



(51) Classification internationale des brevets :
H02M 1/088 (2006.01) *H02M 1/32* (2007.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2017/078503

(22) Date de dépôt international :
07 novembre 2017 (07.11.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1660772 08 novembre 2016 (08.11.2016) FR

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

(72) Inventeurs : THIMON, Alain ; VALEO SYSTEMES
ELECTRIQUES, 2 rue André Boulle, 94046 CRETEIL
CEDEX (FR). LECOCQ, Yann ; VALEO SYSTEMES
ELECTRIQUES, 2 rue André Boulle, 94046 CRETEIL
CEDEX (FR). LAHBIL, Hicham ; VALEO SYSTEMES
ELECTRIQUES, 2 rue André Boulle, 94046 CRETEIL
CEDEX (FR). AZIZI SAMIR, Abdelaziz ; VALEO SYSTE-
MES ELECTRIQUES, 2 rue André Boulle, 94046 CRE-
TEIL CEDEX (FR).

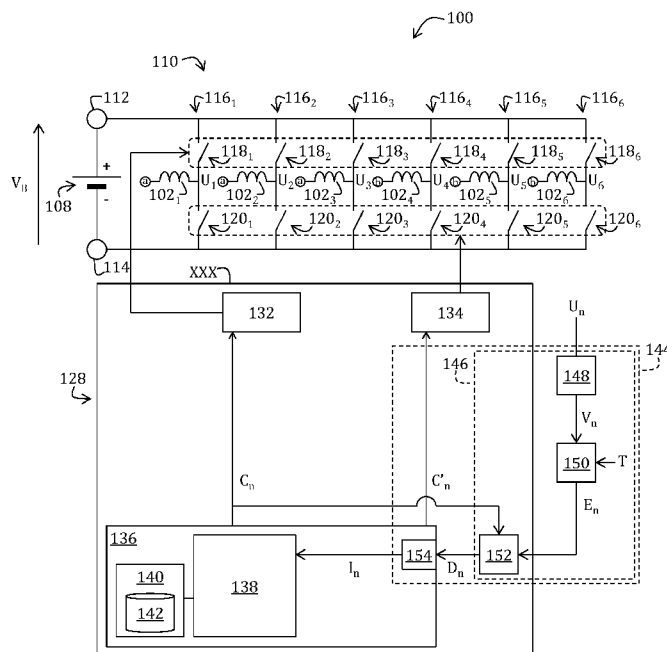
(74) Mandataire : CARDON, Nicolas ; 14 avenue des Bé-
guines, 95800 CERGY (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) Title: SYSTEM FOR CONTROLLING A VOLTAGE CONVERTER, COMPRISING A FAULT-DETECTION DEVICE

(54) Titre : SYSTEME DE COMMANDE D'UN CONVERTISSEUR DE TENSION COMPORTANT UN DISPOSITIF DE DÉTECTION DE DÉFAILLANCE

Figure 1



(57) Abstract: The invention relates to a control system (128) comprising a fault-detection system (144) designed to detect, for each switching arm (116_n), a fault in the switching arm (116_n), based on the condition of the mid-point (U_n) of the switching arm (116_n) and on the control signal (C_n) of the switch on the first side (118_n) of the switching arm (116_n). In addition, upon detection of a fault in a switching arm (116_n), the fault-detection system (144) is designed to send an interrupt (I_n), indicating the fault in the switching arm (116_n), to a processing unit (138).

(57) Abrégé : Le système de commande (128) comporte un système de détection de défaillance (144) conçu pour détecter, pour

HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

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

chaque bras de commutation (116_n), une défaillance du bras de commutation (116_n) à partir de l'état du point milieu (U_n) du bras de commutation (116_n) et du signal de commande (C_n) de l'interrupteur de premier côté (118_n) du bras de commutation (116_n). Le système de détection de défaillance (144) est en outre conçu, lorsqu'une défaillance d'un bras de commutation (116_n) est détectée, pour envoyer une interruption (I_n) indiquant la défaillance du bras de commutation (116_n) à une unité de traitement (138).

TITRE

TITRE : SYSTEME DE COMMANDE D'UN CONVERTISSEUR DE TENSION
COMPORTANT UN DISPOSITIF DE DÉTECTION DE DÉFAILLANCE

DOMAINE TECHNIQUE

5 La présente invention concerne le domaine de la commande des convertisseurs de tension, en particuliers de ceux comportant des interrupteurs commandés pouvant être parcourus par des courants supérieurs à 100 A.

ARRIÈRE-PLAN TECHNOLOGIQUE

10 Il est connu d'utiliser un système de commande d'un convertisseur de tension comportant des bras de commutation comportant chacun un interrupteur de côté haut connecté à une borne positive d'une source de tension continue et un interrupteur de côté bas connecté à une borne négative de la source de tension continue, l'interrupteur de côté haut et l'interrupteur de côté bas étant connectés l'un à l'autre en un point milieu destiné à être connecté à
15 une extrémité d'une bobine d'une machine électrique, le système de commande comportant :

- une unité de traitement,
- une mémoire dans laquelle est enregistré un programme d'ordinateur destiné à être exécuté par l'unité de traitement, le programme
20 d'ordinateur étant conçu pour que l'unité de traitement envoie des signaux de commande destinés respectivement aux interrupteurs d'un premier côté parmi le côté haut et le côté bas pour placer chaque interrupteur du premier côté sélectivement dans un état ouvert et dans un état fermé, chaque point milieu étant destiné à être dans un
25 état de haute tension lorsque l'interrupteur du premier côté associé est dans l'un parmi l'état ouvert et l'état fermé, et dans un état de

basse tension lorsque l'interrupteur du premier côté associé est dans l'autre parmi l'état ouvert et l'état fermé,

- un système de détection de défaillance conçu pour détecter, pour chaque bras de commutation, une défaillance du bras de commutation à partir de l'état du point milieu du bras de commutation et du signal de commande de l'interrupteur de premier côté du bras de commutation.

Par exemple dans la publication de demande de brevet français FR3029035, le système de détection de défaillance comporte un circuit logique programmable (par exemple, un circuit logique programmable de type FPGA, de l'anglais « *field-programmable gate array* »). Le circuit logique programmable est conçu pour déterminer la présence d'une défaillance du bras de commutation lorsqu'une incohérence entre l'état du point milieu du bras de commutation et le signal de commande de l'interrupteur de premier côté est détectée pendant un temps prédéterminé. Le circuit logique programmable est en outre conçu pour placer les interrupteurs dans un état tenant compte de la défaillance. Par exemple, lorsque la machine électrique est une machine électrique synchrone à aimants permanents, il est conçu pour placer tous les interrupteurs d'un côté dans l'état fermé et tous les interrupteurs de l'autre côté à l'état ouvert.

L'invention a pour but de proposer un système de commande permettant de se passer du circuit logique programmable.

RÉSUMÉ DE L'INVENTION

À cet effet, il est proposé un système de commande d'un convertisseur de tension comportant des bras de commutation comportant chacun un interrupteur de côté haut connecté à une borne positive d'une source de tension continue et un interrupteur de côté bas connecté à une borne négative de la source de tension continue, l'interrupteur de côté haut et l'interrupteur de côté bas étant connectés l'un à l'autre en un point milieu destiné à être connecté à

une extrémité d'une bobine d'une machine électrique, le système de commande comportant :

- une unité de traitement,
 - une mémoire dans laquelle est enregistré un programme d'ordinateur destiné à être exécuté par l'unité de traitement, le programme d'ordinateur étant conçu pour que l'unité de traitement envoie des signaux de commande destinés respectivement aux interrupteurs d'un premier côté parmi le côté haut et le côté bas pour placer chaque interrupteur du premier côté sélectivement dans un état ouvert et dans un état fermé, chaque point milieu étant destiné à être dans un état de haute tension lorsque l'interrupteur du premier côté associé est dans l'un parmi l'état ouvert et l'état fermé, et dans un état de basse tension lorsque l'interrupteur du premier côté associé est dans l'autre parmi l'état ouvert et l'état fermé,
 - un système de détection de défaillance conçu pour détecter, pour chaque bras de commutation, une défaillance du bras de commutation à partir de l'état du point milieu du bras de commutation et du signal de commande de l'interrupteur de premier côté du bras de commutation,
- le système de commande étant caractérisé en ce que le système de détection de défaillance est en outre conçu, lorsqu'une défaillance d'un bras de commutation est détectée, pour envoyer une interruption indiquant la défaillance du bras de commutation à l'unité de traitement.

Grâce à l'invention, il est possible d'utiliser l'unité de traitement à la fois pour générer les commandes des interrupteurs et pour réagir en cas de détection d'une défaillance. Grâce à l'utilisation d'interruptions, la charge de travail de l'unité de traitement reste sensiblement la même, de sorte que le coût de l'unité de traitement n'est pas changé. En outre, les fonctions du système de détection de défaillance peuvent être réalisées par des circuits électriques très simples, de sorte que leur coût additionnel est négligeable. Ainsi, grâce à l'invention, l'utilisation d'un circuit logique programmable n'est plus utile.

De façon optionnelle, le système de détection de défaillance comporte :

- un dispositif de détection d'incohérence conçu, pour chaque bras de commutation, pour détecter une incohérence entre l'état du point milieu du bras de commutation et le signal de commande de l'interrupteur de premier côté du bras de commutation,
- un dispositif minuteur conçu, pour chaque bras de commutation, pour envoyer une interruption indiquant une défaillance du bras de commutation à l'unité de traitement lorsque l'incohérence est détectée pendant un temps prédéterminé.

Notamment, une incohérence correspond à une situation dans laquelle l'état détecté du point milieu est différent d'un état du point milieu qui correspondrait au signal de commande de l'interrupteur de premier côté.

De façon optionnelle également, le programme d'ordinateur est conçu pour que l'unité de traitement, suite à la réception de l'interruption indiquant une défaillance d'un bras de commutation, envoie des signaux de commandes destinés aux interrupteurs du premier côté de manière à placer tous les interrupteurs du premier côté dans l'un parmi l'état ouvert et l'état fermé, ainsi que des signaux de commande destinés aux interrupteurs du deuxième côté parmi le côté haut et le côté bas de manière à placer tous les interrupteurs du deuxième côté dans l'autre parmi l'état ouvert et l'état fermé.

De façon optionnelle également, l'interruption inclut un identifiant du bras de commutation concerné par la défaillance et dans lequel le programme d'ordinateur est conçu pour que l'unité de traitement, suite à la réception de l'interruption :

- identifie le bras de commutation concerné par la défaillance à l'aide de l'identifiant,
- détermine la valeur du signal de commande destiné à l'interrupteur du premier côté du bras de commutation identifié,
- en fonction de la valeur déterminée du signal de commande, envoie soit des signaux de commande pour placer les interrupteurs de côté haut dans l'état fermé et les interrupteurs de côté bas dans l'état

ouvert, soit des signaux de commande pour placer les interrupteurs de côté haut dans l'état ouvert et les interrupteurs de côté bas dans l'état fermé.

De façon optionnelle également, le système de détection de défaillance
5 comporte :

- un dispositif conçu pour mesurer la tension du point milieu,
- un dispositif conçu pour déterminer si la tension mesurée appartient à un intervalle de hautes tensions ou bien à un intervalle de basses tensions, signifiant que le point milieu est respectivement dans l'état
10 de haute tension et dans l'état de basse tension.

De façon optionnelle également, l'intervalle de hautes tensions comporte les tensions supérieures à un seuil prédéterminé, et dans lequel l'intervalle de basses tensions comporte les tensions inférieures au seuil prédéterminé.

De façon optionnelle également, la source de tension continue est conçue
15 pour fournir une tension continue, et le seuil prédéterminé est égal à la moitié de cette tension continue.

De façon optionnelle également, le système de commande comporte en outre un microcontrôleur incluant l'unité de traitement, la mémoire et le dispositif minuteur.

De façon optionnelle également, le temps prédéterminé est inférieur ou
20 égal à 10 μ s, par exemple inférieur ou égal à 5 μ s, par exemple encore supérieur ou égal à 2 μ s.

Il est également proposé un système électrique comportant :

- un convertisseur de tension comportant des bras de commutation
25 comportant chacun un interrupteur de côté haut connecté à une borne positive d'une source de tension continue et un interrupteur de côté bas connecté à une borne négative de la source de tension continue, l'interrupteur de côté haut et l'interrupteur de côté bas étant connectés l'un à l'autre en un point milieu connecté à une extrémité
30 d'une bobine d'une machine électrique,

- un système de commande selon l'invention du convertisseur de tension.

DESCRIPTION DE LA FIGURE UNIQUE

La figure unique est un schéma électrique d'un système électrique
5 mettant en œuvre l'invention.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

Le système électrique 100 comporte tout d'abord une machine électrique comportant plusieurs bobines 102₁, 102₂, 102₃, 102₄, 102₅, 102₆, globalement et individuellement désignées par la suite par la référence 102_n. Les bobines 102_n
10 sont parfois également appelées « phases ».

Dans l'exemple décrit, la machine électrique est une machine électrique synchrone à aimants permanents comportant six bobines 102_n. Les trois premières bobines 102₁, 102₂, 102₃ sont connectées entre elles par une première extrémité (notée « a » sur la figure), de même que les trois autres
15 bobines 102₄, 102₅, 102₆ (l'extrémité est notée « b » sur la figure).

Le système électrique 100 comporte en outre une source de tension continue 108 présentant une borne positive (+) et une borne négative (-) entre lesquelles la source de tension continue 108 est conçue pour fournir une tension continue V_B.

20 La source de tension continue 108 comporte par exemple une batterie, par exemple au lithium.

Le système électrique 100 comporte en outre un convertisseur de tension 110 connectant la source de tension continue 108 aux bobines 102_n de la machine électrique. Dans l'exemple décrit, le convertisseur de tension 110 est
25 un onduleur.

Le convertisseur de tension 110 comporte une borne de côté haut 112 et une borne de côté bas 114 respectivement connectées à la borne positive (+) et à la borne négative (-) de la source de tension continue 108.

Le convertisseur de tension 110 comporte en outre six bras de commutation 116₁, 116₂, 116₃, 116₄, 116₅, 116₆ globalement désignés par la suite par la référence 116_n. Les bras de commutation 116_n sont respectivement associés aux six extrémités des bobines 102_n autres que les extrémités « a » et « b ». Chaque bras de commutation 116_n présente un interrupteur de côté haut 118₁, 118₂, 118₃, 118₄, 118₅, 118₆, globalement désignés par la suite par la référence 118_n, et un interrupteur de côté bas 120₁, 120₂, 120₃, 120₄, 120₅, 120₆, globalement désignés par la suite par la suite 120_n. Les interrupteurs 118_n, 120_n sont par exemple des transistors à effet de champ à grille isolée (de l'anglais « *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor* », ou MOSFET).

Pour chaque bras de commutation 116_n, l'interrupteur de côté haut 118_n et l'interrupteur de côté bas 120_n sont connectés entre eux en un point milieu U₁, U₂, U₃, U₄, U₅, U₆ auquel l'extrémité d'une bobine 102_n respective, autre que les extrémités « a » et « b », est connectée.

Chaque interrupteur de côté haut 118_n est en outre connecté à la borne de côté haut 112 et conçu pour être sélectivement dans un état fermé et dans un état ouvert pour respectivement connecter et déconnecter le point milieu U₁, U₂, U₃, U₄, U₅, U₆ respectif de la borne de côté haut 112.

Chaque interrupteur de côté bas 120_n est en outre connecté à la borne de côté bas 114 et conçu pour être sélectivement dans un état fermé et dans un état ouvert pour respectivement connecter et déconnecter le point milieu U₁, U₂, U₃, U₄, U₅, U₆ respectif de la borne de côté bas 114.

Ainsi, suivant l'état des interrupteurs 118₁, 120_n, les points milieux U₁, U₂, U₃, U₄, U₅, U₆ présentent respectivement des tensions V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, V₆ soit proches de zéro, soit proches de la tension continue V_B.

Le système électrique 100 comporte en outre un système de commande 128 du convertisseur de tension 110, et plus particulièrement des interrupteurs 118_n, 120_n.

Le système de commande 128 comporte un pilote de côté haut 132 conçu pour piloter les interrupteurs de côté haut 118_n pour les faire passer de l'état ouvert à l'état fermé, et inversement.

Le système de commande 128 comporte en outre un pilote de côté bas 134 conçu pour piloter les interrupteurs de côté bas 120_n pour les faire passer de l'état ouvert à l'état fermé, et inversement.

Le système de commande 128 comporte en outre un microcontrôleur 5 136 comportant une unité de traitement 138 et une mémoire 140 dans laquelle est enregistré un programme d'ordinateur 142 destiné à être exécuté par l'unité de traitement 138.

L'unité de traitement 138 comporte par exemple un microprocesseur.

Le programme d'ordinateur 142 est conçu pour que l'unité de traitement 10 138 envoie des signaux de commande de côté haut C_n destinés respectivement aux interrupteurs de côté haut 118_n . Plus précisément, les signaux de commande de côté haut C_n sont envoyés au pilote de côté haut 132 et prennent chacun sélectivement une valeur d'ouverture et une valeur de fermeture pour que le pilote de côté haut 132 place chaque interrupteur de côté haut 118_n 15 respectivement dans un état ouvert et dans un état fermé.

Le programme d'ordinateur 142 est en outre conçu pour que l'unité de traitement 138 envoie des signaux de commande de côté bas C_n' destinés respectivement aux interrupteurs de côté bas 120_n . Plus précisément, les signaux de commande de côté bas C_n' sont envoyés au pilote de côté bas 134 et 20 prennent chacun sélectivement une valeur d'ouverture et une valeur de fermeture pour que le pilote de côté bas 134 place chaque interrupteur de côté bas 120_n respectivement dans un état ouvert et dans un état fermé.

Ainsi, chaque point milieu U_n est destiné à être dans un état de haute tension proche de la tension V_B lorsque l'interrupteur de côté haut 118_n associé 25 est dans l'état fermé et l'interrupteur de côté bas 120_n associé est dans l'état ouvert. Chaque point milieu U_n est en outre destiné à être dans un état de basse tension proche de zéro lorsque l'interrupteur de côté haut 118_n associé est dans l'état ouvert et l'interrupteur de côté bas 120_n associé est dans l'état fermé.

Le système de commande 128 comporte en outre un système de 30 détection de défaillance 144.

Le système de détection de défaillance 144 comporte tout d'abord un dispositif de détection d'incohérence 146 conçu pour recevoir les signaux de commande de côté haut C_n et, pour chaque bras de commutation 116_n, pour déterminer une incohérence entre l'état du point milieu U_n du bras de commutation 116_n et le signal de commande C_n de l'interrupteur de côté haut 118_n du bras de commutation 116_n.

Dans l'exemple décrit, le dispositif de détection d'incohérence 146 comporte tout d'abord un dispositif de mesure 148 connecté aux points milieu U_n et conçu pour mesurer et fournir la tension V_n de chaque point milieu U_n .

Le dispositif de détection d'incohérence 146 comporte en outre un dispositif comparateur de tension 150 conçu pour recevoir chaque tension V_n et pour déterminer si la tension V_n appartient à un intervalle de hautes tensions ou bien à un intervalle de basses tensions.

Dans l'exemple décrit, l'intervalle de hautes tensions comporte les tensions supérieures ou égales à un seuil prédéterminé T et l'intervalle de basses tensions comporte les tensions inférieures au seuil prédéterminé T .

De préférence, le seuil prédéterminé T est égal à la moitié de la tension continue V_B .

Chaque point milieu U_n est considéré comme étant à l'état de haute tension lorsque sa tension V_n mesurée appartient à l'intervalle de hautes tensions et à l'état de basse tension lorsque sa tension V_n mesurée appartient à l'intervalle de basses tensions.

Le dispositif de mesure 148 est conçu pour fournir des signaux d'état E_n prenant une première valeur indiquant que le point milieu U_n est à l'état de haute tension et une deuxième valeur indiquant que le point milieu U_n est à l'état de basse tension.

Le dispositif de détection d'incohérence 146 comporte en outre un dispositif comparateur d'états 152 conçu pour recevoir les signaux de commande de côté haut C_n et les signaux d'état E_n . Le dispositif comparateur d'états 152 est conçu, pour chaque bras de commutation 116_n, pour comparer le signal de commande de côté haut C_n et le signal d'état E_n afin de déterminer une

incohérence entre eux. Plus précisément, chaque valeur du signal de commande de côté haut C_n est associée à un état attendu et donc à une valeur attendue du signal d'état E_n . Ainsi, une incohérence est déterminée lorsque la valeur du signal d'état E_n ne correspond pas à l'état attendu d'après la valeur détectée du signal de commande de côté haut C_n . Dans l'exemple décrit, l'état de haute tension est attendu lorsque le signal de commande de côté haut C_n prend la valeur de fermeture de l'interrupteur de côté haut 118_n . L'état de basse tension est attendu lorsque le signal de commande de côté haut prend la valeur d'ouverture de l'interrupteur de côté haut 118_n .

10 Dans l'exemple décrit, le dispositif de détection d'incohérence 146 est conçu pour fournir un signal d'incohérence D_n destiné à prendre sélectivement une valeur d'incohérence tant qu'une incohérence est détectée, par exemple 0, et une valeur de cohérence dans le cas contraire, par exemple 1.

De préférence, les signaux de commande de côté haut C_n et les signaux d'état E_n et/ou le signal d'incohérence D_n sont des signaux binaires et le dispositif comparateur d'états 152 comporte une porte logique OU EXCLUSIF (en anglais : « *XOR* »). Ainsi, le dispositif comparateur d'états 152 peut être réalisé d'une façon très simple et peu coûteuse.

Le système de détection de défaillance 144 comporte en outre un dispositif minuteur 154 conçu, pour chaque bras de commutation 116_n , pour envoyer une interruption I_n indiquant la défaillance du bras de commutation 116_n à l'unité de traitement 138 lorsque l'incohérence pour ce bras de commutation 116_n est déterminée pendant un temps prédéterminé. Le temps prédéterminé est par exemple inférieur ou égal à 10 μ s, par exemple encore inférieur ou égal à 5 μ s, par exemple encore supérieur ou égal à 2 μ s. Ainsi, une défaillance n'est pas détectée lorsque l'interrupteur de côté haut 118_n et l'interrupteur de côté bas 120_n d'un même bras de commutation 116_n ne commutent pas exactement au même instant, ce qui est parfois prévu par l'introduction de « temps morts » pour éviter qu'à un moment donné les deux interrupteurs ne soient à l'état fermé en même temps.

Dans l'exemple décrit, le dispositif minuteur 154 est conçu pour recevoir le signal d'incohérence D_n et pour transmettre l'interruption I_n lorsque le signal d'incohérence D_n prend la valeur d'incohérence pendant le temps prédéterminé.

Pour rappel, une interruption est un arrêt temporaire de l'exécution normale d'un programme informatique par l'unité de traitement afin d'exécuter une routine d'interruption. Lors d'une interruption, l'unité de traitement sauve tout ou une partie de son état interne, généralement dans une pile système, et exécute ensuite une routine d'interruption. La routine d'interruption peut finir par une instruction de retour d'interruption, qui restaure l'état sauvé et fait repartir l'unité de traitement de l'endroit où il avait été interrompu. Le programme d'ordinateur 142 comporte cette routine d'interruption.

Dans l'exemple décrit, le microcontrôleur 136 comporte le dispositif minuteur 154. En effet, de nombreux microcontrôleurs disponibles sur le marché comporte une ou plusieurs entrées munies d'un tel dispositif minuteur.

Dans l'exemple décrit, chaque interruption I_n inclut un identifiant du bras de commutation 116_n concerné.

En outre, le programme d'ordinateur 142 est conçu pour que l'unité de traitement 138, suite à la réception d'une interruption I_n , identifie le bras de commutation 116_n concerné par la défaillance à l'aide de l'identifiant inclus dans l'interruption I_n , puis détermine la valeur du signal de commande de côté haut C_n du bras de commutation 116_n identifié au moment de la réception de l'interruption I_n . Le programme d'ordinateur 142 est en outre conçu pour que l'unité de traitement 138 envoie des signaux de commandes de côté haut C_n et des signaux de commande de côté bas C_n' pour placer tous les interrupteurs d'un côté dans l'état fermé et tous les interrupteurs de l'autre côté dans l'état ouvert.

La sélection du côté est faite en fonction de la valeur du signal de commande au moment de la réception de l'interruption I_n . Ainsi, lorsqu'une interruption I_n est reçue alors que le signal de commande de côté haut C_n est à l'état de fermeture, cela signifie soit que l'interrupteur de côté haut 118_n est bloqué à l'état ouvert soit que l'interrupteur de côté bas 120_n est bloqué à l'état

fermé. Ainsi, tous les interrupteurs de côté bas 120_n sont fermés et tous les interrupteurs de côté haut 118_n sont ouverts par l'unité de traitement 138. Lorsqu'une interruption I_n est reçue alors que le signal de commande de côté haut C_n est à l'état d'ouverture, cela signifie soit que l'interrupteur de côté haut
5 118_n est bloqué à l'état fermé soit que l'interrupteur de côté bas 120_n est bloqué à l'état ouvert. Ainsi, tous les interrupteurs de côté bas 120_n sont ouverts et tous les interrupteurs de côté haut 118_n sont fermés par l'unité de traitement 138.

La mise en court-circuit des interrupteurs d'un côté parmi le côté haut et le côté bas permettant de contrôler la force électromotrice créée par les aimants
10 permanents permet ainsi de mettre la machine électrique en roue libre.

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 En particulier, le dispositif comparateur d'états 152 pourrait utiliser les commandes de côté bas C'_n à la place des commandes de côté haut C_n .

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
20 les éléments équivalents que l'homme du métier peut déduire à partir de ses connaissances générales.

RÉFÉRENCES

	100	système électrique
	102 _n	bobines
5	108	source de tension continue
	110	convertisseur de tension
	112	borne de côté haut du convertisseur de tension 110
	114	borne de côté bas du convertisseur de tension 110
	116 _n	bras de commutation
10	118 _n	interrupteurs de côté haut
	120 _n	interrupteurs de côté bas
	U _n	points milieu
	V _n	tensions des points milieu U _n
	128	système de commande
15	132	pilote de côté haut
	134	pilote de côté bas
	136	microcontrôleur
	138	unité de traitement
	140	mémoire
20	142	programme d'ordinateur
	144	système de détection de défaillance
	146	dispositif de détection d'incohérence
	148	dispositif de mesure
	150	dispositif comparateur de tension
25	152	dispositif comparateur d'états
	154	dispositif minuteur

REVENDICATIONS

1. Système de commande (128) d'un convertisseur de tension (110) comportant des bras de commutation (116_n) comportant chacun un interrupteur de côté haut (118_n) connecté à une borne positive d'une source de tension continue (108) et un interrupteur de côté bas (120_n) connecté à une borne négative de la source de tension continue (108), l'interrupteur de côté haut (118_n) et l'interrupteur de côté bas (120_n) étant connectés l'un à l'autre en un point milieu (U_n) destiné à être connecté à une extrémité d'une bobine (102_n) d'une machine électrique, le système de commande (128) comportant :
- 10 - une unité de traitement (138),
 - une mémoire (140) dans laquelle est enregistré un programme d'ordinateur (142) destiné à être exécuté par l'unité de traitement (138), le programme d'ordinateur (142) étant conçu pour que l'unité de traitement (138) envoie des signaux de commande (C_n) destinés respectivement aux interrupteurs d'un premier côté (118_n) parmi le côté haut et le côté bas pour placer chaque interrupteur du premier côté (118_n) sélectivement dans un état ouvert et dans un état fermé, chaque point milieu (U_n) étant destiné à être dans un état de haute tension lorsque l'interrupteur du premier côté (118_n) associé est dans l'un parmi l'état ouvert et l'état fermé, et dans un état de basse tension lorsque l'interrupteur du premier côté (118_n) associé est dans l'autre parmi l'état ouvert et l'état fermé,
 - 20 - un système de détection de défaillance (144) conçu pour détecter, pour chaque bras de commutation (116_n), une défaillance du bras de commutation (116_n) à partir de l'état du point milieu (U_n) du bras de commutation (116_n) et du signal de commande (C_n) de l'interrupteur de premier côté (118_n) du bras de commutation (116_n),
- le système de commande (128) étant caractérisé en ce que le système de détection de défaillance (144) est en outre conçu, lorsqu'une défaillance d'un bras de commutation (116_n) est détectée, pour envoyer une interruption (I_n)
- 30

indiquant la défaillance du bras de commutation (116_n) à l'unité de traitement (138).

2. Système de commande (128) selon la revendication 1, dans lequel le système de détection de défaillance (144) comporte :

- 5 - un dispositif de détection d'incohérence (146) conçu, pour chaque bras de commutation (116_n), pour détecter une incohérence entre l'état du point milieu (U_n) du bras de commutation (116_n) et le signal de commande (C_n) de l'interrupteur de premier côté (118_n) du bras de commutation (116_n),
- 10 - un dispositif minuteur (154) conçu, pour chaque bras de commutation (116_n), pour envoyer une interruption (I_n) indiquant une défaillance du bras de commutation (116_n) à l'unité de traitement (138) lorsque l'incohérence est détectée pendant un temps prédéterminé.

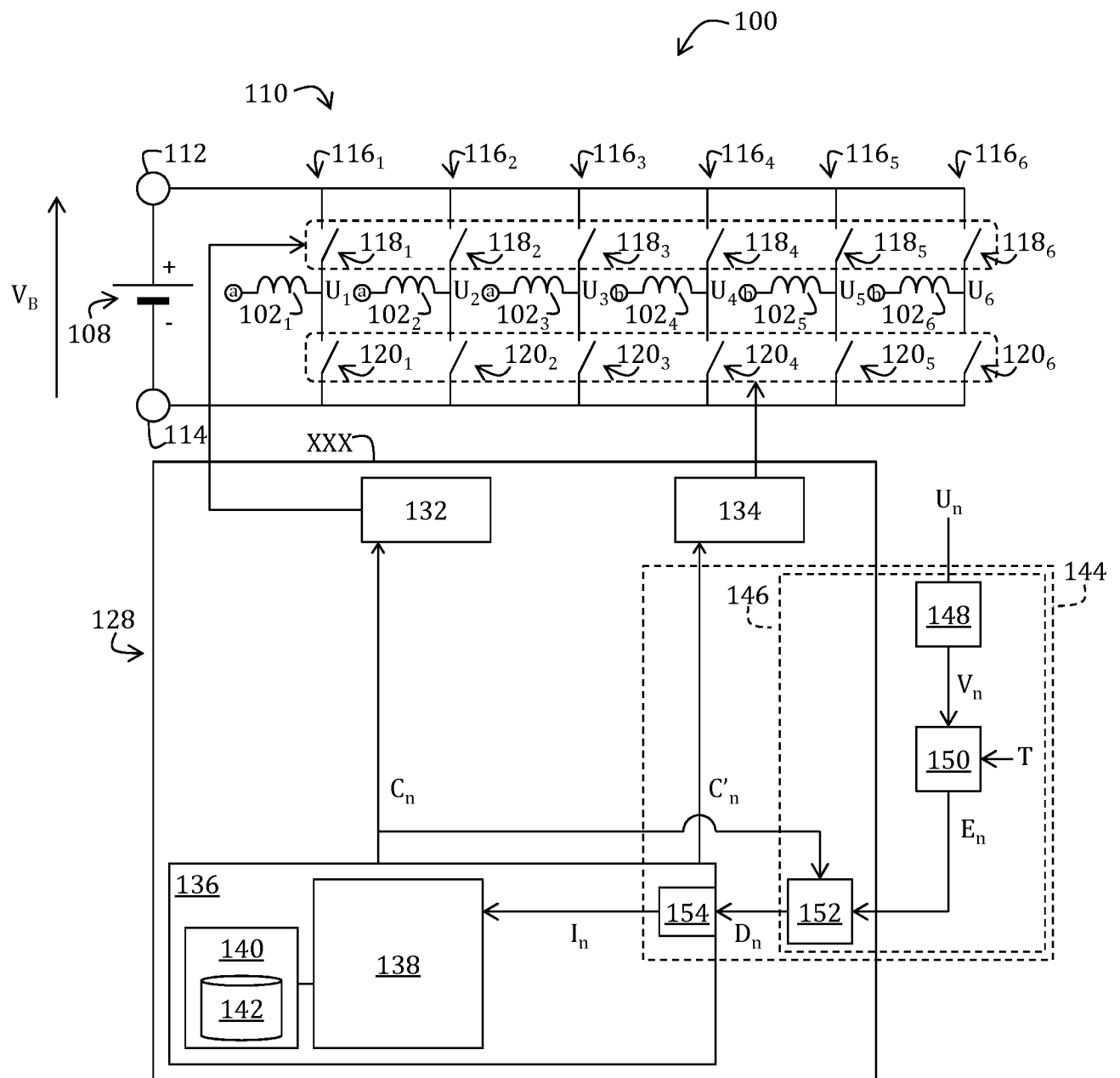
3. Système de commande (128) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le
15 programme d'ordinateur (142) est conçu pour que l'unité de traitement (138), suite à la réception de l'interruption (I_n) indiquant une défaillance d'un bras de commutation (116_n), envoie des signaux de commandes (C_n) destinés aux interrupteurs du premier côté (118_n) de manière à placer tous les interrupteurs du premier côté (118_n) dans l'un parmi l'état ouvert et l'état fermé, ainsi que des
20 signaux de commande (C_n') destinés aux interrupteurs du deuxième côté (120_n) parmi le côté haut et le côté bas de manière à placer tous les interrupteurs du deuxième côté (120_n) dans l'autre parmi l'état ouvert et l'état fermé.

4. Système de commande (128) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'interruption (I_n) inclut un identifiant du bras de
25 commutation (116_n) concerné par la défaillance et dans lequel le programme d'ordinateur (142) est conçu pour que l'unité de traitement (140), suite à la réception de l'interruption (I_n) :

- identifie le bras de commutation (116_n) concerné par la défaillance à l'aide de l'identifiant,
 - détermine la valeur du signal de commande (C_n) destiné à l'interrupteur du premier côté (118_n) du bras de commutation (116_n)
5 identifié,
 - en fonction de la valeur déterminée du signal de commande, envoie soit des signaux de commande pour placer les interrupteurs de côté haut (118_n) dans l'état fermé et les interrupteurs de côté bas (120_n) dans l'état ouvert, soit des signaux de commande pour placer les
10 interrupteurs de côté haut (118_n) dans l'état ouvert et les interrupteurs de côté bas (120_n) dans l'état fermé.
5. Système de commande (128) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le système de détection de défaillance (144) comporte :
- un dispositif (148) conçu pour mesurer la tension (V_n) du point milieu (U_n),
15
 - un dispositif (150) conçu pour déterminer si la tension (V_n) mesurée appartient à un intervalle de hautes tensions ou bien à un intervalle de basses tensions, signifiant que le point milieu est respectivement dans l'état de haute tension et dans l'état de basse tension.
- 20 6. Système de commande (128) selon la revendication 5, dans lequel l'intervalle de hautes tensions comporte les tensions supérieures à un seuil prédéterminé (T), et dans lequel l'intervalle de basses tensions comporte les tensions inférieures au seuil prédéterminé (T).
7. Système de commande (128) selon la revendication 6, dans lequel la
25 source de tension continue (108) est conçue pour fournir une tension continue (V_B), et dans lequel le seuil prédéterminé (T) est égal à la moitié de cette tension continue (V_B).

8. Système de commande (128) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comportant en outre un microcontrôleur (136) incluant l'unité de traitement (138), la mémoire (140) et le dispositif minuteur (154).
9. Système de commande (128) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le temps prédéterminé est inférieur ou égal à 10 μ s, par exemple inférieur ou égal à 5 μ s, par exemple encore supérieur ou égal à 2 μ s.
10. Système électrique (100) comportant :
- un convertisseur de tension (110) comportant des bras de commutation (116_n) comportant chacun un interrupteur de côté haut (118_n) connecté à une borne positive d'une source de tension continue (108) et un interrupteur de côté bas (120_n) connecté à une borne négative de la source de tension continue (108), l'interrupteur de côté haut (118_n) et l'interrupteur de côté bas (120_n) étant connectés l'un à l'autre en un point milieu (U_n) connecté à une extrémité d'une bobine (102_n) d'une machine électrique,
 - un système de commande (128) selon l'une quelconque des revendication 1 à 9, du convertisseur de tension (110).

1/1

Figure 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/078503

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02M1/088 H02M1/32
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)
H02M

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 3 029 035 A1 (VALEO SYSTEMES DE CONTROLE MOTEUR [FR]) 27 May 2016 (2016-05-27) cited in the application column 7, line 17 - column 18, line 8; figures 1/6-6/6	1-10
Y	----- US 2013/223115 A1 (TSUCHIYA MITSUYOSHI [JP] ET AL) 29 August 2013 (2013-08-29) paragraph [0023] - paragraph [0108]; figures 1-7B	1-10
A	----- WO 2016/169817 A1 (SIEMENS AG [DE]) 27 October 2016 (2016-10-27) page 8, line 1 - page 14, line 3; figures 1-4 ----- -/--	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 April 2018

Date of mailing of the international search report

16/04/2018

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Drabko, Jacek

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/078503

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 985 670 A1 (LIU SHENGHAO [CN]) 17 February 2016 (2016-02-17) paragraph [0023] - paragraph [0056]; figures 1-10 -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/078503

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 3029035	A1	27-05-2016	EP 3224079 A1 04-10-2017
		FR 3029035 A1	27-05-2016
		WO 2016083714 A1	02-06-2016

US 2013223115	A1	29-08-2013	JP 5592236 B2 17-09-2014
		JP 2012100398 A	24-05-2012
		US 2013223115 A1	29-08-2013
		WO 2012060250 A1	10-05-2012

WO 2016169817	A1	27-10-2016	CN 107534384 A 02-01-2018
		DE 102015207187 A1	27-10-2016
		EP 3251202 A1	06-12-2017
		WO 2016169817 A1	27-10-2016

EP 2985670	A1	17-02-2016	CN 103218007 A 24-07-2013
		EP 2985670 A1	17-02-2016
		JP 2016514946 A	23-05-2016
		US 2016049867 A1	18-02-2016
		WO 2014166279 A1	16-10-2014

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2017/078503

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H02M1/088 H02M1/32 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) H02M		
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 3 029 035 A1 (VALEO SYSTEMES DE CONTROLE MOTEUR [FR]) 27 mai 2016 (2016-05-27) cité dans la demande colonne 7, ligne 17 - colonne 18, ligne 8; figures 1/6-6/6	1-10
Y	----- US 2013/223115 A1 (TSUCHIYA MITSUYOSHI [JP] ET AL) 29 août 2013 (2013-08-29) alinéa [0023] - alinéa [0108]; figures 1-7B	1-10
A	----- WO 2016/169817 A1 (SIEMENS AG [DE]) 27 octobre 2016 (2016-10-27) page 8, ligne 1 - page 14, ligne 3; figures 1-4 ----- -/-	1-10
☒ 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 5 avril 2018	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 16/04/2018	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé Drabko, Jacek	

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	EP 2 985 670 A1 (LIU SHENGHAO [CN]) 17 février 2016 (2016-02-17) alinéa [0023] - alinéa [0056]; figures 1-10 -----	1-10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2017/078503

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3029035	A1	27-05-2016	EP 3224079 A1	04-10-2017
			FR 3029035 A1	27-05-2016
			WO 2016083714 A1	02-06-2016

US 2013223115	A1	29-08-2013	JP 5592236 B2	17-09-2014
			JP 2012100398 A	24-05-2012
			US 2013223115 A1	29-08-2013
			WO 2012060250 A1	10-05-2012

WO 2016169817	A1	27-10-2016	CN 107534384 A	02-01-2018
			DE 102015207187 A1	27-10-2016
			EP 3251202 A1	06-12-2017
			WO 2016169817 A1	27-10-2016

EP 2985670	A1	17-02-2016	CN 103218007 A	24-07-2013
			EP 2985670 A1	17-02-2016
			JP 2016514946 A	23-05-2016
			US 2016049867 A1	18-02-2016
			WO 2014166279 A1	16-10-2014
