  
20 régime donné et à la consigne de couple.

La consigne de couple peut être positive ou négative. Une consigne de couple positive correspond à une demande de couple moteur à exercer par la machine électrique MEL sur un arbre de transmission dudit véhicule, cette énergie mécanique étant finalement  
25 transmise aux roues pour assurer le déplacement du véhicule. Au contraire, une consigne de couple négative correspond au couple résistif exercé par la machine MEL pour récupérer l'énergie mécanique en provenance des roues lors d'un freinage du véhicule par exemple.

Le système COMM génère une consigne de couple C1 pour un régime R1 donné, en fonction de la vitesse demandée par le conducteur du véhicule VIT et de conditions de roulage CR (inclinaison de la route, vitesse actuelle du véhicule, état de la route). Par exemple dans  
30 le cas d'une vitesse de 60 km/h stabilisée correspondant à un régime R1 = 5000 tr/min, la consigne de couple C1 générée est de C1 = 10

N.m pour une inclinaison et un état de la route normaux. La consigne C1 si elle était fournie telle quelle à la machine électrique MEL correspondrait avec le régime R1 à un premier point de fonctionnement P1 de la machine électrique MEL.

5 Le système COMM comprend en outre des moyens de modulations MM. Ces moyens MM sont configurés pour calculer une consigne de couple modulée CM à partir de la consigne de couple générée C1. Les moyens MM sont également configurés pour fournir la consigne de couple modulée CM à la machine électrique MEL.

10 La consigne modulée CM est le résultat d'une modulation de la consigne C1. Cette modulation peut par exemple être réalisée selon la méthode appelée MLI pour Modulation par Largeur d'Impulsion bien connue de l'homme du métier.

15 Selon cette méthode MLI, la consigne modulée CM alterne une valeur basse  $C_{bas}$  dont la valeur absolue est inférieure à la valeur absolue de ladite consigne de couple C1 ( $|C_{bas}| < |C1|$ ) et une valeur haute  $C_{haut}$  dont la valeur absolue est supérieure à la valeur absolue de ladite consigne de couple C1 ( $|C_{haut}| > |C1|$ ).

20 La valeur haute  $C_{haut}$  de la consigne modulée CM et le régime R1 correspondent à un deuxième point de fonctionnement P2 de la machine électrique MEL. Avantageusement, le rendement énergétique pour le deuxième point de fonctionnement P2 est supérieur au rendement énergétique pour le premier point de fonctionnement P1.

25 Lors de l'alternance de la consigne entre la valeur haute  $C_{haut}$  et la valeur basse  $C_{bas}$ , le régime R1 reste quasiment constant. Sa valeur oscille très faiblement autour du régime donné car c'est le couple réalisé par la machine MEL qui est haché.

30 Selon la méthode MLI, la valeur moyenne de la consigne modulée CM est égale à la consigne C1. Pour cela les moyens de modulations MM vont ajuster l'un ou les deux paramètres suivants:

- un rapport  $\alpha$  ( $\alpha = T1/T$ ) entre la durée T1 pendant laquelle la consigne modulée prend la valeur haute  $C_{haut}$  et la période de la consigne modulée ou la période de l'alternance T entre la valeur haute  $C_{haut}$  et la valeur basse  $C_{bas}$ ; et

- la valeur haute  $C_{\text{haut}}$ .

En fait, dans le cas où la valeur basse  $C_{\text{bas}}$  de la consigne modulée CM est la valeur nulle correspondant à une non alimentation du moteur, il suffit que l'équation  $C_{\text{haut}}/C1=\alpha$  soit respectée pour que  
5 la valeur moyenne de la consigne modulée CM soit égale à la consigne C1.

Ainsi, dans le cas d'une consigne de couple C1 positive, l'énergie transmise à l'arbre de transmission par la machine électrique est identique que l'on fournisse à la machine électrique pour le régime  
10 R1, la consigne de couple C1 ou la consigne modulée CM.

Au contraire, dans le cas d'une consigne de couple C1 négative, l'énergie mécanique récupérée en provenance des roues lors d'un freinage du véhicule par exemple est identique que l'on fournisse à la machine électrique pour le régime R1, la consigne C1 ou la  
15 consigne modulée CM.

On peut ainsi faire fonctionner la machine électrique MEL avec un rendement énergétique plus favorable en transmettant ou recevant la même énergie électrique ou mécanique respectivement.

Cela étant, avec la modulation de la consigne de couple, le  
20 fonctionnement de la machine électrique est haché. Ce type de fonctionnement peut entraîner des problèmes de stabilité, de bruit et de vibrations. Pour compenser ces problèmes, plusieurs solutions sont possibles :

- une solution de réglage la période T de la consigne modulée ou période de l'alternance entre la valeur basse et la valeur haute ( $T=T1+T0$ , avec T1 déjà définie et T0 la durée pendant laquelle la consigne modulée prend la valeur basse  $C_{\text{bas}}$ ) et des séquences d'alternance spécifiques permettant de limiter les vibrations. Par exemple, pour obtenir consigne modulée ayant une valeur moyenne de  
30 égale à une consigne  $C1 = 10 \text{ N.m}$ , on peut réaliser 1 tour moteur à 40N.m est suivi de 3 tours moteur à 0 N.m avec une fréquence d'alternance de 20Hz ; et

- une solution de filtration des oscillations du couple exercé par la machine électrique de type passif, par exemple au moyen d'un

volant d'inertie placé sur l'arbre de transmission ou d'éléments souples placés entre le rotor du moteur et l'arbre de transmission.

La figure 2 illustre un mode de mise en œuvre du procédé de commande selon l'invention. Il comprend 6 étapes.

5            Au cours d'une première étape 1, on génère une consigne de couple  $C_1$  pour un régime  $R_1$  donné, en fonction d'une vitesse de déplacement du véhicule  $VIT$  et de conditions de roulage  $CR$ . Le régime  $R_1$  est en fait imposé par la vitesse de déplacement du véhicule  $VIT$ , la démultiplication entre le moteur et les roues du véhicule et la transmission des roues du véhicule.

10           Lors de l'étape 2 suivante, on ajuste le rapport  $\alpha$  entre la durée  $T_1$  pendant laquelle la consigne modulée prend la valeur haute  $C_{haut}$  et la période  $T$  de la consigne modulée.

15           Puis, lors de l'étape 3 suivante, on ajuste la valeur haute  $C_{haut}$  de la consigne modulée.

            On ajuste ensuite la période  $T$  de la consigne modulée (étape 4).

            Puis, à l'étape 5 suivante, on module la consigne de couple  $C_1$  pour générer la consigne de couple modulée  $CM$ .

20           Enfin, l'étape 6 est une étape de fourniture à la machine électrique de la consigne  $CM$ .

            L'ordre des étapes 1 à 6 illustré dans la figure 2 est un exemple de mise en œuvre et pourrait être modifié en fonction de la technologie de la commande.

25           La figure 3 comprend un repère comprenant deux axes, un axe horizontal représentant le temps et un axe vertical représentant la valeur du couple en N.m. Sur ce repère se trouvent une première courbe qui représente la consigne  $CM$  alternant la valeur haute  $C_{haut}$  et la valeur basse  $C_{bas}$  (ici  $C_{bas}=0$ ) et une deuxième courbe qui représente une moyenne de la consigne  $CM$ . La deuxième courbe peut correspondre selon un mode de réalisation à la consigne de couple  $C_1$ .

30           On peut voir que l'augmentation de la durée  $T_1$  des valeurs hautes de la consigne  $CM$  correspond à une augmentation de la moyenne de la consigne  $CM$ .

Sur cette figure est également représenté :

- la période de la consigne modulée  $T$  ;
- le rapport  $\alpha$  entre la durée  $T_1$  pendant laquelle la consigne modulée prend la valeur haute  $C_{\text{haut}}$  et la période  $T$  de la consigne modulée ou période de l'alternance entre la valeur haute  $C_{\text{haut}}$  et la valeur basse  $C_{\text{bas}}$ ; et
- la valeur haute  $C_{\text{haut}}$ .

La figure 4 comprend un repère comprenant deux axes, un axe horizontal représentant le régime en tr/min de la machine électrique MEL et un axe vertical représentant la valeur du couple en N.m. Sur ce repère se trouvent plusieurs courbes  $C_{150}$ ,  $C_{100}$ ,  $C_{50}$  et  $C_{-150}$  délimitant plusieurs zones de fonctionnement à iso-rendement énergétique et trois points de fonctionnement P2, P1 et P0.

Le point P1 correspond à un fonctionnement de la machine électrique MEL avec la consigne  $C1 = 30$  N.m et le régime  $R1 = 3000$  tr/min. Ce point est en deçà de la courbe  $C_{50}$  et se situe donc dans une zone de fonctionnement pour laquelle le rendement énergétique est faible. Les pertes du groupe motopropulseur sont alors de 1450 W.

Le point P0 correspond à un point de fonctionnement de la machine électrique MEL avec le régime  $R1 = 3000$  tr/min et la valeur basse de la consigne de couple  $C_{\text{bas}} = 0$ , cette valeur nulle de consigne de couple correspondant à une non alimentation du moteur. Les pertes du groupe motopropulseur pour le point de fonctionnement P0 sont réduites à 100W.

Le point P2 correspond à un fonctionnement de la machine électrique MEL avec la valeur haute de la consigne de couple  $C_{\text{haut}} = 100$  N.m et  $R1 = 3000$  tr/min. Les pertes du groupe motopropulseur pour le point de fonctionnement P2 sont de 4000W

Il faut pour que la moyenne de la consigne modulée  $CM$  soit égale à la consigne  $C1$  respecter l'équation  $\alpha = C_{\text{haut}}/C1$ . Ce qui implique  $T_1/T = 0.3$  avec les valeurs  $C_{\text{haut}}=100$  N.m et  $C1=30$  N.m. C'est-à-dire il faut que pour chaque période de la consigne modulée  $T$ ,  $CM = 100$  N.m pendant 30% de la période  $T$  et  $CM = 0$  N.m pendant les 70% restant de la période  $T$ . Cela correspond à un fonctionnement de

la machine électrique suivant le point P2 pendant 30% du temps et suivant le point P0 pendant 70% du temps.

Les pertes du groupe motopulseur sont alors de :  
 $0.3 \times 4000W + 0.7 \times 100W = 1270W$ .

- 5 On obtient donc une diminution de 12% des pertes par rapport à un fonctionnement suivant le point P1 uniquement pour la même énergie transmise à l'arbre de transmission.

## REVENDICATIONS

1. Système de commande (COMM) d'une machine électrique (MEL) équipant un véhicule électrique (VEL), pour générer une  
5 consigne de couple (C1) pour un régime donné (R1) de la machine électrique (MEL), ladite consigne de couple et ledit régime (R1) correspondant à un premier point de fonctionnement (P1) de ladite machine électrique,

caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de modulation  
10 (MM) de la consigne de couple (C1) configurés pour générer une consigne de couple modulée (CM) et fournir la consigne de couple modulée à ladite machine électrique (MEL), ladite consigne modulée (CM) alternant une valeur basse ( $C_{bas}$ ) dont la valeur absolue est inférieure à la valeur absolue de ladite consigne de couple (C1) et une  
15 valeur haute ( $C_{haut}$ ) dont la valeur absolue est supérieure à la valeur absolue de ladite consigne de couple (C1), ladite valeur haute ( $C_{haut}$ ) et ledit régime (R1) correspondant à un deuxième point de fonctionnement (P2) de ladite machine électrique pour lequel le rendement énergétique est supérieur au premier point de  
20 fonctionnement.

2. Système selon la revendication 1, dans lequel les moyens de modulation (MM) sont configurés pour ajuster le rapport ( $\alpha$ ) entre la  
durée (T1) pendant laquelle la consigne modulée prend la valeur haute et la période (T) de la consigne modulée, la valeur moyenne de la  
25 consigne de couple modulée (CM) fournie à la machine électrique (MEL) étant égale à ladite consigne de couple (C1).

3. Système selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel les moyens de modulation sont configurés pour ajuster la valeur haute ( $C_{haut}$ ), la valeur moyenne de la consigne de couple modulée (CM)  
30 fournie à la machine électrique (MEL) étant égale à ladite consigne de couple (C1).

4. Système selon l'une des revendications 2 ou 3, dans lequel les moyens de modulation (MM) sont configurés pour ajuster la période (T) de la consigne modulée.

5. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel ladite valeur basse ( $C_{bas}$ ) prise par la consigne de couple modulée est la valeur nulle ( $C_{bas}=0$ ) correspondant à une non alimentation de la machine électrique (MEL).

10 6. Procédé de commande d'une machine électrique équipant un véhicule électrique comprenant une génération d'une consigne de couple (C1) pour un régime donné (R1) de la machine électrique (MEL), ledit régime (R1) et ladite consigne de couple (C1) correspondant à un premier point de fonctionnement de ladite machine électrique,

caractérisé en ce que le procédé comprend en outre :

15 -une modulation de la consigne de couple pour générer une consigne de couple modulée (CM), ladite consigne modulée alternant une valeur basse ( $C_{bas}$ ) dont la valeur absolue est inférieure à la valeur absolue de ladite consigne de couple (C1) et une valeur haute ( $C_{haut}$ ) dont la valeur absolue est supérieure à la valeur absolue de ladite consigne de couple (C1) ; et

20 -une fourniture à la machine électrique (MEL) de ladite consigne de couple modulée (CM), ladite valeur haute ( $C_{haut}$ ) et ledit régime (R1) correspondant à un deuxième point de fonctionnement (P2) de ladite machine électrique (MEL) pour lequel le rendement énergétique est supérieur au premier point de fonctionnement.

25 7. Procédé selon la revendication 6, comprenant en outre une étape d'ajustement d'un rapport ( $\alpha$ ) entre la durée (T1) pendant laquelle la consigne modulée prend la valeur haute et la période (T) de la consigne modulée, la valeur moyenne de la consigne de couple modulée (CM) fournie à la machine électrique (MEL) étant égale à

30 8. Procédé selon l'une des revendications 6 ou 7, comprenant en outre une étape d'ajustement de la valeur haute ( $C_{haut}$ ), la valeur

moyenne de la consigne de couple modulée (CM) fournie à la machine électrique (MEL) étant égale à ladite consigne de couple (C1).

5 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, comprenant en outre une étape d'ajustement de la période (T) de la consigne modulée.

10 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 et 9, dans lequel ladite valeur basse ( $C_{bas}$ ) prise par la consigne de couple modulée (CM) est la valeur nulle ( $C_{bas}=0$ ) correspondant à une non alimentation de la machine électrique (MEL).

1/3  
FIG.1

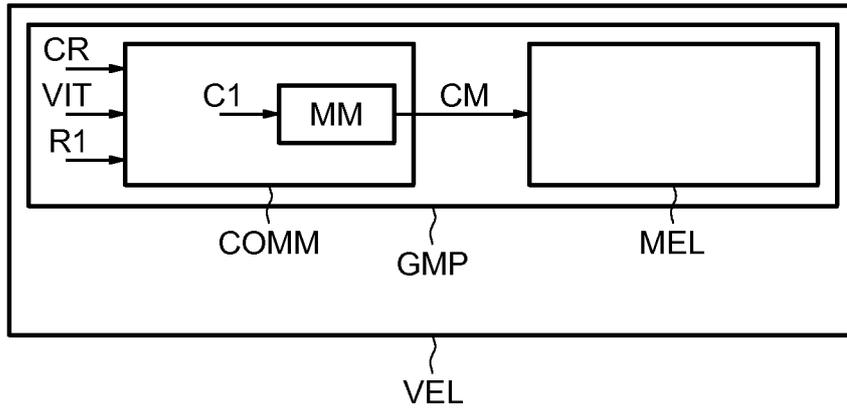
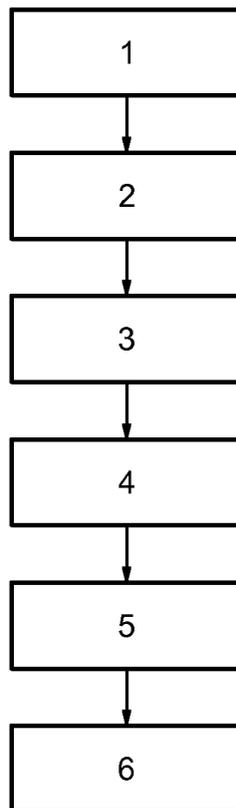
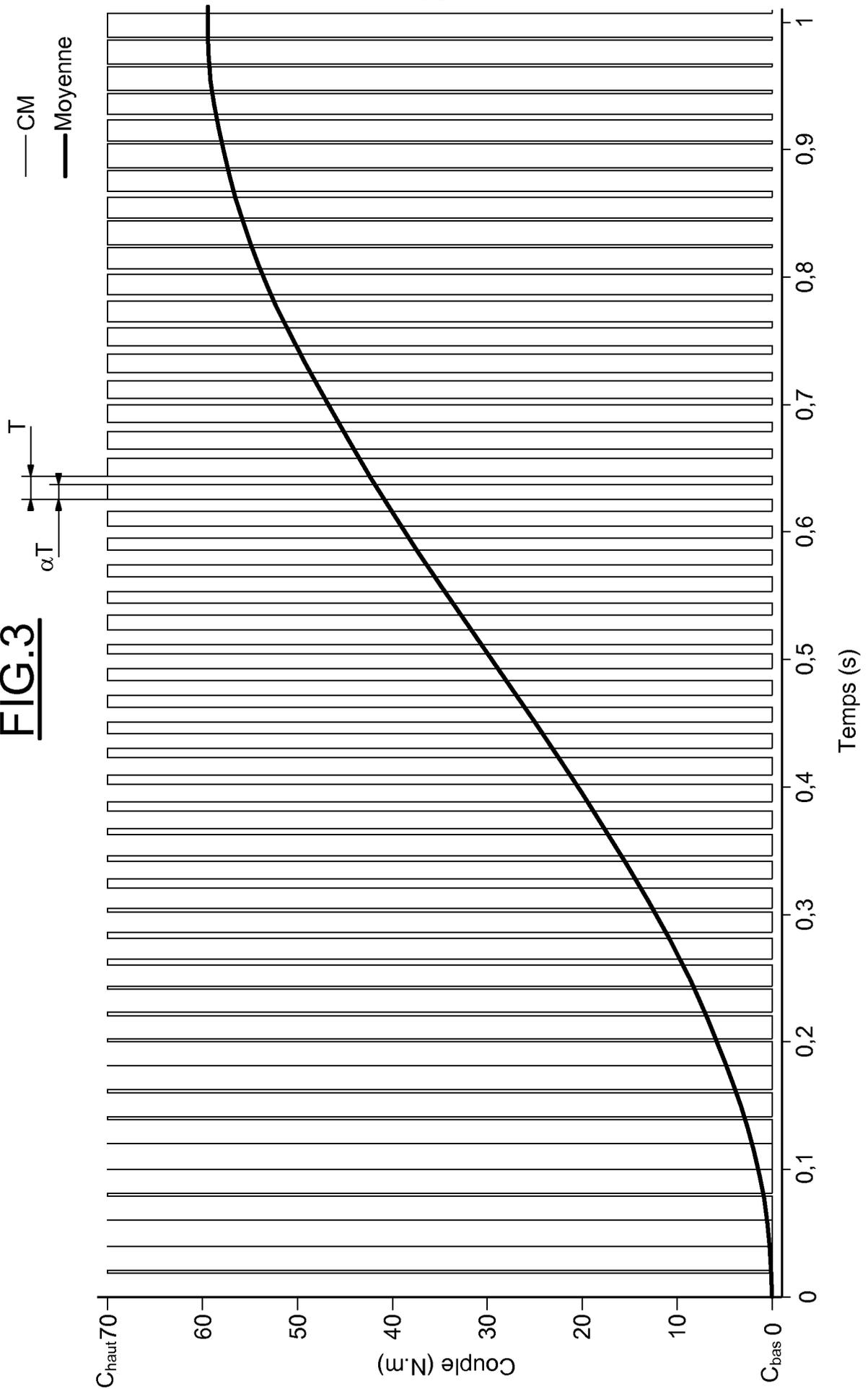


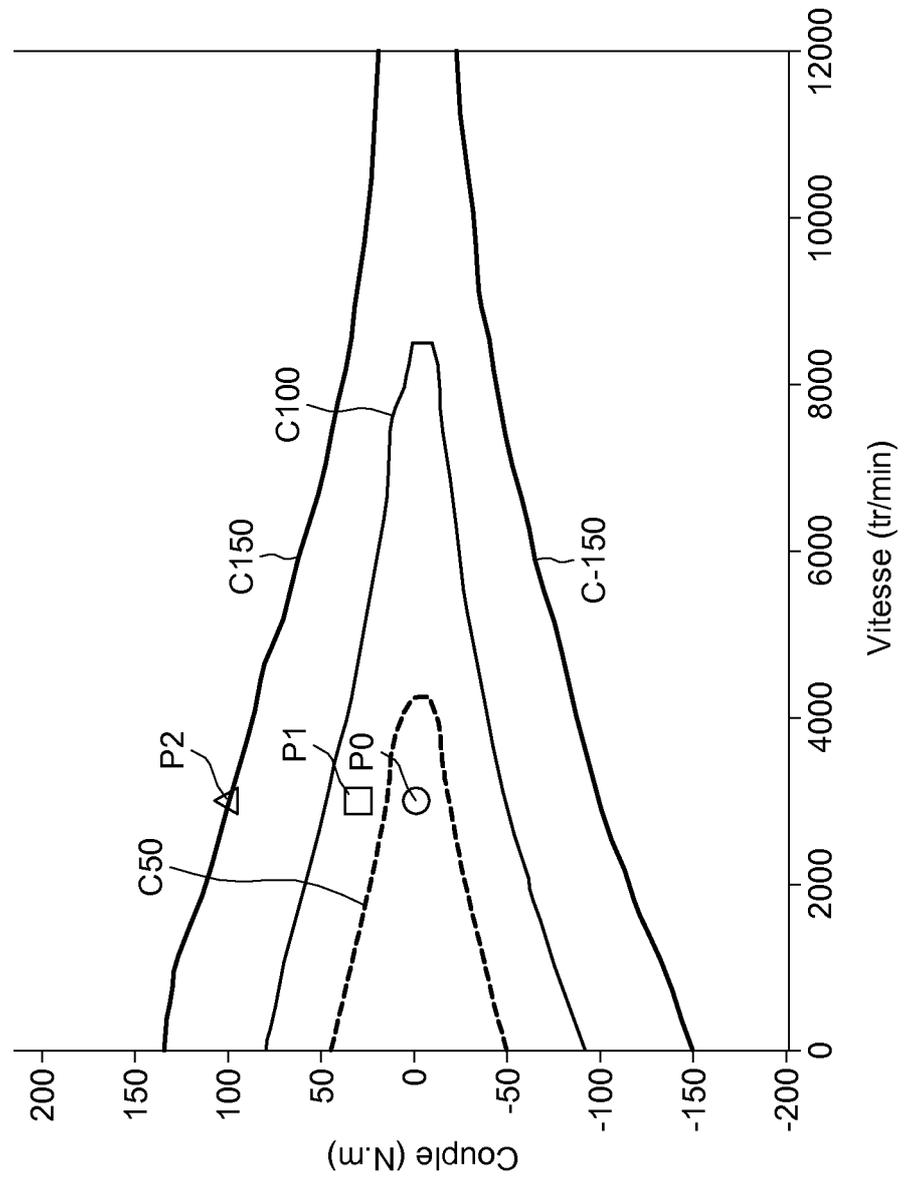
FIG.2



**FIG.3**



**FIG.4**



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/FR2013/050651

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. B60L15/20  
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 G05D B60L B60K  
  
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	US 5 701 062 A (BARRETT ROBERT D [US]) 23 December 1997 (1997-12-23) column 2, lines 19-31; claim 11; figures 1,3, 5,6,7a,7b,16 column 5, lines 30-35 - column 6, lines 12-26 column 8, lines 7-25 column 9, line 43 - column 10, line 10 column 16, line 63 - column 18, line 27 -----	1,5,6,10
A	US 5 453 930 A (IMASEKI TAKASHI [JP] ET AL) 26 September 1995 (1995-09-26) column 8, line 38 - column 11, line 49; claim 1; figures 1-4 -----	1-10
A	US 2004/070270 A1 (GUNJI KENICHIRO [JP]) 15 April 2004 (2004-04-15) paragraphs [0045], [0049]; claims 1,8; figures 1,3,6a,6b -----	1-10

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  
  
5 July 2013

Date of mailing of the international search report  
  
12/07/2013

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  
  
Mallet, Philippe

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2013/050651

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5701062	A	23-12-1997	AU 4903796 A 14-08-1996
			US 5627438 A 06-05-1997
			US 5701062 A 23-12-1997
			WO 9622894 A1 01-08-1996
-----			
US 5453930	A	26-09-1995	NONE
-----			
US 2004070270	A1	15-04-2004	JP 3879650 B2 14-02-2007
			JP 2004135471 A 30-04-2004
			US 2004070270 A1 15-04-2004
-----			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2013/050651

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60L15/20 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 G05D B60L B60K		
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	US 5 701 062 A (BARRETT ROBERT D [US]) 23 décembre 1997 (1997-12-23) colonne 2, ligne 19-31; revendication 11; figures 1,3, 5,6,7a,7b,16 colonne 5, ligne 30-35 - colonne 6, ligne 12-26 colonne 8, ligne 7-25 colonne 9, ligne 43 - colonne 10, ligne 10 colonne 16, ligne 63 - colonne 18, ligne 27	1,5,6,10
A	----- US 5 453 930 A (IMASEKI TAKASHI [JP] ET AL) 26 septembre 1995 (1995-09-26) colonne 8, ligne 38 - colonne 11, ligne 49; revendication 1; figures 1-4 ----- -/--	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> 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  5 juillet 2013	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  12/07/2013	
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  Mallet, Philippe	

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	US 2004/070270 A1 (GUNJI KENICHIRO [JP]) 15 avril 2004 (2004-04-15) alinéas [0045], [0049]; revendications 1,8; figures 1,3,6a,6b -----	1-10

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2013/050651

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 5701062	A	23-12-1997	AU	4903796 A	14-08-1996
			US	5627438 A	06-05-1997
			US	5701062 A	23-12-1997
			WO	9622894 A1	01-08-1996
-----					
US 5453930	A	26-09-1995	AUCUN		
-----					
US 2004070270	A1	15-04-2004	JP	3879650 B2	14-02-2007
			JP	2004135471 A	30-04-2004
			US	2004070270 A1	15-04-2004
-----					