

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIÉTÉ (19)
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية والتجارية

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 26131 A1**
(51) Cl. internationale : **F03D 9/00; H02K 17/16;
H02K 57/00; H02K 3/00;
H02K 3/12; H02K 19/34**
(43) Date de publication : **01.04.2004**

(21) N° Dépôt :
27508

(22) Date de Dépôt :
30.01.2004

(30) Données de Priorité :
31.07.2001 DE 10137270.1

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/EP02/07045 26.06.2002

(71) Demandeur(s) :
ALOYS WOBEN, Argestrass 19, 26607 AURICH (DE)

(72) Inventeur(s) :
ALOYS WOBEN

(74) Mandataire :
M. MEHDI SALMOUNI-ZERHOUNI

(54) Titre : **CENTRALE EOLIENNE AVEC GENERATEUR EN ANNEAU.**

(57) Abrégé : LA PRÉSENTE INVENTION CONCERNE UNE INSTALLATION D'ÉNERGIE ÉOLIENNE COMPRENANT UNE GÉNÉRATRICE (ANNULAIRE) ÉQUIPÉE D'UN STATOR. CE STATOR PRÉSENTE DES RAINURES ÉLOIGNÉES LES UNES DES AUTRES À LA PÉRIPHÉRIE INTERNE OU EXTERNE, QUI SONT CONÇUES POUR ACCUEILLIR UN ENROULEMENT DE STATOR. L'OBJECTIF DE LA PRÉSENTE INVENTION EST DE PRODUIRE UN STATOR À ENROULEMENT AVEC LEQUEL LA SENSIBILITÉ AUX PERTURBATIONS RÉSULTANT DE LA HAUTE CHARGE DE LA GÉNÉRATRICE EST AU MOINS RÉDUITE. A CETTE FIN, L'ENROULEMENT DE STATOR EST ENROULÉ DE MANIÈRE CONTINUE, SANS INTERRUPTION.

MEMOIRE DESCRIPTIF

joint à l'appui d'une demande de brevet d'invention ayant pour titre :

« Centrale éolienne avec générateur en anneau »

Déposant/Inventeur

ALOYS WOBLEN
Argestrasse 19
26607 AURICH
GERMANY

Mandataire

M. Mehdi SALMOUNI-ZERHOUNI
Forum International Bldg
62 Boulevard d'Anfa
20000 CASABLANCA MAROC

26131

01 AVR 2004

E. Elstner
30 JAN 2004

Sommaire

L'invention concerne une centrale éolienne pourvue d'un générateur (en anneau) dont le pourtour intérieur ou extérieur du stator est pourvu des gorges présentant une certaine distance entre elles, destinées à recevoir un enroulement de stator. Afin d'obtenir un stator pourvu d'un enroulement pour lequel la sensibilité aux perturbations due à la forte sollicitation du générateur soit pour le moins atténuée, l'enroulement du stator est bobiné en continu, sans interruptions.

Centrale éolienne avec générateur en anneau

La présente invention concerne une centrale éolienne équipée d'un générateur pourvu d'un stator présentant des gorges séparées entre elles sur les pourtours intérieur et extérieur, destinées à recevoir un enroulement de stator. De telles centrales éoliennes sont connues et sont produites et commercialisées notamment par la Société ENERCON.

Un procédé connu de fabrication d'enroulements de stator pour les générateurs comprend l'utilisation d'éléments de bobines formées. Lesdites bobines formées sont des enroulements individuels d'enroulement de stator adaptés aux gorges et aux distances séparant ces dernières, étant d'abord posées individuellement dans les gorges et ensuite raccordées entre elles.

Un problème réside dans le fait que les centrales éoliennes sont soumises à des contraintes importantes en régime d'exploitation. La puissance de la centrale augmente avec la vitesse du vent, mais les contraintes mécaniques s'accroissent simultanément. Il s'en suit que l'augmentation des contraintes aussi bien électriques que mécaniques des centrales éoliennes a lieu de manière essentiellement simultanée. Lorsque la vitesse du vent est élevée, les contraintes mécaniques auxquelles sont soumises les centrales sont élevées, la génération de courant étant en même temps élevée, soumettant donc également les composants électriques à des épreuves sévères.

Dans ce cas, le générateur de la centrale éolienne est soumis à des contraintes particulièrement importantes, devant soutenir des contraintes électriques et mécaniques. Cette combinaison pose des problèmes, par exemple lorsque la température dans la zone du générateur est élevée, dû au courant électrique important généré, les zones de raccord entre les composants du générateur étant en même temps soumis à des oscillations dues aux contraintes mécaniques. Si la dilatation thermique cause de plus un jeu, même léger, ou encore un desserrage, les contraintes mécaniques peuvent arriver à provoquer une panne ou des dommages.

Si la perturbation concerne un enroulement de stator ou une phase de ce dernier, au moins ladite phase ne sera plus disponible pour la production d'énergie électrique. Il se

produit de plus une contrainte asymétrique supplémentaire du générateur, vu que ladite phase se comporte comme si elle fonctionnait en circuit ouvert, dû à la coupure. Les possibles dommages mécaniques, dus à des pièces s'étant détachées et pouvant se mouvoir librement, ne sont même pas pris en compte ici.

Dans le cas d'un stator bobiné pour six phases et présentant 72 pôles, on a donc 432 bobines formées reliées entre elles par 864 raccords. Ces raccords sont normalement des raccords vissés par serrage ou brasés.

Prenant en compte des probabilités statistiques (arbitrairement réduites), on voit que, dû au nombre important de raccords et des commutations de puissances ayant lieu en permanence, on se trouve en présence d'une source de perturbations considérable, même si les raccords entre bobines formées ont été réalisés avec le plus grand soin. On rappellera qu'on ne considère qu'un seul stator dans le cas présent. L'aspect de production en série laisse entrevoir clairement la probabilité d'une perturbation de ce type.

La présente invention a donc pour but de fournir un stator avec un enroulement pour lequel les problèmes mentionnés ci-dessus sont pour le moins réduits.

Ce problème est résolu pour une centrale éolienne du type mentionné au début au moyen d'un enroulement de stator ininterrompu. Ceci permet en particulier d'éliminer l'utilisation de raccords entre les diverses sections d'un enroulement de stator.

Dans une réalisation préférentielle de l'invention, chacune des phases est bobinée de manière ininterrompue sur le stator.

Afin de compenser les effets pelliculaires dans les spires individuelles, ces dernières sont fabriquées en utilisant au moins deux faisceaux de conducteurs, chaque faisceau contenant une pluralité de conducteurs isolés l'un par rapport à l'autre. Ces faisceaux de conducteurs sont posés dans les gorges du stator, selon un ordre défini à l'avance, l'ordre étant modifié à des distances également définies à l'avance, de manière à assurer que chaque faisceau de conducteurs soit affecté par les effets le plus uniformément possible. Grâce à cette influence uniforme s'exerçant sur tous les faisceaux de conducteurs d'une même phase, l'on peut renoncer à des mesures compensatoires.

Afin de faciliter la manutention du stator durant la fabrication de l'enroulement et d'obtenir une situation avantageuse du point de vue de la physiologie du travail, le stator est

immobilisé dans un dispositif de manutention mettant les gorges à une hauteur de travail avantageuse pour la fabrication de l'enroulement et permettant de tourner le stator d'un angle voulu dans le sens du pourtour. Ceci peut se faire en utilisant de préférence un dispositif motorisé.

Selon un développement particulièrement favorisé de l'invention, on continuera de disposer d'au moins un dispositif de manutention permettant de porter au moins une bobine avec le fil d'enroulement. Ledit dispositif assure la manutention du fil d'enroulement, par exemple sous forme de faisceaux de conducteurs, dont la longueur est, selon l'invention, telle, que la phase peut être bobinée de manière continue sur le stator. La longueur de faisceaux de conducteurs nécessaires pour réaliser cela est la source d'un poids considérable, ne permettant plus de manipulation manuelle.

Selon une réalisation particulièrement favorisée de l'invention, deux bobines de fil d'enroulement sont utilisées par paires, permettant ainsi la manipulation simultanée des deux faisceaux de conducteurs, tandis qu'un dispositif de manutention porte trois paires des bobines avec fil d'enroulement, permettant de bobiner un système triphasé présentant deux faisceaux de conducteurs par phase sur le stator.

Selon une réalisation préférentielle de l'invention, les bobines portant le fil d'enroulement sont disposées de manière à pouvoir tourner autour d'un axe central du dispositif de manutention. Ceci permet de compenser une torsion des faisceaux de conducteurs due à la rotation du stator dans le dispositif de maintien, grâce à une rotation correspondante des bobines sur les dispositifs de manutention.

D'autres réalisations avantageuses sont présentées dans les revendications secondaires.

L'invention sera maintenant décrite avec plus de précision en faisant référence aux figures. Celles ci représentent:

- Figure 1: une vue simplifiée d'un stator d'un générateur en anneau dans un dispositif de manutention;
- Figure 2: une section d'un faisceau de conducteurs;

- Figure 3a: une partie des gorges du stator selon l'invention, remplies des faisceaux de conducteurs;
- Figure 3b: une partie des gorges du stator selon l'invention (alternative), contenant des faisceaux de conducteurs;
- Figure 3c: une structure connue d'enroulement de stator;
- Figure 3d: une structure d'enroulement de stator selon l'invention;
- Figure 4: une représentation simplifiée de la vue latérale d'un dispositif de manutention;
- Figure 5: une vue avant d'un dispositif de manutention;
- Figure 6: la disposition des dispositifs de manutention et du stator afin d'obtenir un enroulement de stator selon l'invention.

A la figure 1, la référence 10 désigne le stator présentant des gorges 12 d'orientation axiale sur son pourtour intérieur. Il s'agit là de la forme de construction la plus fréquente d'un générateur. Le rotor (non représenté) se trouve à l'intérieur du stator 10. C'est la disposition dite à rotor intérieur. Alternativement, dans le cas d'une disposition à rotor extérieur, où le rotor entoure le stator 10, les gorges 12 peuvent être prévues sur le pourtour extérieur. Les gorges 12 sont représentées agrandies sur la figure. Le stator 10 est maintenu dans un dispositif de manutention 14 posé à même le sol et maintenant ainsi le stator 10, et en particulier les gorges 12, à une hauteur avantageuse du point de vue de la physiologie du travail.

Le diamètre d'un tel stator 10 d'un générateur en anneau atteint plusieurs mètres, l'ensemble présentant un poids élevé en accord avec la taille. Pour cette raison, le stator 10 est posé sur des supports cylindriques tournants 16, pouvant en conséquence être tourné d'un angle voulu, par exemple dans le sens de la flèche, afin d'amener les gorges 12 devant être traitées dans la position voulue. Cette rotation du stator 10 peut bien sûr être obtenue au moyen d'un moteur (non représenté).

La figure 2 montre un faisceau de conducteurs 20 constitué d'une pluralité de conducteurs individuels 22, introduits sous forme de faisceau dans les gorges (désignées

par la référence 12 à la figure 1). Les conducteurs 22 sont isolés l'un par rapport à l'autre au moyen d'une couche superficielle.

La formation de faisceaux de conducteurs 20 formés de conducteurs individuels 22 présente l'avantage que lesdits faisceaux de conducteurs n'ont pas de section de forme définie, étant au contraire variables, permettant d'une part de les faire passer dans une gorge d'ouverture relativement étroite, après quoi ils peuvent, par déformation correspondante, être amenés à remplir au mieux la section élargie de la gorge, assurant ainsi un facteur de remplissage satisfaisant de la gorge (référence 12 à la figure 1).

La figure 3a montre une section déroulée du pourtour intérieur du stator 10. Les gorges 12 sont disposées horizontalement l'une à côté de l'autre dans le cas présent. Les faisceaux de conducteurs sont introduits dans les gorges 12, étant représentés ici de façon simplifiée par des cercles 20. Deux de ces faisceaux de conducteurs 20 sont rassemblés pour former l'enroulement d'une phase. Ceci est représenté à la figure par des languettes 24 reliant deux à deux les faisceaux de conducteurs 20. Selon la représentation donnée à cette figure, deux enroulements d'une phase sont introduits dans chaque gorge. Afin de simplifier la vue d'ensemble, les faisceaux de conducteurs individuels sont numérotés de 1 à 4, de bas en haut. Afin de distinguer les différentes phases du système à six phases représenté ici, lesdites phases sont identifiées en dessous de la gorge par les références P1 à P6.

On reconnaît facilement sur la figure que les faisceaux de conducteurs 1 et 2 forment chaque fois le premier enroulement, alors que les faisceaux de conducteurs 3 et 4 forment le second enroulement introduit dans la gorge 12 correspondante.

Si l'on commence par regarder la figure 3a de gauche à droite, on voit que les phases P1 - P6 sont représentées en ordre ascendant, la suite des faisceaux de conducteurs étant donnée par les désignations de référence 4, 3, 2, 1. Après la gorge 12 avec la phase P6, cette séquence de phases se répète, recommençant à P1. Pour la seconde gorge 12 avec la phase P5 représentée à cette figure, la suite des faisceaux de conducteurs 20 est maintenant changée. Le premier enroulement agencé au fond de la première gorge 12 est toujours constitué des faisceaux de conducteurs 1 et 2, mais l'ordre de ces derniers a été inversé. De même, le second enroulement consiste toujours des faisceaux de conducteurs 20 désignés par 3 et 4, mais leur ordre a également été inversé. La phase P6 disposée à côté, présente à nouveau l'ordre connu des faisceaux de conducteurs.

Les phases P1 à P6 sont à nouveau représentées en partie droite de la figure. En plus de l'inversion des faisceaux de conducteur de la phase P5, désignés par 1 et 2, ou respectivement par 3 et 4, les faisceaux de conducteurs 20 de la phase P3 ont également été représentés inversés ici. Bien sûr, ici encore les faisceaux de conducteurs 20 désignés par 1 et 2 constituent le premier enroulement de ladite phase, les faisceaux de conducteurs 20 désignés par 3 et 4 constituant le second enroulement de ladite phase, la position des faisceaux de conducteurs 20 ayant été à son tour inversée à l'intérieur de l'enroulement.

La raison de cette inversion devient apparente lorsque l'on se représente le fait que les lignes de champ magnétique ne sont pas seulement orientées selon la direction longitudinale des parois 26 limitant les gorges 12, mais encore qu'elles traversent les gorges, entre deux parois 26 de polarité différente. Il s'ensuit un effet pelliculaire dans chacun des faisceaux de conducteurs 20 dépendant de leur position dans la gorge 12.

Si l'on inverse la position des faisceaux de conducteurs à des distances données, ceci fait que les deux faisceaux de conducteurs 20 d'un enroulement sont soumis alternativement à cet effet, de manière que, pour un choix judicieux des positions d'inversion et de la fréquence de la même, les deux faisceaux de conducteurs 20 d'une phase sont soumis de façon approximativement uniforme à cet effet, de sorte que des courants de compensation importants, résultant d'une charge irrégulière, ne circulent pas, assurant la génération maximum possible de courant par le générateur.

La figure 3b montre aussi les gorges de stator contenant les enroulements de stator ou les conducteurs de stator. On voit clairement que les gorges du stator sont pratiquement remplies par les enroulements, le sens de circulation du courant dans les conducteurs étant également représenté (pointes de flèche vers le haut, croix de flèche vers le bas). De plus, la disposition des phases est aussi modifiée par rapport à la figure 3a, afin de représenter plus clairement le changement du sens de l'enroulement. La représentation de la figure 3b montre également, que plus de 80 % et, préférentiellement, plus de 95 % de l'espace total de la gorge de stator est rempli d'enroulements, la proportion d'air dans la gorge de stator étant donc négligeable.

La figure 3c représente une partie d'un enroulement de stator fabriqué de manière conventionnelle, sans représenter pourtant ni le stator ni les gorges dans lesquelles les enroulements sont introduits. L'enroulement est constitué de bobines formées 40 présentant deux enroulements 41, 42. Ces enroulements 41, 42 sont représentés décalés l'un par

rapport à l'autre, par souci de clarté. Dans la gorge (non représentée sur cette figure), ces derniers sont, bien sûr, disposés exactement l'un au dessus de l'autre.

L'on a représenté trois bobines formées 40 d'une phase. La distance résulte du fait qu'entre les bobines formées de cette phase, des bobines formées des autres phases du stator ont été disposées alternativement. Elles ne sont cependant pas représentées à la figure. Le raccord des bobines formées 40 entre-elles peut être assuré par brasage ou encore au moyen de raccords de serrage vissés, ou de systèmes équivalents.

Ces raccords représentés en figure 3c sont des sources potentielles de perturbations.

La figure 3d montre la réalisation d'une phase bobinée en continu selon l'invention. Ici encore, et selon la représentation de la figure 3b, une partie de l'enroulement d'une phase a été représentée. Les enroulements individuels, 41, 42 ont également été représentés décalés l'un par rapport à l'autre, afin de montrer plus clairement le mode de réalisation.

On reconnaît immédiatement pour ce mode de réalisation que les raccords représentés à la figure 3c¹, qui constituent une source potentielle de dérangement, ont été éliminés par l'invention. Une interruption ne sera donc plus donnée aux passages entre les différentes sections d'enroulement.

La figure 4 montre en vue latérale un dispositif de manutention 30 des faisceaux de conducteurs utilisés comme fils d'enroulement. Un support de base 31 en forme de L constitue un support ferme du système de manutention complet 30. Une plaque portante 32 est reliée au support de base 31 par l'intermédiaire d'un palier tournant 33. Des consoles 34 sont fixées à la plaque portante 32, allant du centre de la plaque portante 32 selon une section donnée vers la périphérie de ladite plaque portante 32 et s'étendant devant la plaque portante 32 sur une distance donnée, selon une direction essentiellement horizontale.

Des bobines 36 sur lesquelles sont enroulés les faisceaux de conducteurs formant les fils des enroulements, sont fixées, de manière à pouvoir tourner, à ces sections horizontales des consoles 34.

Entre la section verticale de la console 34, parallèle à la plaque portante 32, et la section horizontale de ladite console, il est prévu un palier tournant (non représenté). Ce palier tournant agit ensemble avec un entraînement 35, permettant à la section horizontale de la

¹ Die Referenz 3b im Original scheint mir fehlerhaft.

console 34 de tourner autour de son axe longitudinal, ensemble avec les bobines 36 qui y sont fixées. Ceci permet de compenser une torsion des faisceaux de conducteurs qui se produit lors du bobinage de l'enroulement de stator.

La figure 5 montre une vue avant dudit dispositif de manutention 30. On y voit un support de base 31 se rétrécissant de la base à la pointe. Deux traverses de renfort, 38 et 39, sont prévues.

La plaque portante 32 est fixée de manière tournante au support de base 31, la plaque tournante 32 portant trois consoles 34, formant des angles égaux (120°) entre elles, à chacun des bras essentiellement horizontaux desquelles sont fixées deux bobines 36 portant les faisceaux de conducteurs. Grâce au raccord tournant de la plaque portante 32 et aux bobines 36 fixées à cette dernière par l'intermédiaire des consoles 34, ladite plaque portante 32 peut être entraînée en rotation par un second moteur 37.

Lors du bobinage de l'enroulement sur le stator 10, chaque faisceau de conducteurs 20 est posé dans une gorge 12, replié au bout de la gorge 12 dans la tête de bobine et reconduit dans ladite tête de bobine jusqu'à l'entrée d'une nouvelle gorge 12 parallèle. Ensuite, le faisceau de conducteurs 20 est à nouveau replié de manière à être introduit dans ladite gorge 12. A la sortie de cette gorge 12, le faisceau de conducteurs 20 est à nouveau replié dans la tête de bobine de manière à être conduit à la gorge 12 suivante. Il s'en suit bien sûr une torsion correspondante dans le faisceau de conducteurs 20 menant à la bobine 36.

Les bobines 36 sont fixées par paires aux sections horizontales des consoles 34. Vu que ces sections horizontales peuvent tourner autour de leurs axes longitudinaux grâce aux entraînements 35, les bobines 36 sont également entraînées en rotation. Ceci permet de compenser une torsion des faisceaux de conducteurs en faisant tourner la console 34 correspondante.

Un second entraînement 37 situé entre le support de base 31 et la plaque portante 32 permet de faire tourner la plaque portante 32 avec les consoles 34 et les bobines 36 qui y sont installées, afin d'assurer également la rotation du stator 10 dans le support de stator 14, évitant ainsi une torsion des faisceaux de conducteurs.

La figure 6 montre une vue simplifiée et sans faisceaux de conducteurs entre les dispositifs de manutention 30 et le stator 10, l'agencement de deux dispositifs de manutention 30 et

d'un stator 10, dont l'enroulement est à bobiner. Le stator 10 se trouve dans un dispositif de support 14 et peut tourner dans le sens de son pourtour (direction de la flèche). Comme chacun des dispositifs de manutention 30 présente également des bobines 36 disposées de manière à pouvoir tourner, ces dernières peuvent exécuter et suivre un tour du stator grâce à une rotation correspondante. Le dispositif comprenant deux dispositifs de manutention 30, portant chacun trois paires de bobines, permet donc de bobiner simultanément l'enroulement de six phases sur un stator.

Il est évident que la présente invention ne s'applique pas uniquement aux générateurs en anneau de stations éoliennes, mais essentiellement à chaque machine synchrone. Il est à faire noter en ce sens, qu'il ne peut pas s'agir de petites machines, mais de machines occupant un volume important, dont les valeurs de branchement régulières peuvent être de plusieurs centaines de kV ou même plus. Ainsi par exemple, une puissance nominale de plus de 500 kW est typique pour un générateur en anneau d'une centrale éolienne, des générateurs d'une puissance nominale de plus de 4 MW étant actuellement à l'essai, qu'il est prévu d'installer dans un avenir proche. Le stator de la machine synchrone décrite pèse à lui seul plusieurs tonnes et, dans le cas de générateurs en anneau de plus de 4 MW, ce poids peut dépasser de 50 tonnes.

Revendications

1. Centrale éolienne équipée d'un générateur (en anneau) dont le pourtour intérieur ou extérieur du stator est pourvu de gorges présentant une certaine distance entre elles, destinées à recevoir un enroulement de stator, ce dernier étant bobiné de manière continue, sans interruptions.
2. Station éolienne selon la revendication 1, caractérisée par un stator (10) avec au moins deux enroulements de phase bobinés en continu et de préférence 6 enroulements de phase.
3. Station éolienne selon l'une quelconque des revendications précédentes, seuls des enroulements d'une phase se trouvant dans une gorge.
4. Station éolienne selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que des enroulements de phases distinctes sont agencés l'un à côté de l'autre dans une gorge.
5. Station éolienne selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'enroulement d'une phase est constitué d'au moins un faisceau de conducteurs, de préférence d'au moins deux faisceaux de conducteurs, un faisceau de conducteurs consistant d'une pluralité de conducteurs isolés les uns par rapport aux autres.
6. Station éolienne selon la revendication 5, caractérisée en ce qu'au moins deux faisceaux de conducteurs sont agencés dans une gorge l'un au dessus de l'autre.
7. Station éolienne selon la revendication 6, caractérisée en ce que dans les gorges contenant plusieurs faisceaux de conducteurs, les positions des faisceaux de conducteurs situés en haut et en bas sont invertis selon un ordre donné d'avance.
8. Station éolienne selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que deux enroulements se trouvent dans chaque gorge, correspondant de préférence à la même phase.

9. Dispositif de fabrication d'un stator d'une machine synchrone selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par un dispositif de manutention du stator, dans lequel le stator est maintenu selon son pourtour et en position verticale.

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé par au moins un entraînement permettant de faire tourner le stator dans le dispositif de manutention, dans le sens de son pourtour.

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 ou 10, caractérisé par un dispositif de support séparé du dispositif de manutention (14), maintenant au moins une bobine avec du fil pour bobiner les enroulements.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé par un agencement de plusieurs bobines par paires, les paires de bobines étant agencées à distances régulières sur une circonférence virtuelle.

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par un dispositif de support agencé à chaque face avant du stator.

14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par un nombre de paires de bobines égal au nombre de phases devant être enroulées sur le stator.

15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que chaque dispositif de support porte la moitié de la bobine.

16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par une plaque portante installée en position essentiellement verticale et par des consoles s'étendant du centre de la plaque portante vers le dehors et destinées à recevoir les bobines.

17. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que la plaque portante est fixée de manière à pouvoir tourner.

18. Dispositif selon la revendication 17,

19. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 16 - 18, caractérisé en ce que les bobines sont installées sur une section des consoles (34) essentiellement horizontale et en ce que la section horizontale peut tourner autour de son axe longitudinal.

20. Machine synchrone selon la revendication 9, caractérisée en ce que l'enroulement de stator présente au moins 2 phases et de préférence 6 phases, des enroulements de phases différentes se trouvant dans des gorges voisines, et chaque enroulement étant constitué d'au moins un conducteur présentant lui-même une pluralité de conducteurs, chaque enroulement consistant en au moins deux faisceaux de conducteurs dont l'agencement l'un par rapport à l'autre dans la gorge peut au besoin être inversé sur le pourtour du stator.

21. Utilisation d'une machine synchrone selon l'une des revendications précédentes.

22. Générateur en anneau pour une station éolienne selon l'une quelconque des revendications précédentes, le stator étant fixé fermement au support machine de la centrale éolienne, le rotor du générateur étant par contre couplé au rotor de la centrale éolienne.

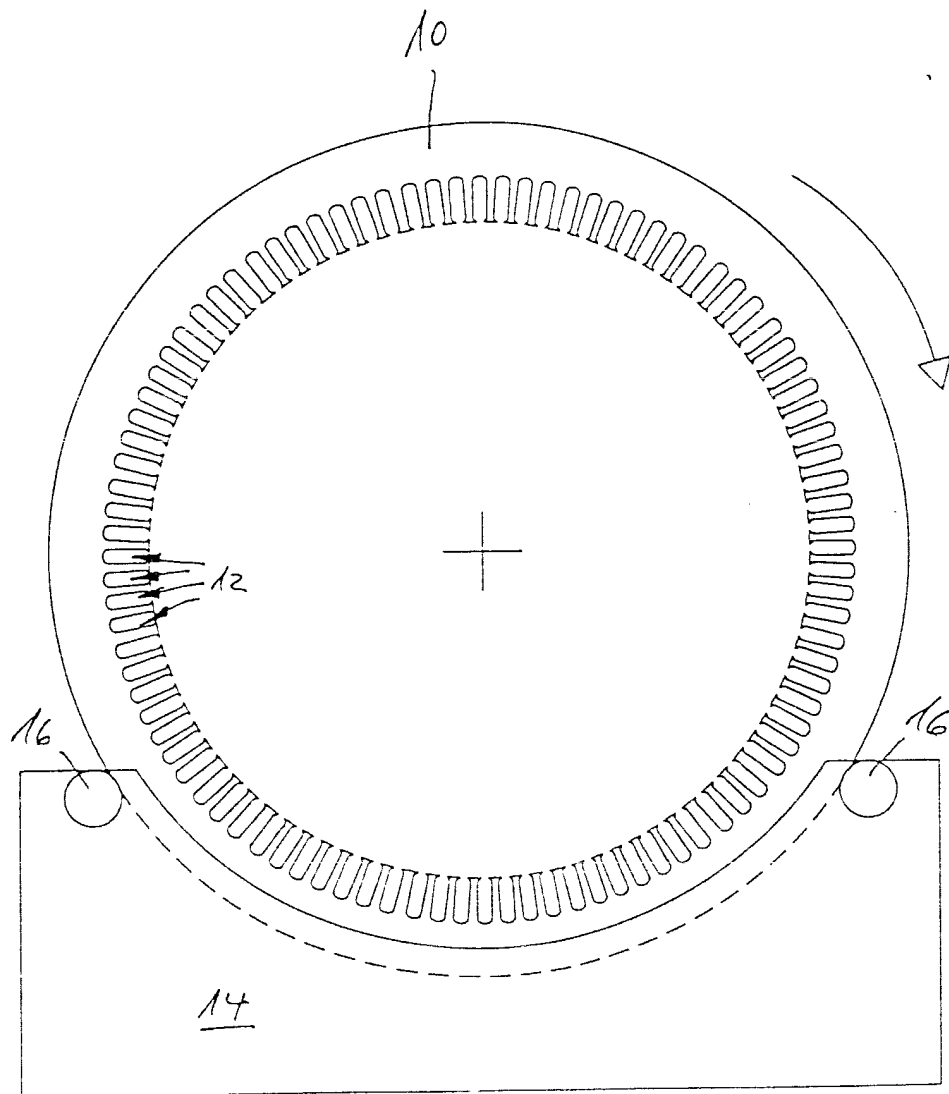
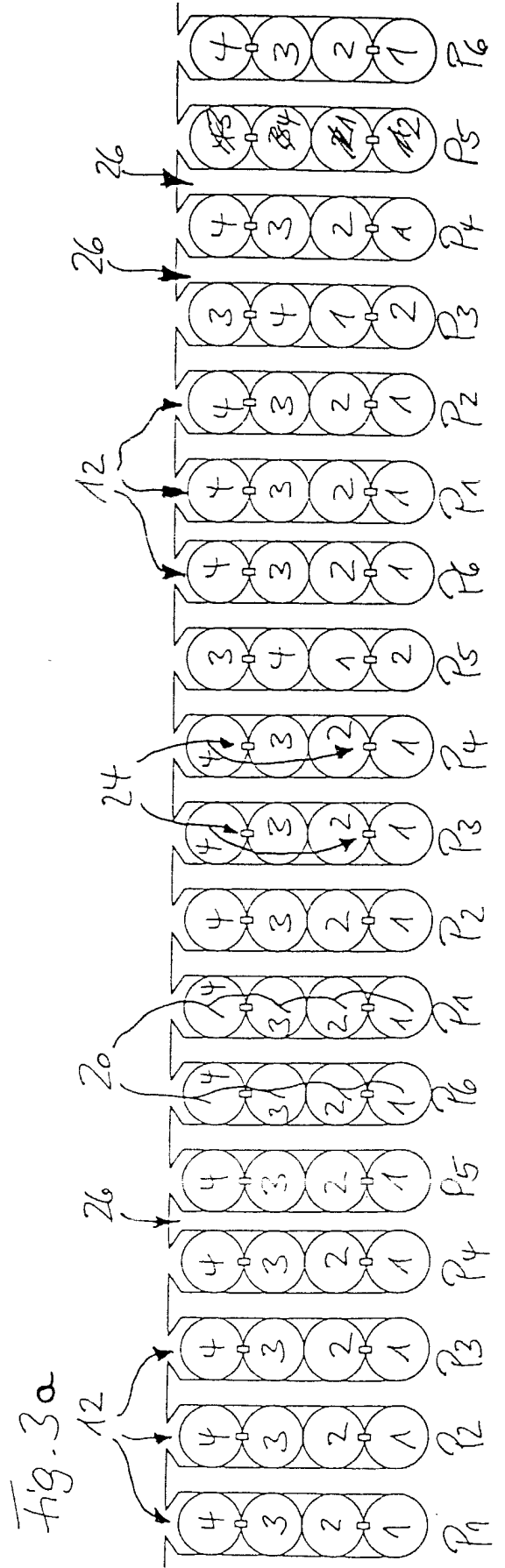
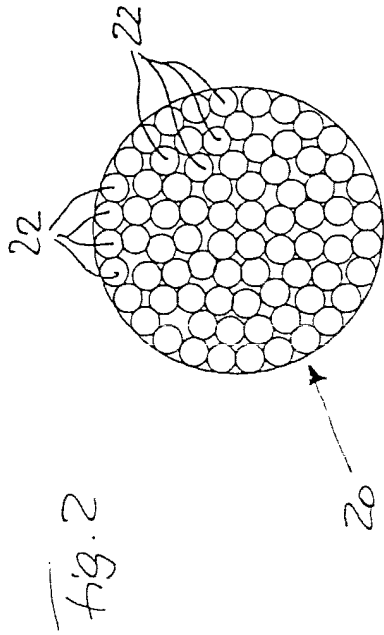


Fig. 1



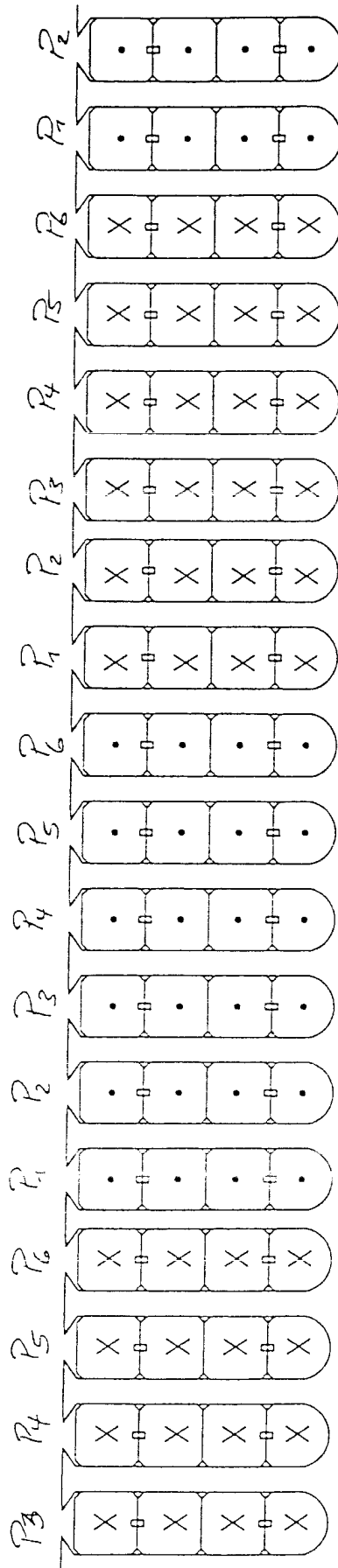


Fig. 36

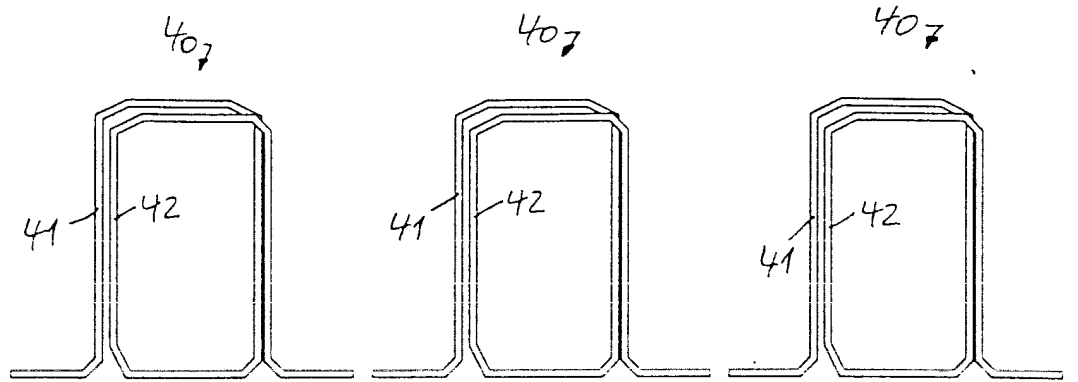


Fig. 3c

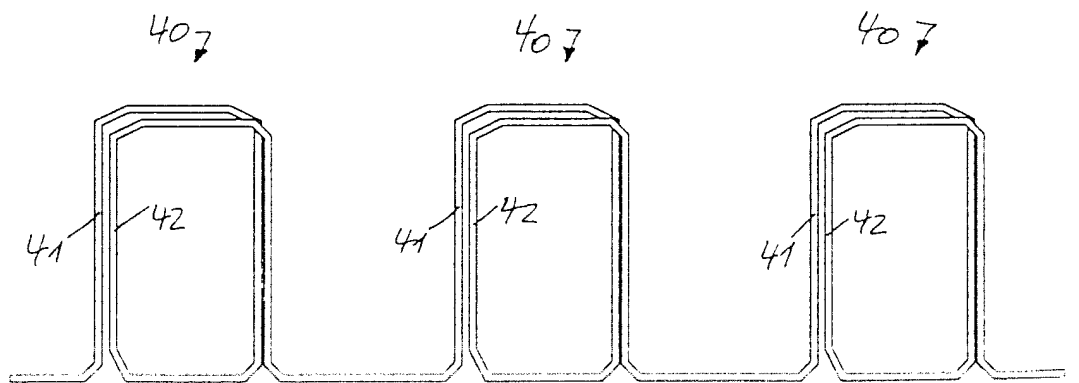


Fig. 3d

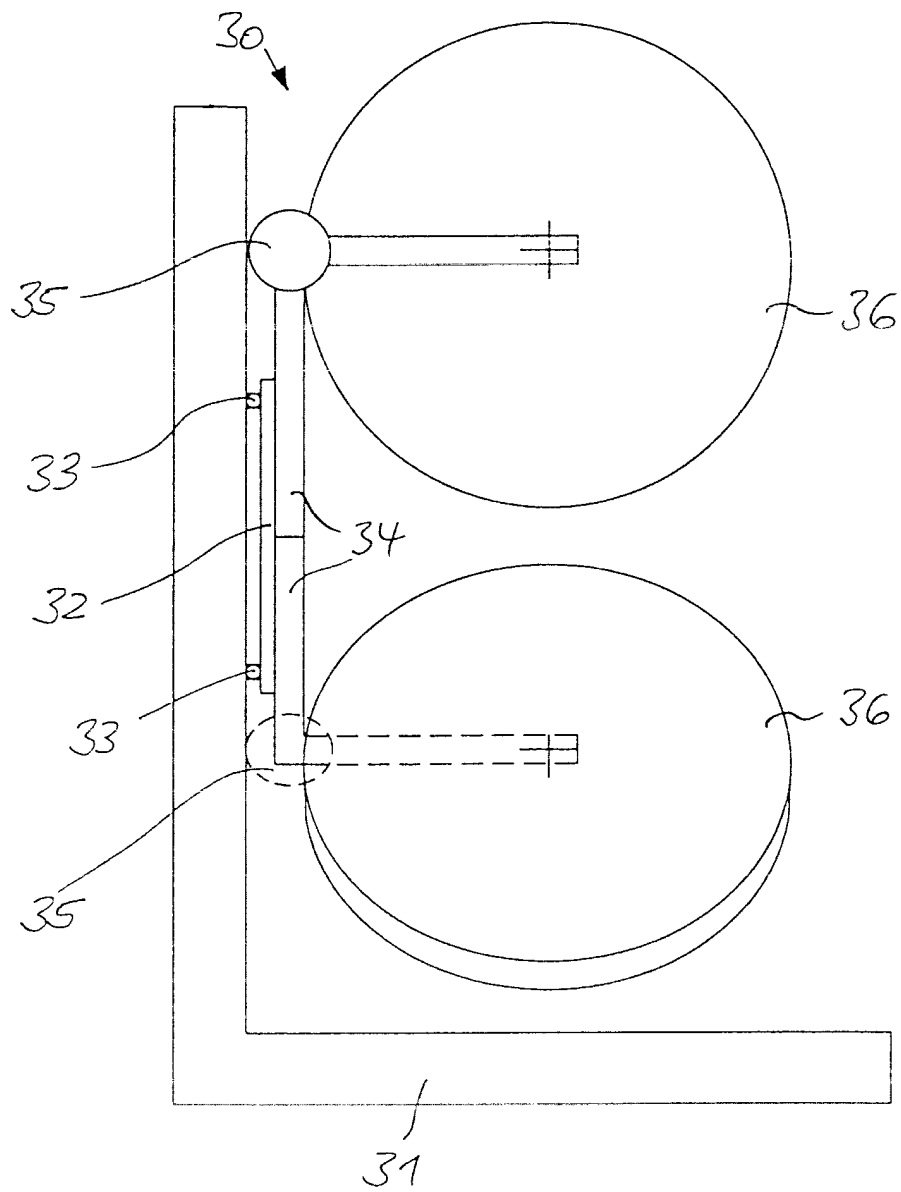


Fig. 4

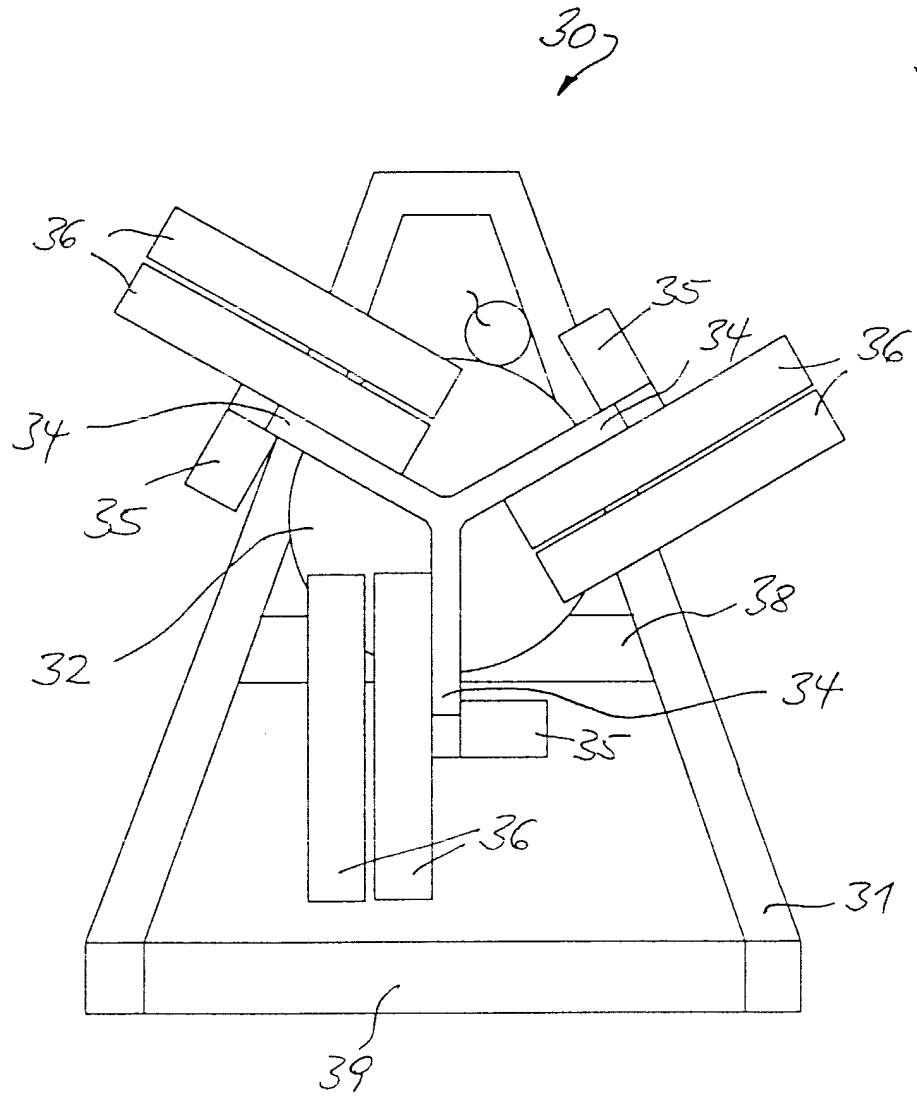


Fig. 5

Fig. 6

