República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI 1102297-3 A2**

BRPI1102297A2

(22) Data de Depósito: 05/05/2011
(43) Data da Publicação: 21/11/2012
(RPI 2185)

(51) Int.Cl.:
H02K 15/02
F03D 11/04

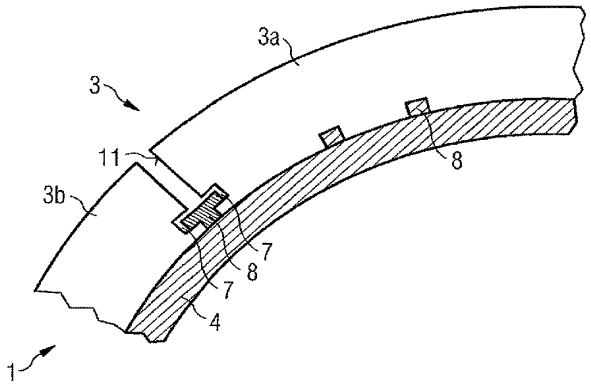
(54) Título: GERADOR COM UM ESTATOR SEGMENTADO

(30) Prioridade Unionista: 05/05/2010 EP 10 161945

(73) Titular(es): Siemens Aktiengesellschaft

(72) Inventor(es): Henrik Stiesdal

(57) Resumo: GERADOR COM UM ESTATOR SEGMENTADO. A presente invenção refere-se a um gerador com um rotor (2) e um estator (3); O estator (3) compreende segmentos de estator (3a, 3b) afixados a uma estrutura de retenção (4,15). Os segmentos de estator (3a, 3b) compreendem pelo menos um primeiro elemento de conexão (7) estando em engate com pelo menos um segundo elemento de conexão (8) da estrutura de retenção (4,15) no qual o engate é destacável na direção axial (a) e não destacável nadireção radial (r) e direção circunferencial.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"GERADOR COM UM ESTATOR SEGMENTADO".**

A presente invenção refere-se geralmente a um gerador com um estator segmentado. Mais especificamente, a presente invenção refere-se às montagem e desmonte de um gerador, especialmente de um gerador de uma turbina eólica.

Os geradores de maneira geral têm um rotor móvel e um estator estacionário para gerar energia elétrica. É conhecido dividir o estator em segmentos Isto permite fácil manutenção e substituição do estator, pois, segmentos individuais podem ser montados e desmontados separadamente.

Esses estatores segmentados, todavia, são conhecidos para geradores com um estator externo e um rotor interno; Nesta configuração os segmentos de estator são montados ou desmontados na direção radial externa do gerador.

Recentemente, geradores com um rotor externo e um estator interno se tornaram mais comuns. Nesta configuração o rotor tem de ser desmontado antes dos segmentos de estator poderem ser montados ou desmontados radialmente.

Por conseguinte, um dos objetivos da presente invenção é aperfeiçoar o manejo de um gerador com um estator segmentado.

Este objetivo é resolvido pelos aspectos característicos das reivindicações 1, 11 e 12, respectivamente. As reivindicações subordinadas oferecem maiores detalhes e vantagens da invenção.

Sob um aspecto, a invenção é dirigida a um gerador com um rotor, que pode ser, especialmente, um rotor externo, e um estator, que podem ser, mais especificamente, um estator interno, no qual o estator tem segmentos de estator afixados a uma estrutura de retenção circular. O segmento de estator tem pelo menos um primeiro elemento de conexão engatado com um segundo elemento de conexão da estrutura de retenção. O engate é destacável na direção axial e não destacável na direção radial e circunferencial. Este gerador pode ser facilmente montado e desmontado pois o estator pode ser manejado sem deslocamento do rotor. Isto permite a substituição

de um segmento de estator quebrado sem a necessidade de um guindaste para baixar o gerador completo. Também, um ou mais segmentos de estator podem ser removidos temporariamente para obter acesso ao rotor para serviço ou manutenção de elementos de rotor. Durante a produção do gerador tempo é economizado devido à fácil montagem e alinhamento dos segmentos de estator.

O primeiro elemento de conexão pode estar disposto em uma superfície circunferencial interna e/ou em uma superfície radial. Esta disposição garante uma conexão satisfatória entre a estrutura de retenção e o segmento de estator enquanto sendo fácil de implementar ao mesmo tempo.

O primeiro elemento de conexão pode ter uma saliência e o segundo elemento de conexão pode ter uma correspondente reentrância. Alternativamente, o primeiro elemento de conexão pode ter uma reentrância e o segundo elemento de conexão pode ter uma correspondente saliência. Os elementos de conexão ou mais especificamente as reentrâncias e as saliências podem se estender ao longo da completa extensão axial do segmento de estator e da estrutura de retenção, respectivamente. Todavia, elas podem também cobrir somente parte da extensão axial. Estas configurações todas permitem por uma satisfatória retenção radial e circunferencial e por um fácil movimento axial dos segmentos de estator. Em vez de saliências e reentrâncias separadamente definidas e os primeiro e segundo elementos de conexão podem ter a forma de dois contornos contínuos que são complementares entre si para engate.

Um primeiro ou segundo elemento de conexão pode ser engatado com dois segundos ou primeiros elementos de

conexão. Estes dois elementos de conexão podem ser dispostos em um ou dois elementos de estator. Com esta implementação, o número de elementos de conexão pode ser desse modo reduzido facilitando a produção do gerador;

O gerador pode ter um mecanismo de travamento axial retendo o segmento de estator de forma amovível em uma posição axial. O mecanismo de travamento pode ser formado integralmente com os elementos de

conexão como, por exemplo, um mecanismo de engate ou encaixe. Um mecanismo separado também pode ser utilizado. O mecanismo de travamento pode fixar um, vários ou todos os elementos de estator contra desprendimento axial indesejado.

O mecanismo de travamento axial pode estar disposto em um lado frontal do segmento de estator e/ou da estrutura de retenção. Nesta posição, o mecanismo de travamento pode ser aberto facilmente.

O segmento de estator pode ter uma estrutura de suporte e a estrutura de suporte pode compreender o primeiro elemento de conexão. A estrutura de suporte pode ser usada para reforçar a estrutura dos segmentos de estator. A estrutura de suporte pode ainda ser utilizada para adaptar o segmento de estator com um maior diâmetro a uma estrutura de retenção com um menor diâmetro. A estrutura de suporte pode suportar mais de um segmento de estator. Neste caso, todavia, pode somente ser possível montar e desmontar os segmentos de estator da estrutura de suporte conjuntamente.

O primeiro elemento de conexão pode ter uma primeira estrutura de montagem e uma segunda estrutura de montagem mutuamente espaçadas na direção axial, na qual a primeira estrutura de montagem pode ter uma menor extensão radial que a segunda estrutura de montagem. O segundo elemento de conexão pode ter uma primeira base de montagem e uma segunda base de montagem espaçadas uma da outra na direção axial, na qual a primeira base de montagem pode ter uma maior extensão radial que a segunda base de montagem. Esta disposição confere apoio estável para os segmentos de estator, por exemplo, para geradores com uma determinada extensão axial.

Sob um segundo aspecto, a invenção é dirigida a um segmento de estator para um gerador conforme descrito acima.

Segmentos de estator compatíveis com o gerador podem ser usados para substituir estatores partidos ou para posterior retro instalação

Sob um aspecto adicional ,a invenção é dirigida a uma turbina eólica com uma torre e um eixo principal conectado com a torre. Um cubo de

pás é rotativamente conectado através de um mancal principal com o eixo principal e as pás são conectadas com o cubo de pás; A turbina eólica tem um gerador como descrito acima; A fácil manutenção do gerador é especialmente valiosa para geradores de turbina eólica pois todos sobre o topo de uma alta torre que pode ter uma extensão de cem metros e mais.

A turbina eólica pode ter o estator que pode ser, em particular, um estator interno afixado ao eixo principal, e pode ter o rotor, que pode ser, em particular, um rotor externo afixado ao cubo de pá. Em particular para uma turbina eólica com o conjunto de estator interno/rotor externo e o gerador se entrosam;

Os desenhos apensos são incluídos para proporcionar uma maior compreensão das modalidades. Outras modalidades e muitas das vantagens propostas serão facilmente apreciadas à medida que se tornarem mais bem- compreendidas com referência à descrição detalhada que se segue. Os elementos dos desenhos não estão indispensavelmente em escala entre si. Os numerais de referência idênticos designam componentes similares.

A figura 1 ilustra uma vista em seção transversal esquemática de um gerador com um estator segmentado de acordo com a invenção;

a figura 2 ilustra uma vista axial de um gerador com um segmento de estator de acordo com a invenção;

a figura 3 ilustra uma vista axial de outro gerador com um segmento de estator de acordo com a invenção;

a figura 4 ilustra uma vista esquemática de uma turbina eólica com um gerador com um estator segmentado de acordo com a invenção.

Na descrição detalhada que se segue, referência é feita aos desenhos apensos que formam uma parte integrante e nos quais são mostradas a título de ilustração modalidades específicas nas quais a invenção pode ser praticada. Sob este aspecto terminologia direcional tal como "topo" ou "fundo" etc; é usada com referência à orientação das figuras sendo descritas. Devido os componentes de modalidades poderem ser posicionados em um número de diferentes orientações, a terminologia direcional é usada para fins de ilustração e não de maneira limitativa. Deve ser entendido que outras

modalidades podem ser realizadas sem se afastar do âmbito da presente invenção. A descrição detalhada a seguir, por conseguinte, não deve ser tomada em um sentido limitativo, e o âmbito da presente invenção é definido pelas reivindicações apensas.

A figura 1 mostra um gerador 1 com um rotor externo 2 e um estator interno 3. O rotor externo 2 tem enrolamentos de induzido ao passo que o estator interno 3 tem permanentes ou eletromagnetos. Alternativamente, os enrolamentos de induzido são dispostos no estator interno 3 e os magnetos são dispostos no rotor externo 2.

O estator interno 3 é dividido em vários segmentos de estator, o que é exposto posteriormente em conjunção com as figuras 2 e 3. Na figura 1, um segmento de estator 3a é ilustrado. O estator interno 3 é afixado a uma estrutura de retenção circular 4. Uma ou mais estruturas de retenção circulares 4 podem ser empregadas. Uma estrutura de retenção 4 dotada da forma de um tubo também pode ser utilizada. A estrutura de retenção 4 pode ser montada em outra parte base como um eixo principal de uma turbina eólica por exemplo ou pode ser formada integralmente com esta parte base.

O estator interno 3 é circundado pelo rotor externo 2. Um pequeno entreferro 5 separa o estator 3 e o rotor 2. O rotor 2 é afixado a uma parte rotativa 6 da estrutura. A parte girável pode ser afixada ou parte de um cubo de pá de uma turbina eólica, por exemplo.

O estator interno 3 ou segmento de estator 3a tem um primeiro elemento de conexão 7. Um segundo elemento de conexão 8 da estrutura de retenção 4 está em engate com o primeiro elemento de conexão 7. Os elementos de conexão 7 e 8 definem uma conexãoentre o segmento de estator 3a e a estrutura de retenção 4. A conexão é destacável na direção axial a e não destacável na direção radial r e na direção circunferencial (perpendicular a **r** e **a**)

O primeiro elemento de conexão 7 tem aqui a forma de uma reentrância axial se estendendo através da completa extensão axial do segmento de estator 3aOK. O segundo elemento de conexão 8 tem aqui a forma de duas correspondentes saliências. As saliências estão em engate com a

reentrância permitindo o movimento do segmento de estator 3a na direção axial **a** de maneira a montar ou remover o segmento de estator 3a. A figura 1 mostra elementos de conexão se estendendo através da completa extensão do gerador 1. É também possível que um ou ambos os elementos de conexão cubram somente parte da extensão do gerador. Em vez de duas saliências uma ou mais saliências podem ser usadas.

Um mecanismo de trancamento 9 fixa o segmento de estator contra deslocamento axial acidental. O mecanismo de trancamento 9 pode ser implementado como um trinco, catraca ou qualquer outro mecanismo apropriado. É também possível formar o mecanismo de trancamento integralmente com um ou ambos os elementos de conexão. O mecanismo de trancamento é disposto em um lado frontal do segmento de estator 3a e da estrutura de retenção 4. Um gancho 10 é afixado a um lado frontal do segmento de estator 3a para fácil liberação do elemento de estator 3a;

A figura 2 mostra uma vista frontal parcial do gerador 1. A estrutura de retenção 4 e dois segmentos de estator 3a e 3b são representados. Os segmentos de estator 3a e 3b têm um primeiro elemento de conexão 7 na forma de uma reentrância disposta em uma superfície radial 11 do segmento. O primeiro elemento de conexão 7 continua na direção axial ao longo da superfície radial 11.

A estrutura de retenção 4 tem um segundo elemento de conexão 8 na forma de uma projeção em forma de T. Um lado do segundo elemento 8 está em engate com o segmento de estator 3a e um segundo lado do segundo elemento de conexão está em engate com o segmento de estator 3b. Os segmentos de estator 3a e 3b são fixados na direção radial e na direção circunferencial e podem ser liberados na direção axial.

A estrutura de retenção 4 tem dois outros elementos de conexão opcionais 8 na forma de uma saliência. Estas duas saliências se engatam em correspondentes reentrâncias do segmento de estator 3a. O segmento de estator 3b pode ter as mesmas ou reentrâncias similares. As saliências podem suportar a projeção em forma de T 8 no reter o segmento de estator 3a especialmente às altas revoluções do gerador 1. As saliências podem

também atuar como uma guia de inserção para montagem do segmento de estator 3a.

Um intervalo é mostrado entre os dois segmentos de estator 3a e 3b. Dependendo da construção e uso do gerador os segmentos de estator 3a e 3b e/ou os elementos de conexão 7 e 8 podem ser formados de maneira que nenhum ou um intervalo muito pequeno exista entre os dois segmentos de estator OK.

A figura 2 mostra a estrutura de retenção 4 com o segundo elemento de conexão 8 na forma de saliências e os segmentos de estator 3a e 3b com os primeiros elementos conexão 7 na forma de reentrâncias. Todavia, a estrutura de retenção 4 pode compreender tanto uma reentrância como uma saliência, e os segmentos de estator 3a, 3b podem compreender uma correspondente saliência e reentrância.

Em vez de saliências e reentrâncias separadamente definida os primeiro e segundo elementos de conexão podem ter a forma de dois contornos contínuos que são complementares entre si para engate.

A figura 3 mostra parte do gerador 1 com um estator 3 tendo dois segmentos de estator 3a, 3b e uma estrutura de retenção 4 similar àqueles mostrados na figura 2. Aqui, os primeiros elementos de conexão 7 são projeções em forma de T dispostas em uma superfície circunferencial interna 12. Cada segmento de estator 3a, 3b tem dois primeiros elementos de conexão dispostos na vizinhança das extremidades do segmento de estator.

A estrutura de retenção 4 tem segundos elementos de conexão 8 em uma correspondente forma em T para acomodar os primeiros elementos de conexão 7. Os elementos de conexão 7, 8 retém os elementos de conexão na direção radial e circunferencial enquanto permitindo uma montagem axial e remoção do elemento de estator 3a. 3b. Em vez de elementos de conexão em forma de T 7, 8 qualquer outra forma apropriada pode ser usada que previna separação radial e circunferencial do segmento de estator da estrutura de retenção 4 enquanto ainda permitindo por um deslocamento axial.

A figura 4 mostra uma turbina eólica 13 com uma torre 14 e um eixo principal 15 fixado sobre o topo da torre 13. Um mancal principal 16 conecta o eixo principal 15 e um cubo de pás 17 rotativamente. Duas ou mais pás 18 são fixadas ao cubo de pás 17.

Um gerador 1 com um rotor externo 2 e um estator interno 3 é integrado na turbina eólica 13. O rotor externo 2 é fixado a uma parte rotativa 6 que é afixada a ou parte do cubo de pás 17. O estator interno 3 tem segmentos de estator dos quais um segmento de estator 3a é representado.

O segmento de estator 3a tem uma estrutura de suporte 19 com o primeiro elemento de conexão7. O primeiro elemento de conexão tem uma primeira estrutura de montagem 20 e uma segunda estrutura de montagem 21 que são espaçadas entre si na direção axial **a**. A primeira estrutura de montagem 20 tem uma menor extensão radial que a segunda estrutura de montagem 21. As estruturas de montagem 20, 21 podem consistir em flanges por exemplo na forma de segmentos de um círculo ou podem ser implementadas como barras.

O segundo elemento de conexão 8 é ligado ao eixo principal 15 e tem uma primeira base de montagem 22 e uma segunda base de montagem 23 espaçadas uma da outra em direção axial a. A primeira base de montagem 22 tem uma extensão radial maior do que a segunda base de montagem 23. As bases de montagem 22 e 23 podem consistir em flanges por exemplo na forma de segmentos de um círculo ou podem ser implementados como barras.

A primeira estrutura de montagem 20 se engata com a primeira base de montagem 22 e a segunda estrutura de montagem 21 se engata com a segunda base de montagem 23 para fixar o segmento de estator 3a na direção radial e circunferencial , enquanto permitindo a montagem e a remoção do segmento de estator 3a na direção axial **a**. As conexões entre as bases de montagem 22 e 23 e as estruturas de montagem 21, 23 podem ser efetuadas pelas conexões mostradas nas figuras. 2 e 3, por exemplo. Quaisquer outros dispositivos de conexão podem ser usados contanto que assegurem as características necessárias.

A extensão radial das estruturas de montagem 21. 23 e/ou as bases de montagem 22, 23 é adaptada para dispor o rotor 2 e o estator 3 em estreita relação de conjunção. A extensão radial depende da situação estrutural do dispositivo, aqui da turbina eólica 13.

A montagem e o desmonte do segmento de estator 3a serão descritos. Após a torre 14 com o eixo principal 15 ser montada o cubo de pólos 17 pode ser instalado em posição. Durante este processo, as bases de montagem 22, 23 e o rotor externo 22 são montados . Em uma etapa seguinte os segmentos de estator 3a são colocados em posição. Eles são deslizavelmente inseridos com seus primeiros elementos de conexão 7 ou suas estruturas de montagem 21,23 no interior dos segundos elementos de conexão 8 ou nas bases de montagem 22, 23 . Uma vez que estejam em posição, podem ser fixados com um mecanismo de trancamento. Uma nacele é usualmente aplicada em torno do gerador 1 e do eixo principal 15 para proteger as partes internas da turbina eólica 13;

Para desmontar um segmento de estator 3a um mecanismo de trancamento é aberto (caso presente) e o segmento de estator 3a é agarrado no gancho 10. A seguir, o elemento de estator 3a é extraído da relação de engate com o segundo elemento de conexão 8 na direção axial **a**; Isto pode ser realizado facilmente mesmo em uma altura da turbina eólica 13. Nenhum guindaste é necessário para desmontar o gerador completo1. O segmento de estator pode então ser inserido na posição vazia do estator 3.

REIVINDICAÇÕES

1. Gerador com um rotor (2) e um estator (3), em que o estator (3) compreende segmentos de estator (3a, 3b) afixados a uma estrutura de retenção circular (4, 15) na qual os segmentos de estator (3a, 3b) compreendem um primeiro elemento de conexão (7) engatado com pelo menos um segundo elemento de conexão (8) da estrutura de retenção (4, 15) , em que a relação de engate édestacável na direção axial (**a**) e não destacável na direção radial (r) e direção circunferencial.

2. Gerador de acordo com a reivindicação 1, em que o rotor (2) é um rotor externo e o estator é um estator interno.

3. Gerador de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que o primeiro elemento de conexão (7) está disposto em uma superfície circunferencial interna (12).

4. Gerador de acordo com uma das reivindicações 1 a 3, em que o primeiro elemento de conexão (7) está disposto em uma superfície radial (11).

5. Gerador de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, em que o primeiro elemento de conexão (7) compreende uma saliência e o segundo elemento de conexão (8) compreende uma correspondente reentrância.

6. Gerador de acordo com uma das reivindicações 1 a 5, em que o primeiro elemento de conexão (7) compreende uma reentrância e o segundo elemento de conexão (8) compreende uma correspondente saliência.

7. Gerador de acordo com uma das reivindicações 1 a 5, em que o primeiro elemento de conexão (7) ou segundo elemento de conexão está em engate com dois segundos (8) ou primeiros (7) elementos de conexão.

8. Gerador de acordo com uma das reivindicações 1 a 7, em que o gerador (1) compreende um mecanismo de trancamento axial (9) retendo o segmento de estator (3a) de maneira amovível em uma posição axial.

9. Gerador de acordo com uma das reivindicações1 a 7, em que o mecanismo de trancamento axial (9) está disposto em um lado frontal do segmento de estator (3a) e/ou da estrutura de retenção (4).

10. Gerador de acordo com uma das reivindicações 1 a 9, em

que o segmento de estator (3a) compreende uma estrutura de suporte (19) e no qual a estrutura de suporte (19) compreende o primeiro elemento de conexão (7).

11. Gerador de acordo com a reivindicação 10,em que o primeiro elemento de conexão (7) compreende uma primeira estrutura de montagem (20) e uma segunda estrutura de montagem (21) mutuamente espaçadas na direção axial (**a**) no qual a primeira estrutura de montagem (20) tem uma menor extensão radial que a segunda estrutura de montagem (21), no qual o segundo elemento de conexão (8) compreende uma primeira base de montagem (22) e uma segunda base de montagem (22) mutuamente espaçadas na direção axial (2), no qual a primeira base de montagem (22) compreende uma maior extensão radial que a segunda base de montagem (23).

12. Segmento de estator para um gerador (1) como definido nas reivindicações 1 a 11

13. Turbina eólica com uma torre (14), um eixo principal (15) conectado com a mesma, um cubo de pás (17) rotativamente conectado através de um mancal principal (16) com o eixo principal (15) e pás conectadas com o cubo de pás (17) compreendendo um gerador (1) como definido nas reivindicações 1 a 11.

14. Turbina eólica de acordo com a reivindicação 13, em que o estator (3) é afixado ao eixo principal (15) e na qual o rotor (2) é afixado ao cubo de pás (17).

FIG 1

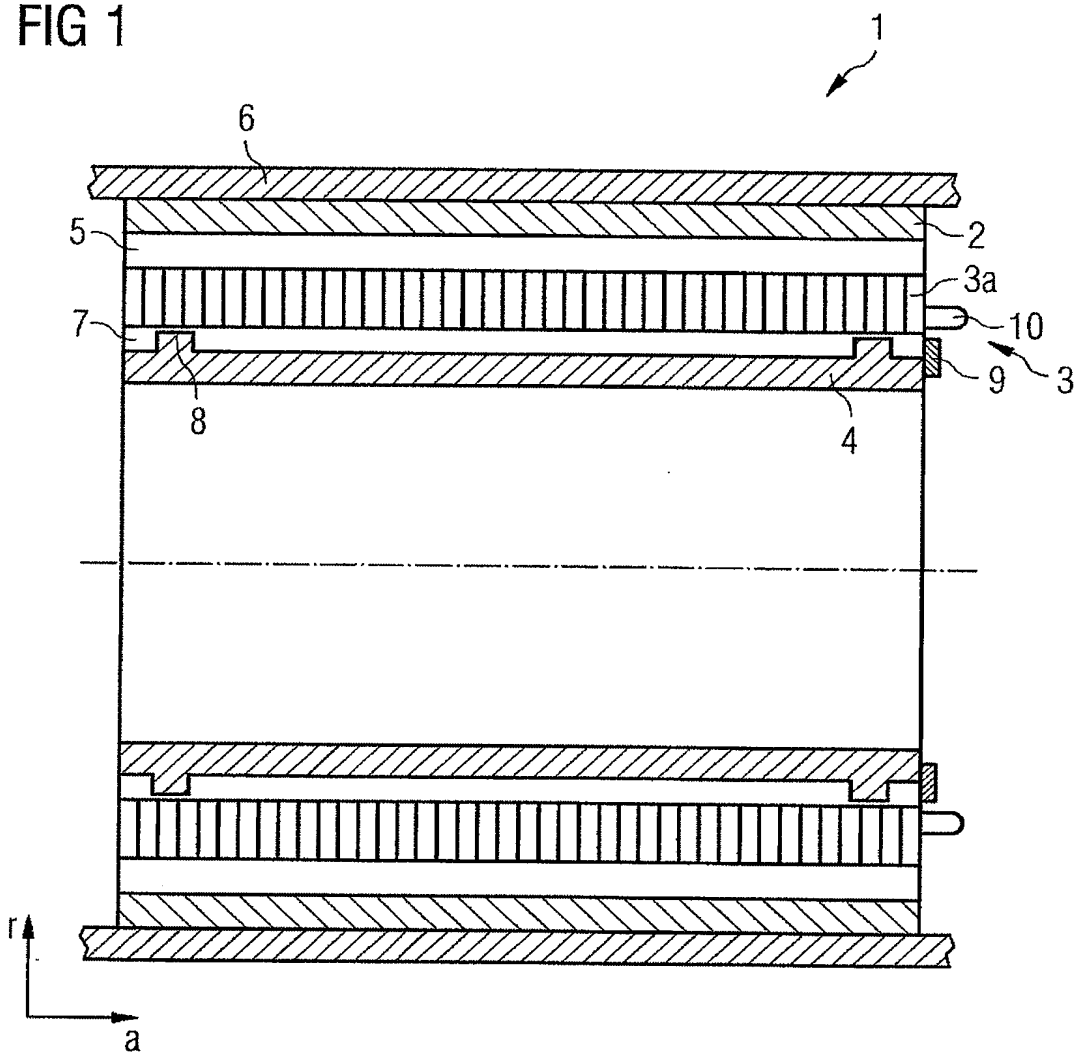


FIG 2

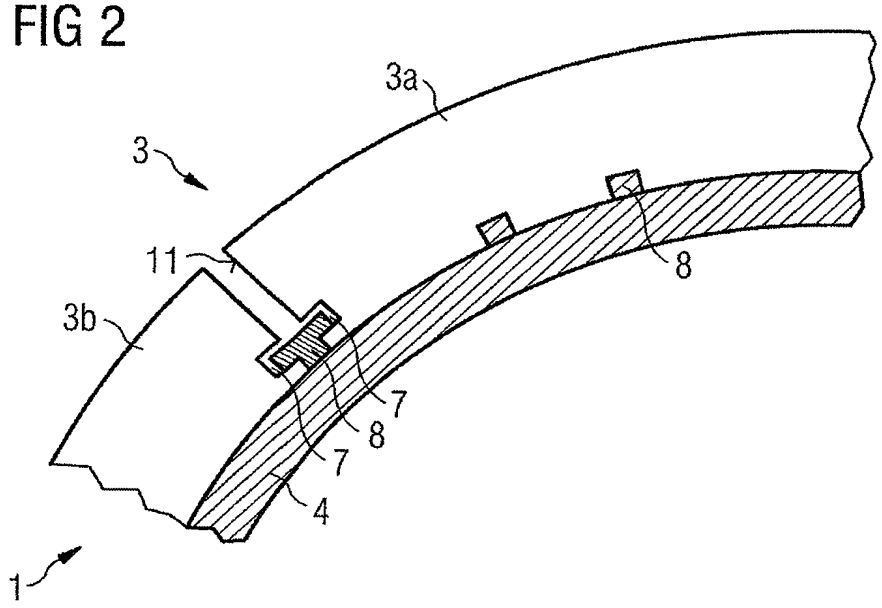


FIG 3

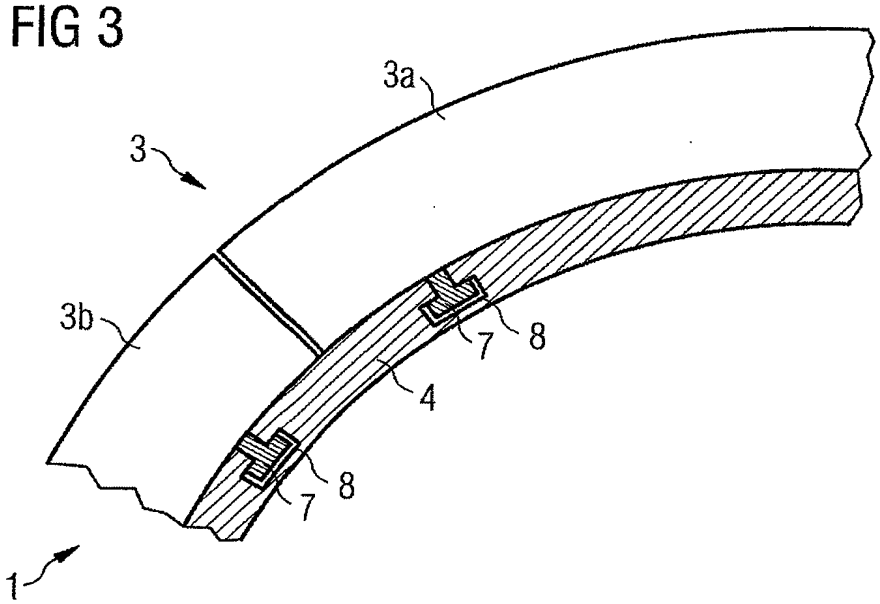
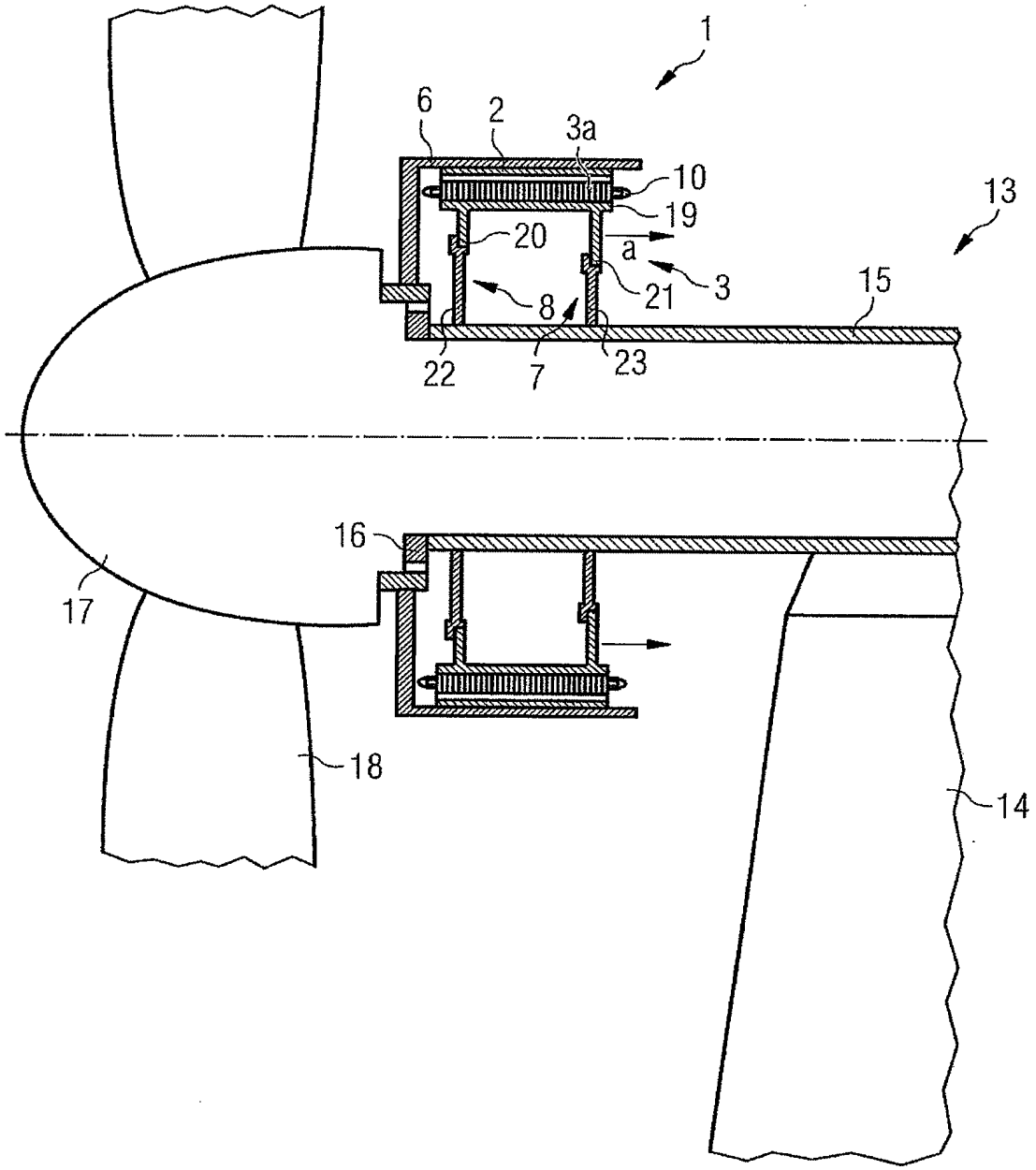


FIG 4



RESUMO

Patente de Invenção: **"GERADOR COM UM ESTATOR SEGMENTADO".**

A presente invenção refere-se a um gerador com um rotor (2) e um estator (3); O estator (3) compreende segmentos de estator (3a, 3b) afixados a uma estrutura de retenção (4, 15). Os segmentos de estator (3a, 3b) compreendem pelo menos um primeiro elemento de conexão (7) estando em engate com pelo menos um segundo elemento de conexão (8) da estrutura de retenção (4, 15) no qual o engate é destacável na direção axial (a) e não destacável na direção radial (r) e direção circunferencial.