

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

(21) **PI 1105989-3 A2**

(22) Data de Depósito: 19/12/2011
(43) Data da Publicação: 26/12/2012
(RPI 2190)



(51) *Int.Cl.*:
F03D 9/00

(54) **Título:** GERADOR DE TURBINA EÓLICA
SINCRÔNICO

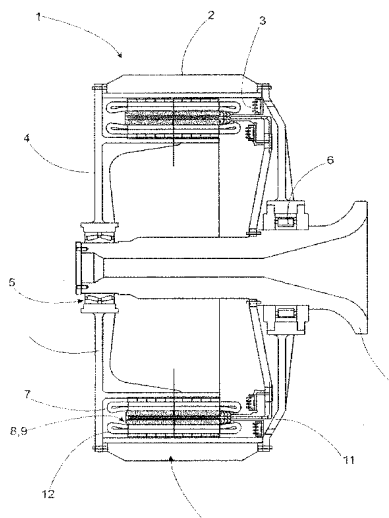
(30) **Prioridade Unionista:** 05/10/2011 AR P110103701

(73) **Titular(es):** Industrias Metalurgicas Pescarmona S.A.C.Y.F.
IMPSA

(72) **Inventor(es):** Enrique Pescarmona

(74) **Procurador(es):** NELLIE ANNE DANIEL-SHORES

(57) **Resumo:** GERADOR DE TURBINA EÓLICA SINCRÔNICO. Trata-se de um gerador síncrono do tipo usado em dispositivos como geradores de turbina eólica e similares, em que o gerador síncrono compreende ao menos um estator e ao menos dois enrolamentos colocados opostamente um ao outro e paralelos a seu eixo de rotação e pelo menos um sistema de refrigeração que simplifica a estrutura e reduz as dimensões, com uma indução magnética por meio de ímãs permanentes. O design desse gerador permite utilizar o espaço próximo ao diâmetro externo do gerador, possibilitando um aumento de energia, minimizando o peso, sem aumentar o diâmetro externo do gerador, mantendo o comprimento, densidade de fluxo e a velocidade de rotação, o que constitui uma vantagem no momento do transporte da fábrica para o local de destino da estação eólica. Por outro lado, uma vantagem adicional é que, dependendo das condições do vento, um ou ambos os enrolamentos podem operar ao mesmo tempo, o que otimiza seu rendimento e versatilidade, aumentando ainda sua confiabilidade, uma vez que seu conversor adapta a energia de cada enrolamento à rede separadamente ou em paralelo. Outra vantagem importante é o compartilhamento de pelo menos um sistema de refrigeração, o que reduz os espaços e a complexidade estrutural do equipamento inteiro.



“GERADOR DE TURBINA EÓLICA SINCRÔNICO”

Campo da Invenção

A invenção refere-se a um gerador de turbina eólica síncrono do tipo usado na geração de energia por meio do vento, e, mais precisamente, a presente invenção refere-se a um gerador de turbina eólica síncrono que inclui somente um estator central com enrolamento duplo.

Técnica Anterior

Como se sabe, atualmente, a energia eólica é usada principalmente para a produção de energia elétrica por meio de aerogeradores. Um aerogerador é um gerador elétrico movido por uma turbina operada pelo vento (turbina eólica). Um gerador de turbina eólica síncrono convencional de ímãs permanentes inclui um estator que consiste de uma estrutura de aço na qual as placas ranhuras do estator são empilhadas, formando um anel. No interior das ranhuras da placa do estator, é colocado o enrolamento do estator, que consiste de enrolamentos de cobre isolados relacionados entre eles, formando um enrolamento trifásico do tipo estrela. O segundo componente de um gerador de turbina eólica é o rotor, que consiste de uma estrutura de aço com um eixo geométrico e um anel no qual são colocados ímãs formando pólos Norte e Sul que, quando girados em relação ao estator, fazem com que as linhas do campo magnético sejam cortadas pelos enrolamentos do estator, induzindo, nesses enrolamentos, uma tensão elétrica e uma corrente elétrica que fornecem ao gerador uma energia elétrica determinada.

No estado da técnica, há uma grande quantidade de avanços tecnológicos que otimizam, em maior ou menor extensão, o conceito básico mencionado acima. Por exemplo, a Patente US 6974045 descreve um sistema de geração de energia eólica no qual um par de turbinas axialmente espaçadas são conectadas a um rotor externo e um toro interno de um gerador, respectivamente, e são providas de pás com ângulos de passo iguais, mas opostos, de modo que os rotores interno e externo girem à mesma velocidade de rotação em direções opostas. Uma vez que a velocidade de rotação relativa entre os rotores interno e externo é duas vezes maior que a velocidade de rotação do rotor interno ou do rotor externo, o sistema do gerador pode produzir uma quantidade relativamente grande de energia elétrica, mesmo quando a velocidade do vento é baixa. Se desejado, um mecanismo de variação de passo para as pás da turbina pode ser descartado a fim de reduzir os custos de fabricação e manutenção.

Por outro lado, a Patente KR 20090123903(A) revela uma unidade de geração de energia elétrica do tipo moinho de vento aprimorada no potencial gerado devido à não interferência no vento capturado, diferente dos geradores de grande capacidade, vulneráveis à interferência do vento capturado no moinho de vento. O gerador de ímãs permanentes tem um eixo rotativo, pelo menos três rotores de estágio de múltiplas

construções de disco conectados ao eixo em conjunto longitudinalmente ao eixo e tendo ímãs permanentes montados neles, e estatores de construção de disco com enrolamentos de estator de fios de cobre, que são isolados do eixo rotativo e dispostos em pelo menos duas brechas, cada uma das quais se localiza entre quaisquer dois rotores adjacentes. Os rotores e estatores são dispostos de modo a se alternarem na direção longitudinal ao eixo ao longo de cinco estágios ou mais. Além disso, propõe-se um gerador de moinho de vento no qual uma hélice é acoplada ao eixo do rotor do gerador de ímã permanente construído conforme apresentado anteriormente.

Além disso, a Patente US 7579702B2 revela um dispositivo de conversão de energia elétrica e um método de conversão de energia para controlar geradores de indução de dupla alimentação, que proporciona um gerador síncrono para gerar energia elétrica auxiliar de forma independente de um gerador de indução de dupla alimentação de modo a gerar eletricidade, mesmo em um ambiente livre de energia do sistema, um conversor do lado da rede elétrica é composto de um conversor trifásico com quatro fios de modo a gerar uma tensão elétrica equilibrada mesmo em uma condição de desequilíbrio de carga e sincronizar automaticamente uma tensão de estator de um gerador de indução de dupla alimentação e uma tensão do sistema uma com a outra.

Além disso, a Patente JP 2010207052 (A) propõe um gerador de energia capaz de gerar energia a uma tensão predeterminada e a uma corrente predeterminada, mesmo se uma energia externa for excessivamente fraca ou forte para gerar a energia usando a energia eólica ou hidráulica. ; SOLUÇÃO: O gerador inclui um rotor de ímãs 24 que gira sob uma força de rotação proveniente de uma fonte de acionamento, e uma bobina do estator 25 disposta opostamente ao pólo magnético do rotor de ímãs. O rotor de ímãs 24 inclui um eixo rotativo 13 conectado de maneira articulável em um alojamento 21, e ímãs permanentes formando uma pluralidade de pólos magnéticos em um círculo concêntrico em torno do eixo rotativo. A bobina do estator 25 inclui uma pluralidade de enrolamentos sem núcleo e terminais de saída trifásicos que são dispostos de modo a se oporem aos pólos magnéticos formados no rotor 24. O enrolamento sem núcleo inclui três enrolamentos de saída efetivos ou um múltiplo de três, e é conectado a um terminal de saída por meio de um meio de comutação, de modo que o número total de espiras possa ser modificado para mais ou para menos. Opta-se por um número total de espiras pequeno quando a força de rotação proveniente da fonte de acionamento é grande, e grande quando a força de rotação é pequena.

É importante salientar que a Patente US 2010/0270808, que descreve um equipamento de energia eólica, é composta de uma pluralidade de dispositivos ou unidades de energia eólica modulares. Cada unidade tem um alojamento e pelo menos duas turbinas montadas no alojamento. Cada uma das turbinas tem um conjunto de pás estendendo-se para cima a partir do alojamento. Cada conjunto de pás tem um eixo vertical estendendo-se

para cima em relação ao alojamento. Cada uma das turbinas tem um gerador conectado a ela, cada gerador sendo disposto no alojamento e tendo um rotor e um estator. Cada turbina é montada rotativamente em relação ao alojamento, e montada no rotor, de modo que possam girar juntos. Cada alojamento tem um conector positivo e um conector negativo em
5 cada lado da respectiva unidade. As unidades, quando colocadas juntas, conectam-se a seus respectivos pólos, positivo e negativo, juntas completando um circuito. Portanto, pode-se conectar múltiplas unidades umas às outras.

Além disso, a Patente US 7154191 revela que as máquinas úteis para fins de propulsão de embarcações e turbinas eólicas incluem um gerador ou motor bilateral com
10 duas lacunas de ar concêntricas. Em uma concretização, a máquina inclui um rotor bilateral com um lado interno do rotor e um lado externo do rotor; e um estator com um núcleo interno do estator e um núcleo externo do estator, em que o rotor bilateral é disposto de forma concêntrica entre o núcleo interno do estator e o núcleo externo do estator.

Já a Patente US No. 7709972 revela um sistema de turbina eólica provido de um
15 rotor de turbina eólica, um mecanismo de controle de passo, e um mecanismo de alimentação de emergência. O rotor da turbina eólica inclui uma pá com um ângulo de passo variável. O mecanismo de controle de passo aciona a pá para controlar o ângulo de passo. O mecanismo de alimentação de emergência gera energia elétrica a partir da rotação do rotor da turbina eólica e alimenta a energia elétrica ao mecanismo de controle de passo, em
20 resposta à ocorrência de uma queda acidental de uma tensão do sistema de uma rede elétrica.

Além disso, a Patente US 2008/0012347 A1 define um sistema de gerador eólica que inclui uma estrutura fixa, um eixo, rolamentos mecânicos e um estator e um rotor, junto com componentes magnéticos configurados para reduzir ou substancialmente eliminar
25 várias cargas impostas sobre os rolamentos mecânicos pelo sistema e pelo vento. Em particular, os componentes magnéticos em um mancal mais próximo das pás conectadas ao eixo atuam transmitindo uma força sobre o eixo que se contrapõe à gravidade. Os componentes magnéticos em um rolamento ao longo do eixo distal em relação às pás atuam transmitindo uma força sobre o eixo contrária a uma força de flexão exercida pelo eixo sobre
30 o rolamento nesse ponto. Componentes magnéticos adicionais atuam de forma a contrapor a gravidade adjacente ao estator e ao rotor. Ainda outros componentes magnéticos atuam exercendo uma força sobre o eixo contrária à força do vento.

Além disso, a Patente WO 2010/099713 revela um gerador de rotor duplo sem fricção com suspensão magnética que consiste de um eixo central (2) de uma plataforma de
35 geração, uma turbina eólica (1) e uma turbina de roda hidráulica (10), em que a turbina eólica é acoplada a um rotor interno (7) do gerador, a turbina de roda hidráulica é acoplada a um rotor externo (8) do gerador. Sob a ação da energia eólica e da energia hidráulica,

ambas as turbinas giram em direções contrárias mutuamente em torno do eixo geométrico central da plataforma de geração e acionam o rotor interno e o rotor externo do gerador, que giram em direções opostas, gerando energia. O gerador tem uma estrutura razoável e alta eficiência no que tange à geração.

5 Sumário da Invenção

Sendo assim, a presente invenção tem por objetivo oferecer um gerador de turbina eólica síncrono do tipo usado em dispositivos como geradores de turbina eólica e similares, sendo que o gerador síncrono inclui ao menos um estator e ao menos dois enrolamentos colocados de forma oposta uma o outro e paralelos a seu eixo de rotação, com uma indução magnética por meio de ímãs permanentes, e ao menos um sistema de refrigeração que refrigera ambos os enrolamentos, simplificando consideravelmente os componentes mecânicos e reduzindo as dimensões.

O sistema de refrigeração inclui um circuito fechado que usa um líquido de refrigeração dielétrico com uma estabilidade térmica e resistência à oxidação maiores do que os óleos minerais, com alto ponto de ignição, ecologicamente correto, com propriedades antichama, que circula através dos canais no interior do estator, capturando o calo que emana de ambos os enrolamentos, movendo-o quando o óleo circula para outra região em que o ar ambiente é dissipado por meio de um radiador. A circulação do óleo é forçada por um sistema de bombeamento. A refrigeração é completada com uma circulação forçada de ar para remover o calor nos cabeçotes dos enrolamentos, mantendo sua circulação por meio da lacuna residual, evitando o superaquecimento do ar na dita região devido à fricção durante a rotação do rotor.

Descrição das figuras

Para uma compreensão maior do objetivo da presente invenção, a mesma foi ilustrada em diversas figuras, nas quais a mesma foi representada em uma das concretizações preferidas, a título de exemplo, em que:

A Fig. 1 é uma vista em seção transversal do gerador de turbina eólica objeto da presente invenção; e

A Fig. 2 é uma vista em seção transversal em detalhes do gerador de turbina eólica da figura 1.

Descrição detalhada das concretizações

O gerador de turbina eólica objeto da presente invenção inclui pelo menos um estator central com enrolamento duplo paralelo ao eixo de rotação. Nesta concretização particular, o dito gerador tem apenas um estator e o mesmo é refrigerado por pelo menos um sistema de refrigeração que é, nesta concretização particular, o sistema por líquido de refrigeração, comum a ambos os enrolamentos, com indução magnética por meio de ímãs permanentes em ambos os lados do dito estator. É importante salientar que o sistema de

refrigeração a ser usado não deve ser considerado como uma restrição ao âmbito da invenção.

Como pode ser apreciado nas figuras, o estator consiste de uma estrutura de aço na qual as placas do estator são empilhadas, as quais são ranhuras formando um anel. No interior das ranhuras da placa do estator, coloca-se o enrolamento do estator formando dois anéis, um para o exterior e o outro para o interior da estrutura. O enrolamento do estator é colocado no interior das ranhuras das placas do estator formando dois enrolamentos trifásicos do tipo estrela.

Fazendo referência à Fig. 1, as partes compondo o gerador de turbina eólica síncrono podem ser vistas com o número de referência geral 1. De fato, o gerador é composto de um alojamento do rotor 2, um cabeçote de anel de enrolamento trifásico externo 3, um enrolamento radial-axial 4, uma tampa frontal do rotor 5, um enrolamento radial 6, um enrolamento interno do estator 7, um corpo do estator e placas do estator 8, um sistema de refrigeração para ambos os enrolamentos, um eixo estático 10, uma tampa traseira do rotor 11 e um enrolamento externo do estator 12.

Em relação à figura 2, pode-se observar nela a vista em corte do estator do enrolamento duplo indicado com o número de referência geral 13, que tem a estrutura do estator (anel) 14, no qual as placas do estator são colocadas dos enrolamentos interno e externo 15 e 16, respectivamente. É importante salientar que, na referida estrutura 14, as portas de entrada/saída 17 podem ser vistas do líquido de refrigeração.

Como qualquer indivíduo com conhecimentos na técnica poderá determinar a partir do que foi mencionado acima neste relatório descritivo, o objeto da presente invenção irá criar diferentes tipos de geradores, cada um com suas características particulares, a saber:

–um gerador de turbina eólica síncrono de estator duplo com líquido de refrigeração ou líquido e ar ou apenas ar, com os ímãs permanentes do rotor do eixo horizontal de fluxo magnético radial.

–um gerador de turbina eólica síncrono de múltiplos estatores concêntricos com líquido de refrigeração ou líquido e ar ou apenas ar, com ímãs permanentes de fluxo magnético radial.

–um gerador de turbina eólica síncrono de múltiplos estatores concêntricos com líquido de refrigeração ou líquido e ar ou apenas ar, com um rotor de pólos projetantes de fluxo magnético radial.

–um gerador de turbina eólica síncrono de múltiplos estatores concêntricos, com enrolamentos de material supercondutor, com rotor de pólos projetantes, com enrolamentos de material supercondutor de fluxo magnético radial.

–um gerador de turbina eólica síncrono de múltiplos estatores concêntricos, com enrolamentos de material supercondutor, com rotor de pólos projetantes, com rotor de ímãs

permanentes de fluxo magnético radial.

O design desse gerador permite utilizar melhor o espaço próximo ao diâmetro externo do gerador, possibilitando um aumento de energia, minimizando o peso, sem aumentar o diâmetro externo do gerador, mantendo o comprimento, densidade de fluxo e a velocidade de rotação, o que constitui uma vantagem no momento do transporte da fábrica para o local de destino da estação eólica. Por outro lado, uma vantagem adicional é que, dependendo das condições do vento, um ou ambos os enrolamentos podem operar ao mesmo tempo, o que otimiza seu rendimento e versatilidade, aumentando ainda sua confiabilidade, uma vez que seu conversor adapta a energia de cada enrolamento à rede separadamente ou em paralelo.

Outra vantagem importante é o compartilhamento de pelo menos um sistema de refrigeração, o que reduz os espaços e a complexidade estrutural do equipamento inteiro.

REIVINDICAÇÕES

1. Gerador síncrono do tipo usado em dispositivos como geradores de turbina eólica e similares, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o gerador síncrono inclui ao menos um estator e ao menos dois enrolamentos colocados opostamente um ao outro e paralelos a seu eixo de rotação, com uma indução magnética por meio de ímãs permanentes.
5
2. Gerador de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito gerador inclui múltiplos estatores concêntricos e um rotor de pólos projetantes.
3. Gerador de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito estator inclui uma estrutura de aço na qual as placas ranhuradas do estator são colocadas definindo anéis dispostos no interior e no exterior da estrutura.
10
4. Gerador de acordo com as reivindicações 1 e 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que, nas ranhuras das ditas placas do estator, é colocado o enrolamento do estator.
5. Gerador de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o enrolamento do estator define pelo menos dois enrolamentos trifásicos do tipo estrela.
- 15 6. Gerador de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** por compreender múltiplos estatores concêntricos com enrolamentos de material supercondutor com um rotor de ímãs permanentes de fluxo magnético radial.
7. Gerador de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** por compreender pelo menos um estator com pelo menos um sistema de refrigeração composto de refrigerante líquido, ar ou uma combinação de ambos.
20
8. Gerador de turbina eólica síncrono, **CARACTERIZADO** por compreender um estator duplo com pelo menos um sistema de refrigeração composto de um refrigerante líquido, ar ou uma combinação de ambos, com um rotor de ímãs permanentes de eixo horizontal de fluxo magnético radial.
- 25 9. Gerador de turbina eólica síncrono, **CARACTERIZADO** por compreender múltiplos estatores concêntricos, com pelo menos um sistema de refrigeração composto de refrigerante líquido, ar ou uma combinação de ambos, com ímãs permanentes de fluxo magnético radial.
10. Gerador de turbina eólica síncrono, **CARACTERIZADO** por compreender múltiplos estatores concêntricos, com pelo menos um sistema de refrigeração composto de refrigerante líquido, ar ou uma combinação de ambos, com um rotor de pólos projetantes de fluxo magnético radial.
30
11. Gerador de turbina eólica síncrono, **CARACTERIZADO** por compreender múltiplos estatores concêntricos com enrolamentos de material supercondutor, com rotor de pólos projetantes, com enrolamentos de material supercondutor de fluxo magnético radial.
35
12. Gerador de turbina eólica síncrono, **CARACTERIZADO** por compreender múltiplos estatores concêntricos, com enrolamentos de material supercondutor, com rotor de

ímãs permanentes de fluxo magnético radial.

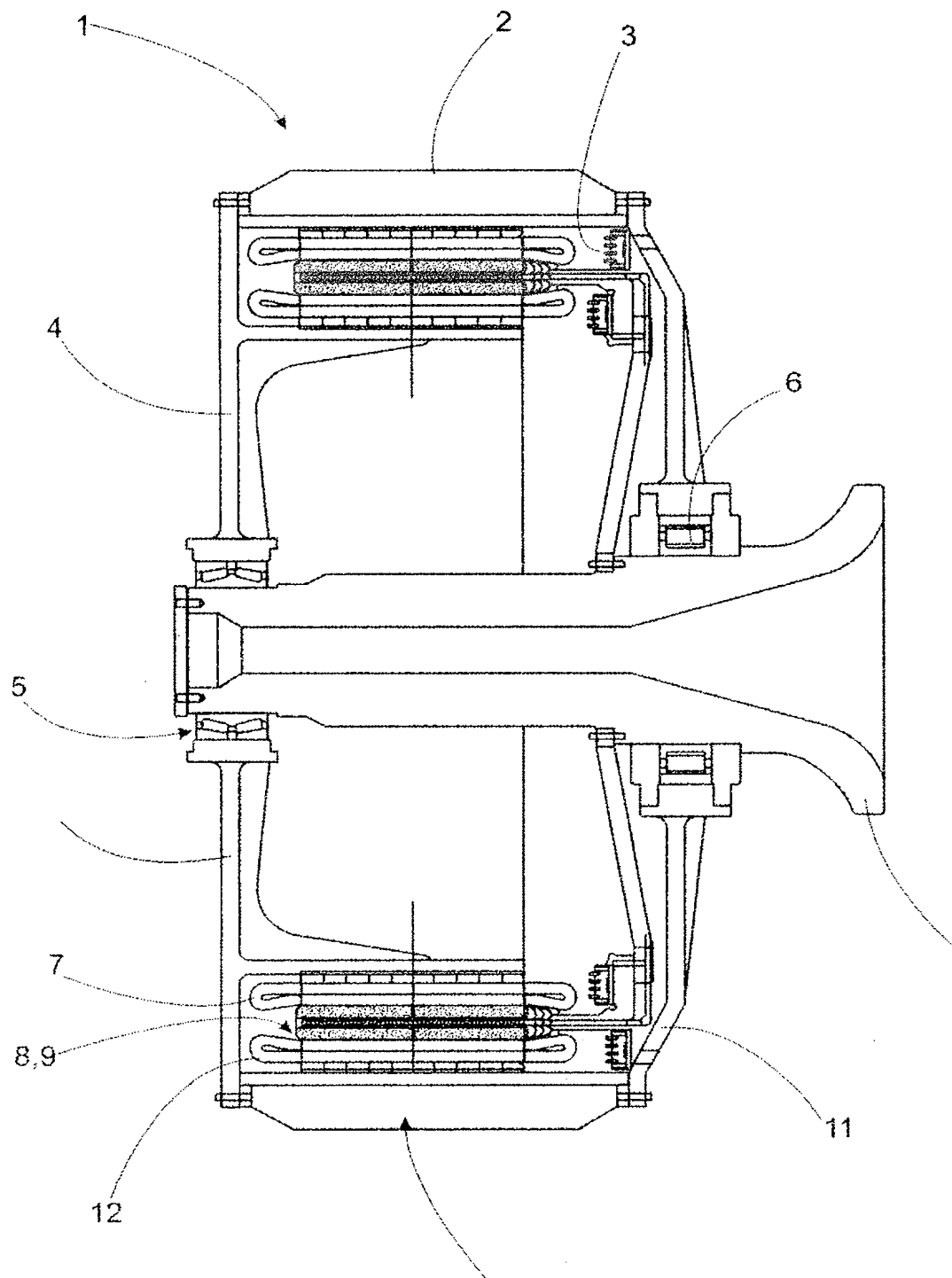
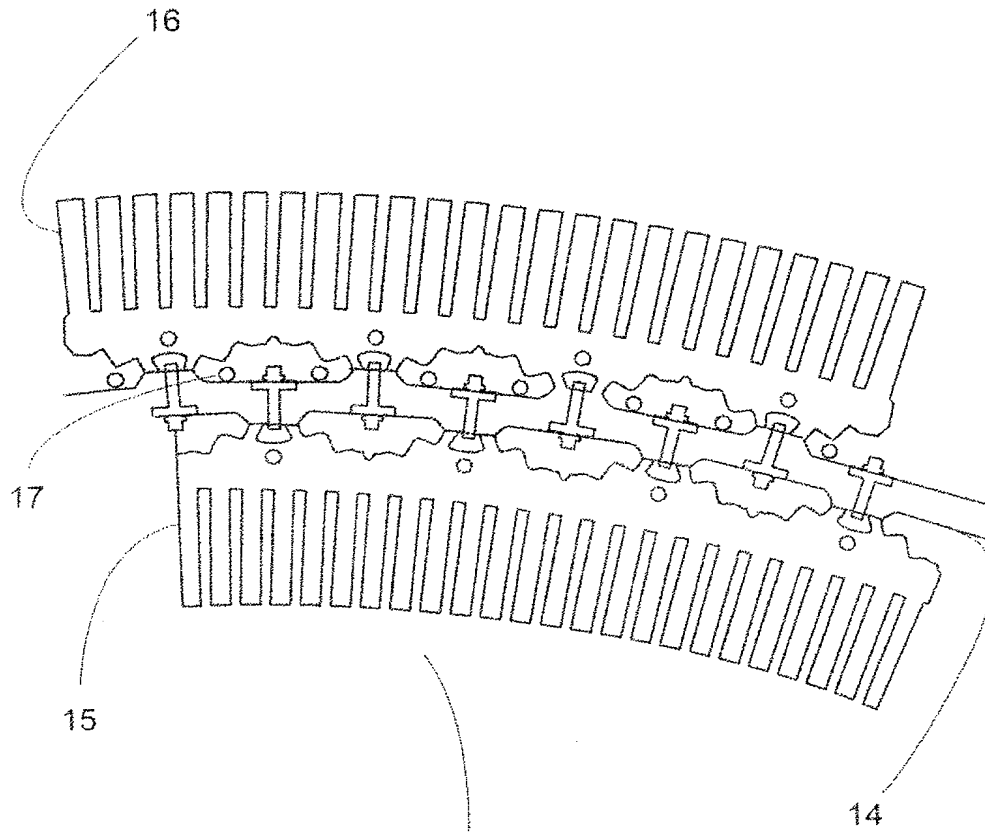


Fig. 1



13 Fig. 2

RESUMO

“GERADOR DE TURBINA EÓLICA SINCRÔNICO”

Trata-se de um gerador síncrono do tipo usado em dispositivos como geradores de turbina eólica e similares, em que o gerador síncrono compreende ao menos um estator e ao menos dois enrolamentos colocados opostamente um ao outro e paralelos a seu eixo de rotação e pelo menos um sistema de refrigeração que simplifica a estrutura e reduz as dimensões, com uma indução magnética por meio de ímãs permanentes. O design desse gerador permite utilizar melhor o espaço próximo ao diâmetro externo do gerador, possibilitando um aumento de energia, minimizando o peso, sem aumentar o diâmetro externo do gerador, mantendo o comprimento, densidade de fluxo e a velocidade de rotação, o que constitui uma vantagem no momento do transporte da fábrica para o local de destino da estação eólica. Por outro lado, uma vantagem adicional é que, dependendo das condições do vento, um ou ambos os enrolamentos podem operar ao mesmo tempo, o que otimiza seu rendimento e versatilidade, aumentando ainda sua confiabilidade, uma vez que seu conversor adapta a energia de cada enrolamento à rede separadamente ou em paralelo. Outra vantagem importante é o compartilhamento de pelo menos um sistema de refrigeração, o que reduz os espaços e a complexidade estrutural do equipamento inteiro.