

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



WIPO | PCT



(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/120133 A1

(43) Date de la publication internationale
4 août 2016 (04.08.2016)

(51) Classification internationale des brevets :
H02K 17/16 (2006.01) H02K 15/04 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2016/051098

(22) Date de dépôt international :
20 janvier 2016 (20.01.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
15305089.3 27 janvier 2015 (27.01.2015) EP

(71) Déposant : GE ENERGY POWER CONVERSION
TECHNOLOGY LIMITED [GB/GB]; Boughton Road,
Rugby Warwickshire CV21 1BU (GB).

(72) Inventeurs : GALMICHE, Christophe; 23, avenue du
Pont Bernon, 54200 Toul (FR). HUMBERT, Pierre; 1 au
Moulin, 57170 Gremecey (FR). KLINGER, Christophe;
57 rue Charles Dusaulx, 54000 Nancy (FR).

(74) Mandataire : CASALONGA; Casalonga & Associes, 8
Avenue Percier, 75008 Paris (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 : SQUIRREL-CAGE ROTOR, AND ASYNCHRONOUS MOTOR COMPRISING SUCH A ROTOR

(54) Titre : ROTOR À CAGE D'ÉCUREUIL ET MOTEUR ASYNCHROME COMPORTANT UN TEL ROTOR

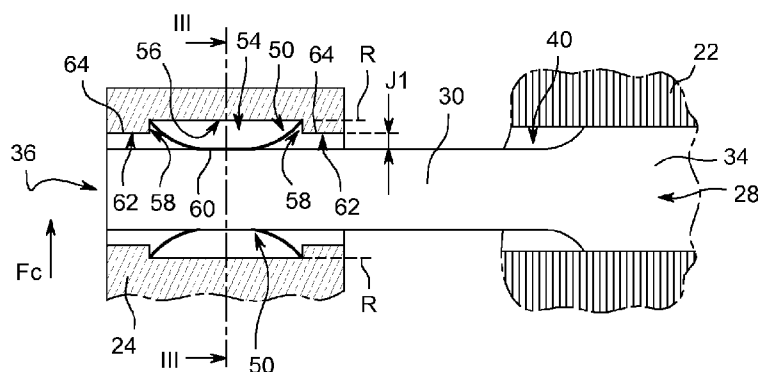


FIG. 2

(57) Abstract : The disclosed rotor for an asynchronous motor extends along the axis of rotation and includes a squirrel cage. Said squirrel cage is formed by conductive bars (28) comprising first and second end portions (30, 32) as well as first and second crowns (24, 26). Each conductive bar (28) is connected to the crown (24, 26) by at least one first (36) or one second (38) connection means. The at least one connection means (36, 38) comprises a plurality of electrically conductive flexible blades (50).

(57) Abrégé : Ce rotor de moteur asynchrone s'étendant selon l'axe de rotation comprend une cage d'écureuil. La cage d'écureuil est formée par les barres conductrices (28), comprenant une première et une deuxième partie d'extrémité (30, 32), et une première et une deuxième couronne (24, 26). Chaque bar conductrice (28) est liée à la couronne (24, 26) par au moins un premier (36) ou un deuxième (38) moyen de liaison. Le au moins un moyen de liaison (36, 38) comporte d'une pluralité de lamelles flexibles (50) électriquement conductrices.



WO 2016/120133 A1

ROTOR À CAGE D'ÉCUREUIL ET MOTEUR ASYNCHRONE COMPORTANT UN TEL ROTOR

5 La présente invention concerne un rotor de machine électrique, s'étendant selon un axe de rotation et comprenant une cage de court-circuit ayant au moins une barre et au moins une première couronne de court-circuit électrique, la ou chaque barre ayant une première partie d'extrémité, la première partie
10 d'extrémité étant liée à la première couronne de court-circuit électriquement par un premier moyen de liaison et radialement par rapport à l'axe de rotation.

 La présente invention concerne également une machine électrique, en particulier une machine asynchrone, notamment un
15 moteur, comprenant un stator et un tel rotor.

 On connaît un rotor du type précité du document EP 0 628 675 A1.

 Le rotor comprend une masse magnétique s'étendant selon l'axe de rotation et une cage de court-circuit. La cage de court-circuit comprend deux couronnes de court-circuit placées de part et
20 d'autre de la masse magnétique suivant l'axe de rotation et une pluralité de barres rondes, électriquement conductrices, destinées à relier électriquement les deux couronnes de court-circuit.

 Les extrémités des barres rondes sont disposées librement
25 dans des orifices circulaires ménagés dans les couronnes de court-circuit.

 Toutefois, la libre disposition des extrémités des barres dans les orifices ménagés dans les couronnes de court-circuit ne permet pas de garantir des contacts électriques dans toutes les conditions
30 d'utilisation, notamment pour des faibles vitesses de rotation du rotor, où la force centrifuge n'est pas suffisante pour assurer une pression de contact entre extrémités de barres et couronnes de

court-circuit permettant le passage de courant électrique sans étincelage et sans échauffement excessif.

Le but de l'invention est donc de proposer un rotor de machine électrique permettant d'améliorer le contact électrique entre les barres et les couronnes de la cage de court-circuit.

À cet effet, l'invention a pour objet un rotor du type précité, dans lequel le ou chaque premier moyen de liaison entre une première partie d'extrémité respective de la ou de chaque barre et la première couronne de court-circuit comporte une pluralité de lamelles flexibles électriquement conductrices.

Suivant d'autres aspects avantageux de l'invention, le rotor comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- la cage de court-circuit comporte une seconde couronne de court-circuit électrique, la ou chaque barre ayant une seconde partie d'extrémité, la seconde partie d'extrémité étant liée à la seconde couronne de court-circuit électriquement par un second moyen de liaison et radialement par rapport à l'axe de rotation, le ou chaque second moyen de liaison entre une seconde partie d'extrémité respective et la seconde couronne de court-circuit comportant également une pluralité de lamelles flexibles électriquement conductrices ;

- les lamelles flexibles d'un moyen de liaison respectif sont disposées le long d'au moins la moitié de la périphérie, selon un plan transversal perpendiculaire à l'axe de rotation, de la partie de la ou de chaque barre d'extrémité correspondante, de préférence le long d'au moins trois-quarts de la périphérie suivant le plan transversal de ladite partie d'extrémité, de préférence encore le long de sensiblement toute la périphérie suivant le plan transversal de ladite partie d'extrémité ;

- chaque lamelle flexible est mobile en rotation autour d'un axe de pivot sensiblement parallèle à l'axe de rotation ;

- les lamelles flexibles d'un moyen de liaison respectif sont mécaniquement et électriquement reliées entre elles par au moins une bande de maintien ;

5 - les lamelles flexibles d'un moyen de liaison respectif sont réparties en un premier ensemble et un deuxième ensemble, les lamelles du premier ensemble étant reliées entre elles par une première bande de maintien et les lamelles du deuxième ensemble étant reliées entre elles par une deuxième bande de maintien ;

10 - les lamelles du premier ensemble sont mobiles en rotation autour de leur axe de pivot selon un premier sens, et les lamelles du deuxième ensemble sont mobiles en rotation autour de leur axe de pivot selon un deuxième sens opposé au premier sens ;

15 - au moins un moyen de liaison comporte une douille et au moins deux groupes de lamelles flexibles, électriquement conductrices et solidaires de la douille, au moins un premier groupe de lamelles étant reçu à la périphérie extérieure de la douille et en appui contre la couronne de court-circuit respective, et au moins un deuxième groupe de lamelles étant reçu à la périphérie intérieure de la douille et en appui contre la partie d'extrémité respective de la
20 barre correspondante ;

 - les lamelles flexibles d'un moyen de liaison respectif sont reçues dans un évidement agencé dans la couronne de court-circuit respective et en appui contre la partie d'extrémité respective de la barre correspondante ;

25 - les lamelles flexibles d'un moyen de liaison respectif sont reçues dans un évidement agencé dans la partie d'extrémité respective de la barre correspondante et en appui contre la couronne de court-circuit respective.

30 L'invention a également pour objet une machine électrique, en particulier une machine asynchrone, notamment moteur, comprenant un stator et un rotor tel que défini ci-dessus.

 Ces caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à

titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- 5 - la figure 1 est une vue schématique en coupe axiale d'une machine électrique selon l'invention ; la machine comportant un stator et un rotor, le rotor comportant une cage de court-circuit ayant une pluralité de barres conductrices, deux couronnes de court-circuit et des lamelles flexibles agencées entre les extrémités de chaque barre respective et la couronne de court-circuit correspondante,
- 10 - la figure 2 est un agrandissement de la zone encadrée II de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue schématique et en coupe selon le plan III de la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue analogue à celle de la figure 3
- 15 selon une variante de réalisation ;
- la figure 5 est une vue analogue à celle de la figure 2 selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ; et
- la figure 6 est une vue analogue à celle de la figure 2 selon un troisième mode de réalisation de l'invention.

20 De façon conventionnelle dans la présente demande, l'expression « sensiblement égal à » exprimera une relation d'égalité à plus ou moins 5%.

 Sur la figure 1 est représentée une machine électrique selon l'invention, désignée par la référence générale 10. La machine

25 électrique 10 est, de préférence, une machine asynchrone, notamment un moteur asynchrone.

 La machine 10 comprend une carcasse 12, un stator 14, un rotor 16 et un arbre 18.

 La machine 10 est adaptée pour fonctionner à des très hautes

30 vitesses, par exemple des vitesses allant de 3 000 tours par minute à 20 000 tours par minute. La machine 10 présente une forte puissance électrique, par exemple supérieure à 10 Mégawatts (MW), de préférence supérieure à 50 MW.

La carcasse 12 et le stator 14 sont des éléments connus, et ne sont donc pas décrits plus en détail.

Le rotor 16 s'étend selon un axe de rotation X-X' également appelé axe longitudinal. Dans ce qui suit, les expressions
5 « axialement », « radialement » et « circonférentiellement » seront utilisées par rapport à l'axe X-X'.

Le rotor 16 est solidaire de l'arbre 18, et comprend une cage de court-circuit 20 et une masse magnétique 22.

Le rotor 16 est un rotor de masse importante, par exemple
10 supérieure à 1000 kilogrammes (kg), de préférence supérieure à 10 000 kilogrammes (kg).

La cage de court-circuit 20 comprend une première couronne de court-circuit 24 électrique et une seconde couronne de court-circuit 26 électrique. La cage de court-circuit 20 comprend une
15 pluralité de barres électriquement conductrices 28 destinées à relier électriquement les deux couronnes de court-circuit 24, 26, chaque barre 28 comportant une première partie d'extrémité 30, une seconde partie d'extrémité 32 et une partie médiane 34 s'étendant entre les parties d'extrémités 30, 32.

La cage de court-circuit 20 comprend, pour chaque barre conductrice 28, un premier moyen de liaison 36 disposé entre la première partie d'extrémité 30 et la première couronne de court-circuit 24, afin de relier électriquement la première partie d'extrémité 30 à la première couronne de court-circuit 24
20 radialement par rapport à l'axe de rotation X-X'.

En complément, la cage de court-circuit 20 comprend, pour chaque barre conductrice 28, un second moyen de liaison 38 disposé entre la seconde partie d'extrémité 32 et la seconde couronne de court-circuit 26, afin de relier électriquement la seconde partie d'extrémité 32 à la seconde couronne de court-circuit 26
25 radialement par rapport à l'axe de rotation X-X'.

La masse magnétique 22 comporte un empilement de tôles rotoriques et un dispositif, non représenté, de maintien de

l'empilement. La masse magnétique 22 s'étend selon l'axe longitudinal X-X', et est délimitée par une périphérie.

La masse magnétique 22 comporte une pluralité de logements 40 de barre 28.

5 La première couronne de court-circuit 24 et la seconde couronne de court-circuit 26 sont identiques, ou sensiblement identiques.

Chaque couronne de court-circuit 24, 26 est un disque circulaire disposé coaxialement à l'axe de rotation X-X'. La
10 première couronne de court-circuit 24 est disposée d'un côté axial de la masse magnétique 22 tandis que la seconde couronne de court-circuit 26 est disposée de l'autre côté axial de la masse magnétique 22.

Chaque couronne de court-circuit 24, 26 est fixée axialement
15 par rapport à la masse magnétique 22 ou par rapport à l'arbre 18. Chaque couronne de court-circuit 24, 26 est, par exemple, frettée sur l'arbre 18 ou fixée à la masse magnétique 22. En variante, la couronne de court-circuit 24, 26 est fixée à toute autre pièce intermédiaire solidaire de l'arbre 18 ou de la masse magnétique 22.

20 Chaque couronne de court-circuit 24, 26 est, par exemple, fabriquée en métal, de préférence fabriquée en cuivre. De préférence, chaque couronne de court-circuit 24, 26 est fabriquée d'un seul tenant, notamment d'une seule pièce.

Chaque couronne de court-circuit 24, 26 est munie d'une
25 pluralité de cavités axiales 42. Chaque cavité axiale 42 est propre à recevoir une barre 28 respective.

Chaque barre 28 est fabriquée d'un seul tenant, et notamment d'une seule pièce. Les barres 28 sont, par exemple, fabriquées en métal, tel que du cuivre.

30 Les barres 28 sont disposées parallèlement à l'axe de rotation X-X'. En outre, la partie médiane 34 des barres a, par exemple, une section circulaire ou, en variante, une section rectangulaire ou sensiblement rectangulaire.

Les parties d'extrémité 30, 32 de la barre conductrice présentent, par exemple, une section sensiblement circulaire (figure 3) dans un plan transversal, perpendiculaire à l'axe de rotation X-X'. En variante, les parties d'extrémité 30, 32 de la barre conductrice présentent une section sensiblement rectangulaire (figure 4) dans le plan transversal. En variante encore, non représentés, les parties extrémité 30, 32 de la barre conductrice présentent une section trapézoïdale dans ledit plan transversal.

Chaque premier moyen de liaison 36 comporte une pluralité de lamelles flexibles 50 électriquement conductrices, comme représenté sur la figure 2.

En complément, chaque second moyen de liaison 38 comporte également une pluralité de lamelles flexibles 50 électriquement conductrices.

Sur la figure 2, seuls la première couronne de court-circuit 24, la première partie d'extrémité 30 d'une barre conductrice donnée et le premier moyen de liaison 36 correspondant ont été représentés par souci de simplification, et l'homme du métier comprendra que l'agencement de la seconde couronne de court-circuit 26, de la seconde partie d'extrémité 32 et du second moyen de liaison 38 correspondant est analogue à celui de la première couronne de court-circuit 24, la première partie d'extrémité 30 et du premier moyen de liaison 36, visible sur la figure 2.

Les lamelles flexibles 50 d'un moyen de liaison 36, 38 respectif sont disposées le long d'au moins la moitié de la périphérie, selon le plan transversal perpendiculaire à l'axe de rotation X-X', de la partie d'extrémité 30, 32 correspondante. Dans l'exemple de la figure 3, les lamelles flexibles 50 d'un moyen de liaison 36, 38 respectif sont disposées le long de sensiblement toute la périphérie de ladite partie d'extrémité 30, 32.

Chaque lamelle flexible 50 est de préférence mobile en rotation autour d'un axe de pivot R, visible sur la figure 2 et sensiblement parallèle à l'axe de rotation X-X'.

Les lamelles 50 d'un moyen de liaison 36, 38 respectif sont, par exemple, toutes mobiles en rotation autour de leur axe de pivot R selon un même sens lorsqu'elles sont pressées entre la partie d'extrémité 30, 32 de la barre conductrice et la couronne de court-circuit 24, 26 correspondantes. En variante, comme cela sera décrit par la suite plus en détail en regard des figures 3 et 4, les lamelles 50 d'un moyen de liaison 36, 38 respectif sont réparties en plusieurs ensembles avec des sens de rotation autour de leur axe de pivot R distincts d'un ensemble à l'autre.

Les lamelles flexibles 50 d'un moyen de liaison 36, 38 respectif sont, par exemple, mécaniquement et électriquement reliées entre elles par une bande de maintien 52, comme représenté sur les figures 3 et 4.

Les lamelles flexibles 50 sont, par exemple, sensiblement en forme de V. Les lamelles flexibles 50 sont réalisées de préférence en cuivre, et la bande de maintien 52 est, par exemple, réalisée en acier ou en cuivre.

Chaque lamelle 50 présente, par exemple, un encombrement de 10 mm suivant l'axe R, et est alors propre à permettre la circulation d'un courant de 50 A.

Dans l'exemple de réalisation de la figure 2, les lamelles flexibles 50 d'un moyen de liaison 36, 38 respectif sont reçues dans un évidement 54 agencé dans la couronne de court-circuit 24, 26 respective et en appui contre la partie d'extrémité 30, 32 respective de la barre correspondante. L'évidement 54 comporte un fond 56 et deux parois radiales 58. Les lamelles flexibles 50 sont maintenues dans l'évidement 54 par exemple avec précontrainte en s'appliquant sur les parois radiales 58. A l'état non sollicité des lamelles 50, celles-ci comportent une partie centrale 60 qui s'étend en dehors de l'évidement 54 et qui est en appui contre la partie d'extrémité 30, 32 respective de la barre correspondante.

En variante, les lamelles flexibles 50 sont collées dans l'évidement 54 et ne nécessitent pas de précontrainte en l'absence

des barres 28. Dans ce cas, en l'absence des barres 28, les lamelles 50 sont hors contact des parois radiales 58.

En complément, les moyens de liaison 36, 38 comprennent au moins une butée 62 adaptée pour limiter un déplacement radial de la partie d'extrémité 30, 32 sous la force centrifuge F_c lorsque le rotor 16 est entraîné en rotation, afin de limiter l'écrasement des lamelles flexibles 50, tout en limitant la flexion et contrainte associée sous force centrifuge de la barre 28. Cette butée 62 est, par exemple, formée par une surface de la couronne de court-circuit 24, 26, dont la normale est dirigée radialement vers l'intérieur. En l'occurrence, la butée 62 est formée par une paroi 64 adjacente à la paroi 58.

Ainsi, les moyens de liaison 36, 38, comportant les lamelles flexibles 50 électriquement conductrices, permettent d'assurer un contact électrique entre la partie d'extrémité 30, 32 de la barre conductrice 28 et la couronne de court-circuit 24, 26 correspondantes, quel que soit le mode de fonctionnement de la machine électrique 10, y compris lorsque le rotor 16 n'est pas entraîné en rotation, ou à faible vitesse de rotation.

Lorsque le rotor 16 n'est pas entraîné en rotation, la partie d'extrémité 30, 32 de la barre conductrice est en appui contre les lamelles flexibles 50, plus précisément contre la partie centrale 60 des lamelles.

Dans cet état, la partie d'extrémité 30, 32 et la couronne de court-circuit 24, 26 associée forment un jeu J1 (figure 2) permettant un déplacement radialement vers l'extérieur de la partie d'extrémité 30, 32 à l'encontre de la force de certaines lamelles 50.

Ce jeu J1 entre la butée 62 avec sa paroi 64 et la partie d'extrémité 30, 32 comme décrit précédemment, limite le déplacement radial de la partie d'extrémité 30, 32 sous la force centrifuge F_c , limitant ainsi les contraintes dans la barre 28 et les lamelles 50.

La mobilité en rotation des lamelles 50 autour de l'axe de pivot R permet d'améliorer encore le contact électrique entre la partie d'extrémité 30, 32 de la barre conductrice et la couronne de court-circuit 24, 26.

5 En complément, dans l'exemple de réalisation des figures 3 et 4, les lamelles flexibles 50 d'un moyen de liaison 36, 38 respectif sont réparties en un premier ensemble 70A et un deuxième ensemble 70B, les lamelles du premier ensemble 70A étant reliées entre elles par une première bande de maintien 52A et les lamelles du
10 deuxième ensemble 70B étant reliées entre elles par une deuxième bande de maintien 52B.

Dans l'exemple de réalisation des figures 3 et 4, les lamelles 50 du premier ensemble 70A sont mobiles en rotation autour de leur axe de pivot R selon un premier sens S1 lorsqu'elles sont pressées
15 entre la partie d'extrémité 30, 32 de la barre conductrice et la couronne de court-circuit 24, 26 correspondantes. Les lamelles 50 du deuxième ensemble 70B sont mobiles en rotation autour de leur axe de pivot R selon un deuxième sens S2 lorsqu'elles sont pressées entre la partie d'extrémité 30, 32 de la barre conductrice et la
20 couronne de court-circuit 24, 26 correspondantes, le deuxième sens S2 étant opposé au premier sens S1.

La répartition des lamelles flexibles 50 d'un moyen de liaison 36, 38 correspondant en deux ensembles 70A, 70B permet de faciliter l'insertion desdites lamelles 50 entre la partie d'extrémité
25 30, 32 de la barre conductrice et la couronne de court-circuit 24, 26 correspondantes.

En outre, l'agencement particulier des deux ensembles 70A, 70B, de sorte que les lamelles 50 des deux ensembles soient mobiles en rotation autour de leur axe de pivot R selon des sens S1, S2 opposés d'un ensemble à l'autre, permet d'améliorer encore le
30 contact électrique entre la partie d'extrémité 30, 32 de la barre conductrice et la couronne de court-circuit 24, 26 correspondante. En effet, lorsque la vitesse de rotation du rotor 16 augmente et que

la force centrifuge F_c s'accroît, les lamelles 50 du premier ensemble 70A sont autant précontraintes que les lamelles 50 du deuxième ensemble 70B.

Si le sens S1 par exemple avait été choisi pour toutes les
5 lamelles 50 d'un seul ensemble 70 disposé le long de sensiblement toute la périphérie de la partie d'extrémité 30, 32 de la barre conductrice, une majorité des lamelles 50 d'une partie seulement de la périphérie aurait été plus en appui sur la partie d'extrémité 30, 32 par l'effet de la force centrifuge F_c (partie à gauche sur la figure 3),
10 améliorant ainsi la qualité de la pression de contact pour un meilleur passage de courant électrique. En revanche, l'autre partie des lamelles 50 sensiblement diamétralement opposée à la première partie aurait été moins en appui sur la partie d'extrémité 30, 32 par l'effet de la force centrifuge F_c qui diminue la force de
15 précontrainte initiale des lamelles 50 lors de leur assemblage initial dans le moyen de liaison 36, 38.

Autrement dit, cet agencement particulier de deux ensembles 70A, 70B permet d'avoir un contact électrique entre la partie d'extrémité 30, 32 de la barre conductrice et la couronne de court-
20 circuit 24, 26 correspondantes qui soit moins dépendant de la vitesse de rotation du rotor 16 et de la force centrifuge F_c associée, et sensiblement de même qualité (pression de contact électrique) sur le long de sensiblement toute la périphérie de la partie d'extrémité 30, 32 de la barre conductrice 28.

25 La figure 5 illustre un deuxième mode de réalisation de l'invention pour lequel les éléments identiques au premier mode de réalisation, décrit précédemment, sont repérés par des références identiques, et ne sont pas décrits à nouveau. Par exemple, la butée 62 et sa paroi 64 sont aussi présents dans ce deuxième mode de
30 réalisation, en regard de l'extrémité de la partie d'extrémité 30, 32 (tout à gauche sur la figure 5).

Selon ce deuxième mode de réalisation, au moins un moyen de liaison 36, 38 comporte une douille 80, un premier groupe 82 de

lamelles flexibles et un deuxième groupe 84 de lamelles flexibles, les lamelles 50 étant électriquement conductrices et solidaires de la douille 80. Le premier groupe de lamelles 82 est reçu à la périphérie extérieure de la douille 80 et en appui contre la couronne de court-circuit 24, 26 respective, et le deuxième groupe de lamelles 84 est
5 reçu à la périphérie intérieure de la douille 80 et en appui contre la partie d'extrémité 30, 32 respective de la barre 28 correspondante.

La douille 80 présente, selon le plan transversal à l'axe de rotation X-X', une section de forme sensiblement identique à celle
10 de la section de la partie extrémité 30, 32 selon le dit plan transversal.

La douille 80 est, par exemple, en forme d'un cylindre lorsque la partie d'extrémité 30, 32 correspondante présente une section sensiblement circulaire.

En complément non représenté, au moins deux premiers groupes 82 de lamelles sont reçus à la périphérie extérieure de la douille 80 et en appui contre la couronne de court-circuit 24, 26, les premiers groupes 82 étant agencés successivement suivant l'axe de pivot R sensiblement parallèle à l'axe de rotation X-X'. La douille
20 80 comporte alors une partie intermédiaire s'étendant dans un plan sensiblement perpendiculaire à l'axe de pivot R et disposée entre deux premiers groupes 82 successifs. Autrement dit, le moyen de liaison 36, 38 comporte alors plusieurs rangées de lamelles 50 extérieures à la douille 80 et disposées successivement suivant l'axe
25 de pivot R.

En complément non représenté et de manière analogue, au moins deux deuxièmes groupes 84 de lamelles sont reçus à la périphérie intérieure de la douille 80 et en appui contre la partie d'extrémité 30, 32 respective de la barre 28 correspondante, les
30 deuxièmes groupes 84 étant agencés successivement suivant l'axe de pivot R sensiblement parallèle à l'axe de rotation X-X'. Le nombre de deuxièmes groupes 84 est de préférence égal à 2 ou 3. La douille 80 comporte alors une partie intermédiaire s'étendant dans

un plan sensiblement perpendiculaire à l'axe de pivot R et disposée entre deux deuxièmes groupes 84 successifs. Autrement dit, le moyen de liaison 36, 38 comporte alors plusieurs rangées de lamelles 50 intérieures à la douille 80 et disposées successivement
5 suivant l'axe de pivot R.

Le nombre de premier(s) groupe(s) 82 n'est pas nécessairement égal au nombre de deuxième(s) groupe(s) 84. Le moyen de liaison 36, 38 comporte par exemple un seul premier groupe 82 et deux deuxièmes groupes 84, et le moyen de liaison 36,
10 38 est par exemple propre à permettre la circulation d'un courant de 2000 A. Selon un autre exemple indicatif, le moyen de liaison 36, 38 comporte deux premiers groupes 82 et trois deuxièmes groupes 84, et le moyen de liaison 36, 38 est par exemple propre à permettre la circulation d'un courant de 3000 A. L'homme du métier
15 comprendra bien entendu que les valeurs de courant précitées et données à titre indicatif dépendent non seulement du nombre de premier(s) groupe(s) 82 et de deuxième(s) groupe(s) 84, mais également des dimensions des lamelles flexibles 50 de chacun des groupes 82, 84.

20 Le fonctionnement de la machine électrique 10 selon le deuxième mode de réalisation est identique à celui du premier mode de réalisation, et n'est pas décrit à nouveau.

Les avantages de la machine électrique 10, en particulier des moyens de liaison 36, 38, selon le deuxième mode de réalisation
25 sont analogues à ceux du premier mode de réalisation. Les moyens de liaison 36, 38 selon ce deuxième de réalisation permettent en outre de disposer plusieurs rangées de lamelles flexibles 50 successivement suivant l'axe de pivot R sensiblement parallèle à l'axe de rotation X-X' et d'augmenter alors la valeur maximale du
30 courant susceptible de passer à travers le moyen de liaison 36, 38. Les moyens de liaison 36, 38 selon ce deuxième mode de réalisation permettent également de faciliter l'assemblage dudit moyen de

liaison 36, 38 entre la couronne de court-circuit 24, 26 et la partie d'extrémité 30, 32 respective de la barre 28 correspondante.

En variante, la fonction de butée 62 limitant le déplacement radial sous la force centrifuge F_c de la partie d'extrémité 30, 32 est intégrée dans la douille 80.

La figure 6 illustre un troisième mode de réalisation de l'invention pour lequel les éléments identiques au premier mode de réalisation, décrit précédemment, sont repérés par des références identiques, et ne sont pas décrits à nouveau.

Selon ce troisième mode de réalisation, les lamelles flexibles 50 d'un moyen de liaison 36, 38 respectif sont reçues dans un évidement 90 agencé dans la partie d'extrémité 30, 32 respective de la barre 28 correspondante et en appui contre la couronne de court-circuit 24, 26 respective.

L'évidement 90 comporte un fond 92 et deux parois radiales 94. Les lamelles flexibles 50 sont maintenues dans l'évidement 90 par exemple avec précontrainte en s'appliquant sur les parois radiales 94. A l'état non sollicité des lamelles 50, leur partie centrale 60 s'étend en dehors de l'évidement 90, et est en appui contre la couronne de court-circuit 24, 26 correspondante.

En variante, les lamelles flexibles 50 sont collées dans l'évidement 90 et ne nécessitent pas de précontrainte en l'absence de la couronne de court-circuit 24, 26. Dans ce cas, en l'absence de la couronne de court-circuit 24, 26, les lamelles 50 sont hors contact des parois radiales 94.

En complément, les moyens de liaison 36, 38 comprennent au moins une butée 96 adaptée pour limiter un déplacement radial de la partie d'extrémité 30, 32 sous la force centrifuge F_c lorsque le rotor 16 est entraîné en rotation, afin de limiter l'écrasement des lamelles flexibles 50, tout en limitant la flexion et contrainte associée sous force centrifuge de la barre 28. Cette butée 96 est, par exemple, formée par une surface de la partie d'extrémité 30, 32, dont la normale est dirigée radialement vers l'intérieur. En

l'occurrence, la butée 96 est formée par une paroi 98 adjacente à la paroi radiale 94.

5 Ainsi, les moyens de liaison 36, 38, comportant les lamelles flexibles 50 électriquement conductrices, permettent d'assurer un contact électrique entre la partie d'extrémité 30, 32 de la barre conductrice 28 et la couronne de court-circuit 24, 26 correspondantes quel que soit le mode de fonctionnement de la machine électrique 10, y compris lorsque le rotor 16 n'est pas entraîné en rotation, ou à faible vitesse de rotation.

10 Lorsque le rotor 16 n'est pas entraîné en rotation, la couronne de court-circuit 24, 26 correspondante est en appui contre les lamelles flexibles 50, plus précisément contre la partie centrale 60 des lamelles.

15 Dans cet état, la partie d'extrémité 30, 32 et la couronne de court-circuit 24, 26 associée forment un jeu J2 (figure 6) permettant un déplacement radialement vers l'extérieur de la partie d'extrémité 30, 32 à l'encontre de la force de certaines lamelles 50. Le Jeu J2, comme le jeu J1 du premier mode de réalisation, entre la butée 96 avec sa paroi 98 et la couronne de court-circuit 24, 26 limite le déplacement radial de la partie d'extrémité 30, 32 sous la force centrifuge F_c , limitant ainsi les contraintes dans la barre 28 et les lamelles 50.

20 On conçoit ainsi que le rotor 16 de la machine électrique 10 selon invention permet d'améliorer le contact électrique entre les barres conductrices 28 et les couronnes 24, 26 de la cage de court-circuit 20, et ceci pour une très grande plage de vitesses de rotation du rotor 16, allant de l'arrêt à de très hautes vitesses de rotation, par exemple de 3000 tours par minutes à 20 000 tours par minute.

REVENDICATIONS

1.- Rotor (16) de machine électrique (10), s'étendant selon
5 un axe de rotation (X-X') et comprenant une cage de court-circuit
(20) ayant au moins une barre (28) et au moins une première
couronne (24) de court-circuit électrique, la ou chaque barre (28)
ayant une première partie d'extrémité (30), la première partie
10 d'extrémité (30) étant liée à la première couronne de court-circuit
(24) électriquement par un premier moyen de liaison (36) et
radialement par rapport à l'axe de rotation (X-X'), caractérisé en ce
que le ou chaque premier moyen de liaison (36) entre une première
partie d'extrémité (30) respective et la première couronne de court-
circuit (24) comporte une pluralité de lamelles flexibles (50)
15 électriquement conductrices.

2.- Rotor (16) selon la revendication 1, dans lequel la cage
de court-circuit (20) comporte une seconde couronne (26) de court-
circuit électrique, la ou chaque barre (28) ayant une seconde partie
d'extrémité (32), la seconde partie d'extrémité (32) étant liée à la
20 seconde couronne de court-circuit (26) électriquement par un
second moyen de liaison (38) et radialement par rapport à l'axe de
rotation (X-X'), le ou chaque second moyen de liaison (38) entre
une seconde partie d'extrémité (32) respective et la seconde
couronne de court-circuit (26) comportant également une pluralité
25 de lamelles flexibles (50) électriquement conductrices.

3.- Rotor (16) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel les
lamelles flexibles (50) d'un moyen de liaison (36, 38) respectif sont
disposées le long d'au moins la moitié de la périphérie, selon un
plan transversal perpendiculaire à l'axe de rotation (X-X'), de la
30 partie d'extrémité (30, 32) correspondante, de préférence le long
d'au moins trois-quarts de la périphérie suivant le plan transversal
de ladite partie d'extrémité (30, 32), de préférence encore le long de

sensiblement toute la périphérie suivant le plan transversal de ladite partie d'extrémité (30, 32).

4.- Rotor (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque lamelle flexible (50) est mobile en rotation autour d'un axe de pivot (R) sensiblement parallèle à l'axe de rotation (X-X').

5.- Rotor (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les lamelles flexibles (50) d'un moyen de liaison (36, 38) respectif sont mécaniquement et électriquement reliées entre elles par au moins une bande de maintien (52).

6.- Rotor (16) selon la revendication 5, dans lequel les lamelles flexibles (50) d'un moyen de liaison (36, 38) respectif sont réparties en un premier ensemble (70A) et un deuxième ensemble (70B), les lamelles du premier ensemble (70A) étant reliées entre elles par une première bande de maintien (52A) et les lamelles du deuxième ensemble (70B) étant reliées entre elles par une deuxième bande de maintien (52B).

7.- Rotor (16) selon les revendications 4 et 6 prises ensemble, dans lequel les lamelles du premier ensemble (70A) sont mobiles en rotation autour de leur axe de pivot (R) selon un premier sens (S1), et les lamelles du deuxième ensemble (70B) sont mobiles en rotation autour de leur axe de pivot (R) selon un deuxième sens (S2) opposé au premier sens (S1).

8.- Rotor (16) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au moins un moyen de liaison (36, 38) comporte une douille (80) et au moins deux groupes (82, 84) de lamelles flexibles (50), électriquement conductrices et solidaires de la douille (80), au moins un premier groupe de lamelles (82) étant reçu à la périphérie extérieure de la douille (80) et en appui contre la couronne de court-circuit (24, 26) respective, et au moins un deuxième groupe de lamelles (84) étant reçu à la périphérie intérieure de la douille (80) et en appui contre la partie d'extrémité (30, 32) respective de la barre (28) correspondante.

9.- Rotor (16) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel les lamelles flexibles (50) d'un moyen de liaison (36, 38) respectif sont reçues dans un évidement (54) agencé dans la couronne de court-circuit (24, 26) respective et en appui contre la
5 partie d'extrémité (30, 32) respective de la barre correspondante.

10.- Rotor (16) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel les lamelles flexibles (50) d'un moyen de liaison (36, 38) respectif sont reçues dans un évidement (90) agencé dans la partie d'extrémité (30, 32) respective de la barre (28)
10 correspondante et en appui contre la couronne de court-circuit (24, 26) respective.

11.- Machine électrique, en particulier machine asynchrone, notamment moteur, comprenant un stator et un rotor (16), caractérisée en ce que le rotor (16) est un rotor selon l'une
15 quelconque des revendications précédentes.

1/3

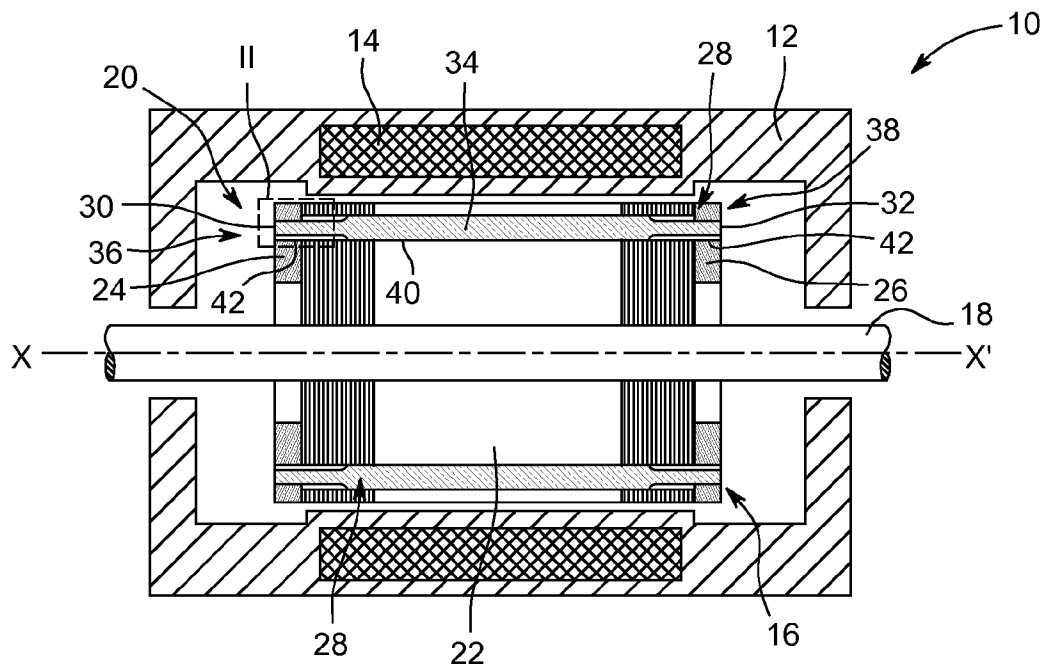


FIG. 1

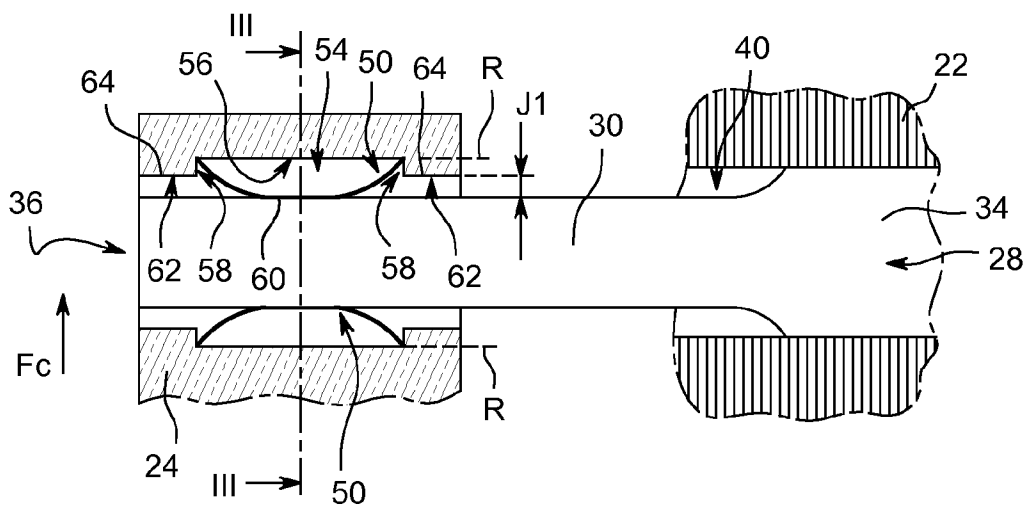


FIG. 2

2/3

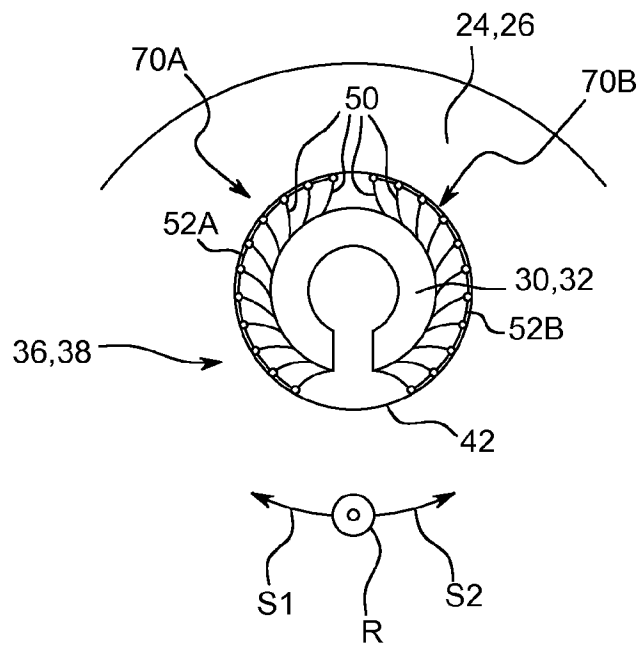


FIG. 3

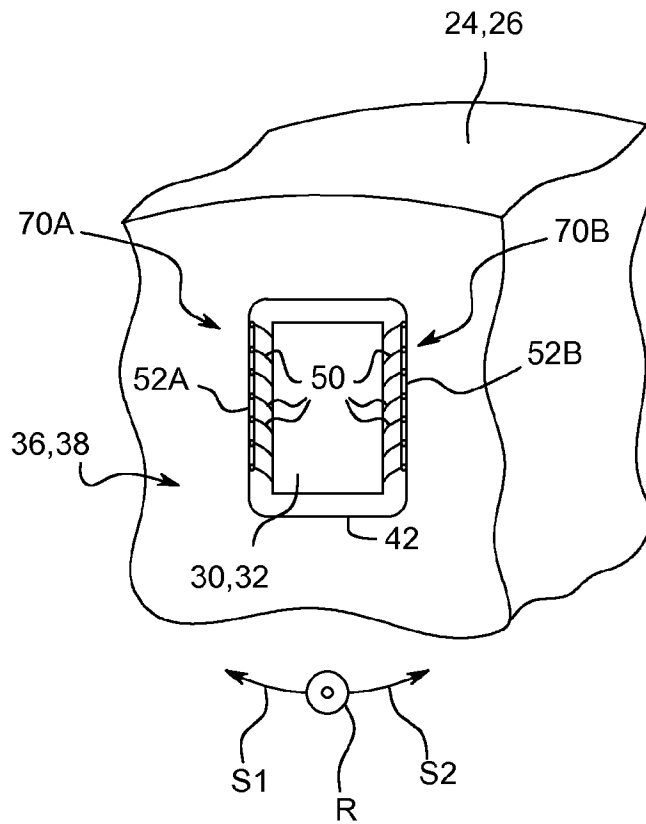


FIG. 4

3/3

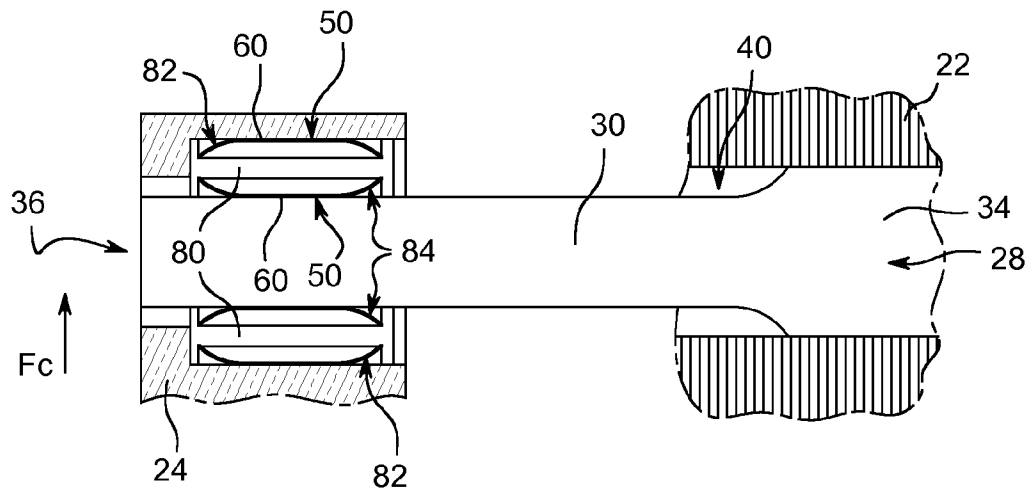


FIG. 5

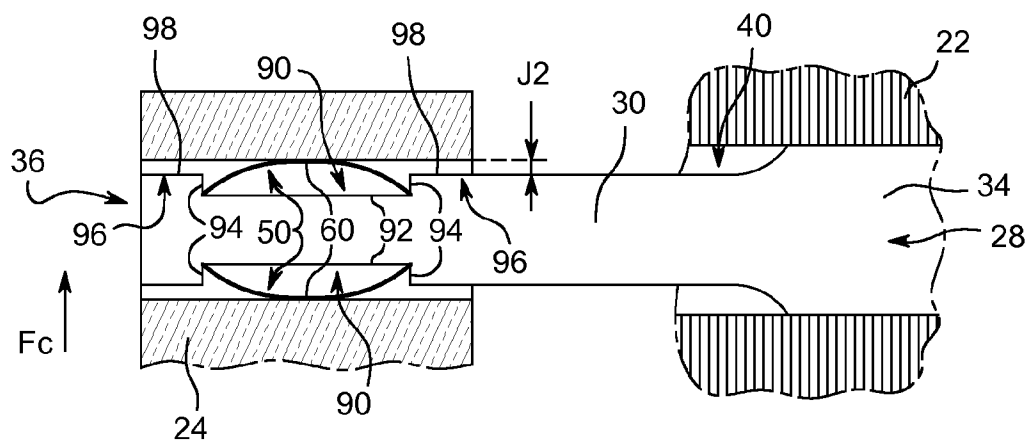


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/051098

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H02K17/16

ADD. H02K15/04

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

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 268 355 A (SIEMENS SCHUCKERTWERKE GMBH) 24 November 1927 (1927-11-24)	1-3,11
A	the whole document	4-7
X	EP 0 546 197 A1 (FANUC LTD [JP]) 16 June 1993 (1993-06-16)	1-3,10, 11
A	the whole document	8
X	EP 2 615 726 A1 (GE ENERGY POWER CONVERSION TECHNOLOGY LTD [GB]) 17 July 2013 (2013-07-17)	1-3,9,11
X	JP S63 1352 A (FUJI ELECTRIC CO LTD) 6 January 1988 (1988-01-06)	1,2,11
A	abstract; figure 1	9



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

14 June 2016

Date of mailing of the international search report

22/06/2016

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

von Rauch, Marianne

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/051098

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 268355	A	24-11-1927	NONE
EP 0546197	A1	16-06-1993	EP 0546197 A1 16-06-1993 JP H054772 U 22-01-1993 US 5389847 A 14-02-1995 WO 9300735 A1 07-01-1993
EP 2615726	A1	17-07-2013	EP 2615726 A1 17-07-2013 FR 2985870 A1 19-07-2013 WO 2013107746 A1 25-07-2013
JP S631352	A	06-01-1988	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/051098

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. H02K17/16

ADD. H02K15/04

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

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	GB 268 355 A (SIEMENS SCHUCKERTWERKE GMBH) 24 novembre 1927 (1927-11-24)	1-3,11
A	le document en entier	4-7
X	EP 0 546 197 A1 (FANUC LTD [JP]) 16 juin 1993 (1993-06-16)	1-3,10, 11
A	le document en entier	8
X	EP 2 615 726 A1 (GE ENERGY POWER CONVERSION TECHNOLOGY LTD [GB]) 17 juillet 2013 (2013-07-17)	1-3,9,11
X	JP S63 1352 A (FUJI ELECTRIC CO LTD) 6 janvier 1988 (1988-01-06)	1,2,11
A	abrégé; figure 1	9



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

14 juin 2016

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

22/06/2016

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

von Rauch, Marianne

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/051098

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 268355	A	24-11-1927	AUCUN	

EP 0546197	A1	16-06-1993	EP 0546197 A1	16-06-1993
			JP H054772 U	22-01-1993
			US 5389847 A	14-02-1995
			WO 9300735 A1	07-01-1993

EP 2615726	A1	17-07-2013	EP 2615726 A1	17-07-2013
			FR 2985870 A1	19-07-2013
			WO 2013107746 A1	25-07-2013

JP S631352	A	06-01-1988	AUCUN	
