

(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  
16 juin 2016 (16.06.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2016/092232 A1**

(51) Classification internationale des brevets :  
H02P 25/092 (2016.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2015/053448

(22) Date de dépôt international :  
11 décembre 2015 (11.12.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1462281 11 décembre 2014 (11.12.2014) FR

(71) Déposant : VALEO SYSTEMES DE CONTROLE MO-  
TEUR [FR/FR]; R, 14 avenue des Béguines, 95800 Cergy  
Saint Christophe (FR).

(72) Inventeurs : FOUQUET, Thibault; 7 Rue Marcel Sem-  
bat, 78800 Houilles (FR). SIEGWART, Jean-Baptiste; 19  
rue Saint-Martin, 95300 Pontoise (FR). DALISSIER,  
Jean-Guilhem; 2 Chemin du Grand Thuit, 27380 Charle-  
val (FR).

(74) Mandataire : GARCIA, Christine; Valeo Systemes De  
Contrôle Moteur, 14 avenue des Béguines, 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, 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, LU, LY, MA, MD, ME, MG,  
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,  
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,  
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,  
LV, MC, MK, 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).

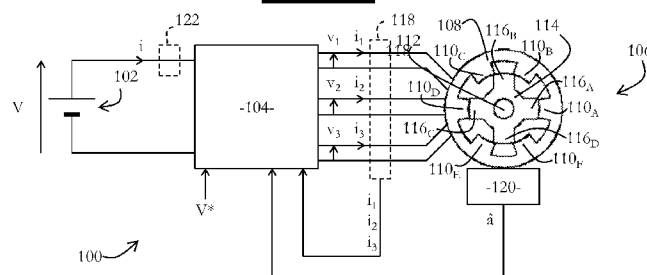
Publiée :

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

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

(54) Titre : DISPOSITIF D'ENTRAÎNEMENT ÉLECTRIQUE ET PROCÉDÉ DE COMMANDE D'UN MOTEUR ÉLECTRIQUE

Figure 1



(57) Abstract : The electric drive device comprises: an electric motor (106); an electrical supply device (104) for powering the phases of the stator (108), intended, in each phase and during each revolution of the rotor (114), to successively apply to the relevant phase a predetermined number of commands per revolution of the rotor (114) which are intended to respectively cause the appearance of successive pulses of phase current ( $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ ), each command belonging to a set of default commands causing respectively the appearance of default pulses of different shapes, one of the default commands, termed the maximal, causing the appearance of a default pulse, termed the maximal pulse, exhibiting a maximal angular duration. The electrical power supply device (104) is furthermore intended, for a command: -to adjust an adjustable characteristic of the command so as to obtain an optimized command causing the appearance of an optimized pulse exhibiting an angular duration greater than the maximal angular duration; -to verify that it is possible to make several optimized pulses follow one another without them overlapping.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2016/092232 A1



---

Le dispositif d'entraînement électrique comporte: un moteur électrique (106); un dispositif d'alimentation électrique (104) des phases du stator (108), destiné, dans chaque phase et au cours de chaque révolution du rotor (114), à successivement appliquer à la phase considérée un nombre prédéterminé de commandes par révolution du rotor (114) destinées à respectivement provoquer l'apparition d'impulsions successives de courant de phase ( $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ ), chaque commande appartenant à un ensemble de commandes par défaut provoquant respectivement l'apparition d'impulsions par défaut de formes différentes, l'une des commandes par défaut, dite maximale, provoquant l'apparition d'une impulsion par défaut, dite maximale, présentant une durée angulaire maximale. Le dispositif d'alimentation électrique (104) est en outre destiné, pour une commande: -à régler une caractéristique réglable de la commande pour obtenir une commande optimisée provoquant l'apparition d'une impulsion optimisée présentant une durée angulaire supérieure à la durée angulaire maximale; -à vérifier qu'il est possible de faire se succéder plusieurs impulsions optimisées sans qu'elles se recouvrent.

## TITRE

Dispositif d'entraînement électrique et procédé de commande d'un moteur électrique

## DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne un dispositif d'entraînement électrique et un  
5 procédé de commande d'un moteur électrique.

## ARRIÈRE-PLAN TECHNOLOGIQUE

La publication de brevet US 6,972,533 B2 décrit un dispositif d'entraînement électrique comportant :

- un moteur électrique comportant :
  - 10 - un stator comportant plusieurs phases destinées à être respectivement parcourues par des courants de phase,
  - un rotor destiné à être entraîné en rotation par les courants de phase,
  - un dispositif d'alimentation électrique des phases du stator, destiné, dans chaque phase et au cours de chaque révolution du rotor, à successivement  
15 appliquer à la phase considérée un nombre prédéterminé de commandes par révolution du rotor destinées à respectivement provoquer l'apparition d'impulsions successives de courant de phase, chaque commande appartenant à un ensemble de commandes par défaut provoquant respectivement l'apparition d'impulsions par défaut de formes différentes, l'une des  
20 commandes par défaut, dite maximale, provoquant l'apparition d'une impulsion par défaut, dite maximale, présentant une durée angulaire maximale.

Généralement, le couple moteur maximal est obtenu pour l'impulsion par défaut maximale, c'est-à-dire celle présentant la durée angulaire maximale.

25 L'invention a pour but de permettre d'obtenir un couple moteur supérieure au couple moteur maximal prévu par les commandes par défaut.

## RÉSUMÉ DE L'INVENTION

À cet effet, il est proposé un dispositif d'entraînement électrique comportant :

- un moteur électrique comportant :
  - un stator comportant plusieurs phases destinées à être respectivement  
5 parcourues par des courants de phase,
  - un rotor destiné à être entraîné en rotation par les courants de phase,
- un dispositif d'alimentation électrique des phases du stator, destiné, dans  
chaque phase et au cours de chaque révolution du rotor, à successivement  
appliquer à la phase considérée un nombre prédéterminé de commandes par  
10 révolution du rotor destinées à respectivement provoquer l'apparition  
d'impulsions successives de courant de phase, chaque commande appartenant  
à un ensemble de commandes par défaut provoquant respectivement  
l'apparition d'impulsions par défaut de formes différentes, l'une des  
commandes par défaut, dite maximale, provoquant l'apparition d'une  
15 impulsion par défaut, dite maximale, présentant une durée angulaire  
maximale,

le dispositif d'entraînement électrique étant caractérisé en ce que le dispositif  
d'alimentation électrique est en outre destiné, pour une commande :

- à régler une caractéristique réglable de la commande pour obtenir une  
20 commande optimisée provoquant l'apparition d'une impulsion optimisée  
présentant une durée angulaire supérieure à la durée angulaire maximale,
- à vérifier qu'il est possible de faire se succéder plusieurs impulsions  
optimisées sans qu'elles se recouvrent.

Les inventeurs ont en effets remarqué que les constructeurs de moteur électrique  
25 préconisent habituellement une commande maximale par défaut qui permet d'éviter le  
recouvrement d'impulsions par défaut maximales successives, en particulier en tenant  
compte des aléas de fabrication des moteurs électriques. En particulier, une marge de  
sécurité est prévue entre les impulsions. Ainsi, pour un moteur particulier, il peut arriver  
que l'impulsion maximale ne s'étendent pas sur tout l'intervalle permis pour ce moteur  
30 électrique particulier. Grâce à l'invention, il est possible d'obtenir une impulsion  
optimisée qui utilise la marges de sécurité.

De manière optionnelle, le dispositif d'entraînement électrique comporte en outre un dispositif de mesure du courant de phase de la phase sur laquelle la commande optimisée est appliquée, et la vérification est réalisée à partir du courant de phase mesuré.

5 De manière optionnelle également, le dispositif d'entraînement électrique comporte en outre :

- une source électrique destinée à fournir au dispositif d'alimentation électrique un courant d'alimentation à partir duquel les courants de phase se forment,
  - 10 - un dispositif de mesure du courant d'alimentation,
- et la vérification est réalisée à partir du courant d'alimentation mesuré.

De manière optionnelle également, le dispositif d'alimentation électrique est destiné à déterminer la caractéristique réglable de manière itérative :

- 15 - en réglant la caractéristique réglable pour obtenir une commande candidate provoquant l'apparition d'une impulsion candidate présentant une durée angulaire supérieure à la durée angulaire maximale pour la première itération ou bien supérieure à la durée angulaire de la précédente impulsion candidate pour les autres itérations,
- en vérifiant qu'il est possible de faire se succéder plusieurs impulsions candidates sans qu'elles se recouvrent,
- 20 - en sélectionnant comme commande optimisée la dernière commande candidate pour laquelle la vérification est positive.

De manière optionnelle également, en considérant des repères angulaires successifs équidistants permettant de respectivement repérer les commandes se succédant à chaque révolution du rotor, la caractéristique réglable est un instant angulaire de début par rapport au repère angulaire repérant la commande.

De manière optionnelle également, l'instant angulaire de début de la commande optimisée est plus petit que l'instant angulaire de début de la commande par défaut maximale.

30 De manière optionnelle également, chacune de la commande optimisée et de la commande par défaut maximale comporte une partie d'augmentation du courant de phase débutant à l'instant angulaire de début par rapport au repère angulaire repérant la

commande, suivie d'une partie de diminution du courant de phase débutant à un instant angulaire de diminution par rapport au repère angulaire repérant la commande, les instants angulaires de diminution de la commande optimisée et de la commande par défaut maximale étant égaux.

- 5 De manière optionnelle également, chacune de la commande optimisée et de la commande par défaut maximale comporte une partie de mise en roue libre de la phase considérée, intercalée entre la partie d'augmentation du courant de phase et la partie de diminution du courant de phase et débutant à un instant angulaire de roue libre par rapport au repère angulaire repérant la commande, les instants angulaires de roue libre
- 10 de la commande optimisée et de la commande par défaut maximale étant égaux.

De manière optionnelle également, le moteur électrique est un moteur électrique à réluctance variable.

Il est en outre proposé un procédé de commande d'un moteur électrique comportant :

- 15 - un stator comportant plusieurs phases destinées à être respectivement parcourues par des courants de phase,
- un rotor destiné à être entraîné en rotation par les courants de phase,

le procédé comportant :

- dans chaque phase et au cours de chaque révolution du rotor, l'application successive à la phase considérée d'un nombre prédéterminé de commandes par révolution du rotor destinées à respectivement provoquer l'apparition d'impulsions successives de courant de phase, chaque commande appartenant à un ensemble de commandes par défaut provoquant respectivement l'apparition d'impulsions par défaut de formes différentes, l'une des
- 20 commandes par défaut, dite maximale, provoquant l'apparition d'une impulsion par défaut, dite maximale, présentant une durée angulaire maximale,
- 25

le procédé étant caractérisé par, pour au moins une commande :

- le réglage d'une caractéristique réglable de la commande pour obtenir une
- 30 commande optimisée provoquant l'apparition d'une impulsion optimisée présentant une durée angulaire supérieure à la durée angulaire maximale,

- la vérification qu'il est possible de faire se succéder plusieurs impulsions optimisées sans qu'elles se recouvrent.

## DESCRIPTION DES FIGURES

Un mode de réalisation de l'invention va à présent être décrit à titre d'exemple  
5 uniquement, en référence aux figures suivantes.

La figure 1 est une vue schématique d'un dispositif d'entraînement électrique mettant en œuvre l'invention.

La figure 2 est un graphique représentant l'évolution d'une tension de phase et d'un courant de phase d'une phase d'un moteur électrique du système d'entraînement  
10 électrique de la figure 1.

La figure 3 est une table associant consignes de couple et instants angulaires de début de commande, cette table étant contenue dans le dispositif d'entraînement électrique de la figure 1.

La figure 4 est schéma-blocs illustrant l'enchaînement d'étapes d'un procédé mis  
15 en œuvre dans le dispositif d'entraînement électrique de la figure 1.

La figure 5 est un graphique représentant l'évolution d'un courant de phase dans un premier mode de réalisation d'une étape de recherche d'une commande optimisée du procédé de la figure 4.

La figure 6 est un graphique représentant l'évolution d'un courant d'alimentation  
20 et d'un courant de phase dans un deuxième mode de réalisation d'une étape de recherche d'une commande optimisée du procédé de la figure 4.

## DESCRIPTION DÉTAILLÉE

En référence à la figure 1, un exemple non limitatif de dispositif d'entraînement électrique 100 mettant en œuvre l'invention va à présent être décrit. Le dispositif  
25 d'entraînement électrique 100 fait par exemple partie d'un compresseur de véhicule automobile.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le compresseur est un compresseur avec un moteur électrique à reluctance variable ou à aimants permanents.

Le dispositif d'entraînement électrique 100 comporte tout d'abord une source électrique 102 destinée à fournir une tension d'alimentation  $V$  et un courant d'alimentation  $i$ . Dans l'exemple décrit, la source électrique 102 est une source de tension continue, de sorte que la tension  $V$  est une tension continue. La source  
5 électrique 102 est par exemple une batterie.

Le dispositif d'entraînement électrique 100 comporte en outre un dispositif d'alimentation électrique 104 destiné à fournir des tensions d'au moins une phase  $v$ . Selon un mode de réalisation de l'invention le dispositif d'alimentation électrique 104 est destiné à fournir des tensions de phase  $v_1, v_2, v_3$ . Dans l'exemple décrit, le dispositif  
10 d'alimentation électrique 104 est un onduleur destiné à fournir les tensions de phase  $v_1, v_2, v_3$  à partir de la tension continue  $V$ .

Le dispositif d'entraînement électrique 100 comporte en outre un moteur électrique 106. Dans l'exemple décrit, le moteur électrique 106 est un moteur électrique à réluctance variable.

15 Le moteur électrique 106 comporte tout d'abord un stator 108 présentant des dents statoriques  $110_A \dots 110_F$  se projetant radialement en direction d'un axe de rotation 112 du moteur électrique 106.

Le moteur électrique 106 comporte en outre des bobines (non représentées) entourant respectivement les dents statoriques  $110_A \dots 110_F$ . Dans l'exemple décrit, les  
20 deux bobines de chaque paire de dents statoriques  $110_A \dots 110_F$  opposées forment une phase. Ainsi, les bobines des dents statoriques  $110_A, 110_D$  forment la première phase, les bobines des dents statoriques  $110_B, 110_E$  forment la deuxième phase, et bobines des dents statoriques  $110_C, 110_F$  forment la troisième phase. Les phases du stator 108 sont destinées à être alimentées électriquement par le dispositif d'alimentation électrique 104,  
25 ce dernier étant destiné à appliquer les tensions de phase  $v_1, v_2, v_3$  aux phases du stator 108, ce qui entraîne l'apparition de courants de phase  $i_1, i_2, i_3$  formés à partir du courant d'alimentation  $i$ .

Le moteur électrique 106 comporte en outre un rotor 114 destiné à tourner autour de l'axe de rotation 112 et présentant des dents rotoriques  $116_A \dots 116_D$  se  
30 projetant radialement à l'opposé de l'axe de rotation 112.

Le dispositif d'entraînement électrique 100 comporte en outre un premier dispositif de mesure 118 destiné à mesurer les courants de phase  $i_1, i_2, i_3$ .



Le dispositif d'entraînement électrique 100 comporte en outre un deuxième dispositif de mesure 120 destiné à mesurer la position angulaire  $\hat{a}$  du rotor 114.

Le dispositif d'entraînement électrique 100 comporte en outre un troisième dispositif de mesure 122 destiné à mesurer le courant d'alimentation  $i$ .

5 Le dispositif d'alimentation électrique 104 est destiné à recevoir les courants de phase  $i_1, i_2, i_3$  mesurés par le premier dispositif de mesure 118, la position angulaire  $\hat{a}$  du rotor 114 mesurée par le deuxième dispositif de mesure 120 et une consigne de vitesse  $V^*$ .

Le dispositif d'alimentation électrique 104 est destiné, dans chaque phase et au cours de chaque révolution du rotor 114, à successivement appliquer à la phase considérée un nombre prédéterminé de commandes  $U$  par révolution du rotor 114 destinées à respectivement provoquer l'apparition d'impulsions  $I$  successives de courant de phase  $i_1, i_2, i_3$ . Les impulsions  $I$  sont respectivement destinées à attirer les dents rotoriques  $116_A \dots 116_D$ . Ainsi, il y a autant de commandes  $U$  (et donc d'impulsions  $I$ ) par révolution du rotor 114 que de dents rotoriques  $116_A \dots 116_D$ .

En référence à la figure 2, pour chaque phase, les commandes  $U$  se succédant à chaque révolution du rotor 114 (et les impulsions  $I$  résultant de ces commandes) sont respectivement repérées par des repères angulaire  $R_A \dots R_D$  successifs équidistants.

Chaque commande  $U$  débute à un instant angulaire de début  $T_{ON}$  par rapport au repère angulaire  $R_A \dots R_D$  la repérant, par une partie  $A$  destinée à provoquer l'augmentation du courant de phase  $i_1, i_2, i_3$ . Dans l'exemple décrit, au cours de la partie  $A$ , la tension de phase  $v_1, v_2, v_3$  est positive, par exemple égale à la tension  $V$ . Chaque commande  $U$  comporte en outre une partie  $B$  destinée à maintenir le courant de phase  $i_1, i_2, i_3$  légèrement décroissant. Dans l'exemple décrit, au cours de la partie  $B$ , la tension de phase  $v_1, v_2, v_3$  est nulle de sorte que la phase considérée soit placée en roue libre. La partie  $B$  débute à un instant angulaire de mise en roue libre  $T_{FW}$  par rapport au repère angulaire  $R_A \dots R_D$  repérant la commande  $U$ . Chaque commande  $U$  comporte en outre une partie  $C$  destinée à faire diminuer le courant de phase  $i_1, i_2, i_3$ . Dans l'exemple décrit, au cours de la partie  $C$ , la tension de phase  $v_1, v_2, v_3$  est négative, par exemple égale à  $-V$ . La partie  $C$  débute à un instant angulaire de diminution  $T_{OFF}$  par rapport au repère angulaire  $R_A \dots R_D$  repérant la commande  $U$ .

Lorsque le courant de phase  $i_1, i_2, i_3$  s'annule, le dispositif d'alimentation électrique 104 est destiné à automatiquement changer d'état pour maintenir le courant de phase  $i_1, i_2, i_3$  nul jusqu'à la prochaine commande U. L'annulation du courant de phase  $i_1, i_2, i_3$  marque la fin de la partie C de la commande U et de la commande U elle-même. Cette annulation du courant du phase  $i_1, i_2, i_3$  se produit à un instant angulaire qui n'est pas a priori connu car il dépend de la conception du moteur électrique 106, et peut donc varier d'un moteur électrique à un autre, même lorsqu'ils ont été construits de la même manière. L'impulsion I résultant de l'application de la commande U débute donc à l'instant angulaire  $T_{ON}$  et se termine lorsque le courant de phase  $i_1, i_2, i_3$  retourne à zéro. L'impulsion I présente donc une durée angulaire D égale à la différence entre ces deux instants et cette durée angulaire D n'est a priori pas précisément connue.

Les impulsions I produisent un couple moteur sur le rotor 114 qui dépend de la forme des impulsions I. Ainsi, pour changer le couple moteur, le dispositif d'alimentation 104 est destiné à faire varier la commande U, et donc la forme de l'impulsion I en résultant. Pour cela, le dispositif d'alimentation électrique 104 est destiné à faire varier au moins une caractéristique de la commande U, par exemple l'un des instants angulaires  $T_{ON}, T_{FW}, T_{OFF}$ . Dans l'exemple décrit, c'est l'instant angulaire  $T_{ON}$  qui est changé, les deux autres restant constants. La diminution de l'instant angulaire  $T_{ON}$  fait débiter l'impulsion I plus tôt, mais la fait également finir plus tard. Ainsi, la durée D de l'impulsion I augmente, ce qui augmente également le couple moteur.

En référence à la figure 3, dans l'exemple décrit, une table T est enregistrée dans le dispositif d'alimentation électrique 104. Les lignes de la table T associent des valeurs  $C^*_1 \dots C^*_4$  croissantes de consigne de couple  $C^*$  avec respectivement des valeurs  $T_{ON}^{(1)} \dots T_{ON}^{(4)}$  décroissants d'instant angulaire  $T_{ON}$ , définissant respectivement des commandes par défaut  $U_1 \dots U_4$  provoquant respectivement l'apparition d'impulsions par défaut  $I_1 \dots I_4$ .

La dernière ligne de la table T associe donc la consigne de couple maximale  $C^*_4$  avec l'instant angulaire minimal  $T_{ON}^{(4)}$ . Cet instant angulaire minimal  $T_{ON}^{(4)}$  définit donc l'impulsion par défaut  $I_4$  présentant la durée angulaire maximale. Ainsi, pour toute consigne de couple  $C^*$  supérieure ou égale à la consigne de couple maximale  $C^*_4$ , le

dispositif d'alimentation électrique 104 est destiné par défaut à utiliser l'instant angulaire minimal  $T_{ON}^{(4)}$ .

L'instant angulaire minimal  $T_{ON}^{(4)}$  est habituellement choisi pour éviter tout recouvrement des impulsions par défaut  $I_4$ , même en tenant compte des aléas de fabrication du moteur électrique 106.

En référence à la figure 4, un exemple de procédé 400 mis en œuvre par le dispositif d'entraînement électrique 100 va à présent être décrit.

Au cours d'une étape 402, le dispositif d'alimentation électrique 104 détermine une consigne de couple  $C^*$  à partir de la différence entre la consigne de vitesse  $V^*$  reçue et la vitesse angulaire  $V$  du rotor 114 déterminée à partir de la position angulaire à mesurée par le premier dispositif de mesure 118.

Au cours d'une étape 404, le dispositif d'alimentation électrique 104 détermine si, pendant un temps prédéterminé, la consigne de couple  $C^*$  reste égale ou supérieure à la consigne de couple maximale  $C_4^*$  prévue dans le tableau T et la vitesse  $V$  du rotor 414 reste inférieure à la consigne de vitesse  $V^*$ . Le temps prédéterminé est par exemple un nombre prédéterminé de révolutions du rotor 414.

Ensuite, pour chaque phase, les étapes suivantes sont réalisées.

Si au moins une des deux conditions de l'étape 404 n'est pas remplie, le dispositif d'alimentation électrique 104 détermine, au cours d'une étape 406, une commande  $U$  à partir de la consigne de couple  $C^*$ . Dans l'exemple décrit, le dispositif d'alimentation électrique 104 sélectionne une des commandes par défaut  $U_1 \dots U_4$  en sélectionnant la valeur angulaire  $T_{ON}$  correspondant à la consigne de couple  $C^*$  dans la table T.

Au cours d'une étape 408, le dispositif d'alimentation électrique 104 applique la commande par défaut  $U_n$  avec l'instant angulaire  $T_{ON}^{(n)}$  défini par la table T.

Au cours d'une étape 410, la commande par défaut  $U_n$  provoque l'apparition de l'impulsion par défaut  $I_n$  dans la phase considérée.

Le procédé retourne alors à l'étape 402.

Si les deux conditions de l'étape 404 sont remplies, et si en outre aucune commande optimisée n'a déjà été déterminée, le dispositif d'alimentation électrique 104 détermine, au cours d'une étape 412, une commande optimisée  $U'$  destinée à provoquer l'apparition d'une impulsion optimisée  $I'$  présentant une durée angulaire  $D$  supérieure à

la durée angulaire maximale et pouvant être répétée sans recouvrement. Dans l'exemple décrit, cette détermination est réalisée de manière itérative.

Pour cela, au cours d'une étape 414, le dispositif d'alimentation électrique 104 règle la caractéristique réglable  $T_{ON}$  pour obtenir une commande candidate  $U'$  provoquant l'apparition d'une impulsion candidate  $I'$  présentant une durée angulaire supérieure à la durée angulaire maximale pour la première itération ou bien supérieure à la durée angulaire de la précédente impulsion candidate  $I'$  pour les autres itérations. Dans l'exemple décrit, l'instant angulaire  $T_{ON}$  est diminué d'une itération à la suivante, par exemple d'un pas prédéterminé.

Au cours d'une étape 416, le dispositif d'alimentation électrique 104 applique à la phase considérée une ou plusieurs commandes candidates  $U'$  consécutives.

Au cours d'une étape 418, le dispositif d'alimentation électrique 104 vérifie qu'il est possible de faire se succéder plusieurs impulsions candidates  $I'$  sans qu'elles se recouvrent. Des exemples de réalisation de cette vérification seront décrits plus loin, en référence aux figures 5 et 6.

Si la vérification est positive, le dispositif d'alimentation électrique 104 retourne à l'étape 414.

Si la vérification est négative, le dispositif d'alimentation électrique 104 sélectionne, au cours d'une étape 418, comme commande optimisée  $U'$ , la dernière commande candidate  $U'$  pour laquelle la vérification est positive.

Le procédé retourne alors à l'étape 402.

Si les deux conditions de l'étape 408 sont remplies, et si en outre une commande optimisée  $U'$  a déjà été déterminée, le dispositif d'alimentation électrique 104 applique, au cours d'une étape 420, la commande optimisée  $U'$  à la phase considérée. Ainsi, un couple moteur plus important que le couple moteur maximal  $C^*_4$  peut être appliqué au rotor 114 lorsque ce dernier le nécessite, c'est-à-dire lorsque le couple moteur maximal  $C^*_4$  ne permet pas d'atteindre la consigne de vitesse  $V^*$ .

Au cours d'une étape 422, la commande optimisée  $U'$  provoque l'apparition d'une impulsion optimisée  $I'$  dans la phase considérée.

Le procédé retourne alors à l'étape 402.

En référence à la figure 5, dans un premier mode de réalisation, la vérification de l'étape 416 est réalisée à partir du courant de phase  $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$  mesuré par le premier

dispositif de mesure 118. Par exemple, le dispositif d'alimentation électrique 104 détermine à quel instant angulaire le courant de phase s'annule, et en déduit la durée angulaire  $D'$  de l'impulsion candidate  $I'$ . Si la durée angulaire  $D'$  est supérieure à  $360^\circ$  divisé par le nombre d'impulsions  $I$  dans une révolution du rotor 114 (quatre dans l'exemple décrit), il y aura recouvrement si plusieurs impulsions candidates  $I'$  se succèdent.

Dans ce mode de réalisation de la vérification, il n'est donc nécessaire d'appliquer qu'une fois chaque commande candidate  $U'$ .

On remarquera par ailleurs que  $360^\circ$  divisé par le nombre d'impulsions  $I$  dans une révolution du rotor 114 correspond à la distance entre deux repères angulaires consécutifs.

Sur la figure 5, l'instant angulaire  $T_{ON}$  est diminué d'un pas prédéterminé d'une impulsion candidate  $I'$  à la suivante. La durée angulaire  $D'$  des trois premières impulsions candidates  $I'$  reste inférieure à la durée angulaire entre deux repères consécutifs. Cependant, la durée angulaire  $D'$  de la quatrième impulsion candidate  $I'$  est supérieure à la durée angulaire entre deux repères consécutifs. Ainsi, d'après le procédé de la figure 4, la commande optimisée  $U'$  correspondra à la commande ayant provoqué l'apparition de la troisième impulsion  $I'$ .

On remarquera que, dans ce mode de réalisation, la présence du troisième dispositif de mesure 122 n'est pas nécessaire.

En référence à la figure 6, dans un deuxième mode de réalisation, la vérification de l'étape 416 est réalisée à partir du courant d'alimentation  $i$  mesuré par le troisième dispositif de mesure 122.

Dans ce mode de réalisation, plusieurs commandes candidates  $U'$  successives sont appliquées à la phase pour provoquer l'apparition d'une suite d'impulsions candidates  $I'$ . S'il n'y a pas de recouvrement, le courant de phase  $i_1, i_2, i_3$  moyen reste relativement constant sur la suite. De même, le courant d'alimentation  $i$  reste relativement constant sur la suite. Le courant d'alimentation  $i$  augmente faiblement d'une suite d'impulsions candidates  $I'$  à la suivante. En revanche, lorsqu'il y a recouvrement, le courant de phase  $i_1, i_2, i_3$  ne retourne plus à zéro entre deux impulsions et augmente fortement en moyenne, ce qui se traduit par une augmentation du courant d'alimentation  $i$ . Ainsi, le dispositif d'alimentation électrique 104 est destiné à détecter

une augmentation brutale du courant d'alimentation  $i$ . Par exemple, le dispositif d'alimentation électrique 104 détermine si le courant d'alimentation  $i$  dépasse un certain seuil prédéterminé qui varie en fonction de la vitesse de rotation du moteur électrique. En cas de détection positive, le dispositif d'alimentation électrique 104 est destiné à  
5 sélectionner en tant que commande optimisée, la dernière commande candidate  $U'$  appliquée avant l'augmentation brutale du courant d'alimentation  $i$ . Sur la figure 6, il y a recouvrement pour la quatrième commande candidate, de sorte que le dispositif d'alimentation 104 sélectionnera la troisième commande candidate provoquant l'apparition des troisièmes impulsions candidates  $I'$ .

10 On remarquera que, dans ce mode de réalisation, la présence du premier dispositif de mesure 118 n'est pas nécessaire.

La présente invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit précédemment, mais est au contraire définie par les revendications qui suivent. Il sera en effet apparent à l'homme du métier que des modifications peuvent y être apportées.

15 Par ailleurs, les termes utilisés dans les revendications ne doivent pas être compris comme limités aux éléments du mode de réalisation décrit précédemment, mais doivent au contraire être compris comme couvrant tous les éléments équivalents que l'homme du métier peut déduire à partir de ses connaissances générales.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif d'entraînement électrique (100) comportant :
  - un moteur électrique (106) comportant :
    - 5       - un stator (108) comportant plusieurs phases destinées à être respectivement parcourues par des courants de phase ( $i_1, i_2, i_3$ ),
    - un rotor (114) destiné à être entraîné en rotation par les courants de phase ( $i_1, i_2, i_3$ ),
  - un dispositif d'alimentation électrique (104) des phases du stator (108),
    - 10       destiné, dans chaque phase et au cours de chaque révolution du rotor (114), à successivement appliquer à la phase considérée un nombre prédéterminé de commandes (U) par révolution du rotor (114) destinées à respectivement provoquer l'apparition d'impulsions (I) successives de courant de phase ( $i_1, i_2, i_3$ ), chaque commande (U) appartenant à un ensemble de commandes par défaut ( $U_1 \dots U_4$ ) provoquant respectivement l'apparition d'impulsions par défaut ( $I_1 \dots I_4$ ) de formes différentes, l'une des commandes par défaut, dite maximale ( $U_4$ ), provoquant l'apparition d'une impulsion par défaut, dite maximale ( $I_4$ ), présentant une durée angulaire maximale,
    - 15       le dispositif d'alimentation électrique (104) est en outre destiné, pour une commande (U) :
      - 20       - à régler une caractéristique réglable ( $T_{ON}$ ) de la commande (U) pour obtenir une commande optimisée ( $U'$ ) provoquant l'apparition d'une impulsion optimisée ( $I'$ ) présentant une durée angulaire supérieure à la durée angulaire maximale,
      - 25       - à vérifier qu'il est possible de faire se succéder plusieurs impulsions optimisées ( $I'$ ) sans qu'elles se recouvrent.

le dispositif d'entraînement électrique étant caractérisé en ce qu'il comporte en outre un dispositif de mesure (118) du courant de phase ( $i_1, i_2, i_3$ ) de la phase sur laquelle la

commande optimisée ( $U'$ ) est appliquée, et dans lequel la vérification est réalisée à partir du courant de phase ( $i_1, i_2, i_3$ ) mesuré.

2. Dispositif d'entraînement électrique (100) selon la revendication 1, comportant en outre :

- 5                   - une source électrique (102) destinée à fournir au dispositif d'alimentation électrique (104) un courant d'alimentation ( $i$ ) à partir duquel les courants de phase ( $i_1, i_2, i_3$ ) se forment,
- un dispositif de mesure (122) du courant d'alimentation ( $i$ ),

et dans lequel la vérification est réalisée à partir du courant d'alimentation ( $i$ ) mesuré.

10    3. Dispositif d'entraînement électrique (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, dans lequel le dispositif d'alimentation électrique (104) est destiné à déterminer la caractéristique réglable ( $T_{ON}$ ) de manière itérative :

- en réglant la caractéristique réglable ( $T_{ON}$ ) pour obtenir une commande candidate ( $U'$ ) provoquant l'apparition d'une impulsion candidate ( $I'$ )
- 15                   présentant une durée angulaire supérieure à la durée angulaire maximale pour la première itération ou bien supérieure à la durée angulaire de la précédente impulsion candidate ( $I'$ ) pour les autres itérations,
- en vérifiant qu'il est possible de faire se succéder plusieurs impulsions candidates ( $I'$ ) sans qu'elles se recouvrent,
- 20                   - en sélectionnant comme commande optimisée ( $U'$ ) la dernière commande candidate ( $U'$ ) pour laquelle la vérification est positive.

4. Dispositif d'entraînement électrique (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel, en considérant des repères angulaires ( $R_A \dots R_D$ ) successifs équidistants permettant de respectivement repérer les commandes ( $U$ ) se

25                   succédant à chaque révolution du rotor (114), la caractéristique réglable ( $T_{ON}$ ) est un instant angulaire de début ( $T_{ON}$ ) par rapport au repère angulaire ( $R_A \dots R_D$ ) repérant la commande ( $U$ ).

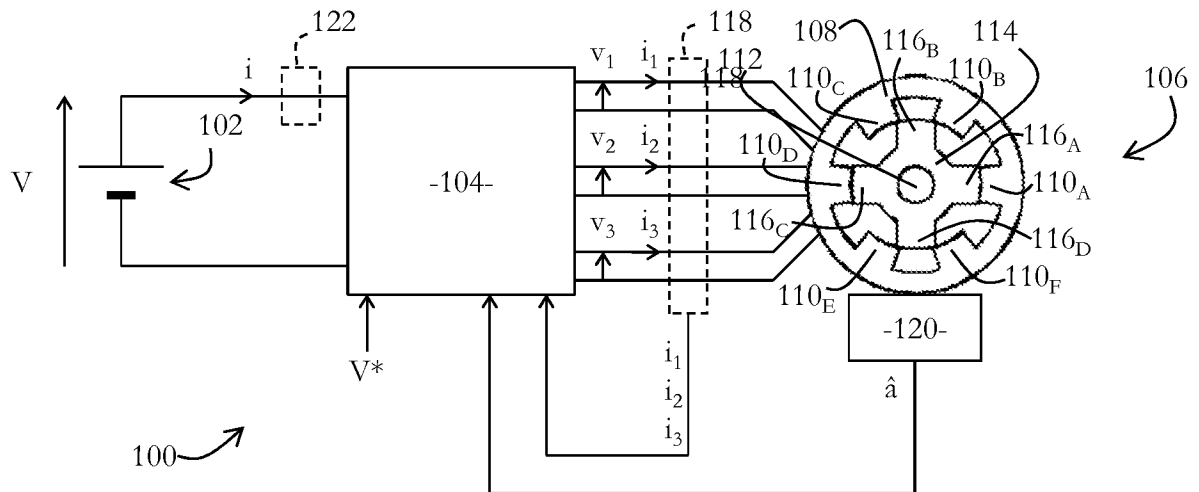


5. Dispositif d'entraînement électrique (100) selon la revendication 4, dans lequel l'instant angulaire de début ( $T_{ON}$ ) de la commande optimisée ( $U'$ ) est plus petit que l'instant angulaire de début ( $T_{ON}$ ) de la commande par défaut maximale ( $U_4$ ).
6. Dispositif d'entraînement électrique (100) selon la revendication 4 ou 5, dans lequel chacune de la commande optimisée ( $U'$ ) et de la commande par défaut maximale ( $U_4$ ) comporte une partie d'augmentation du courant de phase ( $i_1, i_2, i_3$ ) débutant à l'instant angulaire de début ( $T_{ON}$ ) par rapport au repère angulaire ( $R_A \dots R_D$ ) repérant la commande ( $U$ ), suivie d'une partie de diminution du courant de phase ( $i_1, i_2, i_3$ ) débutant à un instant angulaire de diminution ( $T_{OFF}$ ) par rapport au repère angulaire ( $R_A \dots R_D$ ) repérant la commande ( $U$ ), les instants angulaires de diminution ( $T_{OFF}$ ) de la commande optimisée ( $U'$ ) et de la commande par défaut maximale ( $U_4$ ) étant égaux.
7. Dispositif d'entraînement électrique (100) selon la revendication 6, dans lequel chacune de la commande optimisée ( $U'$ ) et de la commande par défaut maximale ( $U_4$ ) comporte une partie de mise en roue libre de la phase considérée, intercalée entre la partie d'augmentation du courant de phase ( $i_1, i_2, i_3$ ) et la partie de diminution du courant de phase ( $i_1, i_2, i_3$ ) et débutant à un instant angulaire de roue libre ( $T_{FW}$ ) par rapport au repère angulaire ( $R_A \dots R_D$ ) repérant la commande ( $U$ ), les instants angulaires de roue libre ( $T_{FW}$ ) de la commande optimisée ( $U'$ ) et de la commande par défaut maximale ( $U_4$ ) étant égaux.
8. Dispositif d'entraînement électrique (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le moteur électrique (106) est un moteur électrique à réluctance variable.
9. Procédé de commande d'un moteur électrique (106) comportant :
- un stator (108) comportant plusieurs phases destinées à être respectivement parcourues par des courants de phase ( $i_1, i_2, i_3$ ),
  - un rotor (114) destiné à être entraîné en rotation par les courants de phase ( $i_1, i_2, i_3$ ),
- le procédé comportant :

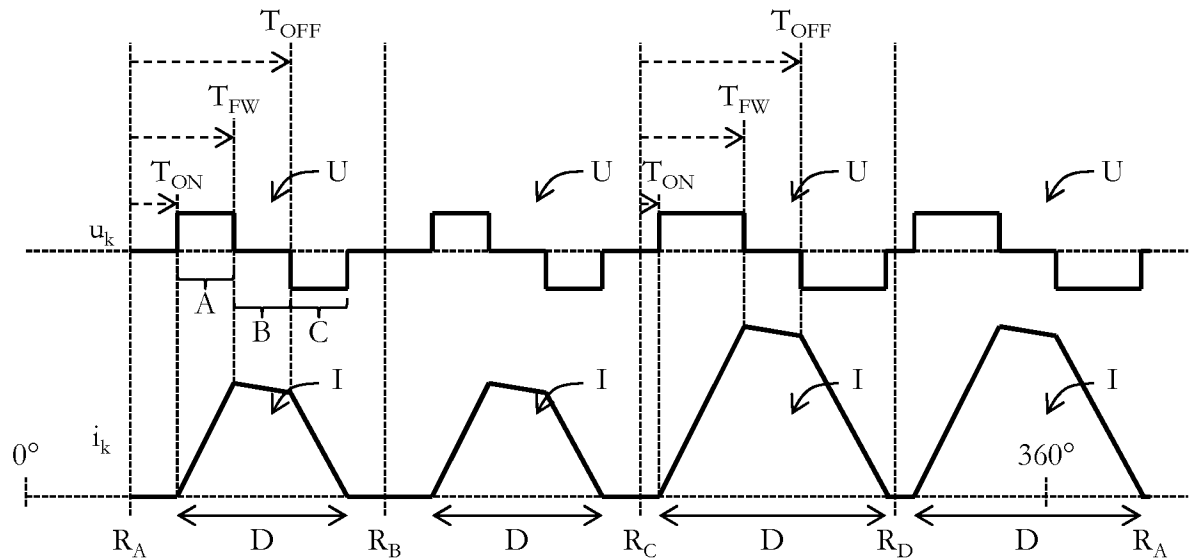
- dans chaque phase et au cours de chaque révolution du rotor (114), l'application successive à la phase considérée d'un nombre prédéterminé de commandes (U) par révolution du rotor (114) destinées à respectivement provoquer l'apparition d'impulsions (I) successives de courant de phase ( $i_1$ ,  $i_2$ ,  $i_3$ ), chaque commande (U) appartenant à un ensemble de commandes par défaut ( $U_1 \dots U_4$ ) provoquant respectivement l'apparition d'impulsions par défaut ( $I_1 \dots I_4$ ) de formes différentes, l'une des commandes par défaut, dite maximale ( $U_4$ ), provoquant l'apparition d'une impulsion par défaut, dite maximale ( $I_4$ ), présentant une durée angulaire maximale,
- 5
- 10 le procédé étant caractérisé par, pour au moins une commande (U) :
- le réglage d'une caractéristique réglable ( $T_{ON}$ ) de la commande (U) pour obtenir une commande optimisée (U') provoquant l'apparition d'une impulsion optimisée (I') présentant une durée angulaire supérieure à la durée angulaire maximale,
- 15
- la vérification qu'il est possible de faire se succéder plusieurs impulsions optimisées (I') sans qu'elles se recouvrent.

**1/3**

## Figure 1



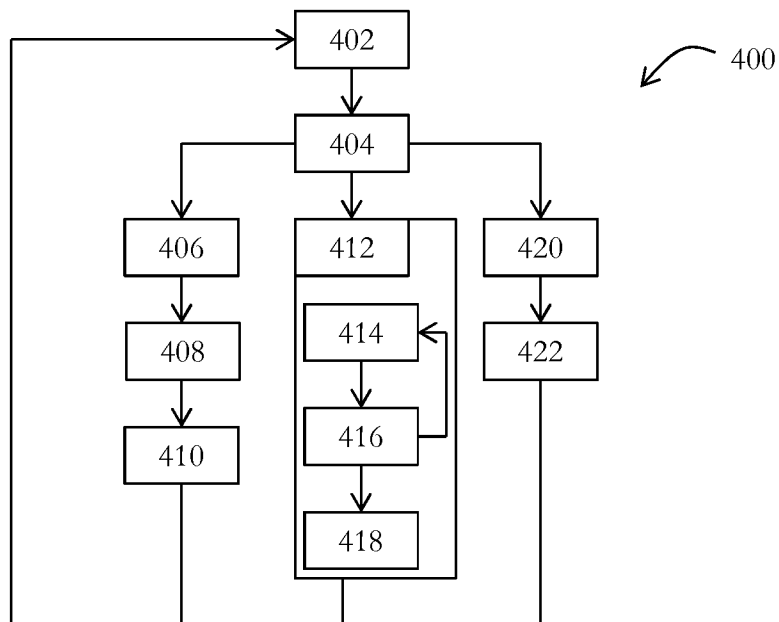
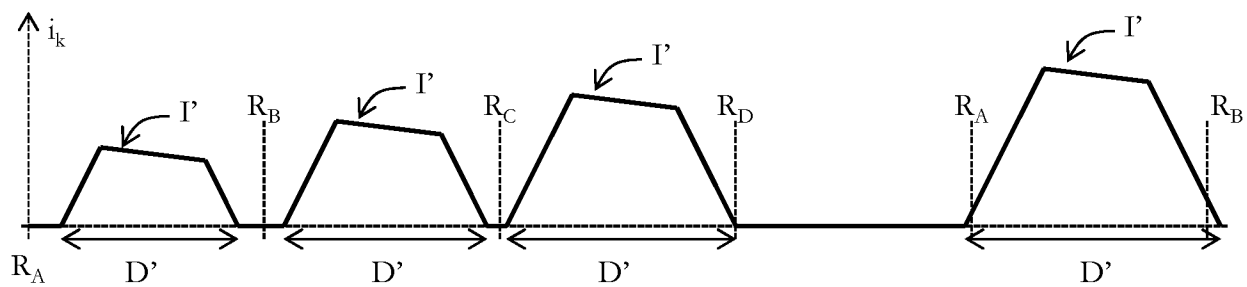
## Figure 2



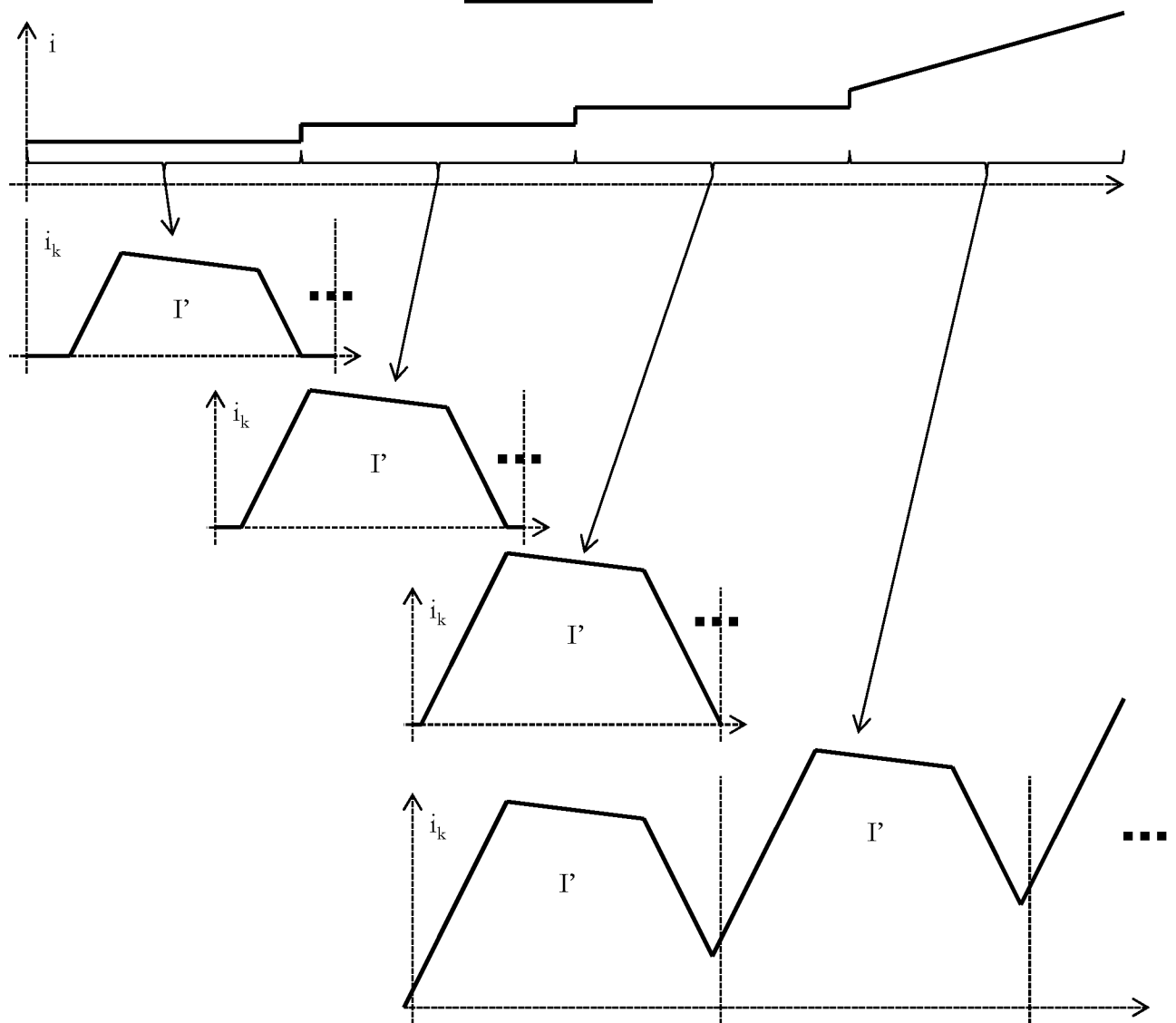
### Figure 3

| $C^*$   | $T_{ON}$       |                        |
|---------|----------------|------------------------|
| $C^*_1$ | $T_{ON}^{(1)}$ | $\rightarrow U_1, I_1$ |
| $C^*_2$ | $T_{ON}^{(2)}$ | $\rightarrow U_2, I_2$ |
| $C^*_3$ | $T_{ON}^{(3)}$ | $\rightarrow U_3, I_3$ |
| $C^*_4$ | $T_{ON}^{(4)}$ | $\rightarrow U_4, I_4$ |

2/3

**Figure 4****Figure 5**

3/3

**Figure 6**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2015/053448

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. H02P25/092  
 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. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | FR 2 878 663 A1 (RENAULT SAS [FR])                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1,2,4,8,              |
| A         | 2 June 2006 (2006-06-02)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 9                     |
|           | the whole document                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3,5-7                 |
| Y         | GRIBBLE J J ET AL: "Optimal commutation in average torque control of switched reluctance motors",<br>IEE PROCEEDINGS: ELECTRIC POWER APPLICATIONS, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, GB,<br>vol. 146, no. 1,<br>11 January 1999 (1999-01-11), pages 2-10,<br>XP006013341,<br>ISSN: 1350-2352, DOI:<br>10.1049/IP-EPA:19990204<br>last paragraph;<br>page 1 | 1,2,8,9               |
|           | -----<br>-/--                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                       |



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

1 March 2016

Date of mailing of the international search report

08/03/2016

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

Fraissé, Stéphane

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2015/053448

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                               | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | US 7 071 659 B1 (TORREY DAVID A [US] ET AL) 4 July 2006 (2006-07-04)                                                                             | 4                     |
| A         | column 1, lines 24-39<br>column 1, line 64 - column 2, line 5<br>column 4, line 41 - line 50<br>figures 2,4                                      | 1-3,5-9               |
| A         | -----<br>EP 1 385 263 A2 (SWITCHED RELUCTANCE DRIVES LTD [GB])<br>28 January 2004 (2004-01-28)<br>cited in the application<br>the whole document | 1-9                   |
| A         | -----<br>US 2003/062869 A1 (IEOKA SHOICHI [JP])<br>3 April 2003 (2003-04-03)<br>paragraph [0001]<br>-----                                        | 1-9                   |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2015/053448

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date       |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------|
| FR 2878663                                | A1                  | 02-06-2006                 | AT 488907 T 15-12-2010    |
|                                           |                     | EP 1820265 A2              | 22-08-2007                |
|                                           |                     | ES 2354165 T3              | 10-03-2011                |
|                                           |                     | FR 2878663 A1              | 02-06-2006                |
|                                           |                     | JP 5153337 B2              | 27-02-2013                |
|                                           |                     | JP 2008522570 A            | 26-06-2008                |
|                                           |                     | US 2008157706 A1           | 03-07-2008                |
|                                           |                     | WO 2006059028 A2           | 08-06-2006                |
| -----                                     |                     |                            |                           |
| US 7071659                                | B1                  | 04-07-2006                 | NONE                      |
| -----                                     |                     |                            |                           |
| EP 1385263                                | A2                  | 28-01-2004                 | CN 1476159 A 18-02-2004   |
|                                           |                     | EP 1385263 A2              | 28-01-2004                |
|                                           |                     | JP 2004056999 A            | 19-02-2004                |
|                                           |                     | KR 20040010147 A           | 31-01-2004                |
|                                           |                     | TW 200402929 A             | 16-02-2004                |
|                                           |                     | US 2005077862 A1           | 14-04-2005                |
| -----                                     |                     |                            |                           |
| US 2003062869                             | A1                  | 03-04-2003                 | DE 10245823 A1 22-05-2003 |
|                                           |                     | JP 2003111488 A            | 11-04-2003                |
|                                           |                     | US 2003062869 A1           | 03-04-2003                |
| -----                                     |                     |                            |                           |



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2015/053448

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
INV. H02P25/092  
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
H02P

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie* | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | no. des revendications visées |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Y          | FR 2 878 663 A1 (RENAULT SAS [FR])<br>2 juin 2006 (2006-06-02)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,2,4,8,<br>9                 |
| A          | le document en entier                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3,5-7                         |
| Y          | -----<br>GRIBBLE J J ET AL: "Optimal commutation<br>in average torque control of switched<br>reluctance motors",<br>IEE PROCEEDINGS: ELECTRIC POWER<br>APPLICATIONS, INSTITUTION OF ELECTRICAL<br>ENGINEERS, GB,<br>vol. 146, no. 1,<br>11 janvier 1999 (1999-01-11), pages 2-10,<br>XP006013341,<br>ISSN: 1350-2352, DOI:<br>10.1049/IP-EPA:19990204<br>last paragraph;<br>page 1<br>-----<br>-/- | 1,2,8,9                       |



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

1 mars 2016

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

08/03/2016

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

Fraissé, Stéphane

| C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS |                                                                                                                                                 |                               |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Catégorie*                                      | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                                                  | no. des revendications visées |
| Y                                               | US 7 071 659 B1 (TORREY DAVID A [US] ET AL) 4 juillet 2006 (2006-07-04)                                                                         | 4                             |
| A                                               | colonne 1, lignes 24-39<br>colonne 1, ligne 64 - colonne 2, ligne 5<br>colonne 4, ligne 41 - ligne 50<br>figures 2,4                            | 1-3,5-9                       |
| A                                               | -----<br>EP 1 385 263 A2 (SWITCHED RELUCTANCE DRIVES LTD [GB])<br>28 janvier 2004 (2004-01-28)<br>cité dans la demande<br>le document en entier | 1-9                           |
| A                                               | -----<br>US 2003/062869 A1 (IEOKA SHOICHI [JP])<br>3 avril 2003 (2003-04-03)<br>alinéa [0001]<br>-----                                          | 1-9                           |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2015/053448

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |    | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|----|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| FR 2878663                                      | A1 | 02-06-2006             | AT 488907 T                             | 15-12-2010             |
|                                                 |    |                        | EP 1820265 A2                           | 22-08-2007             |
|                                                 |    |                        | ES 2354165 T3                           | 10-03-2011             |
|                                                 |    |                        | FR 2878663 A1                           | 02-06-2006             |
|                                                 |    |                        | JP 5153337 B2                           | 27-02-2013             |
|                                                 |    |                        | JP 2008522570 A                         | 26-06-2008             |
|                                                 |    |                        | US 2008157706 A1                        | 03-07-2008             |
|                                                 |    |                        | WO 2006059028 A2                        | 08-06-2006             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| US 7071659                                      | B1 | 04-07-2006             | AUCUN                                   |                        |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| EP 1385263                                      | A2 | 28-01-2004             | CN 1476159 A                            | 18-02-2004             |
|                                                 |    |                        | EP 1385263 A2                           | 28-01-2004             |
|                                                 |    |                        | JP 2004056999 A                         | 19-02-2004             |
|                                                 |    |                        | KR 20040010147 A                        | 31-01-2004             |
|                                                 |    |                        | TW 200402929 A                          | 16-02-2004             |
|                                                 |    |                        | US 2005077862 A1                        | 14-04-2005             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| US 2003062869                                   | A1 | 03-04-2003             | DE 10245823 A1                          | 22-05-2003             |
|                                                 |    |                        | JP 2003111488 A                         | 11-04-2003             |
|                                                 |    |                        | US 2003062869 A1                        | 03-04-2003             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |