



(43) Date de la publication internationale
12 janvier 2017 (12.01.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/006017 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H02K 3/28 (2006.01) *H02K 11/33* (2016.01)
H02P 25/22 (2006.01) *H02K 16/04* (2006.01)
H02K 21/48 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2016/051627

(22) Date de dépôt international :
30 juin 2016 (30.06.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1556454 8 juillet 2015 (08.07.2015) FR

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

(72) Inventeurs : LEGRANGER, Jérôme; 99 Avenue Magel-
lan, 94000 Creteil (FR). EVEN, Denis; 6 place Maurice de
Fontenay, 75012 Paris (FR). LOUISE, Christophe; 96 rue
Marcel Bourdarias, 94140 Alfortville (FR).

(74) Mandataire : RICARD, Amandine; Valeo Equipements
Electriques Moteur, 2, rue André-Boulle, 94046 Creteil
Cedex (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).

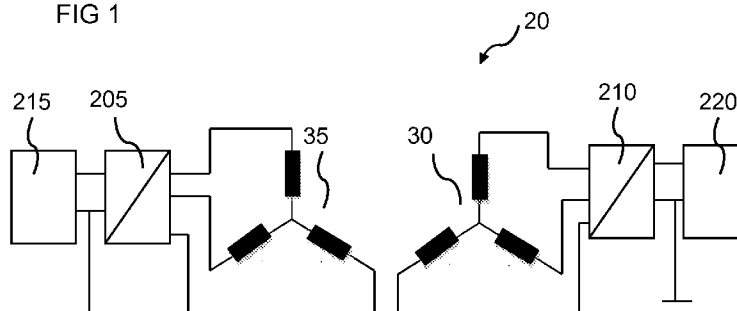
Publiée :

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

(54) Title : ROTARY ELECTRIC MACHINE COMPRISING TWO WINDINGS OF TWO DIFFERENT VOLTAGES ON A SINGLE STATOR

(54) Titre : MACHINE ÉLECTRIQUE TOURNANTE COMPORTANT DEUX BOBINAGES DE DEUX TENSIONS DIS-
TINCTES SUR UN MÊME STATOR

FIG 1



(57) Abstract : The present invention relates to a rotary electric machine (20) comprising a stator provided with two windings and a rotor having a geometric axis of rotation and being arranged inside the stator, the two windings being connected, respectively, to two inverters (205, 210) of different voltages, one of which is referred to as a high-voltage converter which supplies an HV voltage and the other of which is referred to as a low-voltage inverter which supplies an LV voltage, in which: the number of turns per phase equivalent wye of the winding connected to the so-called high-voltage inverter is between fourteen and thirty-eight and the ratio between the number of turns per phase equivalent wye of the winding connected to the high-voltage inverter and the number of turns per phase equivalent wye connected to the so-called low-voltage inverter is between the value of the ratio of the HV voltage to the LV voltage plus two and the value of the ratio of the HV voltage to the LV voltage minus two.

(57) Abrégé : La

[Suite sur la page suivante]



présente invention vise une machine électrique tournante (20) comportant un stator muni de deux bobinages et un rotor ayant un axe géométrique de rotation et disposé à l'intérieur du stator, les deux bobinages étant respectivement associées à deux onduleurs (205, 210) de tensions différentes, l'un dit haute tension délivrant une tension HV et l'autre dit basse tension délivrant une tension LV, dans laquelle : - le nombre de spires par phase équivalent étoile du bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est compris entre quatorze et trente-huit et - le ratio entre les nombre de spires par phase équivalent étoile du bobinage associé à l'onduleur haute tension par rapport au nombre de spires par phase équivalent étoile associé à l'onduleur dit basse tension est compris entre la valeur du rapport de la tension HV sur la tension LV plus deux et la valeur du rapport de la tension HV sur la tension LV moins deux.

MACHINE ÉLECTRIQUE TOURNANTE COMPORTANT DEUX BOBINAGES DE DEUX TENSIONS DISTINCTES SUR UN MÊME STATOR

5 DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

La présente invention vise une machine électrique tournante comportant deux bobinages logés dans un stator, les deux bobinages étant respectivement associés à deux onduleurs de tensions différentes.

La présente invention trouve une application particulièrement avantageuse
10 dans les alterno-démarrateurs multiphasés.

ETAT DE LA TECHNIQUE

Il est connu de l'art antérieur pour les machines électriques tournantes de disposer de réseaux de tensions de deux tensions distinctes de manière simultanée
15 et/ou séparée.

Le système peut être constitué de deux machines, une pour chaque réseau de tension, montée en tandem sur un même arbre comme décrit dans le brevet américain N° US 7 642 690 B2. Les deux réseaux de tensions sont indépendants et nécessitent deux circuits magnétiques statoriques et deux excitations rotoriques
20 distinctes. Ces systèmes présentent l'inconvénient d'être encombrants étant donné qu'ils représentent un poids et un volume deux fois supérieur à une machine électrique tournante mono-tension.

Il est également connu de l'art antérieur de disposer les deux réseaux de tension sur un même stator. Un tel système est divulgué dans la demande de brevet
25 allemand N° DE 102012203528 A1. Ces systèmes présentent un flux commun sur les deux réseaux de tension. L'inconvénient de ce système est qu'il est nécessaire notamment à haute vitesse d'injecter un courant au stator, ce qui occasionne des pertes de flux et donc des pertes de rendement importantes.

30 Aucun des systèmes actuels ne permet de répondre simultanément à tous les besoins requis, à savoir de proposer un système apte à fournir deux tensions sur un même stator sans perte de rendement important dû à la configuration des deux réseaux de tensions.

OBJET DE L'INVENTION

La présente invention vise à remédier à tout ou partie de ces inconvénients. A cet effet, selon un premier aspect, la présente invention vise une machine électrique tournante comportant un stator muni de deux bobinages et un rotor ayant un axe géométrique de rotation et disposé à l'intérieur du stator, les deux bobinages étant respectivement associés à deux onduleurs de tensions différentes, l'un dit haute tension délivrant une tension HV et l'autre dit basse tension délivrant une tension LV, caractérisé en ce que :

- le nombre de spires par phase équivalent étoile du bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est compris entre quatorze et trente-huit ; et
- le ratio entre les nombre de spires par phase équivalent étoile du bobinage associé à l'onduleur haute tension par rapport au nombre de spires par phase équivalent étoile associé à l'onduleur dit basse tension est compris entre la valeur du rapport de la tension HV sur la tension LV plus deux et la valeur du rapport de la tension HV sur la tension LV moins deux.

Grâce à ces dispositions, la machine électrique tournante objet de l'invention peut fournir deux tensions différentes sur un même stator. Le ratio optimisé entre le nombre de spires par phase équivalent étoile du bobinage associé à l'onduleur haute tension par rapport au nombre de spires par phase équivalent étoile associé à l'onduleur dit basse tension permet d'augmenter le rendement de la machine électrique tournante.

Dans des modes de réalisation, le ratio du nombre de spires par phase équivalent étoile du bobinage associé à l'onduleur haute tension sur le nombre de spires par phase équivalent étoile associé à l'onduleur dit basse tension est compris entre 2,5 et 4, par exemple entre 2,5 et 3,8.

Dans des modes de réalisation, le nombre de spires par phase équivalent étoile du bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est un multiple entier du nombre de paires de pôle.

Dans des modes de réalisation, le ratio entre le nombre de spires par phase équivalent étoile du bobinage associé à l'onduleur haute tension par rapport au nombre de spires par phase équivalent étoile associé à l'onduleur dit basse tension est égal à 3.

Dans des modes de réalisation, le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est couplé en étoile et comporte vingt-quatre spires par phase équivalent

étoile et le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est couplé en étoile et comporte huit spires par phase équivalent étoile.

Dans des modes de réalisation, le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est couplé en étoile et comporte vingt-et-une spires par phase équivalent étoile et le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est couplé en étoile et
5 comporte sept spires par phase équivalent étoile.

Dans des modes de réalisation, le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est couplé en triangle et comporte quarante-deux spires par phase soit 24,25 équivalent étoile et le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est couplé en
10 triangle et comporte quatorze spires par phase soit 8,08 spires par phase en équivalent étoile.

Dans des modes de réalisation, le ratio entre les nombre de spires par phase équivalent étoile du bobinage associé à l'onduleur haute tension par rapport au nombre de spires par phase équivalent étoile associé à l'onduleur dit basse tension
15 est environ égal à 3,46.

Dans des modes de réalisation, le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est couplé en étoile et comporte vingt-quatre spires par phase équivalent étoile et le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est couplé en triangle et comporte douze spires par phase soit 6,92 équivalent étoile.

Dans des modes de réalisation, le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est couplé en étoile et comporte vingt-huit spires par phase équivalent étoile et le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est couplé en triangle et comporte quatorze spires par phase soit 8,08 spires par phase en équivalent étoile.
20

Dans des modes de réalisation, l'onduleur dit basse tension est adapté pour fonctionner avec une source de tension de 12 volts, par exemple une batterie de 12 volts et l'onduleur dit haute tension est adapté pour fonctionner avec une source de tension de 48 volts, par exemple une batterie de 48 volts.
25

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

D'autres avantages, buts et caractéristiques particulières de la présente invention ressortiront de la description non limitative qui suit d'au moins un mode de réalisation particulier des dispositifs, procédés et systèmes objets de la présente invention, en regard des dessins annexés, dans lesquels :
30

- la figure 1 représente, schématiquement, les deux réseaux de tensions d'un mode de réalisation particulier de la machine électrique tournante objet de l'invention,
- 5 - la figure 2 représente, sous forme de graphique, le couple moteur d'une machine électrique tournante objet de l'invention alimentée par le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension, en fonction de la force magnétomotrice,
- la figure 3 représente, sous forme de graphique, le courant, exprimé en ampères efficaces du bobinage associé à l'onduleur dit haute tension d'une machine électrique tournante objet de l'invention en fonction du nombre de
10 spires dudit bobinage,
- la figure 4 représente, sous forme de graphique, la puissance d'une machine électrique tournante objet de l'invention, en fonction du nombre de spires de ladite machine,
- la figure 5 représente, sous forme de graphique, la tension parcourant un
15 bobinage dit haute tensions associé à un onduleur délivrant une tension HV d'une machine électrique tournante objet de l'invention, en fonction du ratio HV sur LV,
- la figure 6, représente, sous forme de tableau, une configuration particulière d'une paire de pôle d'une machine électrique tournante objet de l'invention
20 dans laquelle le ratio de spire HV sur LV est égal à 3,
- la figure 7, représente, sous forme de tableau, une configuration particulière d'une paire de pôle d'une machine électrique tournante objet de l'invention dans laquelle le ratio de spire HV sur LV est égal à 3,
- la figure 8, représente, sous forme de tableau, une configuration particulière
25 d'une paire de pôle d'une machine électrique tournante objet de l'invention dans laquelle le ratio de spire HV sur LV est environ égal à 3,46,
- la figure 9, représente, sous forme de tableau, une configuration particulière d'une paire de pôle d'une machine électrique tournante objet de l'invention dans laquelle le ratio de spire HV sur LV est égal à 3,
- 30 - la figure 10, représente, sous forme de tableau, une configuration particulière d'une paire de pôle d'une machine électrique tournante objet de l'invention dans laquelle le ratio de spire HV sur LV est égal à 3,

- la figure 11, représente, sous forme de tableau, une configuration particulière d'une paire de pôle d'une machine électrique tournante objet de l'invention dans laquelle le ratio de spire HV sur LV est environ égal à 3,46 et
- la figure 12, représente, sous forme de tableau, une configuration particulière d'une paire de pôle d'une machine électrique tournante objet de l'invention dans laquelle le ratio de spire HV sur LV est égal à 3.

DESCRIPTION DETAILLEE DE MODES DE REALISATION DE L'INVENTION

On note dès à présent que l'on entend par ratio de spire HV sur LV le rapport entre le nombre de spires par phase du bobinage associé à l'onduleur dit haute tension et le nombre de spires par phase associé à l'onduleur dit basse tension. On précise que les nombres de spires considérés sont les nombres de spires équivalent étoile. En d'autres termes, pour un système triphasé, dans le cas d'un couplage étoile on multiplie par 1 le nombre de spires par phase, pour obtenir le nombre de spires par phase équivalent étoile,

soit : Nombre de spires par phase équivalent étoile = Nombre de spires par phase dans un couplage étoile x 1.

Pour un système triphasé, dans le cas d'un couplage triangle on divise par racine carrée de 3 le nombre de spires par phase pour obtenir le nombre de spires par phase équivalent étoile,

soit : Nombre de spires par phase équivalent étoile = Nombre de spires par phase dans un couplage triangle / racine(3)

Pour un système pentaphasé, dans le cas d'un couplage étoile on multiplie par 1 le nombre de spires par phase, pour obtenir le nombre de spires équivalent étoile,

soit : Nombre de spires par phase équivalent étoile = Nombre de spires par phase dans un couplage étoile x 1.

Pour un système pentaphasé, dans le cas d'un couplage pentacle on divise par environ 1,9021 le nombre de spires par phase pour obtenir le nombre de spires par phase équivalent étoile

soit : Nombre de spires par phase équivalent étoile = Nombre de spires par phase dans un couplage pentacle / 1,9021

Pour un système pentaphasé, dans le cas d'un couplage pentagone on divise par environ 1,1756 le nombre de spires par phase pour obtenir le nombre de spires par phase équivalent étoile

5 soit : Nombre de spires par phase équivalent étoile = Nombre de spires par phase dans un couplage pentagone / 1,1756.

La présente description est donnée à titre non limitatif, chaque caractéristique d'un mode de réalisation pouvant être combinée à toute autre caractéristique de tout autre mode de réalisation de manière avantageuse.

10 On observe, en figure 1, une machine électrique tournante 20 comportant un stator muni d'un premier bobinage 30 et d'un deuxième bobinage 35 et un rotor ayant un axe géométrique de rotation et disposé à l'intérieur du stator, les deux bobinages étant respectivement associés à deux onduleurs 205, 210 de tensions différentes, l'un 205 dit haute tension délivrant une tension HV par exemple 48 volts et l'autre dit basse tension délivrant une tension LV par exemple 12 volts, dans
15 laquelle :

- le nombre de spires par phase du bobinage associé à l'onduleur 205 dit haute tension est compris entre quatorze et trente-huit
- le ratio entre le nombre de spires par phase du bobinage associé à l'onduleur 205 dit haute tension par rapport au nombre de spires par phase associé à
20 l'onduleur 210 dit basse tension est compris entre la valeur du rapport de la tension HV sur la tension LV plus deux et la valeur du rapport de la tension HV sur la tension LV moins deux.

La machine électrique tournante 20 est un moteur, un alternateur ou un alerno-démarrreur. Dans des modes de réalisation préférentiels la machine
25 électrique tournante 20 est un alerno-démarrreur. En d'autres termes la machine électrique tournante 20 assure les fonctions d'alternateur et de démarrreur en une seule machine contrôlée électroniquement. C'est-à-dire que la machine électrique tournante 20 alimente le véhicule en énergie électrique et recharge la batterie en roulant et démarre le moteur thermique à l'arrêt.

30 Dans des modes de réalisation la machine électrique tournante 20 assure au moins une fonction parmi les suivantes : arrêts et redémarrages automatiques du moteur et/ou aide électrique propulsive pour les fortes accélérations.

L'onduleur 205 est relié à une première source de tension 215. L'onduleur 210 est relié à une deuxième source de tension 220. Dans des modes de réalisation

préférentiels, la première et/ou la deuxième source de tension sont des batteries. Préférentiellement, les batteries utilisées sont des batteries ayant une tension nominale entre 12 et 48 volts.

Par exemple, l'onduleur 205 délivre une tension HV égale à 48 volts continue
5 à la première source de tension 215 par exemple une batterie et l'onduleur 210 délivre une tension LV égale à 12 volts continue à la deuxième source de tension 220, par exemple une batterie.

Selon cet exemple, l'onduleur 210 dit basse tension est adapté pour
10 fonctionner avec une source de tension de 12 volts et l'onduleur 205 dit haute tension est adapté pour fonctionner avec une source de tension de 48 volts. Dans cet exemple, l'onduleur 210 dit basse tension peut délivrer une tension LV de 12 volts et l'onduleur 205 dit haute tension peut délivrer une tension HV de 48 volts.

En fonctionnement, l'onduleur joue le rôle d'interface entre le bobinage qui lui
est associé et la batterie qui lui est associée. Ainsi, dans le mode de fonctionnement
15 moteur, la tension continue de la batterie est convertie en une tension alternative fournie pour alimenter le bobinage statorique. Dans le mode de fonctionnement alternateur, la tension alternative fournie par le bobinage statorique est convertie en une tension continue délivrée par l'onduleur pour charger la batterie. Etant entendu
20 que selon l'invention lorsqu'il est fait mention de tension HV ou LV, on se place du coté de la tension continue délivrée par l'onduleur à la batterie.

Toutefois, la tension sur chaque bus reliant la batterie et l'onduleur peut varier
autour des valeurs nominales des batteries par exemple 12 et 48 volts. Par exemple,
la tension sur le bus reliant l'onduleur délivrant une tension HV égale à 48 Volts peut
atteindre 52 Volts, tandis que la tension sur le bus reliant l'onduleur délivrant une
25 tension LV égale à 12 Volts peut atteindre 14 Volts. En fonctionnement, la tension délivrée par l'onduleur 210 dit basse tension est inférieure à la tension délivrée par l'onduleur 205 dit haute tension.

L'onduleur 205 dit haute tension fournit une tension à un deuxième bobinage
35. Le deuxième bobinage 35 peut être couplé en triangle ou en étoile dans le cas
30 triphasé. Dans le cas pentaphasé, le deuxième bobinage 35 peut être couplé en pentagone, pentacle ou étoile.

L'onduleur 210 dit basse tension fournit une tension à un premier bobinage
30. Le premier bobinage 30 peut être couplé en triangle ou en étoile. Dans le cas

pentaphasé, le premier bobinage 30 peut être couplé en pentagone, pentacle ou étoile.

On observe, en figure 2, sous forme de graphique, le couple, figuré en ordonné 305, en fonction du nombre la force magnétomotrice, figuré en abscisse 310, d'une machine électrique tournante objet de l'invention, alimentée par le bobinage 35 associé à l'onduleur dit haute tension.

On note que le couple est normalisé par rapport au couple maximum. Le couple est exprimé, sans unité, comme fraction du couple maximum. On note que la force magnétomotrice est exprimée en ampères tours.

Avantageusement la force magnétomotrice optimum est fixée entre 0,7 fois le couple maximum et 0,9 fois le couple maximum. Cette disposition permet un gain en couple optimal important sans dépense excessive de force magnétomotrice. En d'autres termes, au-delà de 0,9 il est nécessaire d'augmenter fortement la force magnétomotrice pour un faible gain en couple.

Il est entendu que la force magnétomotrice est le produit du nombre de spires par le courant. La force magnétomotrice est soit obtenue au moyen d'un courant fort et un faible nombre de spires soit au moyen d'un courant faible et un grand nombre de spires.

Dans des modes de réalisation préférentiels on sélectionne un couple de 0,75 fois le couple maximum. Dans d'autres modes de réalisation on sélectionne un couple entre 0,7 fois le couple maximum et 0,9 fois le couple maximum.

On observe en figure 3, un graphique de la variation du courant, exprimé en ampères efficaces, du bobinage 35 associé à l'onduleur dit haute tension en fonction du nombre de spires dudit bobinage d'une machine électrique tournante dont le couple est égal à 0,75 fois le couple maximum.

Les ampères efficaces du bobinage 35 associé à l'onduleur dit haute tension, sont figurés en ordonnée 315 et le nombre de spire est figuré en abscisse 320.

Dans des modes de réalisation préférentiels, le nombre de spires par phase équivalent étoile associées à l'onduleur dit haute tension délivrant une tension HT est supérieur à 14. Ces dispositions permettent de rester en dessous d'un courant maximum fixé à 340 ampères efficaces. La limitation en courant maximum permet l'utilisation d'onduleurs moins coûteux et ainsi une optimisation des coûts de production.

On observe en figure 4, une courbe de variation de la puissance d'une machine électrique tournante objet de l'invention, figurée en ordonnée 325 et exprimée en Watts, en fonction du nombre de spires par phase équivalent étoile de ladite machine, figuré en abscisse 330.

5 Pour une tension de bus fixée et un couple de machine électrique tournante fixé, la puissance de ladite machine est inversement proportionnelle au nombre de spires par phase équivalent étoile.

Dans des modes de réalisation préférentiels, le nombre de spires par phase équivalent étoile du bobinage 35 associé à l'onduleur dit haute tension est inférieur
10 ou égal à 38.

Ces dispositions permettent d'atteindre une puissance supérieure ou égale 15 kilowatts.

Dans des modes de réalisation préférentiels le nombre de spires par phase équivalent étoile du bobinage 35 associé à l'onduleur dit haute tension est compris
15 entre 14 et 38.

On observe en figure 5, un graphique du ratio HV sur LV, figuré en ordonnée 335, en fonction de la tension parcourant un bobinage 35 dit haute tension associé à un onduleur délivrant une tension HV, figuré en abscisse 340. On rappelle qu'on entend par ratio de spire HV sur LV le rapport entre le nombre de spires par phase
20 équivalent étoile du bobinage 35 associé à l'onduleur dit haute tension et le nombre de spires par phase équivalent étoile associé à l'onduleur dit basse tension.

On observe une courbe 505 d'évolution du ratio de spire HV sur LV pour un bobinage 30 dit basse tension associé à l'onduleur délivrant la tension LV lorsque la tension sur le bus reliant la batterie à l'onduleur est de 12 volts. On observe une
25 courbe 510 d'évolution du ratio de spire HV sur LV pour un bobinage 30 dit basse tension associé à l'onduleur délivrant la tension LV lorsque la tension sur le bus reliant la batterie à l'onduleur est de 14 volts.

Dans des modes de réalisation, le ratio du nombre de spires équivalent étoile par phase du bobinage associé à l'onduleur haute tension sur le nombre de spires
30 équivalent étoile par phase associé à l'onduleur dit basse tension est compris entre 2,5 et 4, par exemple entre 2,5 et 3,8.

Dans des modes de réalisation, le ratio du nombre de spires équivalent étoile par phase du bobinage associé à l'onduleur haute tension sur le nombre de spires

équivalent étoile par phase associé à l'onduleur dit basse tension est compris entre 2,5 et 3,5.

Ces dispositions permettent de prévenir des pertes de rendement. En particulier un ratio de spire HV sur LV inférieur à 4 permet de prévenir une perte de débit lorsque la machine électrique tournante fonctionne comme un alternateur. D'autre part un ratio de spire HV sur LV supérieur à 2,5 permet de prévenir une réduction de la puissance lorsque la machine électrique tournante fonctionne comme un alternateur ou comme un moteur.

De plus, un ratio de spire HV sur LV permet de prévenir des pertes de rendement. En effet les deux bobinages partagent le même flux provenant du rotor. Il est nécessaire d'adapter le nombre de spires par phase, sinon pour une demande sur un seul bobinage, associé à l'onduleur haute tension ou associé à l'onduleur basse tension, il sera nécessaire sur une large plage de vitesse d'alimenter également l'autre bobinage pour défluxer ce qui engendre des pertes de rendement.

On observe en figures 6 à 12 des schémas de bobinages mis en œuvre dans des modes de réalisation particuliers de l'invention. Les schémas de bobinage illustrent le passage du courant dans le stator d'une machine électrique tournante. Le stator est présente une forme d'anneau comportant sur sa surface intérieure une pluralité d'encoches. Une encoche est une cavité pratiquée dans la surface interne du stator et configurée pour abriter au moins un conducteur. Dans des modes de réalisation préférentiels le stator comporte 96, 72 ou 84 encoches.

Une encoche peut abriter plusieurs conducteurs. Dans des modes de réalisation une encoche peut abriter 1, 2, 3, 4 ou 6 conducteurs. Un conducteur est un élément apte à conduire le courant. Dans des modes de réalisation le conducteur est un faisceau de fils de cuivre parcourant une encoche de la face avant du stator à la phase arrière du stator. Préférentiellement les conducteurs sont montés en épingle sur les encoches du stator.

Les schémas de bobinage illustrent sous forme de tableau une paire de pôles d'un stator. Par exemple, pour un stator comportant huit paires de pôles, le schéma de bobinage doit être répliqué et mis bout à bout huit fois pour décrire l'ensemble de la circonférence du stator. Un mode de réalisation de machine électrique tournante comportant huit paires de pôles est illustré en figure 6. Par exemple, pour un stator comportant six paires de pôles le schéma de bobinage doit être répété six fois et mis bout à bout pour décrire l'ensemble de la circonférence du stator.

Chaque colonne d'un schéma de bobinage correspond à une encoche du stator. Les colonnes des schémas de bobinages sont numérotées dans la première case de chaque colonne. Chaque lettre suivi d'un signe plus (signe +) ou d'un signe moins (signe -) dans un schéma de bobinage correspond à un conducteur.

5 Le signe plus ou le signe moins indique le sens du courant parcourant le conducteur dans une encoche. Le courant parcourant un conducteur se déplace soit de la face avant du stator vers la face arrière du stator soit de la face arrière du stator vers la face avant du stator. Le courant parcourant un conducteur annoté d'un signe moins se déplace dans le sens inverse d'un courant parcourant un
10 conducteur annoté d'un signe plus.

Dans des modes de réalisation le stator est bobiné selon un pas de 6. Autrement dit, dans un bobinage bobiné selon un pas de 6, deux conducteurs successifs d'une même phase sont écartés de 6 encoches.

15 Une spire est formée soit par deux conducteurs successifs d'une même phase et d'un même bobinage reliés entre eux soit par deux groupes de conducteurs montés parallèle successifs d'une même phase et d'un même bobinage reliés entre eux.

20 Une spire relie un conducteur, ou groupe de conducteur monté en parallèle, annoté du signe plus avec un conducteur, ou groupe de conducteur monté en parallèle, annoté du signe moins. Les lettres A, B et C désignent les conducteurs associés respectivement à trois phases A, B et C d'une machine électrique tournante triphasée.

25 Pour chaque phase, deux conducteurs successifs qui appartiennent à la même phase A, B, ou C, correspondent lorsqu'on suit le pourtour du stator à un conducteur et celui qui le suit pour le même bobinage et la même phase. En d'autres termes, pour le bobinage haute tension, les deux conducteurs successifs sont ceux qui pour une même phase par exemple A, B ou C se suivent lorsqu'on suit le pourtour du stator. De même, pour le bobinage basse tension, les deux conducteurs successifs sont ceux qui pour une même phase par exemple A, B ou C se suivent
30 lorsqu'on suit le pourtour du stator.

Dans des modes de réalisation le bobinage est réalisé selon un pas de 6 et de l'extérieur vers l'intérieur du stator.

Dans des modes de réalisation, le nombre de spires par phase du bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est un multiple entier du nombre de paire de pôle.

5 Dans des modes de réalisation, le ratio entre les nombre de spires par phase du bobinage associé à l'onduleur haute tension par rapport au nombre de spires par phase associé à l'onduleur dit basse tension est égal à 3. Ces modes de réalisations sont notamment illustrés par les figures 6, 7, 9, 10 et 12.

10 Dans des modes de réalisation, le ratio entre les nombre de spires par phase du bobinage équivalent étoile associé à l'onduleur haute tension par rapport au nombre de spires par phase équivalent étoile associé à l'onduleur dit basse tension est environ égal à 3,46. Ces modes de réalisations sont notamment illustrés par les figures 8 et 11.

15 On observe en figure 6, le schéma de bobinage d'un mode de réalisation particulier d'une paire de pôle d'une machine électrique tournante objet de l'invention dans laquelle le ratio de spire HV sur LV est égal à 3.

Dans des modes de réalisation, le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est couplé en étoile et comporte 24 spires par phase et le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est couplé en étoile et comporte 8 spires par phase.

20 Le stator 60 comporte 96 encoches. Chaque encoche abrite 2 conducteurs pour un total de 192 conducteurs. Le stator 60 comporte 8 paires des pôles tels qu'illustrés en figure 6. Il est donc nécessaire de reproduire 8 fois le schéma en figure 6 pour décrire l'ensemble de la circonférence du stator.

25 Le stator 60 comporte dix-huit conducteurs, par paire de pôle, associés à l'onduleur dit haute tension. Les conducteurs associé à l'onduleur dit haute tension sont figurés par les cases à fond blanc sur les schémas de bobinage. Le stator 60 comporte 6 conducteurs, par paire de pôle, associés à l'onduleur dit basse tension délivrant une tension LV. Les conducteurs associé à l'onduleur dit basse tension sont figurés par les cases à fond noir sur le schéma de bobinage.

30 La moitié des encoches du stator 60 comportent chacune deux conducteurs du bobinage associé à l'onduleur dit haute tension. L'autre moitié des encoches comportent chacune un conducteur du bobinage associé à l'onduleur dit haute tension et un conducteur associé à l'onduleur dit basse tension.

Le stator 60 est bobiné selon un pas de 6. Autrement dit deux conducteurs successifs d'une même phase et d'un même bobinage sont écartés de 6 encoches.

Une spire est formée par deux conducteurs successifs d'une même phase et d'un même bobinage reliés entre eux, un conducteur annoté du signe plus et un conducteur annoté du signe moins. Le facteur de bobinage du stator 60 selon ce mode de réalisation est d'environ 0,96 et l'angle entre les deux bobinages dit haute tension et dit basse tension est de 20 degrés électrique.

On observe en figure 7, une configuration particulière d'une paire de pôle d'une machine électrique tournante objet de l'invention dans laquelle le ratio de spire HV sur LV est égal à 3. Il est obtenu par permutation circulaire des phases du bobinage associé à l'onduleur dit basse tension.

Le stator comporte 96 encoches. Chaque encoche abrite 2 conducteurs pour un total de 192 conducteurs. Le stator comporte 8 paires des pôles tels qu'illustrés en figure 7. Il est donc nécessaire de reproduire 8 fois le schéma en figure 7 pour décrire l'ensemble de la circonférence du stator.

Le stator comporte dix-huit conducteurs, par paire de pôle, associés à l'onduleur dit haute tension. Les conducteurs associés à l'onduleur dit haute tension sont figurés par les cases à fond blanc sur les schémas de bobinage. Le stator comporte 6 conducteurs, par paire de pôle, associés à l'onduleur dit basse tension délivrant une tension LV. Les conducteurs associés à l'onduleur dit basse tension sont figurés par les cases à fond noir sur le schéma de bobinage.

La moitié des encoches du stator comportent chacune deux conducteurs du bobinage associé à l'onduleur dit haute tension. L'autre moitié des encoches comportent chacune un conducteur du bobinage associé à l'onduleur dit haute tension et un conducteur associé à l'onduleur dit basse tension.

Le stator est bobiné selon un pas de 6. Autrement dit deux conducteurs successifs d'une même phase et d'un même bobinage sont écartés de 6 encoches. Une spire est formée par deux conducteurs successifs d'une même phase et d'un même bobinage reliés entre eux, un conducteur annoté du signe plus et un conducteur annoté du signe moins. Le facteur de bobinage du stator selon ce mode de réalisation est d'environ 0,96 et l'angle entre les deux bobinages dit haute tension et dit basse tension est de 40 degrés.

On observe en figure 8, représente, sous forme de tableau, une configuration particulière d'une paire de pôle d'une machine électrique tournante objet de l'invention dans laquelle le ratio de spires équivalent étoile HV sur LV est environ égal à 3,46.

Dans des modes de réalisation, le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est couplé en étoile et comporte 24 spires par phase et le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est couplé en triangle et comporte 12 spires par phase.

5 Le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est comporte 12 spires par phase couplée en étoiles soit un équivalent d'environ 6,92 spires par phase en équivalent étoile.

10 Le stator comporte 72 encoches. Chaque encoche abrite 4 conducteurs pour un total de 288 conducteurs. Le stator comporte 6 paires des pôles. Il est donc nécessaire de reproduire six fois le schéma en figure 8 pour décrire l'ensemble de la circonférence du stator.

15 Le stator comporte 24 conducteurs, par paire de pôle, associés à l'onduleur dit haute tension. Les conducteurs associé à l'onduleur dit haute tension sont figurés par les cases à fond blanc sur les schémas de bobinage. Le stator comporte 24 conducteurs, par paire de pôle, associés à l'onduleur dit basse tension délivrant une tension LV. Les conducteurs associé à l'onduleur dit haute tension sont figurés par les cases à fond noir sur le schéma de bobinage. Les conducteurs du bobinage dit basse tension sont montés deux par deux en parallèle. Si bien que le bobinage dit basse tension comporte 2 groupes de 2 conducteurs par encoche.

20 La moitié des encoches du stator comportent chacune quatre conducteurs du bobinage associé à l'onduleur dit haute tension. L'autre moitié des encoches comportent chacune quatre conducteurs associés à l'onduleur dit basse tension monté en parallèle deux par deux. En d'autres termes, l'autre moitié des encoches comportent chacune deux groupes de 2 conducteurs associés à l'onduleur dit basse tension.

25 Le stator est bobiné selon un pas de 6. Autrement dit deux conducteurs successifs d'une même phase et d'un même bobinage sont écartés de 6 encoches. Une spire est formée soit par deux conducteurs successifs d'une même phase et d'un même bobinage reliés entre eux soit par deux groupes de conducteurs successifs d'une même phase et d'un même bobinage reliés entre eux. En particulier
30 dans ce mode de réalisation une spire est formée par deux conducteurs successifs d'une même phase reliés entre eux sur le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension. En particulier dans ce mode de réalisation une spire est formée par deux groupes de deux conducteurs successifs d'une même phase reliés entre eux sur le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension.

Une spire relie un conducteur, ou groupe de conducteurs monté en parallèle, annoté du signe plus avec un conducteur, ou un groupe de conducteur monté en parallèle, annoté du signe moins.

On observe en figure 9, représente, sous forme de tableau, une configuration particulière d'une paire de pôle d'une machine électrique tournante objet de l'invention dans laquelle le ratio de spire HV sur LV est égal à 3.

Dans des modes de réalisation, le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est couplé en étoile et comporte 21 spires par phase et le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est couplé en étoile et comporte 8 spires par phase.

Le stator comporte 84 encoches. Chaque encoche abrite 3 conducteurs pour un total de 252 conducteurs. Le stator comporte 7 paires des pôles. Il est donc nécessaire de reproduire 7 fois le schéma en figure 9 pour décrire l'ensemble de la circonférence du stator.

Le stator comporte 18 conducteurs, par paire de pôle, associés à l'onduleur dit haute tension. Les conducteurs associé à l'onduleur dit haute tension sont figurés par les cases à fond blanc sur les schémas de bobinage. Le stator comporte 18 conducteurs, par paire de pôle, associés à l'onduleur dit basse tension délivrant une tension LV. Les conducteurs associé à l'onduleur dit basse tension sont figurés par les cases à fond noir sur le schéma de bobinage. Les trois conducteurs du bobinage dit basse tension sont montés en parallèle. Si bien que le bobinage dit basse tension comporte un groupe de 3 conducteurs par encoche.

La moitié des encoches du stator comportent chacune trois conducteurs du bobinage associé à l'onduleur dit haute tension. L'autre moitié des encoches comportent chacune trois conducteurs associés à l'onduleur dit basse tension et montés en parallèle. En d'autres termes, l'autre moitié des encoches comportent chacune un groupe de 3 conducteurs associés à l'onduleur dit basse tension.

Le stator est bobiné selon un pas de 6. Autrement dit deux conducteurs successifs d'une même phase et d'un même bobinage sont écartés de 6 encoches. Une spire est formée soit par deux conducteurs successifs d'une même phase et d'un même bobinage reliés entre eux soit par deux groupes de conducteurs successifs reliés entre eux. En particulier dans ce mode de réalisation une spire est formée par deux conducteurs successifs d'une même phase reliés entre eux sur le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension. En particulier dans ce mode de réalisation une spire est formée par deux groupes de trois conducteurs successifs

d'une même phase reliés entre eux sur le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension.

Une spire relie un conducteur, ou groupe de conducteurs montés en parallèle, annoté du signe plus avec un conducteur, ou groupe de conducteurs montés en parallèle, annoté du signe moins.

On observe en figure 10, une configuration particulière d'une paire de pôle d'une machine électrique tournante objet de l'invention dans laquelle le ratio de spire HV sur LV est égal à 3.

Dans des modes de réalisation, le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est couplé en étoile et comporte 21 spires par phase et le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est couplé en étoile et comporte sept spires par phase.

Le stator comporte 84 encoches. Chaque encoche abrite 6 conducteurs pour un total de 504 conducteurs. Le stator comporte sept paires des pôles. Il est donc nécessaire de reproduire sept fois le schéma en figure 10 pour décrire l'ensemble de la circonférence du stator.

Le stator comporte 36 conducteurs, par paire de pôle, associés à l'onduleur dit haute tension. Les conducteurs associé à l'onduleur dit haute tension sont figurés par les cases à fond blanc sur les schémas de bobinage. Le stator comporte 36 conducteurs, par paire de pôle, associés à l'onduleur dit basse tension délivrant une tension LV. Les conducteurs associé à l'onduleur dit basse tension sont figurés par les cases à fond noir sur le schéma de bobinage. Les conducteurs du bobinage dit basse tension sont montés trois par trois en parallèle.

La moitié des encoches du stator comportent chacune six conducteurs du bobinage associé à l'onduleur dit haute tension et montés deux par deux en parallèle. L'autre moitié des encoches comportent chacune six conducteurs associés à l'onduleur dit basse tension et montés trois par trois en parallèle.

En d'autres termes, la moitié des encoches comportent chacune trois groupes de 2 conducteurs associés à l'onduleur dit haute tension. Et l'autre moitié des encoches comportent chacune deux groupe de 3 conducteurs associés à l'onduleur dit basse tension.

Le stator est bobiné selon un pas de 6. Autrement dit deux conducteurs successifs d'une même phase et d'un même bobinage sont écartés de 6 encoches. Une spire est formée soit par deux conducteurs successifs d'une même phase et d'un même bobinage reliés entre eux soit par deux groupes de conducteurs

successifs d'une même phase et d'un même bobinage reliés entre eux. En particulier dans ce mode de réalisation une spire est formée par deux groupes de deux conducteurs successifs d'une même phase reliés entre eux sur le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension. En particulier dans ce mode de réalisation une spire

5 est formée par deux groupes de trois conducteurs successifs d'une même phase reliés entre eux sur le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension.

Une spire relie un conducteur, ou groupe de conducteurs montés en parallèle, annoté du signe plus avec un conducteur, ou groupe de conducteurs montés en parallèle, annoté du signe moins.

10 On observe en figure 11, une configuration particulière d'une paire de pôle d'une machine électrique tournante objet de l'invention dans laquelle le ratio de spire HV sur LV est environ égal à 3,46.

Dans des modes de réalisation, le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est couplé en étoile et comporte 28 spires par phase et le bobinage associé

15 à l'onduleur dit basse tension est couplé en triangle et comporte 14 spires par phase.

Le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est comporte 14 spires par phase couplée en étoiles soit un équivalent d'environ 8,08 spires par phase en équivalent étoile.

Le stator comporte 84 encoches. Chaque encoche abrite 4 conducteurs pour

20 un total de 336 conducteurs. Le stator comporte 7 paires des pôles. Il est donc nécessaire de reproduire 7 fois le schéma en figure 11 pour décrire l'ensemble de la circonférence du stator.

Le stator comporte 24 conducteurs, par paire de pôle, associés à l'onduleur dit haute tension. Les conducteurs associé à l'onduleur dit haute tension sont figurés

25 par les cases à fond blanc sur le schéma de bobinage. Le stator comporte 24 conducteurs, par paire de pôle, associés à l'onduleur dit basse tension délivrant une tension LV. Les conducteurs associé à l'onduleur dit basse tension sont figurés par les cases à fond noir sur le schéma de bobinage. Les conducteurs du bobinage dit basse tension sont montés deux par deux en parallèle.

30 La moitié des encoches du stator comportent chacune quatre conducteurs du bobinage associé à l'onduleur dit haute tension. L'autre moitié des encoches comportent chacune deux groupes de deux conducteurs associés à l'onduleur dit basse tension.

Le stator est bobiné selon un pas de 6. Autrement dit deux conducteurs successifs d'une même phase et d'un même bobinage sont écartés de 6 encoches. Une spire est formée soit par deux conducteurs successifs d'une même phase et d'un même bobinage reliés entre eux soit par deux groupes de conducteurs successifs d'une même phase et d'un même bobinage reliés entre eux. En particulier dans ce mode de réalisation une spire est formée par deux conducteurs successifs d'une même phase reliés entre eux sur le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension. En particulier dans ce mode de réalisation une spire est formée par deux groupes de deux conducteurs successifs d'une même phase reliés entre eux sur le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension.

Une spire relie un conducteur, ou groupe de conducteur monté en parallèle, annoté du signe plus avec un conducteur, ou groupe de conducteur monté en parallèle, annoté du signe moins.

On observe en figure 12, une configuration particulière d'une paire de pôle d'une machine électrique tournante objet de l'invention dans laquelle le ratio de spire HV sur LV est égal à 3.

Dans des modes de réalisation, le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est couplé en triangle et comporte 42 spires par phase et le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est couplé en triangle et comporte 14 spires par phase.

Le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est comporte 42 spires par phase couplée en étoiles soit un équivalent d'environ 24,25 spires par phase en équivalent étoile.

Le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est comporte 14 spires par phase couplée en étoiles soit un équivalent d'environ 8,08 spires par phase en équivalent étoile.

Le stator comporte 84 encoches. Chaque encoche abrite 6 conducteurs pour un total de 504 conducteurs. Le stator comporte sept paires des pôles. Il est donc nécessaire de reproduire sept fois le schéma en figure 12 pour décrire l'ensemble de la circonférence du stator.

Le stator comporte 36 conducteurs, par paire de pôle, associés à l'onduleur dit haute tension. Les conducteurs associé à l'onduleur dit haute tension sont figurés par les cases à fond blanc sur les schémas de bobinage. Le stator comporte 36 conducteurs, par paire de pôle, associés à l'onduleur dit basse tension délivrant une

tension LV. Les conducteurs associé à l'onduleur dit basse tension sont figurés par les cases à fond noir sur le schéma de bobinage. Les conducteurs du bobinage dit basse tension sont montés trois par trois en parallèle.

5 La moitié des encoches du stator comportent chacune six conducteurs du bobinage associé à l'onduleur dit haute tension. L'autre moitié des encoches comportent chacune deux groupes de trois conducteurs associés à l'onduleur dit basse tension.

10 Le stator est bobiné selon un pas de 6. Autrement dit deux conducteurs successifs d'une même phase et d'un même bobinage sont écartés de 6 encoches. Une spire est formée soit par deux conducteurs successifs d'une même phase et d'un même bobinage reliés entre eux soit par deux groupes de conducteurs d'une même phase et d'un même bobinage successifs reliés entre eux. En particulier dans ce mode de réalisation une spire est formée par deux conducteurs successifs d'une même phase reliés entre eux sur le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension.

15 En particulier dans ce mode de réalisation une spire est formée par deux groupes de trois conducteurs successifs d'une même phase reliés entre eux sur le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension.

20 Une spire relie un conducteur, ou groupe de conducteur monté en parallèle, annoté du signe plus avec un conducteur, ou groupe de conducteur monté en parallèle, annoté du signe moins.

REVENDICATIONS

1. Machine électrique tournante (20) comportant un stator muni de deux bobinages et un rotor ayant un axe géométrique de rotation et disposé à l'intérieur du stator, les deux bobinages étant respectivement associés à deux onduleurs (205, 210) de tensions différentes, l'un dit haute tension délivrant une tension HV et l'autre dit basse tension délivrant une tension LV, caractérisé en ce que :
- le nombre de spires par phase équivalent étoile du bobinage (35) associé à l'onduleur dit haute tension est compris entre quatorze et trente-huit ; et
 - le ratio entre les nombre de spires par phase équivalent étoile du bobinage (30) associé à l'onduleur haute tension par rapport au nombre de spires par phase équivalent étoile associé à l'onduleur dit basse tension est compris entre la valeur du rapport de la tension HV sur la tension LV plus deux et la valeur du rapport de la tension HV sur la tension LV moins deux.
2. Machine électrique tournante (20) selon la revendication 1, dans laquelle le ratio du nombre de spires par phase équivalent étoile du bobinage associé à l'onduleur haute tension sur le nombre de spires par phase équivalent étoile associé à l'onduleur dit basse tension est compris entre 2,5 et ,4, par exemple entre 2,5 et 3,8.
3. Machine électrique tournante (20) selon l'une des revendications 1 ou 2, dans laquelle le nombre de spires par phase équivalent étoile du bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est un multiple entier du nombre de paire de pôle.
4. Machine électrique tournante (20) selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle le ratio entre les nombre de spires par phase équivalent étoile du bobinage associé à l'onduleur haute tension par rapport au nombre de spires par phase équivalent étoile associé à l'onduleur dit basse tension est égal à 3.
5. Machine électrique tournante (20) selon la revendication 4, dans laquelle le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est couplé en étoile et comporte vingt-quatre spires par phase équivalent étoile et le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est couplé en étoile et comporte huit spires par phase équivalent étoile.

6. Machine électrique tournante (20) selon la revendication 4, dans laquelle le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est couplé en étoile et comporte vingt-et-une spires par phase équivalent étoile et le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est couplé en étoile et comporte sept spires par phase équivalent étoile.
7. Machine électrique tournante (20) selon la revendication 4, dans laquelle le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est couplé en triangle et comporte quarante-deux spires par phase soit 24,25 équivalent étoile et le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est couplé en triangle et comporte quatorze spires par phase soit 8,08 spires par phase en équivalent étoile.
8. Machine électrique tournante (20) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le ratio entre les nombre de spires par phase équivalent étoile du bobinage associé à l'onduleur haute tension par rapport au nombre de spires par phase équivalent étoile associé à l'onduleur dit basse tension est environ égal à 3,46.
9. Machine électrique tournante (20) selon la revendication 4, dans laquelle le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est couplé en étoile et comporte vingt-quatre spires par phase équivalent étoile et le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est couplé en triangle et comporte douze spires par phase soit 6,92 équivalent étoile.
10. Machine électrique tournante (20) selon la revendication 4, dans laquelle le bobinage associé à l'onduleur dit haute tension est couplé en étoile et comporte 28 spires par phase équivalent étoile et le bobinage associé à l'onduleur dit basse tension est couplé en triangle et comporte quatorze spires par phase soit 8,08 spires par phase en équivalent étoile.
11. Machine électrique tournante (20), selon l'une des revendications précédentes dans lequel l'onduleur dit basse tension est adapté pour fonctionner avec une source

de tension de 12 volts et l'onduleur dit haute tension est adapté pour fonctionner avec une source de tension de 48 volts.

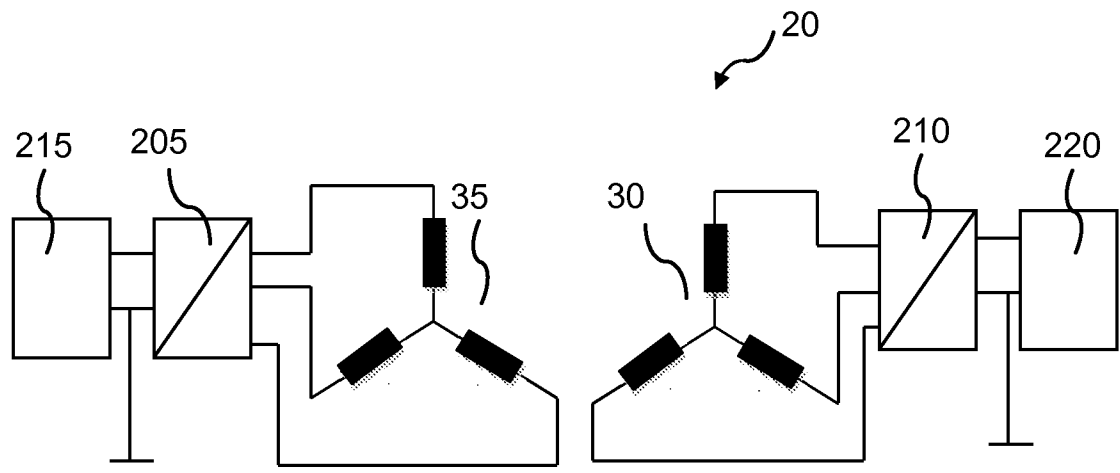


FIG 1

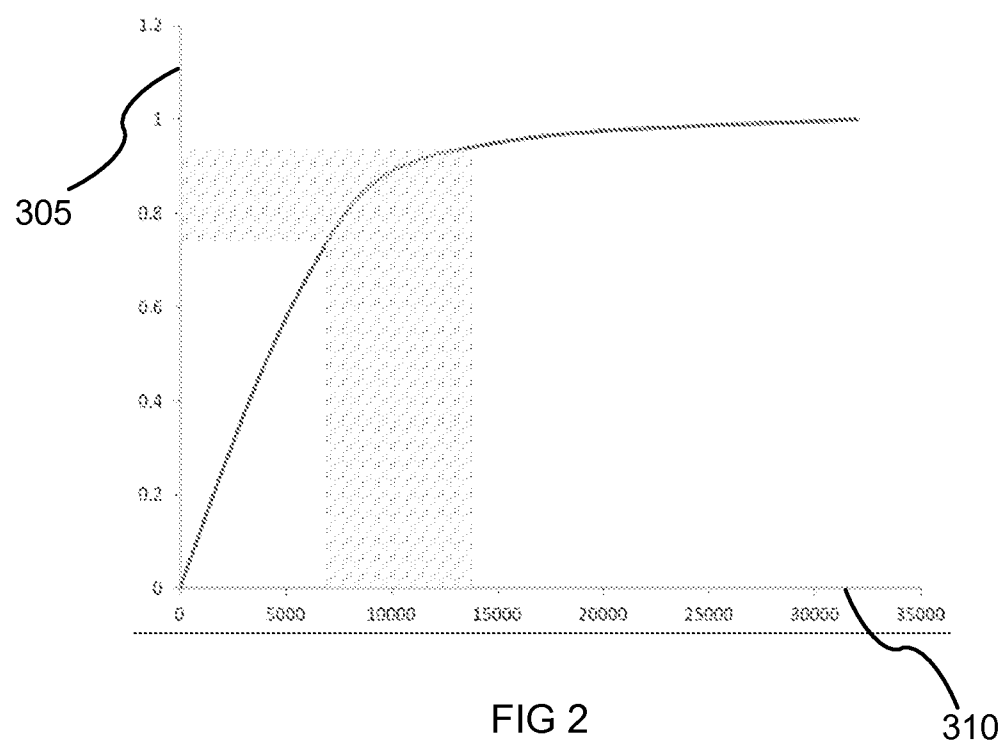


FIG 2

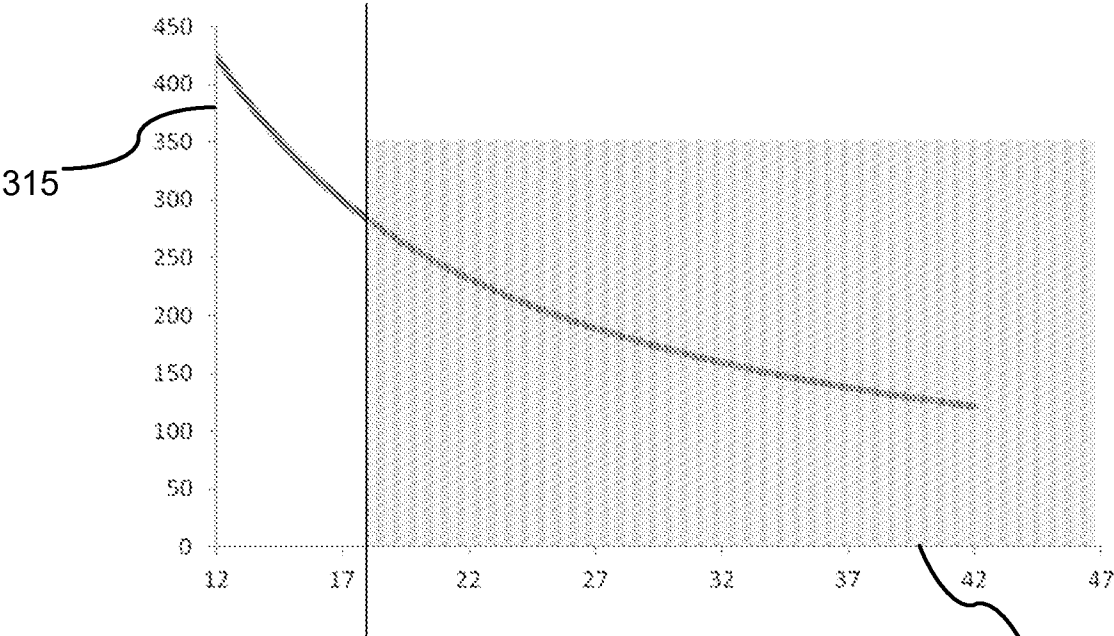


FIG 3

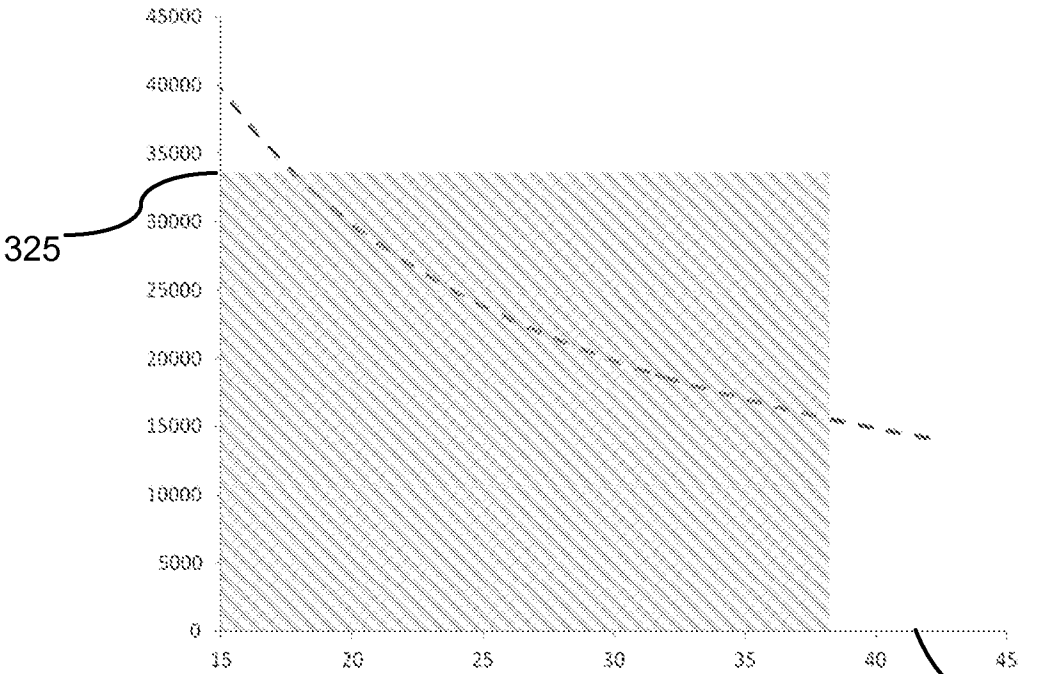
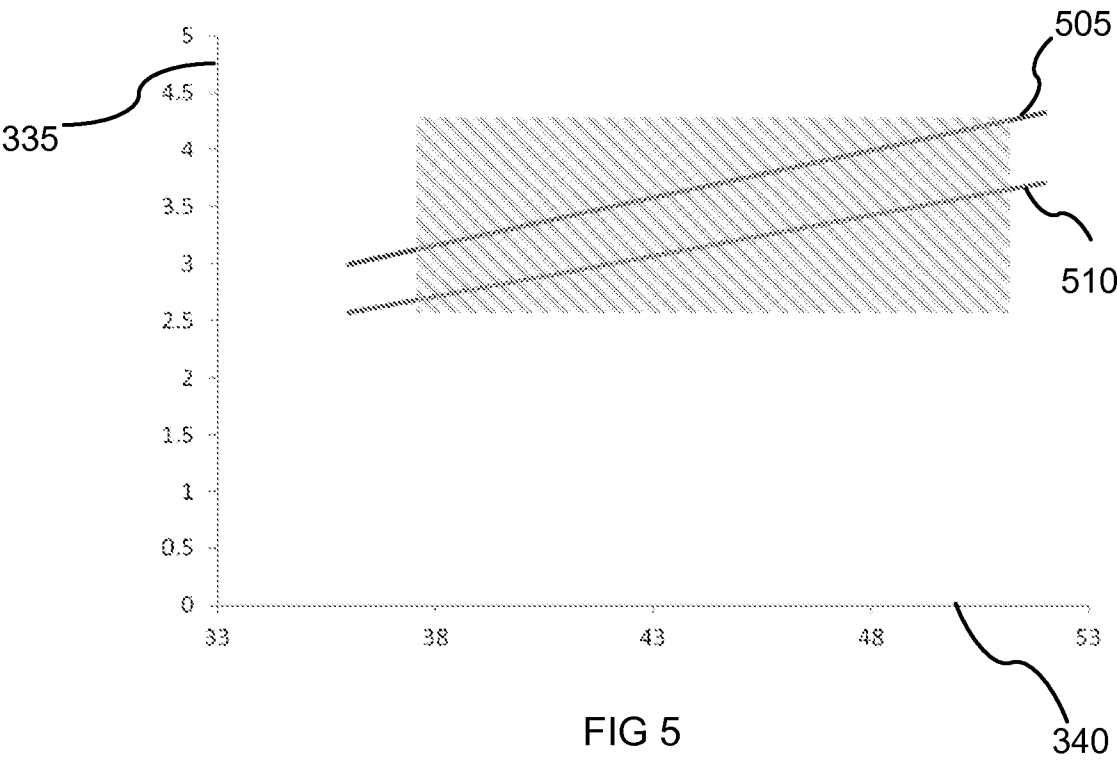


FIG 4



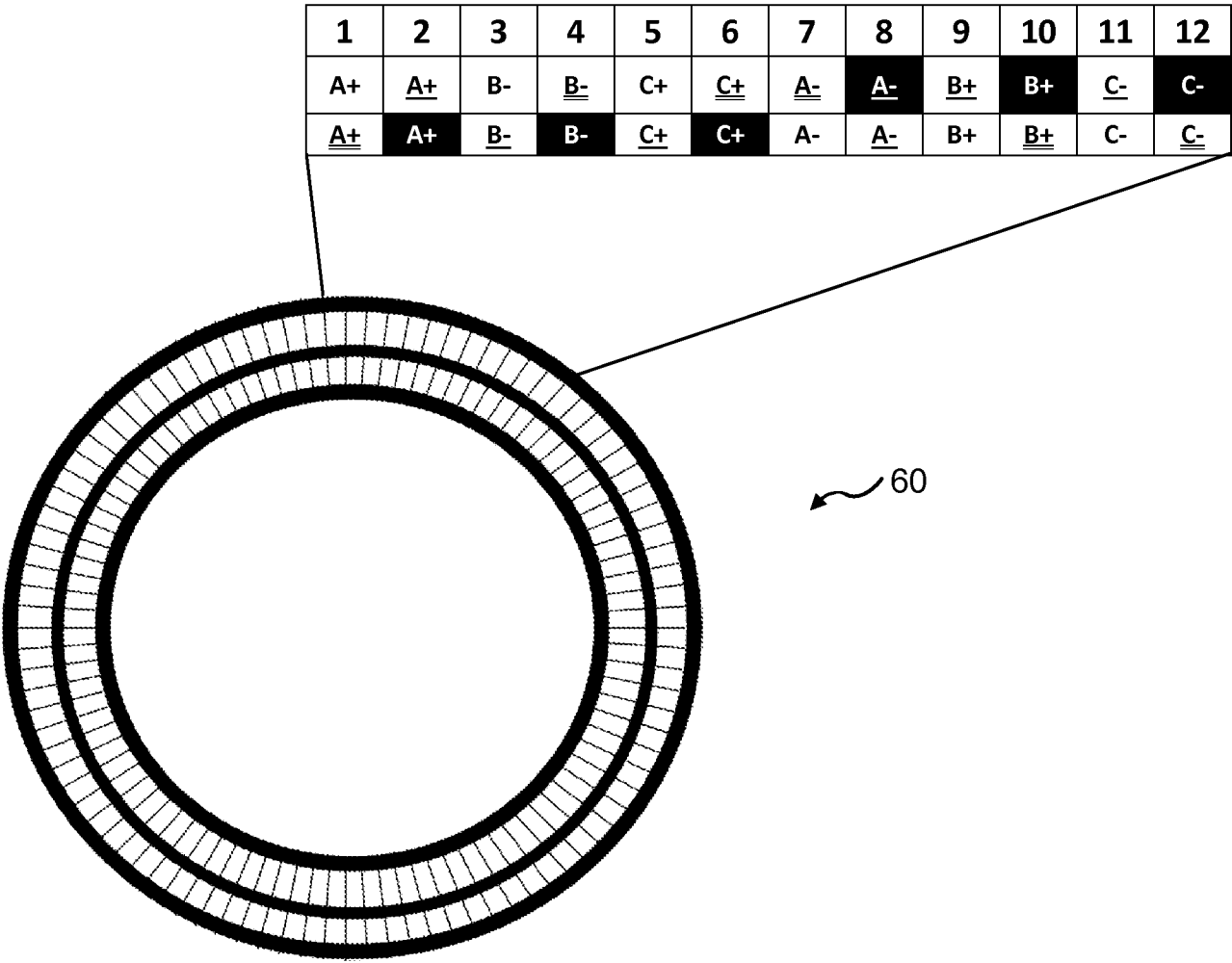


FIG 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A+	<u>A+</u>	B-	<u>B-</u>	C+	<u>C+</u>	<u>A-</u>	B-	<u>B+</u>	C-	<u>C-</u>	<u>A+</u>
<u>A+</u>	B+	<u>B-</u>	C+	<u>C+</u>	<u>A-</u>	A-	<u>A-</u>	B+	<u>B+</u>	C-	<u>C-</u>

FIG 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A+	A+	B-	B-	C+	C+	A-	A-	<u>B1+</u>	B+	<u>C-</u>	C-
<u>A+</u>	A+	<u>B-</u>	B-	<u>C+</u>	C+	A-	A-	B1+	B+	C-	C-
A+	A+	B-	B-	C+	C+	A-	A-	B1+	B+	C-	C-
A+	A+	B-	B-	C+	C+	A-	A-	B1+	B+	C-	C-

FIG 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A+	<u>A+</u>	B-	B-	C+	C+	A-	<u>A-</u>	<u>B+</u>	B+	<u>C-</u>	C-
<u>A+</u>	<u>A+</u>	<u>B-</u>	B-	<u>C+</u>	C+	A-	<u>A-</u>	B+	B+	C-	C-
A+	<u>A+</u>	B-	B-	C+	C+	<u>A-</u>	<u>A-</u>	B+	B+	C-	C-

FIG 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A+	A+	B-	B-	C+	C+	A-	A-	B+	B+	C-	C-
A+	A+	B-	B-	C+	C+	A-	A-	B+	B+	C-	C-
<u>A+</u>	A+	<u>B-</u>	B-	<u>C+</u>	C+	<u>A-</u>	A-	<u>B+</u>	B+	<u>C-</u>	C-
<u>A+</u>	A+	<u>B-</u>	B-	<u>C+</u>	C+	<u>A-</u>	A-	<u>B+</u>	B+	<u>C-</u>	C-
A+	A+	B-	B-	C+	C+	A-	A-	B+	B+	C-	C-
A+	A+	B-	B-	C+	C+	A-	A-	B+	B+	C-	C-

FIG 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A+	<u>A+</u>	B-	<u>B-</u>	C+	<u>C+</u>	A-	A-	<u>B+</u>	B+	<u>C-</u>	C-
<u>A+</u>	<u>A+</u>	<u>B-</u>	<u>B-</u>	<u>C+</u>	<u>C+</u>	A-	A-	B+	B+	C-	C-
<u>A+</u>	A+	<u>B-</u>	B-	<u>C+</u>	C+	<u>A-</u>	<u>A-</u>	B+	<u>B+</u>	C-	<u>C-</u>
A+	A+	B-	B-	C+	C+	<u>A-</u>	<u>A-</u>	<u>B+</u>	<u>B+</u>	<u>C-</u>	<u>C-</u>

FIG 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A+	A+	B-	B-	C+	C+	<u>A-</u>	<u>A-</u>	B+	<u>B+</u>	C-	<u>C-</u>
<u>A+</u>	A+	<u>B-</u>	B-	C+	C+	<u>A-</u>	<u>A-</u>	<u>B+</u>	<u>B+</u>	<u>C-</u>	<u>C-</u>
<u>A+</u>	A+	<u>B-</u>	B-	<u>C+</u>	C+	A-	<u>A-</u>	<u>B+</u>	<u>B+</u>	<u>C-</u>	<u>C-</u>
<u>A+</u>	A+	<u>B-</u>	<u>B-</u>	<u>C+</u>	<u>C+</u>	<u>A-</u>	A-	<u>B+</u>	B+	<u>C-</u>	C-
A+	<u>A+</u>	B-	<u>B-</u>	C+	<u>C+</u>	A-	A-	B+	B+	C-	C-
<u>A+</u>	<u>A+</u>	<u>B-</u>	<u>B-</u>	C+	<u>C+</u>	A-	A-	B+	B+	<u>C-</u>	C-

FIG 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/051627

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H02K3/28 H02P25/22 H02K21/48
ADD. H02K11/33 H02K16/04

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)
H02K H02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2013 112525 A1 (ZF LENKSYSTEME GMBH [DE]) 21 May 2015 (2015-05-21) paragraphs [0011], [0014], [0015], [0042]; figure 2 -----	1-8,11
Y	US 2009/026895 A1 (CHAKRABARTI SIBAPRASAD [US] ET AL) 29 January 2009 (2009-01-29) paragraph [0032]; figures 1,9 -----	1-8,11
Y	US 2015/028704 A1 (OHSAWA KUNIHIRO [JP] ET AL) 29 January 2015 (2015-01-29) paragraphs [0035] - [0037]; figure 3 -----	7
A	CA 2 519 968 A1 (DENSO CORP [JP]) 17 March 2006 (2006-03-17) page 7, ligne 24 - page 8, ligne 5 ; page 26, ligne 18 - page 28, ligne 2; figure 3 ----- -/-	1,9,10



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

1 November 2016

Date of mailing of the international search report

08/11/2016

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

Fernandez, Victor

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2016/051627

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 929 611 A (SCOTT HAROLD C [US] ET AL) 27 July 1999 (1999-07-27) column 4, lines 21-49; figures 6,7a -----	1
A	DE 10 2008 034663 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 26 February 2009 (2009-02-26) paragraphs [0019], [0023], [0035]; figures 2,3 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/051627

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102013112525 A1	21-05-2015	NONE	
US 2009026895 A1	29-01-2009	CN 101355341 A	28-01-2009
		DE 102008034542 A1	19-02-2009
		US 2009026895 A1	29-01-2009
US 2015028704 A1	29-01-2015	JP 5802581 B2	28-10-2015
		JP 2013192360 A	26-09-2013
		US 2015028704 A1	29-01-2015
		WO 2013136845 A1	19-09-2013
CA 2519968 A1	17-03-2006	CA 2519968 A1	17-03-2006
		DE 102005044341 A1	06-04-2006
		JP 4479437 B2	09-06-2010
		JP 2006087248 A	30-03-2006
US 5929611 A	27-07-1999	US 5929611 A	27-07-1999
		US 6034511 A	07-03-2000
		WO 9847217 A1	22-10-1998
DE 102008034663 A1	26-02-2009	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051627

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H02K3/28 H02P25/22 H02K21/48 ADD. H02K11/33 H02K16/04		
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) H02K H02P		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	DE 10 2013 112525 A1 (ZF LENKSYSTEME GMBH [DE]) 21 mai 2015 (2015-05-21) alinéas [0011], [0014], [0015], [0042]; figure 2	1-8,11
Y	US 2009/026895 A1 (CHAKRABARTI SIBAPRASAD [US] ET AL) 29 janvier 2009 (2009-01-29) alinéa [0032]; figures 1,9	1-8,11
Y	US 2015/028704 A1 (OHSAWA KUNIHIRO [JP] ET AL) 29 janvier 2015 (2015-01-29) alinéas [0035] - [0037]; figure 3	7
A	CA 2 519 968 A1 (DENSO CORP [JP]) 17 mars 2006 (2006-03-17) page 7, ligne 24 - page 8, ligne 5 ; page 26, ligne 18 - page 28, ligne 2; figure 3	1,9,10
----- -/-		
☒ 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 1 novembre 2016		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 08/11/2016
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 Fernandez, Victor

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 929 611 A (SCOTT HAROLD C [US] ET AL) 27 juillet 1999 (1999-07-27) colonne 4, lignes 21-49; figures 6,7a -----	1
A	DE 10 2008 034663 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 26 février 2009 (2009-02-26) alinéas [0019], [0023], [0035]; figures 2,3 -----	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051627

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102013112525 A1	21-05-2015	AUCUN	
US 2009026895 A1	29-01-2009	CN 101355341 A	28-01-2009
		DE 102008034542 A1	19-02-2009
		US 2009026895 A1	29-01-2009
US 2015028704 A1	29-01-2015	JP 5802581 B2	28-10-2015
		JP 2013192360 A	26-09-2013
		US 2015028704 A1	29-01-2015
		WO 2013136845 A1	19-09-2013
CA 2519968 A1	17-03-2006	CA 2519968 A1	17-03-2006
		DE 102005044341 A1	06-04-2006
		JP 4479437 B2	09-06-2010
		JP 2006087248 A	30-03-2006
US 5929611 A	27-07-1999	US 5929611 A	27-07-1999
		US 6034511 A	07-03-2000
		WO 9847217 A1	22-10-1998
DE 102008034663 A1	26-02-2009	AUCUN	