

JUSTIA

Rotor de gerador elétrico multipolar e unipolar de estado sólido para geradores elétricos AC/DC

17 de novembro de 2017 - HOLCOMB SCIENTIFIC RESEARCH LIMITED

Um rotor eletromagnético de estado sólido, incluindo uma pluralidade de peças polares salientes dispostas em torno de uma estrutura de suporte, em que uma primeira extremidade de cada peça polar saliente é fixada à estrutura de suporte e uma segunda extremidade de cada peça polar saliente aponta para fora do suporte estrutura. Os fios enrolados em torno de cada peça polar saliente, em que quando os fios da pluralidade de peças polares salientes são excitados sequencialmente por um circuito de excitação. As peças polares salientes são energizadas para fornecer um campo magnético polar móvel na forma de pólos magnéticos distintos conforme desejado para realizar a geração de energia.

Últimas patentes HOLCOMB SCIENTIFIC RESEARCH LIMITED:

- ROTOR DE GERADOR ELÉTRICO DE ESTADO SÓLIDO MULTI-PÓLO E UNI-PÓLO PARA GERADORES ELÉTRICOS AC/DC

Ir para: Descrição · Reivindicações · Referências Citadas · Histórico de Patentes · Histórico de Patentes

Descrição

Este pedido é uma entrada de estágio nacional dos EUA sob 35 USC § 371 do Pedido Internacional N° PCT/EP2017/079687 depositado em 17 de novembro de 2017, que reivindica o benefício de prioridade do Pedido Provisório dos EUA N° 62/496.057, depositado em 4 de outubro, 2016, cujos conteúdos são aqui incorporados por referência em sua totalidade.

CAMPO DE INVENÇÃO

Sistemas e métodos para geração de corrente alternada (AC) ou corrente contínua (DC) com arrasto eletromagnético reduzido, comumente referido como torque reverso, melhorando assim a eficiência operacional de um gerador.

FUNDO

O rápido esgotamento das fontes de combustíveis fósseis da Terra, juntamente com a poluição ambiental da terra, do ar e da água com mudanças climáticas simultâneas, tornam óbvia a necessidade clara e urgente de fontes alternativas de energia que sejam eficientes, não necessitem de combustíveis fósseis e não sejam poluentes.

Uma contribuição significativa para resolver com segurança a demanda da população da Terra para aumentar o consumo de energia é aumentar a eficiência da geração de energia elétrica, removendo o torque reverso de um gerador de energia elétrica rotativo. A remoção do torque reverso de geradores rotativos associados à conversão de energia mecânica em energia elétrica pode fornecer uma oportunidade para uma usina de geração de energia altamente eficiente e alimentada eletricamente. A remoção do torque reverso permite que um gerador CA ou CC opere com um aumento de eficiência de 4% a potencialmente 500%,

acionando assim o gerador de uma usina de geração de energia com um motor elétrico menor.

O primeiro gerador elétrico conhecido do mundo foi o dínamo de disco de Faraday. Michael Faraday descobriu o princípio de funcionamento dos geradores eletromagnéticos nos anos 1831-1889. Suas observações foram posteriormente reduzidas a um princípio chamado Lei de Faraday, escrito por James Clerk Maxwell. A Lei simplesmente afirma que uma força eletromagnética é gerada em um condutor elétrico que circunda um fluxo magnético variável. Faraday construiu o primeiro gerador de indução magnético rotativo chamado Faraday Disc. Esta primeira máquina era um tipo de gerador homopolar, usando um disco de cobre girando entre os pólos de um ímã em forma de ferradura. Este gerador produziu uma pequena tensão CC, mas alta amperagem. O dínamo de Faraday ou gerador unipolar (ou unipolar), no entanto, não se prestou bem ao desenvolvimento comercial prático devido à natureza de sua saída, ou seja, tensão CC muito baixa em corrente extremamente alta. O gerador de Faraday presta-se bem, no entanto, ao estudo dos mecanismos de torque reverso em máquinas de indução elétrica.

Os geradores convencionais em uso hoje exigem, por definição comum, 1 HP (HP) de entrada de energia cinética para gerar 746 watts (W) de energia elétrica. Esta relação de potência mecânica para watts elétricos envolve unidades derivadas de potência que evoluíram de observações e medições em máquinas físicas e elétricas (assim como cavalos).

O termo “watt” recebeu o nome de James Watt, um cientista escocês, por seu trabalho em melhorar a máquina a vapor e quantificar a potência da máquina a vapor. A unidade “watt” foi reconhecida pelo Segundo Congresso da Associação Britânica para o Avanço da Ciência em 1882, concomitante ao início da produção comercial de energia. O dínamo foi o primeiro gerador elétrico capaz de fornecer energia para a indústria e ainda é um importante gerador em uso até hoje. O dínamo usa um projeto de máquina particular e princípios eletromagnéticos para converter a rotação mecânica dos pólos magnéticos em uma corrente elétrica alternada. As primeiras usinas comerciais, que foram operadas em Paris na década de 1870, foram projetadas por Zenobe Gramme. O uso de geradores elétricos tornou desejável o estabelecimento de uma unidade comum de energia elétrica para padronizar essa fonte de energia em evolução. O watt é uma unidade derivada de potência (ou seja, uma combinação algébrica de unidades básicas). O watt é agora uma unidade aprovada do Sistema Internacional de Unidades (SI).

Conforme definido, 1 watt é a taxa na qual o trabalho é feito quando a velocidade de um

objeto e mantida constante em 1 metro por segundo contra uma força oposta constante de 1

Newton.

$$W=J/S=N\cdot M/S=Kg\cdot M^2/S^3$$

J=Joule M=Metro N=Newton Kg=Quilograma

Joule = Trabalho realizado quando uma força de 1 Newton é deslocada por uma distância de 1 metro

1 Joule = 1 watt-segundo, 10^7 ergs = 0,2390 calorias ou 0,738 pé-libra (ft-lb).

Portanto, se um cavalo-vapor mecânico é igual a 550 pés-lb por segundo (ou 33.000 pés-lb por minuto), então, por definição do watt sendo 0,738 pés-lb por segundo, 1 HP = 550 pés-lb por segundo/0,738 ft-lb por segundo = 745,257 W e, por definição, o watt elétrico é a taxa na qual o trabalho é realizado quando 1 ampere (A) de corrente flui através de uma diferença de potencial elétrico de 1 volt (V):

$$W = V \times A$$

745,257 watts=27,299 V×27,299 A ou qualquer combinação de amperes e volts em que o produto seja igual a 745,257 watts. Portanto, por definição e derivação, 1 HP=746 watts.

O trabalho original sobre o qual essas unidades se articulam foi realizado por James Watt, que introduziu o termo “cavalo de força” quando queria explicar o quão potentes seus motores a vapor eram comparados aos cavalos. Após alguns testes (não com motores, mas com cavalos), ele estabeleceu que, em média, os cavalos usados poderiam puxar carvão para cima de um poço de mina a uma taxa de 22.000 pés-lb por minuto. Por alguma razão, ele decidiu aumentar esse número em 50% e chegou a um número que é comumente aceito como 33.000 pés-lb por minuto. Então, se um motor ou qualquer máquina rotativa pode empurrar 33.000 lbs. de algo 1 pé em 1 minuto, a máquina é considerada um motor de 1 HP.

Como observado acima, um gerador convencional requer, por definição, 1 HP para gerar 746 watts mais potência adicional suficiente para girar os mecanismos físicos do rotor na velocidade adequada para manter a frequência desejada. A potência necessária para girar o mecanismo é geralmente cerca de 0,2 HP em um gerador convencional para gerar 746 watts para um total de 1,2 HP necessário para gerar os 746 watts, embora apenas 0,2 HP dessa energia seja usada para gerar a energia elétrica. O 1 HP restante, que é igual a 746 watts, é necessário para superar o torque reverso ou a chamada “força eletromotriz de volta” (back EMF).

O EMF traseiro ou torque reverso de geradores rotativos em uso hoje pode ser melhor descrito por referência à “Lei de Lenz”. Ela, em resumo, afirma que quando um EMF é gerado por uma mudança no fluxo magnético, de acordo com a Lei de Faraday, a polaridade do EMF induzido é tal que produz uma corrente cujo campo magnético se opõe ao fluxo magnético que o produz. O campo magnético induzido dentro de qualquer espira de fio atua para manter constante o fluxo magnético na espira. Se o campo magnético B está aumentando, o campo magnético induzido atua em direção igual e oposta a ele; se for decrescente, o campo magnético induzido atua na direção do campo aplicado com igual força. Em geradores convencionais,

No caso do gerador da presente divulgação, os rotores não giram. Em vez disso, os pólos magnéticos giram e, portanto, não há torque reverso ou arrasto magnético pólo a pólo entre o rotor e o estator. Este pólo induzido no ferro do estator é induzido pelo fluxo de corrente e não é responsável por um fluxo de corrente, como é evidenciado pelo fato de que o gerador pode atingir a tensão total antes que a corrente vá para uma carga elétrica.

Devido ao torque reverso, cerca de 85% mais energia mecânica é necessária para girar o rotor do que é necessário para gerar energia. No entanto, no caso da divulgação atual, o gerador requer apenas energia para excitar o rotor para gerar os pólos magnéticos rotativos. Portanto, os sistemas e métodos pegam a energia necessária e a reiniciam para auxiliar no acionamento do gerador e a energia restante é energia elétrica utilizável para ser usada para qualquer finalidade necessária.

As perdas de Lenz, conforme observado acima, estão relacionadas ao acoplamento indutivo entre os pólos permanentes do rotor e os pólos induzidos do estator. No que diz respeito aos esforços para reduzir o torque reverso, Nikola Tesla publicou um artigo intitulado “Notas sobre um Dínamo Unipolar”, Nikola Tesla, Engenheiro Elétrico, NY 2 de setembro de 1891. Tesla relatou uma modificação do projeto do Dínamo de Faraday. O design de Tesla variou de duas maneiras principais:

1. Primeiro, ele usou um ímã que era maior em diâmetro que o disco, para que o ímã cobrisse completamente o disco.
2. Segundo, ele dividiu o disco em seções com curvas espirais saindo do centro da borda externa.

As modificações de Tesla fizeram com que a corrente fizesse uma viagem completa ao redor da borda externa do disco. Como a corrente está fluindo em um grande círculo na borda do

disco, o campo magnético criado não funciona contra o ímã de campo. Esta modificação eliminou um problema significativo de geração de energia elétrica, ou seja, a reação a cada ação ou, como é comumente chamado, torque reverso ou contra EMF.

Esta mudança de projeto e seu efeito no torque reverso foi realizado pelo isolamento geométrico do poste permanente do poste induzido da máquina. No caso da presente divulgação, o rotor é estático, ou seja, não giratório e, portanto, o torque reverso não é um problema. O pólo induzido é induzido pelo fluxo de corrente que é gerado pelo pólo permanente. O polo induzido não é responsável pelo fluxo de corrente ou geração de energia nas bobinas induzidas. Esta mudança de projeto remove as perdas de Lenz produzidas pelos pólos do estator induzidos atraindo e repelindo o acoplamento polar entre os pólos do estator e os pólos do rotor.

O rotor de estado sólido da presente divulgação é virtualmente livre de torque reverso devido a quatro mudanças de projeto quando comparado a geradores elétricos convencionais com rotores rotativos:

1. O rotor não possui partes móveis.
2. O rotor não gira na cavidade do estator.
3. Os pólos magnéticos giram na frequência e sequência adequadas para gerar a potência elétrica desejada.
4. O rotor pode ser usado para adaptar qualquer gerador convencional – monofásico, bifásico ou trifásico.

RESUMO

Consistente com a presente divulgação, sistemas e métodos são fornecidos para um gerador com torque reverso reduzido. Modalidades consistentes com a presente divulgação incluem sistemas e métodos para um ou mais rotores de gerador elétrico, que podem ser de estado sólido e podem ser usados para converter qualquer gerador rotativo convencional em gerador de energia eficiente. De acordo com algumas modalidades exemplares, um sistema é fornecido para gerar energia com um torque reverso reduzido. Por exemplo, um rotor eletromagnético de estado sólido, consistente com a presente divulgação, pode incluir uma pluralidade de peças polares salientes dispostas em torno de uma estrutura de suporte, em que uma primeira extremidade de cada peça polar saliente é fixada à estrutura de suporte e uma segunda extremidade de cada a peça polar saliente aponta para fora da

estrutura de suporte;

De acordo com um aspecto, é divulgado um método para remover o torque reverso de um gerador elétrico rotativo que inclui a substituição do rotor giratório dipolo ou multipolo convencional por um inserto de rotor de estado sólido estático unipolar, dipolo ou multipolo, que cria pólos magnéticos rotativos e gera energia elétrica sem girar o rotor. Como o rotor não gira, não há interação consumidora de energia entre os pólos magnéticos formados no ferro do estator quando o gerador é conectado a uma carga elétrica. Nem o gerador requer energia para girar um rotor na frequência adequada.

Antes de explicar em detalhes certas modalidades da presente divulgação, deve-se entender que a divulgação não se limita aos arranjos dos componentes estabelecidos na descrição a seguir ou ilustrados nos desenhos. A divulgação é capaz de modalidades além daquelas descritas e de ser praticada e realizada de várias maneiras. Além disso, deve ser entendido que a fraseologia e a terminologia empregadas neste documento, bem como no resumo, são para fins de descrição e não devem ser consideradas limitantes.

Como tal, os versados na técnica apreciarão que a concepção e as características nas quais esta divulgação se baseia podem ser prontamente utilizadas como base para projetar outras estruturas, métodos e sistemas para realizar os vários propósitos da presente divulgação. Além disso, as reivindicações devem ser consideradas como incluindo tais construções equivalentes na medida em que não se afastem do espírito e escopo da presente divulgação.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Os desenhos anexos, que são incorporados e fazem parte deste relatório descritivo, e juntamente com a descrição, ilustram e servem para explicar os princípios de várias modalidades exemplares. Nos desenhos:

FIGO. 1 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade em seção transversal de um laminado de rotor exemplar revelando ferros de pólo saliente e anel de retorno de fluxo de mu metal, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 2 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade em seção transversal de um laminado de rotor exemplar revelando ferros de pólo salientes, ferro de fluxo de metal mu (μ) e enrolamentos de ferro de pólo, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 3 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade em seção transversal de um laminado de rotor exemplar revelando ferros de pólo salientes com angulação no sentido horário e enrolamentos de ferro de pólo, consistente com modalidades da presente

divulgação.

FIGO. 4 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar revelando 16 pólos salientes enrolados, bem como um inserto de retorno de fluxo, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 5 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #1, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 6 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #2, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 7 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #3, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 8 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #4, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 9 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #5, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 10 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #6, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 11 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #7, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 12é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #8, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 13é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #9, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 14é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #10, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 15é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #11, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 16é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #12, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 17é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #13, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 18é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #14, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 19é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro

polos, 60 Hz - pulso #15, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 20 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #16, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 21 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #1, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 22 é um diagrama que representa um rotor de dois pólos exemplar juntamente com o circuito de excitação necessário, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 23 é um diagrama que representa um rotor de quatro pólos exemplar juntamente com o circuito de excitação necessário, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 24 é um diagrama que representa um pólo norte exemplar de um rotor de pólo único alternado juntamente com o circuito de excitação necessário, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 25 é um diagrama que representa um pólo sul exemplar de um rotor de pólo único alternado juntamente com o circuito de excitação necessário, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 26 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de quatro pólos de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos de 60 Hz demonstrando pulso #1 com representação de um campo de fluxo magnético, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 27 é um diagrama que ilustra um campo de fluxo magnético a partir da vista final de um rotor de quatro pólos de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e sequenciamento de polaridade de excitação em que os dois primeiros pólos em cada grupo dispararam em sequência com representação do campo de fluxo magnético, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 28 é um diagrama que ilustra um campo de fluxo magnético a partir da vista final de um rotor de quatro pólos de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e

sequenciamento de polaridade de excitação em que o campo de fluxo é demonstrado nos primeiros três pólos que estão sendo disparados em sequência, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 29é um diagrama que ilustra um campo de fluxo magnético a partir da vista de extremidade de um rotor de quatro pólos de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e sequenciamento de polaridade de excitação, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 30é um diagrama que ilustra um campo de fluxo magnético a partir da vista de extremidade de um rotor de quatro pólos de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e sequenciamento de polaridade de excitação em que o sequenciamento de excitação progride no sentido horário, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 31é um diagrama que ilustra um campo de fluxo magnético a partir da vista de extremidade de um rotor de quatro pólos de estado sólido exemplar com enrolamentos de pólo e sequenciamento de polaridade de excitação juntamente com um campo de fluxo girando no sentido horário, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 32é um diagrama que ilustra um estator e rotor de dois pólos exemplar, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 33é um diagrama que ilustra um estator e rotor de quatro pólos exemplar, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 34é um diagrama que ilustra um rotor de quatro polos exemplar situado em um estator trifásico que representa um enrolamento trifásico, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 35é um diagrama que ilustra um estator exemplar com enrolamento trifásico com uma conexão "estrela alta", consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 36é um diagrama que ilustra uma conexão gráfica exemplar de um enrolamento trifásico em uma configuração "estrela alta", consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 37é um diagrama que ilustra um rastreamento de osciloscópio exemplar de um fluxo de corrente em pernas trifásicas de um gerador com uma conexão "high-wye" que cobre todo o 360° de rotação, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 38 é um diagrama que ilustra uma seção transversal de um estator exemplar contendo rotores unipolares sem bobinas de estator, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 39 é um diagrama que ilustra uma seção transversal de um estator exemplar contendo rotores unipolares com $\frac{1}{3}$ de bobinas de estator no lugar, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 40 é um diagrama que ilustra uma seção transversal de um estator exemplar contendo rotores unipolares com todas as bobinas do estator no lugar, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 41 é um diagrama que ilustra uma seção transversal de um estator exemplar contendo rotores sem bobinas de estator sendo representadas, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 42 é um diagrama que ilustra uma seção transversal de um estator exemplar contendo rotores com uma representação do roteamento de uma das três bobinas no estator, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 43 é um diagrama que ilustra um gerador comercial convencional que pode ser adaptado com um rotor, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 44 é um diagrama que ilustra um gerador convencional em uso hoje que pode ser retroajustado com um rotor, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 45 é um diagrama que ilustra uma vista lateral de uma unidade de rotor exemplar revelando fendas de rotor inclinadas, anéis coletores, apoio de mancal e enrolamentos, consistentes com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 46 é um diagrama que ilustra um efeito de polaridade de excitação de separação de 180° entre pólos magnéticos exemplares em um campo de fluxo magnético externo exemplar que é emanado, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 47 é um diagrama que ilustra uma vista em seção transversal de um laminado de rotor exemplar e uma cunha de fenda exemplar de um rotor de fenda inclinada unipolar (ou unipolar), consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 48 é um diagrama que ilustra uma polaridade interna em um laminado de rotor exemplar para um rotor unipolar funcional exemplar, rotor unipolar de polo norte mecânico ou de estado sólido, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 49 é um diagrama que ilustra uma polaridade interna em um laminado de rotor exemplar para um rotor unipolar funcional exemplar, rotor unipolar de polo sul mecânico ou de estado sólido, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 50 é um diagrama que ilustra enrolamentos internos exemplares e uma polaridade magnética para um rotor unipolar em funcionamento exemplar, um pólo norte unipolar de estado sólido ou mecânico em funcionamento, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 51 é um diagrama que ilustra um enrolamento interno exemplar e uma polaridade magnética para um rotor unipolar funcional exemplar, seja um pólo sul unipolar de estado sólido mecânico ou de estado sólido, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 52 é um diagrama que ilustra um estator trifásico convencional exemplar com um rotor de estado sólido posicionado para ser encaixado no interior, consistente com as modalidades da presente divulgação.

FIGO. 53 é um diagrama de circuito exemplar que mostra um circuito de centro lógico programável (PLC) e circuitos de comutação de pólo, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 54 é um diagrama de circuito exemplar mostrando circuitos usados em um sistema de excitação de rotor e uma interação com um PLC e circuitos de comutação de pólo, consistente com modalidades da presente divulgação.

FIGO. 55 é um gerador de estado sólido exemplar conectado a circuitos de excitação de rotor juntamente com um cabo de alimentação a uma carga elétrica e circuitos regenerativos a uma interface retificadora de bateria, consistente com modalidades da presente divulgação.

DESCRIÇÃO DETALHADA

As modalidades aqui incluem sistemas e métodos. Pelo menos alguns métodos divulgados podem ser executados, por exemplo, por pelo menos um processador que recebe instruções de um meio de armazenamento legível por computador não transitório. Da mesma forma, os sistemas consistentes com a presente divulgação podem incluir pelo menos um processador e memória, e a memória pode ser um meio de armazenamento legível por computador não transitório. Conforme usado neste documento, um meio de

armazenamento legível por computador não transitório refere-se a qualquer tipo de

memória física na qual informações ou dados legíveis por pelo menos um processador podem ser armazenados. Exemplos incluem memória de acesso aleatório (RAM), memória somente leitura (ROM), memória volátil, memória não volátil, discos rígidos, CD ROMs, DVDs, unidades flash, discos e qualquer outro meio de armazenamento físico conhecido. Termos singulares, como “memória” e “meio de armazenamento legível por computador, ” pode referir-se adicionalmente a múltiplas estruturas, tal pluralidade de memórias e/ou meios de armazenamento legíveis por computador. Conforme referido neste documento, uma "memória" pode compreender qualquer tipo de meio de armazenamento legível por computador, a menos que especificado de outra forma. Um meio de armazenamento legível por computador pode armazenar instruções para execução por pelo menos um processador, incluindo instruções para fazer com que o processador execute etapas ou estágios consistentes com uma modalidade aqui. Adicionalmente, um ou mais meios de armazenamento legíveis por computador podem ser utilizados na implementação de um método implementado por computador. O termo “meio de armazenamento legível por computador” deve ser entendido como incluindo itens tangíveis e excluindo ondas portadoras e sinais transitórios. uma "memória" pode compreender qualquer tipo de meio de armazenamento legível por computador, salvo especificação em contrário. Um meio de armazenamento legível por computador pode armazenar instruções para execução por pelo menos um processador, incluindo instruções para fazer com que o processador execute etapas ou estágios consistentes com uma modalidade aqui. Adicionalmente, um ou mais meios de armazenamento legíveis por computador podem ser utilizados na implementação de um método implementado por computador. O termo “meio de armazenamento legível por computador” deve ser entendido como incluindo itens tangíveis e excluindo ondas portadoras e sinais transitórios. uma "memória" pode compreender qualquer tipo de meio de armazenamento legível por computador, salvo especificação em contrário. Um meio de armazenamento legível por computador pode armazenar instruções para execução por pelo menos um processador, incluindo instruções para fazer com que o processador execute etapas ou estágios consistentes com uma modalidade aqui. Adicionalmente, um ou mais meios de armazenamento legíveis por computador podem ser utilizados na implementação de um método implementado por computador. O termo “meio de armazenamento legível por computador” deve ser entendido como incluindo itens tangíveis e excluindo ondas portadoras e sinais transitórios. incluindo instruções para fazer com que o processador execute etapas ou estágios consistentes com uma modalidade aqui. Adicionalmente, um ou mais meios de armazenamento legíveis por computador podem ser utilizados na implementação de um método implementado por computador. O termo “meio de armazenamento legível por computador” deve ser entendido como incluindo itens tangíveis

e excluindo ondas portadoras e sinais transitórios. incluindo instruções para fazer com que o processador execute etapas ou estágios consistentes com uma modalidade aqui. Adicionalmente, um ou mais meios de armazenamento legíveis por computador podem ser utilizados na implementação de um método implementado por computador. O termo “meio de armazenamento legível por computador” deve ser entendido como incluindo itens tangíveis e excluindo ondas portadoras e sinais transitórios.

As modalidades da presente divulgação fornecem inúmeras vantagens sobre os sistemas e métodos anteriores. Por exemplo, várias modalidades exemplares são discutidas e descritas neste documento envolvendo aspectos de uma máquina elétrica, tal como um gerador que produz energia com alta eficiência e arrasto eletromagnético muito baixo. A relevância da eliminação do arrasto para seus usos e aplicações juntamente com o uso de bobinas supercondutoras é apresentada e discutida. Por exemplo, as modalidades da presente divulgação fornecem sistemas e métodos para um projeto de gerador virtualmente livre de torque reverso devido a quatro mudanças de projeto quando comparado a um gerador rotativo elétrico convencional. Esses recursos de design, incluindo isolamento geométrico, padrão de enrolamento do estator singular, blindagem e design exclusivo do rotor, são explicados a seguir.

Isolamento geométrico: Cada bobina de indução da armadura do estator pode estar localizada em duas cavidades de rotor separadas, de modo que apenas um lado de uma bobina do estator esteja próximo de um primeiro rotor magnetizado, enquanto o lado oposto da bobina está próximo de um segundo rotor magnetizado. Ambos os rotores estão fora de um circuito fechado de indução. O torque reverso de um gerador convencional pode ser formado quando um único rotor excita ambos os lados de uma bobina do estator, sendo um deles pelo menos um polo norte e o outro pelo menos um polo sul. Com base na Lei de Lenz, existe uma corrente induzida em um circuito fechado se o fluxo magnético através do circuito está mudando. A direção da corrente induzida é tal que o campo magnético induzido se opõe a uma mudança no fluxo. No caso da presente divulgação, o campo magnético do rotor é geometricamente removido e isolado de um eixo magnético ou linha central de um pólo magnético do estator. Portanto, o torque reverso não ocorre de forma significativa devido a essa separação geométrica dos possíveis pólos magnéticos opostos.

Padrão de enrolamento do estator singular: Uma armadura do estator pode ser enrolada com bobinas de lapidação em ranhuras de fios, de modo que a direção do fluxo de corrente nas bobinas de lapidação seja idêntica em todas as ranhuras de uma cavidade de rotor individual. No entanto, à medida que as bobinas saem das ranhuras de indução do estator, as bobinas são fisicamente enroladas em direções opostas, criando assim polaridades

magnéticas opostas e cancelando efetivamente a polaridade magnética disponível que, de outra forma, pode formar uma pequena quantidade de torque reverso efetivo.

Blindagem: Um ferro de armadura do estator também contém uma série de blindagens de metal μ entre as ranhuras dos fios, que permitem a ligação de fluxo entre segmentos estreitos de ferro lateral e ferro traseiro e um fluxo de rotor unipolar de modo que uma geração de energia indutiva da bobina da armadura possa ser alcançada. No entanto, nenhum torque reverso significativo é desenvolvido.

Projeto de rotor exclusivo: Um rotor de pólo saliente modificado pode ser um rotor unipolar alternado singular (função como pólo único). O projeto do rotor de pólo saliente modificado permite o fluxo do pólo magnético norte para 360° de rotação, seguido pelo fluxo do pólo magnético sul para 360° de rotação. Este projeto de rotor não exhibe um pólo central magnético detectável ou uma linha central que poderia tender a se alinhar em pequenos pólos magnéticos de um estator e, assim, desenvolver algum torque contrário. As bobinas magnéticas do rotor são excitadas através de anéis deslizantes por um sistema de excitação de energia DC de estado sólido que permite a alternância entre o pólo magnético norte e o pólo magnético sul para uma superfície total do rotor de 360° . A frequência pode ser controlada por uma pequena roda de sensor motorizada separada ou um gerador de frequência de estado sólido e um centro lógico programável,

O rotor estático de estado sólido aqui divulgado permite que os rotores do gerador sejam operados em qualquer modalidade ou projeto do estator do gerador. Ele permite que os pólos magnéticos do rotor sejam girados em qualquer velocidade sem considerar a frequência de saída de energia. A frequência pode ser controlada por um circuito de excitação e não pela velocidade dos rotores. Este design permite flexibilidade na saída de potência aumentando e diminuindo a velocidade do campo do rotor sem alterar a frequência. Por exemplo, um gerador operado a 3.000 rpm pode dobrar a potência de saída aumentando a velocidade de operação dos pólos magnéticos do rotor até 6.000 rpm ou mais. Também diminuindo a potência, a potência pode ser reduzida tão baixo quanto desejado, diminuindo progressivamente a velocidade do rotor, mas mantendo a frequência por excitação temporizada das bobinas do rotor.th ou $1/10^{\text{th}}$ o tamanho pode ser construído para gerar a mesma potência de saída se usando tais bobinas supercondutoras.

De acordo com algumas modalidades, essas alterações de projeto acima mencionadas no gerador permitem uma demanda de energia mecânica inalterada pelo gerador em um motor principal, independentemente da carga elétrica através das bobinas do estator de um

gerador ate sua capacidade maxima de saida de energia. As alterações de projeto mencionadas acima encapsulam um rotor de um sistema de estado sólido sem partes móveis, o rotor não gira dentro de uma cavidade do estator, os pólos magnéticos giram em frequência e sequência adequadas para gerar uma saída de energia elétrica desejada e o rotor de estado sólido pode ser usado para modernizar qualquer gerador convencional, monofásico, bifásico ou trifásico.

De acordo com algumas modalidades, o primeiro e o segundo membros não precisam ser acionados de maneira sincronizada porque as primeira e segunda polaridades magnéticas alternadas são sincronizadas por um sistema de excitação PLC de estado sólido que dispara um condutor apropriado da polaridade magnética unipolar quando o PLC recebe um sinal de um sensor de fotocélula e sensor de roda acionado por um motor de acionamento em qualquer frequência desejada, por exemplo 60 Hz. Um gerador de frequência de estado sólido também pode ser usado.

De acordo com algumas modalidades, a energia CA pode ser gerada quando o primeiro e o segundo membros dos pares de rotores de fenda são fornecidos com primeira e segunda polaridades magnéticas alternadas apropriadas. A energia CC pode ser gerada a partir dos mesmos pares de rotor de slot quando o primeiro rotor de slot do par gera apenas uma primeira polaridade e o segundo rotor de slot gera apenas uma segunda polaridade. Isso permite mudar o gerador de energia CA para energia CC e/ou de volta para energia CA alterando a direção e a duração das correntes de excitação no pólo apropriado, o que pode ser realizado em uma mudança de programação no PLC de excitação que pode ser "slaved" para um computador mestre.

De acordo com uma modalidade, cada membro de rotor de ranhura tem pelo menos um par alternado de pólos magnéticos unipolares, ou seja, alternando a primeira polaridade magnética com uma segunda polaridade magnética, em que cada membro de rotor de ranhura é capaz de girar em torno de um eixo longitudinal. Nesta modalidade, o primeiro e o segundo rotores são unipolares para uma circunferência inteira de 360° do primeiro e segundo rotores. O circuito unipolar excitado por um sistema de comutação de estado sólido permite que todos os enrolamentos do rotor sejam comutados em direções alternadas, ou seja, comutar todo o rotor do polo norte para o polo sul e do polo sul de volta para o polo norte. Esta mudança de design permite um circuito comutador de estado sólido PLC,

De acordo com algumas modalidades, a estrutura dos enrolamentos do rotor deve ser alterada para operar como um rotor unipolar funcional. Quando um rotor bipolar é excitado simultaneamente com o pólo norte-pólo norte ou pólo sul-pólo sul, os pólos

internos cancelam uma grande parte do fluxo externo. O unipolar e, na verdade, dois eletroímãs dipolo completos combinados e separados por uma placa de retorno de fluxo de metal/aço, mas contidos no rotor único. Quando um ímã dipolar, por exemplo, o ímã A com bobinas, por exemplo (a) e (b), é excitado, (a) é excitado na direção do pólo norte enquanto (b) é excitado na direção do pólo norte com (a) estar em uma superfície externa do rotor com o rotor; simultaneamente, um ímã dipolar, por exemplo, ímã B do unipolar com bobinas, por exemplo, (c) e (d) é excitado, (c) é excitado na direção do polo norte enquanto (d) é excitado na direção do polo norte. Este isolamento das bobinas magnéticas A e B uma da outra permite o fluxo total do pólo norte para 360° da superfície do rotor e permite a alternância com o fluxo do pólo sul para 360° da superfície do rotor.

A funcionalidade deste projeto de rotor é aprimorada ainda mais por uma inclinação necessária das ranhuras do enrolamento da bobina que são separadas 180° umas das outras. A inclinação deve ser de cerca de 2 cm e inclinada na direção oposta à inclinação da ranhura do estator.

De acordo com as modalidades da presente divulgação, um método para reduzir o arrasto em um gerador elétrico que inclui uma mudança no projeto geométrico e colocação de uma série de rotores estáticos ou rotativos unipolares em relação às bobinas do estator juntamente com um sistema de blindagem que resulta em interação mínima dos campos magnéticos do rotor com campos magnéticos indutivos do estator quando o gerador é conectado a uma carga elétrica é divulgada. Esta mudança no projeto compreende a distribuição de primeiros números de pares de rotores de ranhura ao longo de uma periferia externa de uma primeira seção de estator tendo enrolamentos de indução acomodados em ranhuras. Os segundos números dos pares de rotores de fenda podem ser distribuídos ao longo de uma periferia externa de uma segunda seção de estator tendo enrolamentos de indução acomodados em fendas. As ranhuras da primeira seção do estator e da segunda seção do estator podem ser alinhadas axialmente ao longo de um acesso longitudinal e profundo. A periferia externa da segunda seção de estator também pode corresponder a uma circunferência interna onde é feita referência a um estator circular ou de outro formato adequado. A periferia interna da primeira seção de estator e a periferia interna da segunda seção de estator podem ser adjacentes uma à outra. Os primeiros membros e segundos membros dos pares de rotores de fenda podem incluir rotores unipolares de fenda tendo pelo menos um par de seções de pólo de armadura enroladas de uma primeira e segunda polaridade magnética alternada. O primeiro e o segundo membros dos pares de rotores de fenda podem ser girados de maneira sincronizada de modo que uma primeira das seções polares do primeiro membro tenha uma primeira polaridade magnética e uma segunda das seções polares do segundo membro tenha uma segunda polaridade magnética pode ser alinhada com as fendas para fornecer densidade de fluxo

... máxima nos enrolamentos de indução para induzir um fluxo de corrente neles. Em outras palavras, a primeira e a segunda polaridade magnética podem ser alternadas em sequência de modo que cada rotor opere como um rotor unipolar alternado, ou seja, pólo norte para 360° da superfície do rotor, alternado com pólo sul para 360° da superfície do rotor. O pólo norte-sul alternado para 360° de superfície é possibilitado por um desenho e padrão de enrolamento. A primeira e a segunda polaridade magnética de pares de rotores de fenda podem ser giradas de maneira sincronizada magneticamente, de modo que o primeiro pólo com uma primeira polaridade magnética e uma segunda polaridade magnética de um segundo pólo estejam localizados em cantos geométricos adjacentes do primeiro estator e do segundo estator. Conseqüentemente, um primeiro lado de uma bobina de armadura do estator pode ser excitado com uma primeira polaridade magnética e um segundo lado da bobina de armadura do estator pode ser excitado com uma segunda polaridade magnética de modo que a densidade máxima de fluxo possa ser fornecida nos enrolamentos de indução para induzir um fluxo de corrente nele.

O primeiro membro e o segundo membro dos respectivos pares de rotores de fenda podem ser alinhados com fendas alinhadas da primeira seção de estator e da segunda seção de estator ao longo do respectivo eixo longitudinal do primeiro e segundo membros e das fendas de modo que o eixo longitudinal de o primeiro e o segundo membros estão em alinhamento normal com o eixo de profundidade das ranhuras alinhadas.

De acordo com algumas modalidades, o primeiro e o segundo membros podem ser blindados magneticamente de modo que o fluxo gerado pelo primeiro e segundo membros possa ser direcionado apenas para as fendas de modo a minimizar o vazamento de fluxo e o arrasto magnético resultante da interação dos pares de rotor com o estator Campos magnéticos. Os primeiros membros e os meios de blindagem dos segundos membros podem ser inseridos nas respectivas aberturas fornecidas na primeira e na segunda seções do estator, por exemplo, em um ferro de dente entre as ranhuras do estator inclinadas, de modo que apenas o ferro de dente diretamente sobre a área da ranhura possa ser exposto. ao campo magnético da primeira e da segunda polaridade magnética dos rotores. As respectivas aberturas podem ser dispostas em alinhamento longitudinal com as ranhuras, para blindar parcialmente o primeiro e segundo membros e pode ser provido de uma abertura longitudinal correspondente a uma abertura longitudinal das ranhuras, a fim de proporcionar comunicação magnética com as correspondentes aberturas longitudinais das ranhuras e, finalmente, com os enrolamentos nelas dispostos. A energia CA pode ser gerada quando o primeiro e o segundo membros dos pares de rotores de fenda são fornecidos com primeira e segunda polaridades magnéticas alternadas apropriadas. A energia CC pode ser gerada a partir dos mesmos pares de rotores de fenda quando o

primeiro par de rotores de fenda gera apenas uma primeira polaridade e o segundo par de rotores de fenda gera apenas uma segunda polaridade. Isso permite a mudança do gerador de energia CA para CC, alterando a corrente de excitação nos polos apropriados, o que pode ser feito programando mudanças no controlador PLC de excitação.

Cada membro de rotor de fenda pode ter pelo menos um par de pólos magnéticos com um do par de pólos magnéticos tendo uma primeira polaridade magnética e outro do par de pólos magnéticos tendo uma segunda polaridade magnética. Cada membro de rotor de ranhura é capaz de girar em torno de um eixo longitudinal. Os pares de rotor de fenda podem ser dispostos ao longo dos pares de fenda de modo que o enrolamento da bobina de indução disposto nos pares de fenda seja exposto ao fluxo magnético gerado pelos pares de rotor de fenda.

De acordo com uma modalidade, a primeira polaridade das fendas pode incluir quatro fendas de fio e a segunda polaridade de fendas pode incluir quatro fendas de fio. Cada uma da primeira seção do estator e da segunda seção do estator pode ter uma forma substancialmente quadrada com as ranhuras de fio localizadas nos cantos do quadrado, onde a primeira seção do estator e a segunda seção do estator são concêntricas em torno de um eixo longitudinal do estator duplo. Nesta modalidade, o isolamento geométrico dos pólos magnetomotores no estator reduz grandemente as forças de arrasto entre o estator e os rotores magnetizados. De acordo com uma modalidade, a primeira polaridade das fendas e a segunda polaridade das fendas podem conter até 12 fendas de fio, mas não limitadas a 12, cada uma sem aumento significativo nas forças de arrasto.

De acordo com algumas modalidades, o circuito de excitação pode incluir um circuito comutador (mecânico ou de estado sólido) associado ao primeiro e segundo membros de rotor de ranhura, o circuito comutador acopla seletivamente um dos primeiro e segundo membros de rotor de ranhura à corrente de excitação como o os apropriados são girados na sequência de temporização.

De acordo com as modalidades da presente divulgação, é divulgado um método para reduzir o arrasto em um gerador elétrico, incluindo uma mudança no projeto geométrico e colocação dos rotores em relação aos pólos magnéticos do estator, de modo que os pólos magnéticos do estator que são criados pelo fluxo de corrente de carga no gerador são isolados geometricamente das cavidades do rotor e são blindados por um sistema de blindagem magnética, bem como um enrolamento que fornece blindagem eletromagnética e cancelamento dos pólos magnéticos do estator efetivos secundários às correntes de carga elétrica no enrolamento do estator.

De acordo com algumas modalidades, as bobinas de indução são seccionadas cortando cada volta de uma bobina e colocando conectores nas extremidades cortadas de modo que, à medida que as bobinas são colocadas nas ranhuras do fio de indução, as voltas da bobina podem ser reconectadas. A blindagem física consiste em blindagem metálica mu metal e blindagem eletromagnética em torno de uma cavidade do rotor. Além disso, a blindagem é fornecida por um padrão de enrolamento na porção da cavidade do rotor de um estator. Além disso, a redução na interação magnética entre os pólos magnéticos do rotor e os pólos magnéticos do estator potencial pode ser conseguida pela singularidade adicional dos padrões de enrolamento do estator, que consiste em fluxo de corrente bidirecional em enrolamentos adjacentes durante o fluxo de corrente de carga que neutraliza o magnetismo indutivo polaridade do estator. Esta blindagem e isolamento geométrico dos rotores dos pólos magnéticos do estator de potencial criados pelos enrolamentos de indução do estator resulta em uma ligação de fluxo magnético muito mínima dos campos magnéticos do rotor com os campos magnéticos indutivos do estator quando o gerador está conectado a uma carga elétrica completa . Esta alteração de projeto de geradores convencionais compreende a distribuição de primeiros membros de pares de rotores de ranhura ao longo de uma periferia externa de uma primeira seção de estator tendo enrolamentos de indução acomodados em ranhuras em uma periferia interna das cavidades de pares de rotor.

De acordo com algumas modalidades, as ranhuras são múltiplas ranhuras alinhadas axialmente que podem ser inclinadas por uma largura de dente de ranhura de estator ou passo de ranhura. A inclinação das ranhuras é utilizada para reduzir os harmônicos de permanência do entreferro causados pelas ranhuras à medida que os rotores giram além das ranhuras do fio. Os segundos membros dos pares de rotores ao longo de uma periferia externa de uma segunda seção de estator podem ter enrolamentos de indução acomodados em fendas na periferia interna das cavidades de pares de rotores de fenda.

De acordo com algumas modalidades, as ranhuras da primeira seção do estator e da segunda seção do estator são alinhadas axialmente com uma inclinação por uma largura do dente da ranhura do estator ou um passo da ranhura, ao longo de um acesso longitudinal e profundo. De acordo com algumas modalidades, uma periferia externa de uma segunda seção de estator pode corresponder a uma circunferência interna, onde é feita referência a um estator circular ou de outro formato semelhante.

De acordo com algumas modalidades, uma periferia interna da primeira seção de estator e uma periferia interna da segunda seção de estator podem ser adjacentes uma à outra. Os primeiros membros e os segundos membros dos pares de rotores de fenda podem incluir

rotores de fenda tendo pelo menos uma seção de pólo alternado de armadura enrolada que pode ser excitada por uma excitação de estado sólido com um mecanismo de disparo que permite que toda a seção de pólo do rotor da armadura enrolada alternar entre uma primeira e uma segunda polaridade magnética.

De acordo com algumas modalidades, o primeiro e o segundo membros dos pares de rotor de fenda podem ser girados de maneira sincronizada de modo que uma primeira polaridade magnética e uma segunda polaridade magnética sejam alinhadas com as fendas para fornecer densidade de fluxo máxima nos enrolamentos de indução para induzir uma fluxo de corrente nele.

De acordo com algumas modalidades, o primeiro membro e o segundo membro dos respectivos pares de rotores de fenda podem ser alinhados com as fendas alinhadas inclinadas da primeira seção de estator e da segunda seção de estator ao longo dos respectivos eixos longitudinais do primeiro e segundo membros e das fendas de modo que os eixos longitudinais do primeiro e segundo membros estejam em alinhamento normal com os eixos longitudinais das ranhuras alinhadas.

De acordo com algumas modalidades, o primeiro e o segundo membros podem ser blindados magneticamente de modo que o fluxo gerado pelo primeiro e segundo membros possa ser direcionado para as ranhuras do fio de indução com interação mínima entre os pares de rotor e/ou o campo magnético do estator. A blindagem dos primeiros membros e dos segundos membros é realizada por dois meios. Em primeiro lugar, um meio de blindagem mu metal pode ser instalado em locais estratégicos para separar os campos magnéticos do rotor entre os rotores e dos campos magnéticos do estator. Em segundo lugar, a cavidade do rotor e os enrolamentos de indução do estator fornecem uma interação líquida de fluxo magnético zero ou ligação de fluxo entre os campos magnéticos dos rotores e o estator.

De acordo com algumas modalidades, as aberturas da cavidade do par de rotores na primeira e na segunda seções do estator são suficientes apenas para acomodar o processo de enrolamento da bobina do estator. Após a conclusão do processo de enrolamento, as aberturas podem ser fechadas pela colocação de seções de estator laminadas removíveis. Este túnel laminado de 360°, juntamente com a inclinação das ranhuras do estator, fornece uma ligação de fluxo igual entre os rotores magnetizados e o ferro do estator para todos os 360° de rotação. Em condições de operação, um efeito de rolamento magnético pode ser fornecido, eliminando assim o arrasto entre os pólos do rotor magnetizado e o ferro do estator devido à ligação de fluxo irregular e harmônicos de entreferro resultantes.

Em uma modalidade, não há aberturas de estator. As ranhuras inclinadas do estator são enroladas cortando as voltas da bobina e colocando conectores nas extremidades cortadas. Quando as espiras da bobina são colocadas nas ranhuras inclinadas do estator, os conectores permitem que as espiras da bobina sejam reconectadas.

De acordo com algumas modalidades, o primeiro e o segundo membros podem ser acionados de maneira sincronizada que inclui ligar uma corrente de excitação em uma armadura do primeiro dos unipolares magnetizados do primeiro membro tendo uma primeira polaridade magnética em um instante em momento em que o primeiro membro é conduzido em uma primeira direção. Uma corrente de excitação em uma armadura do segundo membro com uma segunda polaridade magnética pode ser ligada de forma semelhante. As aberturas das ranhuras nos rotores são inclinadas na direção oposta à inclinação do estator para eliminar quaisquer harmônicos remanescentes no entreferro entre os rotores e o estator. A energia CA pode ser gerada quando o primeiro e o segundo membros dos pares de rotores de fenda são fornecidos com primeira e segunda polaridades magnéticas alternadas apropriadas. A energia CC pode ser gerada a partir dos mesmos pares de rotor de slot quando o primeiro rotor de slot dos pares gera apenas uma primeira polaridade e o segundo par de rotor de slot gera apenas uma segunda polaridade. Isto permite mudar o gerador de corrente alternada para corrente contínua alterando o sequenciamento das correntes de excitação nos polos apropriados, o que pode ser realizado por uma mudança de programação no controlador PLC de excitação. De acordo com algumas modalidades, os enrolamentos de indução podem ser conectados para alimentação CA, alimentação CC e em “estrela alta” ou “estrela baixa” monofásica ou trifásica; no entanto, uma conexão delta não é proibida. Isto permite mudar o gerador de corrente alternada para corrente contínua alterando o sequenciamento das correntes de excitação nos polos apropriados, o que pode ser realizado por uma mudança de programação no controlador PLC de excitação. De acordo com algumas modalidades, os enrolamentos de indução podem ser conectados para alimentação CA, alimentação CC e em “estrela alta” ou “estrela baixa” monofásica ou trifásica; no entanto, uma conexão delta não é proibida. Isto permite mudar o gerador de corrente alternada para corrente contínua alterando o sequenciamento das correntes de excitação nos polos apropriados, o que pode ser realizado por uma mudança de programação no controlador PLC de excitação. De acordo com algumas modalidades, os enrolamentos de indução podem ser conectados para alimentação CA, alimentação CC e em “estrela alta” ou “estrela baixa” monofásica ou trifásica; no entanto, uma conexão delta não é proibida.

De acordo com algumas modalidades, a frequência da energia gerada pode ser alterada

alterando a velocidade do primeiro e segundo membros dos pares de rotores de fenda e/ou alterando a frequência da excitação para o primeiro e segundo rotores.

De acordo com modalidades da presente divulgação, pode ser fornecido um conjunto eletromagnético para um gerador elétrico que inclui um estator duplo tendo uma primeira seção de estator e uma segunda seção de estator. As cavidades do rotor de uma primeira polaridade são dispostas em uma periferia externa da primeira seção do estator. As cavidades do rotor de uma segunda polaridade são dispostas em uma periferia externa da segunda seção do estator. Novamente, como observado acima, em relação a um arranjo de estator geométrico fechado, a periferia externa da segunda seção de estator pode se referir a uma circunferência interna. As respectivas periferias internas na primeira e na segunda seções estão dispostas em relação adjacente e podem incluir um ferro traseiro de qualquer dimensão desejada disposto entre elas para melhorar o acoplamento magnético através das ranhuras do fio de indução. Cada uma das cavidades de rotor de primeira e segunda polaridade está alinhada ao longo de um eixo longitudinal e pode conter ranhuras de fio de indução que são inclinadas a distância de um passo de ranhura ou largura de um dente de ranhura, alinhadas ao longo de um eixo longitudinal e de profundidade, respectivamente. Cada uma das ranhuras tem enrolamentos de bobina de indução dispostos nela. O conjunto pode incluir ainda pares de rotores de fenda dentro das cavidades do rotor. Cada rotor de ranhura possui um polo magnético alternado, alternando entre 360° do primeiro polo e 360° do segundo polo. Cada membro de rotor de ranhura é capaz de girar em torno de um eixo longitudinal. Os pares de rotor de fenda são dispostos ao longo dos pares de fenda de modo que os enrolamentos da bobina de indução dispostos nas cavidades de rotor do estator possam ser expostos ao fluxo magnético gerado pelos pares de rotor de fenda. Cada membro de rotor de ranhura pode ser fornecido com uma blindagem magnética colocada em ranhuras apropriadas separando as cavidades do rotor dos pólos magnéticos do estator. A blindagem pode ser feita de mu metal.

Em uma modalidade, as fendas associadas à primeira polaridade estão contidas em quatro cavidades de rotor e as fendas associadas à segunda polaridade estão contidas em quatro cavidades de rotor separadas. Cada uma das primeiras seções de estator e as segundas seções de estator podem ter um formato substancialmente quadrado, mas não confinado ao formato quadrado, com as cavidades do rotor localizadas nos cantos do quadrado, em que as primeiras seções do estator e as segundas seções do estator são concêntricas em torno um eixo longitudinal dos estatores duplos. Esta modalidade proporciona isolamento geométrico dos pólos magnetomotrizes no estator, reduzindo grandemente as forças de arrasto entre o estator e os rotores magnetizados.

De acordo com algumas modalidades, a primeira polaridade das ranhuras e a segunda polaridade das ranhuras podem conter até 48 ranhuras de fio, mas não limitadas a 48. As ranhuras são conectadas de modo que os 360° das ranhuras sejam enrolados no sentido anti-horário e são dobrados por 360° de slots enrolados no sentido horário. Portanto, o pólo norte induzido cancela o pólo sul induzido, isolando eletromagneticamente os campos magnéticos do rotor dos campos magnéticos do estator de potencial induzido.

De acordo com algumas modalidades, um circuito de excitação pode ser fornecido para aplicar uma corrente de excitação ao primeiro elemento de rotor de fenda e ao segundo elemento de rotor de fenda de modo a gerar o fluxo magnético quando um dos unipolos magnéticos da primeira polaridade associada à o membro de rotor de fenda é excitado quando o associado da segunda polaridade é excitado. O circuito de excitação pode remover ainda a corrente de excitação do primeiro membro de rotor de fenda e do segundo membro de rotor de fenda para remover o fluxo magnético em um instante.

De acordo com algumas modalidades, o pólo ou pólos magnéticos do primeiro elemento de rotor de fenda e do segundo elemento de rotor de fenda podem ser fornecidos com uma corrente de excitação constante ou podem ser ativados de tal forma que toda a circunferência de 360° do rotor pode alternar entre primeira polaridade magnética e segunda polaridade magnética.

Em uma modalidade, o primeiro e o segundo rotores são unipolares, ou seja, pólo norte alternando com pólo sul para toda a circunferência de 360° do primeiro e segundo rotores do par de rotores. O circuito unipolar excitado por um sistema de comutação de estado sólido permite que todos os enrolamentos do rotor sejam comutados em direções alternadas, ou seja, comutar todo o rotor do polo norte para o polo sul e do polo sul para o polo norte. Este projeto permite que o programa PLC ou circuito comutador, que controla o circuito de excitação, aplique uma corrente de excitação ao primeiro membro do rotor do slot e ao segundo membro do rotor do slot de modo a gerar o fluxo magnético em um dos pólos magnéticos da primeira polaridade associado ao membro de rotor de fenda, por exemplo, 50 vezes por segundo (50 Hz) ou 60 vezes por segundo (60 Hz), independentemente da posição do rotor no espaço rotacional e para gerar o fluxo magnético quando o associado um dos pólos magnéticos da segunda polaridade associado ao o segundo membro de rotor de fenda é aplicado com uma corrente de excitação, gerando assim um fluxo magnético de polaridade oposta, de modo que o acoplamento magnético ocorra através de cada fenda e das bobinas de ferro traseira e estator intervenientes. Isso permite que os rotores do gerador sejam operados em qualquer velocidade com a

frequência sendo controlada pelo circuito de excitação em vez de ser controlada pela velocidade dos rotores.

Em outra modalidade, um rotor ou armadura convencional pode ser substituído por membros planos de aço elétrico de alta eficiência e/ou aço elétrico de alta eficiência laminado com grafeno sozinho e/ou laminado com grafeno. A armadura e o estator podem ser fabricados a partir de material laminado de alta permeabilidade magnética. Os dois membros podem ser planos e podem ter uma variedade de formas, por exemplo, quadradas, retangulares, etc. A armadura e o estator podem ser fabricados com ranhuras de fio em paralelo. Bobinas pré-formadas ou pré-enroladas são colocadas nas ranhuras e conectadas de maneira adequada. As duas partes podem ser montadas colocando-as com as ranhuras de arame voltadas uma para a outra e as ranhuras de arame em paralelo.

Será feita agora referência em detalhes às modalidades exemplares implementadas de acordo com a divulgação, cujos exemplos são ilustrados no desenho anexo.

FIGO. 1 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade em seção transversal de um laminado de rotor exemplar revelando ferros de pólo saliente e anel de retorno de fluxo de mu metal, consistente com modalidades da presente divulgação. O corpo do rotor pode ser feito de corte a laser **20** de, por exemplo, aço elétrico recozido de 0,34 mm que pode ser empilhado em um gabarito de tal forma que os pólos salientes **40** sejam formados. O gabarito contém o eixo **15** que foi encaixado por deslizamento com uma manga de metal mu **41**. O corpo do rotor e os pólos salientes podem ser prensados e retidos através de parafusos nos orifícios **38**. Os enrolamentos de pólo salientes isolados podem então ser enrolados em torno de peças de pólo **39**.

FIGO. 2 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade em seção transversal de um rotor exemplar feito de corte a laser **20** revelando pólos salientes **39**, ferro de fluxo de metal mu e enrolamentos de ferro de pólo consistentes com modalidades da presente divulgação. Cada pólo saliente pode ter dois condutores que, por exemplo, o pólo 1 pode ser excitado pólo norte com condutores K e L, e o pólo 5 pode ser excitado pólo sul com condutores M e N. Os orifícios de retenção **38** contendo parafusos de retenção são mostrados junto com o suporte eixo **15** e manga de metal mu **41**.

FIGO. 3 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade em seção transversal de um laminado de rotor exemplar revelando ferros de pólo salientes com angulação no sentido horário e enrolamentos de ferro de pólo consistentes com modalidades da presente divulgação. Este ângulo pode permitir que o campo magnético em evolução de cada pólo

emane em um ângulo de 45° no sentido horário e como o campo é repellido pelo pólo adjacente existente, o fluxo pode girar paralelamente à superfície do rotor no sentido horário .

FIGO. 4é um diagrama que ilustra uma vista de um corpo de rotor de estado sólido exemplar **70** revelando 16 pólos salientes enrolados, bem como um inserto de retorno de fluxo, consistente com modalidades da presente divulgação. O rotor **70 é ilustrado com laminados 20** empilhados e prensados , postes **39 salientes e manga 41** de metal mu , como inserto de retorno de fluxo, juntamente com o eixo **15** de suporte .

De acordo com as modalidades da presente divulgação, é divulgado um método para remover o torque reverso de um gerador elétrico rotativo que inclui a substituição do dipolo convencional ou rotor giratório por um inserto de rotor de estado sólido estático unipolar, dipolo ou multipolar que cria pólos magnéticos rotativos e gera energia elétrica. Como o rotor é estacionário, não há interação consumidora de energia entre os pólos magnéticos formados em um ferro do estator quando o gerador é conectado a uma carga elétrica, nem o gerador requer energia para girar um rotor em uma frequência adequada.

Este redesenho do rotor é realizado, por exemplo, mas não limitado ao corte de laminados de aço elétrico em um diâmetro desejado, por exemplo, 6 polegadas, mas não limitado a 6 polegadas com, por exemplo, 16 peças de pólo salientes, mas não limitado a 16 de igual tamanho e distribuição.FIGS. 5-21descritos mais adiante ilustram esse redesenho. As peças polares podem ser enroladas com um fio magnético elétrico desejado e apropriado. As bobinas de fio magnético podem ser terminadas em dois condutores que podem ser conectados a um sistema de disparo controlado por computador usando, por exemplo, um centro lógico programável (PLC), permitindo a comutação de forma alternada de uma primeira polaridade para uma segunda polaridade e de a segunda polaridade para a primeira polaridade pelo uso de, por exemplo, um sistema de disparo MOSFET em um circuito de excitação. No caso de um rotor de quatro polos descrito posteriormente emFIGS. 23, 26-31 e 33-35por exemplo, os pólos salientes são ligados em quatro grupos de quatro pólos por grupo, ou dois grupos de oito pólos por grupo, mas não limitados a dois ou quatro grupos.

No caso de uma potência de 60 Hz e um rotor de quatro pólos, o pólo 1 do grupo #1 é uma primeira polaridade e o pólo 1 do grupo #2 é uma segunda polaridade. O pólo 1 do grupo #3 é uma primeira polaridade e o pólo 1 do grupo #4 é uma segunda polaridade. O pólo 1 de cada grupo pode ser excitado por uma placa excitadora de estado sólido canal #1 (CH1). O pólo 2 de cada grupo pode ser excitado por uma placa excitadora de estado sólido canal

#2 (CH2). O pólo 3 de cada grupo pode ser excitado por um canal #3 da placa excitadora de estado sólido (CH3). O pólo 4 de cada grupo pode ser excitado por um canal de placa excitadora de estado sólido #4 (CH4). O pólo 1 de cada grupo pode ser excitado e, por exemplo, 2,084 milissegundos depois, o pólo 2 pode ser excitado; então, novamente, por exemplo, 2,084 milissegundos depois, o pólo 3 pode ser excitado; então, novamente, por exemplo, 2,084 milissegundos depois, o pólo 4 pode ser excitado; e, por exemplo, 2.

Os circuitos de pólo podem ser excitados com uma corrente de energia CC de primeira polaridade em um primeiro ciclo e a corrente de energia CC de segunda polaridade em um segundo ciclo. O primeiro e o segundo ciclos formam um ciclo CA a cada 16,667 milissegundos no caso de uma corrente de 60 Hz. Ajustes apropriados podem ser feitos para outras frequências, como 50 Hz. Cada pólo pode ser excitado por, por exemplo, 4,167 milissegundos com, por exemplo, um tempo de colapso de 4,167 milissegundos para cada pólo magnético saliente. A onda de excitação progride no sentido horário, o que distorce cada pólo à medida que se forma, o que empurra o fluxo magnético de maneira progressiva no sentido horário pelo fluxo de repulsão dos pólos anteriores. Isso, com efeito, empurra constantemente os pólos magnéticos separados discretos em uma forma circular no sentido horário em uma frequência desejada e os pólos são separados, alternar primeira polaridade e segunda polaridade. Consequentemente, a cada ciclo completo de 16,667 milissegundos, a excitação muda da primeira polaridade para a segunda polaridade, de modo que os quatro pólos magnéticos distintos continuam a girar sem rotação física do próprio membro do rotor.

No caso de um rotor magnético de dois pólos descrito mais adiante em FIGS. 22 e 32, os pólos salientes podem ser ligados em dois grupos de oito peças de pólo por grupo. As peças polares em cada grupo podem ser conectadas a um circuito do sistema excitador. Por exemplo, o pólo 1 e o grupo #1 é uma primeira polaridade, o pólo 1 do grupo #2 é uma segunda polaridade. O pólo 1 para cada grupo pode ser excitado pelo canal excitador de estado sólido #1. O pólo 2 para cada grupo pode ser excitado pelo canal #2 da placa excitadora de estado sólido. O pólo 3 para cada grupo pode ser excitado pelo canal #3 da placa excitadora de estado sólido. O pólo 4 para cada grupo pode ser excitado pelo canal #4 da placa excitadora de estado sólido. O pólo 5 para cada grupo pode ser excitado pelo canal #5 da placa excitadora de estado sólido. O pólo 6 para cada grupo pode ser excitado pelo canal #6 da placa excitadora de estado sólido. O pólo 7 para cada grupo pode ser excitado pelo canal #7 da placa excitadora de estado sólido.

Por exemplo, o pólo 1 de cada grupo pode ser excitado e, por exemplo, 1,042 milissegundos depois, o pólo 2 de cada grupo pode ser excitado. O pólo 2 de cada grupo pode ser excitado e, por exemplo, 1,042 milissegundos depois, o pólo 3 de cada grupo pode ser excitado. O

pólo 3 de cada grupo pode ser excitado e, por exemplo, 1,042 milissegundos depois, o pólo 4 de cada grupo pode ser excitado. O pólo 4 do grupo de alcance pode ser excitado e, por exemplo, 1,042 milissegundos depois, o pólo 5 pode ser excitado. O pólo 5 de cada grupo pode ser excitado e, por exemplo, 1,042 milissegundos depois, o pólo 6 pode ser excitado. O pólo 6 de cada grupo pode ser excitado e, por exemplo, 1,042 milissegundos depois, o pólo 7 pode ser excitado. O pólo 7 de cada grupo pode ser excitado e, por exemplo, 1,042 milissegundos depois, o pólo 8 pode ser excitado. O pólo 8 de cada grupo pode estar excitado e, por exemplo, 1.

A polaridade de excitação muda a cada ciclo. Portanto, no caso da unidade de quatro pólos, a polaridade muda duas vezes por cada 16,667 milissegundos e com a unidade de dois pólos, a polaridade da excitação muda duas vezes por 16,667 milissegundos/ciclo para uma corrente de 60 Hz.

Por exemplo, no caso de um rotor magnético unipolar descrito posteriormente em FIGS. 24, 25 e 38-40, 16 pólos salientes são ligados em quatro grupos de quatro peças de pólo por grupo. Todas as 16 peças polares podem ser excitadas no pólo norte, por exemplo, por 8,3335 milissegundos; e então todos os 16 podem ser excitados no pólo sul, por exemplo, por mais 8,3335 milissegundos, de modo que cada ciclo completo seja de 16,667 milissegundos. As peças polares em cada grupo podem ser conectadas a um circuito de um sistema excitador acionado por PLC. Assim, a peça polar #1 do grupo #1 pode ser uma primeira polaridade; as peças polares #1 do grupo 2, 3 e 4 podem ser uma primeira polaridade para um ciclo; e então todos mudam para uma segunda polaridade para os pólos #1, 2, 3 e 4. Ou seja, todo o rotor alterna entre a primeira polaridade para 360° e a segunda polaridade para 360°. A polaridade alternada pode ser controlada por, por exemplo, um sistema de disparo MOSFET. A velocidade do campo rotativo não é relevante para a frequência de corrente gerada. A frequência pode ser controlada por um sistema de disparo controlado por computador, por exemplo, para 50 Hz, 60 Hz ou qualquer outra frequência desejada. A velocidade de rotação do campo magnético pode ser controlada por uma taxa de progressão de excitação.

Por exemplo, para obter uma taxa de rotação do campo magnético a, por exemplo, 7.500 rpm, aplica-se a seguinte sequência. A peça polar #1 de cada grupo pode ser excitada e, por exemplo, 0,5 milissegundos depois, a peça polar #2 pode ser excitada; e, por exemplo, 0,5 milissegundos depois, a peça polar #3 pode ser excitada; e, por exemplo, 0,5 milissegundos ainda mais tarde, a peça polar #4 pode ser excitada e, por exemplo, 0,5 milissegundos depois, a peça polar #1 pode ser novamente excitada, e o ciclo é repetido até que uma polaridade de excitação seja trocada. Cada peça polar pode ser excitada, por exemplo, 0,1

milissegundo. Os circuitos de pólo podem ser excitados com uma corrente DC de primeira polaridade no primeiro ciclo e uma corrente DC de segunda polaridade no segundo ciclo. O ciclo número um mais o ciclo número dois formam um ciclo AC completo.

A estrutura dos laminados do rotor e dos enrolamentos do rotor deve ser alterada para funcionar como um campo magnético rotativo funcional. Quando um rotor bipolar convencional é conectado e excitado de tal forma que ambos os pólos do rotor sejam pólo norte ou pólo sul, ou seja, norte-norte ou sul-sul, os pólos internos cancelam uma grande parte do fluxo magnético externo. Como é discutido abaixo em relação a FIGS. 46-51, o fluxo externo caiu de 4000 gauss para 100 gauss para uma deterioração de 40 vezes na densidade do fluxo quando a polaridade foi alterada de norte-sul para norte-norte ou sul-sul.

Para corrigir este problema de deterioração, um rotor de estado sólido unipolar pode ser construído de tal forma que os pólos de um rotor unipolar que se opõe a outro pólo de um rotor unipolar em 180° sejam realmente enrolados e construídos como dois dipolos completos ímãs, combinados e separados por uma estrutura de retorno de fluxo de metal-aço posicionado entre os dois dipolos. Quando o lado do ímã dipolar A com bobina externa (a) e bobina interna (b) é excitado, (a) pode ser excitado o pólo norte voltado para o observador e (b) pode ser excitado o pólo norte voltado para o observador com (a) sendo enrolado na ranhura do rotor externo e (b) sendo enrolado na ranhura do rotor interno. Simultaneamente, o lado B do ímã do unipolar pode ser excitado com as bobinas externas (c) e as bobinas internas (d), onde (c) pode ser pólo norte excitado voltado para fora em direção ao observador e (d) pode ser pólo norte excitado voltado para fora em direção ao observador. O isolamento de ímãs A de B por um aparelho de retorno de fluxo de aço metal juntamente com o padrão de enrolamento acima permite um fluxo total no pólo norte de, por exemplo, 6.000 gauss na superfície do pólo de cada pólo do rotor ativado e alternando com o fluxo do pólo sul de, por exemplo 6.000 gauss para 360° completos da superfície saliente da sapata do polo obtido pela alternância de excitação positiva e negativa dos condutores através de um sistema de disparo MOSFET.

A polaridade de excitação pode ser controlada alterando uma corrente de alimentação de energia CC pelo PLC mencionado acima. A alimentação de energia CC pode ser controlada por um PLC mestre que alterna a polaridade CC pelo uso do sistema de disparo MOSFET, que alterna a polaridade, por exemplo, a cada 8,3335 milissegundos no caso de uma corrente de 60 Hz e, por exemplo, a cada 10 milissegundos no caso de uma corrente de 50 Hz.

O projeto do rotor estatico de estado solido da presente divulgação permite que os rotores de gerador sejam operados em qualquer modalidade ou projeto de um estator de gerador. O projeto permite que os pólos magnéticos do rotor sejam girados em qualquer velocidade sem considerar a frequência de saída de energia. A frequência pode ser controlada por um circuito de excitação e não pela velocidade dos rotores.

Conforme observado anteriormente, o redesenho do rotor é realizado, por exemplo, cortando laminados de aço elétrico em um diâmetro desejado, por exemplo, 6 polegadas, mas não limitado a 6 polegadas, com, por exemplo, 16 peças polares salientes, mas não limitado a 16, de igual tamanho e distribuição. FIGS. 5-21 descritos a seguir ilustram este redesenho, onde as peças polares podem ser enroladas com um fio magnético elétrico desejado e apropriado.

FIGO. 5 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar 70 com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #1, que gera os pólos magnéticos rotativos, consistente com modalidades da presente divulgação. O rotor de estado sólido 70 revela um laminado de extremidade 20 e orifícios de parafuso de retenção 38. FIGO. 5 é uma representação de um rotor de estado estático com 4 pólos magnéticos e o esquema de excitação dos pólos salientes associados a cada pólo magnético. Os pólos salientes 39 são numerados de 1 a 16. Os 4 polos magnéticos do rotor incluem o polo norte #1 (rotulado NA), o polo sul #1 (rotulado SA), o polo norte #2 (rotulado NB) e o polo sul #2 (rotulado SB). Cada pólo do rotor magnético compreende 4 peças polares salientes enroladas eletricamente excitadas. As derivações de excitação do pólo norte K e L, e as derivações de excitação do pólo sul M e N são excitadas sequencialmente da seguinte maneira.

No pulso #1 como mostrado em FIGO. 5, o primeiro grupo de pólos magnéticos (pólos salientes 1-4) é excitado em uma primeira polaridade e o segundo grupo de pólos magnéticos (pólos salientes 5-8) é excitado em uma segunda polaridade. O terceiro grupo (pólos salientes 9-12) é excitado em uma primeira polaridade e o quarto grupo de pólos magnéticos (pólos salientes 13-16) é excitado em uma segunda polaridade. Os pólos salientes 1, 5, 9 e 13 são excitados por um excitador de estado sólido canal #1 (CH1) e canal #2 (CH2). Os pólos salientes 2, 6, 10 e 14 são excitados por uma placa excitadora de estado sólido canal #3 (CH3) e canal #4 (CH4). Os pólos salientes 3, 7, 11 e 15 são excitados por um canal de placa excitadora de estado sólido #5 (CH5) e #6 (CH6). Os pólos salientes 4, 8, 12 e 16 são excitados por uma placa excitadora de estado sólido canal #7 (CH7) e canal #8 (CH8). Dentro de cada grupo, as peças polares salientes não são excitadas simultaneamente, mas sequencialmente. Por exemplo, no primeiro grupo (pólos 1-4), o

pólo saliente 1 é excitado em uma primeira polaridade e, por exemplo, 2,084 milissegundos depois, o pólo saliente 2 é excitado em uma primeira polaridade; por exemplo, 2,084 milissegundos depois, o pólo saliente 3 é excitado em uma primeira polaridade; e, por exemplo, 2,084 milissegundos depois, o pólo saliente 4 é excitado em uma primeira polaridade. Após todos os pólos terem sido excitados sequencialmente em uma polaridade, a polaridade é trocada. Por exemplo, após o pólo 4 ser excitado na primeira polaridade por 2,084 milissegundos, o pólo saliente 1 é excitado novamente, desta vez em uma segunda polaridade, e o ciclo se repete. Em outras palavras, os pólos são excitados por uma primeira polaridade DC em um primeiro meio ciclo e uma segunda polaridade DC em um segundo meio ciclo. O primeiro e o segundo meio ciclos formam um ciclo AC a cada 16,667 milissegundos, no caso de uma corrente de 60 Hz. Ajustes apropriados podem ser feitos para frequências diferentes de 60 Hz.

No caso de corrente de 60 Hz, cada pólo é excitado, por exemplo, 4,167 milissegundos com, por exemplo, um tempo de relaxação de 4,167 milissegundos para cada pólo saliente. A onda de excitação progressiva no sentido horário, que distorce cada pólo magnético à medida que se forma, com o resultado sendo um empurrão do fluxo no sentido horário progressivo paralelo a uma superfície do rotor como resultado da repulsão do fluxo do pólo anterior. O efeito no caso de FIGO. 5 é que quatro pólos magnéticos alternados discretos circulam no sentido horário e circulares na frequência desejada. Os pólos são separados em uma primeira polaridade e uma segunda polaridade alternadas. Cada ciclo completo de 16,667 milissegundos envolve a primeira polaridade e a segunda polaridade em 180° de rotação em cada meio ciclo. Dois meios ciclos envolvem 360° de rotação. Os quatro pólos magnéticos distintos continuam a girar sem rotação física do membro do rotor.

FIGO. 6 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar 70 com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #2, consistente com as modalidades da presente divulgação. O rotor 70 revela um laminado de extremidade 20 e orifícios de parafuso de retenção 38. FIGO. 6 é uma representação de um rotor de quatro pólos em uma vista de estado estático de um ciclo de excitação dos pólos salientes que gera os pólos rotativos. Os pólos salientes 39 são numerados de 1 a 16. Neste pulso #2 de uma rotação de 16 passos dos pólos magnéticos discretos, o anel de metal mu 41 e o eixo 15 também são revelados. Os 4 pólos magnéticos são rotulados: pólo norte #1 é rotulado NA (pólos salientes 2-5), pólo sul #1 é rotulado SA (pólos salientes 6-9), pólo norte #2 é rotulado NB (pólos salientes 10-13), e o pólo sul #2 é rotulado SB (pólos salientes 14-16 e 1). Curti FIGO. 5, cada pólo do rotor magnético em FIGO. 6 também consiste em quatro peças polares salientes eletricamente excitadas

enroladas com um condutor adequado, como um fio magnético. No entanto, esses grupos de pólos giraram no sentido horário por um pólo, em comparação com suas posições em FIGO. 5. Por exemplo, o primeiro grupo de pólos magnéticos agora inclui os pólos de rotor 2-5, o segundo grupo de pólos magnéticos agora inclui os pólos de rotor 6-9, o terceiro grupo de pólos magnéticos agora inclui os pólos de rotor 10-13 e o quarto grupo de pólos magnéticos agora inclui pólos do rotor 14-16 e 1. Entre esses grupos, os pólos do rotor com polaridades NA e NB (ou seja, pólos do rotor 2-5 e 10-13) são excitados através dos fios magnéticos enrolados no pólo norte K-L e pólos do rotor com As polaridades SA e SB (grupos de rotores 6-9 e 14-46 e 1) são excitadas através dos fios magnéticos enrolados no pólo sul M-N, onde, K (+), L (-), M (-) e N (+). Esses condutores de excitação são excitados sequencialmente de forma semelhante como descrito em conexão com FIGO. 5, exceto que os grupos de polaridade foram deslocados em um polo do rotor.

FIGO. 7 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar 70 com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #3, consistente com as modalidades da presente divulgação. O rotor 70 revela um laminado de extremidade 20 e orifícios de parafuso de retenção 38. FIGO. 7 é uma representação de um rotor de quatro pólos em uma vista de estado estático de um ciclo de excitação dos pólos salientes que gera os pólos rotativos. Os pólos salientes 39 são numerados de 1 a 16. Este é o pulso #3 de uma rotação de 16 etapas dos quatro pólos magnéticos discretos. O anel de metal mu 41 e o eixo 15 também são revelados. Os pólos magnéticos são rotulados: Norte #1 é rotulado NA (pólos salientes 3-6), pólo sul #1 é rotulado SA (pólos salientes 7-10), pólo norte #2 é rotulado NB (pólos salientes 11-14), e o pólo sul #2 é rotulado SB (pólos salientes 15-16 e 1-2). Cada grupo de pólos magnéticos r consiste em quatro pólos salientes eletricamente excitados enrolados com fio magnético. Os fios magnéticos enrolados no polo norte são expressos como K-L e os fios magnéticos enrolados no polo sul são expressos como M-N, com K (+) e L (-) M (-) e N (+). Os terminais de excitação são excitados sequencialmente como em FIGO. 5, exceto que os grupos de polaridade foram deslocados por dois pólos do rotor.

FIGO. 8 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar 70 com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #4, consistente com as modalidades da presente divulgação. O rotor 70 revela um laminado de extremidade 20 e orifícios de parafuso de retenção 38. FIGO. 8 é uma representação de um rotor de quatro pólos em uma vista de estado estático de um ciclo de excitação dos pólos salientes que gera os pólos rotativos. Os pólos salientes 39 são

numerosos de 1 a 16. Isso representa o pulso #4 de uma rotação de 16 etapas dos quatro pólos magnéticos discretos envolvendo 360° de rotação. O anel de metal mu **41** e o eixo **15** também são revelados. Os quatro pólos magnéticos são rotulados: Pólo norte #1 é rotulado NA (pólos salientes 4-7), pólo sul #1 é rotulado SA (pólos salientes 8-11), pólo norte #2 é rotulado NB (pólos salientes 12-15), e pólo sul #2 é rotulado SB (pólos salientes 16 e 1-3). Cada pólo do rotor magnético consiste em quatro peças de pólo salientes eletricamente excitadas enroladas com fio magnético. Os fios magnéticos enrolados no pólo norte são expressos como K-L e os fios magnéticos enrolados no pólo sul são expressos como M-N, com K (+), L (-), M (-) e N (+). Esses condutores de excitação são excitados sequencialmente de forma semelhante como em FIGO. 5, exceto que os grupos de polaridade foram deslocados por três pólos do rotor.

FIGO. 9 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar **70** com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #5, consistente com as modalidades da presente divulgação. O rotor **70** revela um laminado de extremidade **20** e orifícios de parafuso de retenção **38**. FIGO. 9 é uma representação de um rotor de quatro pólos em uma vista de estado estático de um ciclo de excitação dos pólos salientes que gera os pólos rotativos. Os pólos salientes **39** são numerados de 1 a 16. Isso representa o pulso #5 de uma rotação de 16 etapas do pólo magnético discreto envolvendo 360° de rotação. O anel de metal mu **41** e o eixo **15** também são revelados. Os 4 pólos magnéticos são rotulados: Pólo norte #1 é rotulado NA (pólos salientes 5-8), pólo sul #1 é rotulado SA (pólos salientes 9-12), pólo norte #2 é rotulado NB (pólos salientes 13-16), e o pólo sul #2 é rotulado SB (pólos salientes 1-4). Cada pólo do rotor magnético consiste em quatro peças de pólo salientes eletricamente excitadas enroladas com fio magnético. Os fios magnéticos enrolados no pólo norte são expressos como K-L e os fios magnéticos enrolados no pólo sul são expressos como M-N, com K (+), L (-), M (-) e N (+). Esses condutores de excitação são excitados sequencialmente como em FIGO. 5, exceto que os grupos de polaridade foram deslocados por quatro pólos do rotor.

FIGO. 10 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar **70** com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #6, consistente com as modalidades da presente divulgação. O rotor **70** revela um laminado de extremidade **20** e orifícios de parafuso de retenção **38**. FIGO. 10 é uma representação de um rotor de quatro pólos em uma vista estática de um ciclo de excitação do pólo saliente que gera os pólos rotativos. Os pólos salientes **39** são numerados

de 1 a 16. Isso representa o pulso #6 de uma geração de 16 etapas e rotação dos quatro pólos magnéticos discretos envolvendo 360° de rotação e dois ciclos de corrente de 60 Hz. O anel de metal mu **41** e o eixo **15** também são revelados. Os 4 pólos magnéticos são rotulados: Pólo norte #1 é rotulado NA (pólos salientes 6-9), pólo sul #1 é rotulado SA (pólos salientes 10-13), pólo norte #2 é rotulado NB (pólos salientes 14-16 e 1), e o pólo sul #2 é rotulado SB (pólos salientes 2-5). Cada pólo do rotor magnético consiste em quatro peças de pólo salientes eletricamente excitadas enroladas com fio magnético. Os fios magnéticos enrolados no pólo norte são expressos como K-L, e os fios magnéticos enrolados no pólo sul são expressos como M-N, com K (+), L (-), M (-) e N (+). Esses condutores de excitação são excitados sequencialmente como em FIGO. 5, exceto que os grupos de polaridade foram deslocados em cinco pólos do rotor.

FIGO. 11 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar **70** com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #7, consistente com as modalidades da presente divulgação. O rotor **70** da invenção revela um laminado de extremidade **20** e orifícios de parafuso de retenção **38**. FIGO. 11 é uma representação de um rotor de quatro pólos em uma vista de estado estático de um ciclo de excitação sequencial dos pólos salientes que gera os pólos magnéticos rotativos. Os pólos salientes **39** são numerados de 1 a 16. FIGO. 11 ilustra o pulso #7 de uma geração de 16 etapas e rotação dos quatro pólos magnéticos discretos envolvendo 360° de rotação e dois ciclos de corrente de 60 Hz. O anel de metal mu **41** e o eixo **15** também são revelados. Os 4 pólos magnéticos são rotulados: Pólo norte #1 é rotulado NA (pólos salientes 7-10), pólo sul #1 é rotulado SA (pólos salientes 11-14), pólo norte #2 é rotulado NB (pólos salientes 15-16 e 1-2), e o pólo sul #2 é rotulado SB (pólos salientes 3-6). Cada pólo do rotor magnético consiste em quatro peças de pólo salientes eletricamente excitadas enroladas com fio magnético. Os fios magnéticos enrolados no polo norte são expressos como K-L e os fios magnéticos enrolados no polo sul são expressos como M-N, com K (+), L (-), M (-) e N (+). Esses condutores de excitação são excitados sequencialmente como em FIGO. 5, exceto que os grupos de polaridade foram deslocados em seis polos do rotor.

FIGO. 12 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar **70** com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #8, consistente com modalidades da presente divulgação. O rotor **70** da invenção revela um laminado de extremidade **20** e orifícios de parafuso de retenção **38**. FIGO. 12 é uma representação de um rotor de quatro pólos em uma vista de estado estático

de um ciclo de excitação sequencial dos pólos salientes que gera os pólos magnéticos rotativos. Os pólos salientes **39** são numerados de 1 a 16. FIGO. 12 ilustra o pulso #8 de uma geração de 16 etapas e rotação dos quatro pólos magnéticos discretos envolvendo 360° de rotação e dois ciclos de corrente de 60 Hz. O anel de metal μ **41** e o eixo **15** são revelados. Os 4 pólos magnéticos são rotulados: Pólo norte #1 é rotulado NA (pólos salientes 8-11), pólo sul #1 é rotulado SA (pólos salientes 12-15), pólo norte #2 é rotulado NB (pólos salientes 16 e 1-3), e o pólo sul #2 é rotulado SB (pólos salientes 4-7). Cada pólo do rotor magnético consiste em quatro peças de pólo salientes eletricamente excitadas enroladas com fio magnético. Os fios magnéticos enrolados no pólo norte são expressos como K-L, e os fios magnéticos enrolados no pólo sul são expressos como M-N, com K(+), L(-), M(-) e N(+). Esses condutores de excitação são excitados sequencialmente como em FIGO. 8, exceto que os grupos de polaridade foram deslocados em sete polos do rotor.

FIGO. 13 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar **70** com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #9, consistente com as modalidades da presente divulgação. O rotor **70** revela um laminado de extremidade **20** e orifícios de parafuso de retenção **38**. FIGO. 13 é uma representação de um rotor de quatro pólos em uma vista de estado estático de um ciclo de excitação sequencial dos pólos salientes que gera pólos magnéticos rotativos. Os pólos salientes **39** são numerados de 1 a 16. FIGO. 13 ilustra o pulso #9 de uma geração de 16 etapas e rotação dos quatro pólos magnéticos discretos envolvendo 360° de rotação e dois ciclos de corrente de 60 Hz. O anel de metal μ **41** e o eixo **15** também são revelados. Os 4 pólos magnéticos são rotulados: Pólo norte #1 é rotulado NA (pólos salientes 9-12), pólo sul #1 é rotulado SA (pólos salientes 13-16), pólo norte #2 é rotulado NB (pólos salientes 1-4), e o pólo sul #2 é rotulado SB (pólos salientes 5-8). Cada pólo do rotor magnético consiste em quatro peças de pólo salientes eletricamente excitadas enroladas com fio magnético. Os fios magnéticos enrolados no pólo norte são expressos como K-L, e os fios magnéticos enrolados no pólo sul são expressos como M-N, com K(+), L(-), M(-) e N(+). Esses condutores de excitação são excitados sequencialmente como em FIGO. 5, exceto que os grupos de polaridade foram deslocados em oito pólos do rotor.

FIGO. 14 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar **70** com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #10, consistente com modalidades da presente divulgação. O rotor **70** revela um laminado de extremidade **20** e orifícios de parafuso de retenção **38**. FIGO. 14 é uma representação de um rotor de quatro pólos em uma vista de estado estático de um

uma representação de um rotor de quatro pólos em uma vista de estado estático de um ciclo de excitação sequencial dos pólos salientes que gera os pólos magnéticos rotativos. Os pólos salientes **39** são numerados de 1 a 16. FIGO. 14 ilustra o pulso #10 de uma geração de 16 etapas e rotação dos quatro pólos magnéticos discretos envolvendo 360° de rotação e dois ciclos de corrente de 60 Hz. O anel de metal mu **41** e o eixo **15** também são revelados. Os 4 pólos magnéticos são rotulados: Pólo norte #1 é rotulado NA (pólos salientes 10-13), pólo sul #1 é rotulado SA (pólos salientes 14-16 e 1), pólo norte #2 é rotulado NB (pólos salientes 2-5), e o pólo sul #2 é rotulado SB (pólos salientes 6-9). Cada pólo do rotor magnético consiste em quatro peças de pólo salientes eletricamente excitadas enroladas com fio magnético. Os fios magnéticos enrolados no pólo norte são expressos como K-L, e os fios magnéticos enrolados no pólo sul são expressos como M-N, com K (+), L (-), M (-) e N (+). Esses condutores de excitação são excitados sequencialmente como em FIGO. 5, exceto que os grupos de polaridade foram deslocados em nove pólos do rotor.

FIGO. 15 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar **70** com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #11, consistente com modalidades da presente divulgação. O rotor **70** revela um laminado de extremidade **20** e orifícios de parafuso de retenção **38**. FIGO. 15 é uma representação de um rotor de quatro pólos em uma vista de estado estático de um ciclo de excitação sequencial dos pólos salientes que gera os pólos magnéticos rotativos. Os pólos salientes **39** são numerados de 1 a 16. FIGO. 15 ilustra o pulso #11 de uma geração de 16 etapas e rotação dos quatro pólos magnéticos discretos envolvendo 360° de rotação e dois ciclos de corrente de 60 Hz. O anel de metal mu **41** e o eixo **15** também são revelados. Os 4 pólos magnéticos são rotulados: Pólo norte #1 é rotulado NA (pólos salientes 11-14), pólo sul #1 é rotulado SA (pólos salientes 15-16 e 1-2), pólo norte #2 é rotulado NB (pólos salientes pólos 3-6), e o pólo sul #2 é rotulado SB (pólos salientes 7-10). Cada pólo do rotor magnético consiste em quatro peças de pólo salientes eletricamente excitadas enroladas com fio magnético. Os fios magnéticos enrolados no pólo norte são expressos como K-L, e os fios magnéticos enrolados no pólo sul são expressos como M-N, com K (+), L (-), M (-) e N (+). Esses condutores de excitação são excitados sequencialmente como em FIGO. 5, exceto que os grupos de polaridade foram deslocados em dez pólos do rotor.

FIGO. 16 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar **70** com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #12, consistente com modalidades da presente divulgação. O rotor **70** revela um laminado de extremidade **20** e orifícios de parafuso de retenção **38**. FIGO. 16 é uma representação de um rotor de quatro pólos em uma vista de estado estático de um

uma representação de um rotor de quatro pólos em uma vista de estado estático de um ciclo de excitação sequencial dos pólos salientes que gera os pólos magnéticos rotativos. Os pólos salientes **39** são numerados de 1 a 16. FIGO. 16 ilustra o pulso #12 de uma geração de 16 etapas e rotação dos quatro pólos magnéticos discretos envolvendo 360° de rotação e dois ciclos de corrente de 60 Hz. O anel de metal mu **41** e o eixo **15** também são revelados. Os 4 pólos magnéticos são rotulados: Pólo norte #1 é rotulado NA (pólos salientes 12-15), pólo sul #1 é rotulado SA (pólos salientes 16 e 1-3), pólo norte #2 é rotulado NB (pólos salientes 4-7), e o pólo sul #2 é rotulado SB (pólos salientes 8-11). Cada pólo do rotor magnético consiste em quatro peças de pólo salientes eletricamente excitadas enroladas com fio magnético. Os fios magnéticos enrolados no pólo norte são expressos como K-L, e os fios magnéticos enrolados no pólo sul são expressos como M-N, com K (+), (-), M (-) e N (+). Esses condutores de excitação são excitados sequencialmente como em FIGO. 5, exceto que os grupos de polaridade foram deslocados em onze pólos do rotor.

FIGO. 17 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar **70** com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #13, consistente com modalidades da presente divulgação. O rotor **70** revela um laminado de extremidade **20** e orifícios de parafuso de retenção **38**. FIGO. 17 é uma representação de um rotor de quatro pólos em uma vista de estado estático de um ciclo de excitação sequencial dos pólos salientes que gera os pólos magnéticos rotativos. Os pólos salientes **39** são numerados de 1 a 16. FIGO. 19 ilustra o pulso #13 de uma geração de 16 etapas e rotação dos quatro pólos magnéticos discretos envolvendo 360° de rotação e dois ciclos de corrente de 60 Hz. O anel de metal mu **41** e o eixo **15** também são revelados. Os 4 pólos magnéticos são rotulados: Pólo norte #1 é rotulado NA (pólos salientes 13-16), pólo sul #1 é rotulado SA (pólos salientes 1-4), pólo norte #2 é rotulado NB (pólos salientes 5-8), e o pólo sul #2 é rotulado SB (pólos salientes 9-12). Cada pólo do rotor magnético consiste em quatro peças de pólo salientes eletricamente excitadas enroladas com fio magnético. Os fios magnéticos enrolados no pólo norte são expressos como K-L, e os fios magnéticos enrolados no pólo sul são expressos como M-N, com K (+), L (-), M (-) e N (+). Esses condutores de excitação são excitados sequencialmente como em FIGO. 5, exceto que os grupos de polaridade foram deslocados em doze pólos do rotor.

FIGO. 18 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar **70** com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #14, consistente com modalidades da presente divulgação. O rotor **70** revela um laminado de extremidade **20** e orifícios de parafuso de retenção **38**. FIGO. 18 é uma representação de um rotor de quatro pólos em uma vista de estado estático de um

uma representação de um rotor de quatro pólos em uma vista de estado estático de um ciclo de excitação sequencial dos pólos salientes que gera os pólos magnéticos rotativos. Os pólos salientes **39** são numerados de 1 a 16. FIGO. 18 ilustra o pulso #14 de uma geração de 16 etapas e rotação dos quatro pólos magnéticos discretos envolvendo 360° de rotação e dois ciclos de corrente de 60 Hz. O anel de metal mu **41** e o eixo **15** também são revelados. Os 4 pólos magnéticos são rotulados: Pólo norte #1 é rotulado NA (pólos salientes 14-16 e 1), pólo sul #1 é rotulado SA (pólos salientes 2-5), pólo norte #2 é rotulado NB (pólos salientes 6-9), e o pólo sul #2 é rotulado SB (pólos salientes 10-13). Cada pólo do rotor magnético consiste em quatro peças de pólo salientes eletricamente excitadas enroladas com fio magnético. Os fios magnéticos enrolados no polo norte são expressos como K-L e os fios magnéticos enrolados no polo sul são expressos como M-N, com K (+), L (-), M (-) e N (+). Esses condutores de excitação são excitados sequencialmente como em FIGO. 5, exceto que os grupos de polaridade foram deslocados em treze polos do rotor.

FIGO. 19 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar **70** com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #15, consistente com modalidades da presente divulgação. O rotor **70** revela um laminado de extremidade **20** e orifícios de parafuso de retenção **38**. FIGO. 19 é uma representação de um rotor de quatro pólos em uma vista de estado estático de um ciclo de excitação sequencial dos pólos salientes que gera os pólos magnéticos rotativos. Os pólos salientes **39** são numerados de 1 a 16. FIGO. 19 ilustra o pulso #15 de uma geração de 16 etapas e rotação dos quatro pólos magnéticos discretos envolvendo 360° de rotação e dois ciclos de corrente de 60 Hz. O anel de metal mu **41** e o eixo **15** também são revelados. Os 4 pólos magnéticos são rotulados: Pólo norte #1 é rotulado NA (pólos salientes 15-16 e 1-2), pólo sul #1 é rotulado SA (pólos salientes 3-6), pólo norte #2 é rotulado NB (pólos salientes pólos 7-10), e o pólo sul #2 é rotulado SB (pólos salientes 11-14). Cada pólo do rotor magnético consiste em quatro peças de pólo salientes eletricamente excitadas enroladas com fio magnético. Os fios magnéticos enrolados no pólo norte são expressos como K-L, e os fios magnéticos enrolados no pólo sul são expressos como M-N, com K (+), L (-), M (-) e N (+). Esses condutores de excitação são excitados sequencialmente como em FIGO. 5, exceto que os grupos de polaridade foram deslocados em quatorze pólos do rotor.

FIGO. 20 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar **70** com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #16, consistente com modalidades da presente divulgação. O rotor **70** revela um laminado de extremidade **20** e parafusos de retenção **38**. FIGO. 20 é uma

representação de um rotor de quatro pólos em uma vista de estado estático de um ciclo de excitação sequencial dos pólos salientes que gera os pólos magnéticos rotativos. Os pólos salientes **39** são numerados de 1 a 16. FIGO. 20 ilustra o pulso #16 de uma geração de 16 etapas e rotação dos quatro pólos magnéticos discretos envolvendo 360° de rotação e dois ciclos de corrente de 60 Hz. O anel de metal μ **41** e o eixo **15** também são revelados. Os 4 pólos magnéticos são rotulados: Pólo norte #1 é rotulado NA (pólos salientes 16 e 1-3), pólo sul #1 é rotulado SA (pólos salientes 4-8), pólo norte #2 é rotulado NB (pólos salientes (8-11), e o pólo sul nº 2 é rotulado SB (pólos salientes 12-15). Cada pólo do rotor magnético consiste em quatro peças de pólo salientes eletricamente excitadas enroladas com fio magnético. Os fios do fio magnético enrolados no pólo norte são expressos como K-L e os fios magnéticos enrolados no pólo sul são expressos como M-N, com K (+), L (-), M (-) e N (+). Esses condutores de excitação são excitados sequencialmente como em FIGO. 5, exceto que os grupos de polaridade foram deslocados em quinze pólos do rotor.

FIGO. 21 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de estado sólido exemplar **70** com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos, 60 Hz - pulso #1, consistente com as modalidades da presente divulgação e descrito em FIGO. 5.

FIGO. 22 é um diagrama que representa um rotor de dois pólos exemplar **71** juntamente com seu circuito de excitação, consistente com modalidades da presente divulgação. No caso de um rotor magnético de dois pólos, os pólos salientes são ligados em dois grupos de 8 peças de pólos salientes por grupo. As bobinas enroladas das peças polares em cada grupo são conectadas a um circuito do sistema excitador. Pólo nº 1 (por exemplo, pólo saliente 1 em FIGO. 5) do primeiro grupo de pólos magnéticos (por exemplo, o grupo de pólos N) é uma primeira polaridade, peça polar #1 (por exemplo, pólo saliente 5 em FIGO. 5) do segundo grupo de pólos magnéticos (por exemplo, o grupo de pólos S) é uma segunda polaridade. As bobinas para a peça polar #1 para cada grupo são excitadas por um canal excitador de estado sólido #1 contido no painel de excitação **74**. O painel de excitação **74** e, assim, as bobinas enroladas das peças polares são alimentadas através de condutores **80** por bateria **75**. O sinal de controle de excitação é transmitido através dos condutores **79** do PLC **73**. O sinal para ativar o parâmetro PLC apropriado é transmitido através do condutor **78** do painel de controle **72**. A peça de pólo #1 de cada um dos dois grupos de pólos é excitada através do condutor **77** por um canal excitador de estado sólido #1 no painel de excitação **74**. A peça polar #2 de cada grupo é excitada através da conduta **77** por um canal #2 da placa excitadora de estado sólido no painel de excitação **74**. A peça polar #3 de cada grupo é excitada através da conduta **77** pelo canal da placa excitadora #3 no painel de

excitação 74 . A peça polar #4 de cada grupo é excitada através da conduta 77 pelo canal da placa excitadora #4 no painel de excitação 74 . A peça polar #5 de cada grupo é excitada através da conduta 77 pelo canal da placa excitadora #5 no painel de excitação 74 . A peça do pólo nº 6 de cada grupo é excitada através do conduíte 77 pelo canal #6 da placa excitadora no painel de excitação 74 . A peça polar #7 de cada grupo é excitada através da conduta 77 pelo canal excitador acumulador #7 no painel de excitação 74 . A peça polar #8 de cada grupo é excitada através do conduíte 77 pelo canal da placa excitadora #8 no painel de excitação 74 . As peças polares dentro de cada grupo de pólos magnéticos são excitadas sequencialmente. Por exemplo, o pólo #11 de cada grupo é excitado primeiro e, por exemplo, 1,042 milissegundos depois, o pólo #2 de cada grupo é excitado; e, por exemplo, 1,042 milissegundos depois, a peça polar #3 de cada grupo é excitada; e, por exemplo, 1,042 milissegundos depois, a peça polar #4 de cada grupo é excitada; e, por exemplo, 1,042 milissegundos depois, a peça polar #5 de cada grupo é excitada; e, por exemplo, 1,042 milissegundos depois, a peça polar #6 de cada grupo é excitada; e, por exemplo, 1,042 milissegundos depois, a peça polar #7 de cada grupo é excitada; e, por exemplo, 1,042 milissegundos depois, a peça polar #8 de cada grupo é excitada; e, por exemplo, 1,042 milissegundos depois, a peça polar #1 de cada grupo é novamente excitada, mas na polaridade oposta, e o ciclo se repete ciclando dois pólos de rotor discretos de uma primeira polaridade em um pólo e uma segunda polaridade no segundo pólo. Como resultado, cada pólo é ciclado por 8,336 milissegundos em uma primeira polaridade e 8,336 milissegundos em uma segunda polaridade. Cada pólo saliente é excitado, por exemplo, 4,168 milissegundos com um tempo de colapso de, por exemplo, 4,168 milissegundos.

Conforme observado anteriormente, as peças polares podem ser enroladas com um fio magnético elétrico desejado e apropriado. As bobinas de fio magnético podem ser terminadas em dois terminais que podem ser ligados a um sistema de excitação controlado por PLC, que permite alternar de uma forma alternada de uma primeira polaridade para uma segunda polaridade e da segunda polaridade para a primeira polaridade pelo uso de um MOSFET sistema de disparo em um circuito de excitação. No caso de um rotor de quatro pólos descrito a seguir em FIGO. 23, por exemplo, os pólos salientes são ligados em quatro grupos de quatro pólos por grupo, ou dois grupos de oito pólos por grupo, mas não limitado a dois ou quatro grupos.

FIGO. 23 é um diagrama que representa um rotor de quatro pólos exemplar 91 juntamente com seu circuito de excitação, consistente com modalidades da presente divulgação. O pólo saliente enrolado do rotor de quatro pólos #1 em cada grupo é conectado a um circuito MOSFET de um sistema de excitação no painel de controle 72 . Os pólos salientes

enrolados são agrupados em quatro grupos de pólos magnéticos, incluindo grupo #1 (pólos 1-4), grupo #2 (pólos 5-8), grupo #3 (pólos 9-12) e grupo #4 (pólos 13-16). Os pólos são excitados da seguinte forma: o pólo 1 do grupo #1 é uma primeira polaridade e o pólo 1 do grupo #2 é uma segunda polaridade. O pólo 1 do grupo #3 é uma primeira polaridade e o pólo 1 do grupo #4 é uma segunda polaridade. O pólo 1 de cada grupo é excitado por um canal comum #1 (CH1) de um sistema de excitação de estado sólido alojado no painel de controle **72**. O pólo 2 de cada grupo é excitado por uma placa excitadora canal #2 (CH2). O pólo 3 de cada grupo é excitado por um canal #3 da placa excitadora (CH3), e o pólo 4 de cada grupo é excitado por um canal #4 da placa excitadora (CH4). A energia para excitar os pólos salientes é retirada da bateria **36** através dos condutores **35** para o sistema excitador **34**. Os sinais de controle para o sistema excitador são enviados do PLC **32** através dos condutores **33**. Os comandos para o PLC **32** são gerados no painel de controle **72**. Os pólos são excitados através dos condutores **37** e **38**. O poste anúncios **39**, **40**, **41**, e **42** estão conectados aos condutores **38** em locais apropriados. Este esquema de numeração é representativo para todos os pólos 1-16. O pólo 1 de cada grupo é excitado e, por exemplo, 2,084 milissegundos depois, o pólo 2 de cada grupo é excitado; e por exemplo, 2,804 milissegundos depois, o pólo 3 é excitado; e por exemplo, 2,084 milissegundos depois, o pólo 4 é excitado; e, por exemplo, 2,084 milissegundos depois, o pólo 1 é excitado novamente, mas em uma segunda polaridade, e o ciclo se repete continuamente. Os circuitos dos pólos são excitados com uma potência CC de primeira polaridade no primeiro meio ciclo e uma potência CC de segunda polaridade no segundo meio ciclo. O primeiro e o segundo meio ciclo compõem um ciclo de alimentação CA a cada 16,667 milissegundos no caso de energia elétrica de 60 Hz. Ajustes apropriados são feitos no sistema de controle para outras frequências, como energia elétrica de 50 Hz. Para potência de 60 Hz cada pólo é excitado, por exemplo, 4,167 milissegundos com, por exemplo, um tempo de colapso de 4,167 milissegundos para o ferro magnético do pólo saliente. A onda de excitação progride no sentido horário com o fluxo magnético de cada pólo sendo distorcido no sentido horário pelo pólo magnético anterior. Portanto, o pólo discreto do rotor composto de quatro peças de pólo salientes em qualquer ponto no tempo progride no sentido horário devido ao fluxo de repulsão do pólo saliente anterior. Isso, com efeito, empurra constantemente os pólos magnéticos separados discretos em uma forma circular no sentido horário na frequência desejada. Os pólos são separados e alternam a primeira polaridade e a segunda polaridade. Os quatro pólos magnéticos discretos continuam a girar sem rotação física do próprio elemento do rotor. Tempo de colapso de 167 milissegundos para o ferro magnético do pólo saliente. A onda de excitação progride no sentido horário com o fluxo magnético de cada pólo sendo distorcido no sentido horário pelo pólo magnético anterior. Portanto, o pólo discreto do rotor composto de quatro peças de pólo salientes em qualquer ponto no tempo

progride no sentido horário devido ao fluxo de repulsão do pólo saliente anterior. Isso, com efeito, empurra constantemente os pólos magnéticos separados discretos em uma forma circular no sentido horário na frequência desejada. Os pólos são separados e alternam a primeira polaridade e a segunda polaridade. Os quatro pólos magnéticos discretos continuam a girar sem rotação física do próprio elemento do rotor. Tempo de colapso de 167 milissegundos para o ferro magnético do pólo saliente. A onda de excitação progride no sentido horário com o fluxo magnético de cada pólo sendo distorcido no sentido horário pelo pólo magnético anterior. Portanto, o pólo discreto do rotor composto de quatro peças de pólo salientes em qualquer ponto no tempo progride no sentido horário devido ao fluxo de repulsão do pólo saliente anterior. Isso, com efeito, empurra constantemente os pólos magnéticos separados discretos em uma forma circular no sentido horário na frequência desejada. Os pólos são separados e alternam a primeira polaridade e a segunda polaridade. Os quatro pólos magnéticos discretos continuam a girar sem rotação física do próprio elemento do rotor. Portanto, o pólo discreto do rotor composto de quatro peças de pólo salientes em qualquer ponto no tempo progride no sentido horário devido ao fluxo de repulsão do pólo saliente anterior. Isso, com efeito, empurra constantemente os pólos magnéticos separados discretos em uma forma circular no sentido horário na frequência desejada. Os pólos são separados e alternam a primeira polaridade e a segunda polaridade. Os quatro pólos magnéticos discretos continuam a girar sem rotação física do próprio elemento do rotor. Portanto, o pólo discreto do rotor composto de quatro peças de pólo salientes em qualquer ponto no tempo progride no sentido horário devido ao fluxo de repulsão do pólo saliente anterior. Isso, com efeito, empurra constantemente os pólos magnéticos separados discretos em uma forma circular no sentido horário na frequência desejada. Os pólos são separados e alternam a primeira polaridade e a segunda polaridade. Os quatro pólos magnéticos discretos continuam a girar sem rotação física do próprio elemento do rotor.

FIGO. 24 é um diagrama que representa um rotor unipolar de pólo norte exemplar **2** juntamente com seu circuito de excitação, consistente com modalidades da presente divulgação. Todos os 16 pólos salientes são ligados em quatro grupos de quatro peças de pólo salientes em cada grupo. Todos os 16 pólos podem ser excitados em uma primeira polaridade (pólo norte), por exemplo, por 8,333 milissegundos; e então todos os 16 podem ser excitados em uma segunda polaridade (pólo sul), por exemplo, por 8,333 milissegundos, cada um completando um ciclo de 16,667 milissegundos. As peças de pólo em cada grupo são conectadas a um circuito do PLC **32** que envia sinais através do conduíte **33** para o painel excitador **34**. Este sistema de excitação excita as bobinas dos pólos salientes com corrente de alimentação CC de CH1, CH2, CH3 e CH4 através das

condutas **37** e **38**. Os polos do grupo #1 (1-4 bobinas) são excitados em uma primeira polaridade. O pólo saliente 1 de cada um dos grupos 2, 3 e 4 também é excitado em uma primeira polaridade (pólo norte) por um ciclo. Em seguida, o pólo saliente 1 de cada um dos grupos 2, 3 e 4 é comutado para uma segunda polaridade (pólo sul) para o próximo ciclo. Ou seja, todo o rotor alterna entre a primeira polaridade para 360° e depois a segunda polaridade para 360°. A polaridade alternada é controlada por um sistema de disparo MOSFET **51** (não mostrado) incluindo os canais CH1, CH2, CH3 e 0114. A frequência é controlada pelo sistema de disparo controlado por computador e pode ser 50 Hz, 60 Hz ou qualquer outra frequência desejada. A velocidade de rotação do campo magnético é controlada pela taxa de progressão da excitação dos pólos salientes dentro de cada grupo de pólos magnéticos. A frequência da saída de energia é controlada pelo sistema alternando a polaridade da polaridade da corrente de alimentação de energia CC a cada, por exemplo, 8,3335 milissegundos no caso de energia elétrica de 60 Hz. Para obter uma taxa de rotação dos pólos magnéticos a, por exemplo, 7.500 rpm, aplica-se a seguinte sequência. O pólo 1 de cada grupo é excitado e, por exemplo, 0,50 milissegundos depois, o pólo 2 é excitado; e, por exemplo, 0,50 milissegundos depois, o pólo 3 é excitado; e, por exemplo, 0,50 milissegundos depois, o pólo 4 é excitado; e, por exemplo, 0,50 milissegundos depois, o pólo 1 é novamente excitado e o ciclo se repete até que a polaridade de excitação seja trocada. Para gerar energia de 60 Hz, os circuitos da bobina de pólo são excitados com uma corrente de energia CC de primeira polaridade, por exemplo, 8,3335 milissegundos, e depois uma corrente de energia CC de segunda polaridade, por exemplo, 8,3335 milissegundos. A polaridade de excitação é controlada pela corrente de alimentação CC dos circuitos PLC e MOSFET. A alimentação de energia DC é controlada por um PLC mestre A polaridade de excitação é controlada pela corrente de alimentação CC dos circuitos PLC e MOSFET. A alimentação de energia DC é controlada por um PLC mestre A polaridade de excitação é controlada pela corrente de alimentação CC dos circuitos PLC e MOSFET. A alimentação de energia DC é controlada por um PLC mestre **32** que alterna a polaridade de alimentação CC por meio de um sistema de disparo MOSFET que alterna a polaridade de alimentação de corrente CC a cada 8,3335 milissegundos, por exemplo, no caso de saída de corrente de 60 Hz do gerador e, por exemplo, 10 milissegundos no caso de saída de corrente de 50 Hz do gerador. No caso do rotor unipolar ilustrado na FIG. 24, estruturas de um estator, como em FIGS. 35 e 36, são usadas, que serão discutidas posteriormente.

FIG. 25 é um diagrama que representa um rotor unipolar de pólo sul exemplar **2** juntamente com seu circuito de excitação, consistente com modalidades da presente divulgação. O rotor unipolar de FIG. 25 é estruturado e excitado de forma semelhante ao de FIG. 24, exceto por uma polaridade diferente. Descrições detalhadas, portanto, não são

repetidas.

FIGO. 26 é um diagrama que ilustra uma vista de extremidade de um rotor de quatro pólos de estado sólido exemplar **91** com enrolamentos de pólo e circuitos de sequenciamento de polaridade de excitação demonstrados para todos os 16 pólos salientes através de um ciclo de quatro pólos de 60 Hz demonstrando pulso #1 com representação de um campo de fluxo magnético, consistente com as modalidades da presente divulgação. Os primeiros pólos salientes (1, 5, 9 e 13) a serem excitados na sequência de quatro pólos são representados por campos de fluxo magnético **171** norte e **172** sul. As setas apontando para cima (↑) indicam que os campos de fluxo estão aumentando e o sombreado em um pólo indica uma primeira polaridade, por exemplo, norte, e um pólo sem sombra é uma segunda polaridade, por exemplo, sul.

FIGO. 27 é um diagrama que ilustra um campo de fluxo magnético a partir da vista de extremidade de um rotor de quatro pólos de estado sólido exemplar **91** com enrolamentos de pólo e sequenciamento de polaridade de excitação em que os dois primeiros pólos em cada grupo são disparados em sequência e representando os campos de fluxo magnético, consistente com modalidades da presente divulgação. Os pólos salientes 2, 6, 10 e 14 são excitados, por exemplo, 2,084 milissegundos após os pólos 1, 5, 9 e 13. Campos de fluxo **171**, **172**, **173** e **174** são mostrados nesses pólos e estão aumentando. O fluxo magnético dos polos salientes 2, 6, 10 e 14 são “empurrados” pelos polos repelentes em 1, 5, 9 e 13 e são forçados a girar por um ângulo no sentido horário. Quando todos os pólos são excitados em sequência, este fenômeno resulta na rotação contínua de quatro pólos magnéticos alternados discretos.

FIGO. 28 é um diagrama que ilustra um campo de fluxo magnético a partir da vista final de um rotor de quatro pólos de estado sólido exemplar **91** com enrolamentos de pólo e sequenciamento de polaridade de excitação em que o campo de fluxo é demonstrado nos primeiros três pólos que estão sendo disparados em sequência, consistente com modalidades da presente divulgação. Os pólos salientes 2, 6, 10 e 14 são excitados, por exemplo, 2,084 milissegundos após a excitação dos pólos 1, 5, 9 e 13. As barras horizontais (□) ilustradas nos campos de fluxo **171**, **172** indicam que esses campos atingiram potencial de fluxo de pico. Os campos de fluxo **171** e **172**, excitados pelos pólos 1, 5, 9 e 13, desviam os campos de crescimento **173** e **174** excitados pelos pólos 2, 6, 10 e 14. Consequentemente, os campos de fluxo giram no sentido horário. Da mesma forma, os pólos salientes 3, 7, 11 e 15 são excitados, por exemplo, 2,084 milissegundos após os pólos 2, 6, 10 e 14. Os campos de fluxo dos pólos salientes **175** e **176** dos pólos salientes 3, 7, 11 e 15 são repelidos no sentido horário à medida que são gerados.

FIGO. 29é um diagrama que ilustra um campo de fluxo magnético a partir da vista de extremidade de um rotor de quatro pólos de estado sólido exemplar **91** com enrolamentos de pólo e sequenciamento de polaridade de excitação, consistente com modalidades da presente divulgação. Como acima, os pólos salientes 2, 6, 10 e 14 são excitados, por exemplo, 2,084 milissegundos após os pólos 1, 5, 9 e 13; campos de fluxo **171** e **172** repelem os campos em evolução **173** e **174**; e o fluxo dos pólos salientes 2, 6, 10 e 14 são repelidos e defletidos pelos pólos repelentes em 1, 5, 9 e 13. Conseqüentemente, o campo gira no sentido horário. Os pólos salientes 3, 7, 11 e 15 são excitados, por exemplo, 2,084 milissegundos após a excitação dos pólos 2, 6, 10 e 14; portanto, os campos de fluxo de pólo saliente **175** e **176** de 3, 7, 11 e 15 são repelidos no sentido horário à medida que são gerados. Os pólos salientes 4, 8, 12 e 16 são excitados, por exemplo, 2,084 milissegundos após os pólos 3, 7, 11 e 15; e, portanto, o fluxo de pólo saliente **177** e **178** dos pólos 4, 8, 12 e 16 são repelidos no sentido horário. Esse sequenciamento progressivo continua criando assim quatro pólos magnéticos alternados que giram a, por exemplo, 1800 rpm e, portanto, geram energia elétrica de 60 Hz. As setas apontando para baixo (↓) nos campos de fluxo **171**, **172** indicam que os campos de fluxo estão em colapso.

FIGO. 30é um diagrama que ilustra um campo de fluxo magnético a partir da vista de extremidade de um rotor de quatro pólos de estado sólido exemplar **91** com enrolamentos de pólo e sequenciamento de polaridade de excitação em que o sequenciamento de excitação progride no sentido horário, consistente com modalidades da presente divulgação. Os pólos salientes 1, 5 e 9 e 13 mudaram de polaridade na progressão da excitação dos pólos salientes. Consequentemente, o campo de fluxo **171** é agora pólo sul ou segunda polaridade, e o campo de fluxo **172** é pólo norte ou primeira polaridade. Este processo continua quando quatro pólos alternados giram a, por exemplo, 1800 rpm e geram energia elétrica de 60 Hz.

FIGO. 31é um diagrama que ilustra um campo de fluxo magnético a partir da vista de extremidade de um rotor de quatro pólos de estado sólido exemplar **91** com enrolamentos de pólo e sequenciamento de polaridade de excitação juntamente com um campo de fluxo girando no sentido horário, consistente com modalidades da presente divulgação. O campo de fluxo **171** é a primeira polaridade e está em colapso, e o campo de fluxo **172** é a segunda polaridade e está em colapso. Ambos **171** e **172** podem ser excitados, por exemplo, 4,167 milissegundos. O campo de fluxo **173** é uma primeira polaridade e está no pico de excitação após, por exemplo, 4,167 milissegundos de excitação. Campo de fluxo **174** é uma segunda polaridade e está no pico de excitação após, por exemplo, 4,167 milissegundos de excitação. O campo de fluxo **175** é uma primeira polaridade e é, por exemplo, 2,084 milissegundos no

ciclo de excitação. O campo de fluxo **176** é uma segunda polaridade e é, por exemplo, 2,084 milissegundos no ciclo de excitação. Conseqüentemente, o campo de fluxo **177** e **178** são uma segunda polaridade e são apenas microssegundos na fase de excitação. FIGO. 31 representa a rotação de varredura no sentido horário dos pólos magnéticos. Este efeito de rotação é gerado pelo pólo semelhante adjacente que deflete o fluxo no sentido horário, à medida que os pólos salientes são sequenciados no sentido horário.

FIGO. 32 é um diagrama que representa um gerador de dois pólos exemplar **60**, consistente com as modalidades da presente divulgação. O gerador elétrico de dois pólos **60** inclui um estator com bobinas de campo de estator **61** e **62** e um rotor de dois pólos de estado sólido **71**. O rotor de dois pólos de estado sólido **71** está no lugar e as bobinas de campo do estator são conectadas a uma carga elétrica através dos condutores **58** e **59**.

FIGO. 33 é um diagrama que representa um gerador de quatro pólos exemplar **90**, consistente com modalidades da presente divulgação. O gerador inclui um estator com bobinas de campo de estator **65**, **66**, **67** e **62** e um rotor de quatro pólos de estado sólido **91**. As bobinas de campo do estator **65**, **66**, **67** e **62** são conectadas aos fios condutores **63** e **64** que transportam energia para uma carga elétrica.

FIGO. 34 é um diagrama que representa um gerador de quatro pólos exemplar **69** situado em um estator trifásico que representa um enrolamento trifásico, consistente com modalidades da presente divulgação. Um gerador trifásico **69** contendo rotor de estado sólido **91** e bobinas de campo **68** assentadas na base **70** são ilustrados.

FIGO. 35 é um diagrama que representa um estator exemplar com enrolamento trifásico com uma conexão "estrela alta", consistente com as modalidades da presente divulgação. Cada fase pode ser configurada para incluir dois circuitos de enrolamento que podem ser conectados em série para produzir, por exemplo, 480 volts (estrela alta ou alternativamente os dois circuitos de enrolamento podem ser conectados em paralelo e referidos como "estrela baixa" e produzir, por exemplo, 240 volts. A tensão é diferente, mas a saída de energia é a mesma porque a amperagem também muda entre as duas conexões. Seguindo os circuitos de fase da saída de energia conduz através dos circuitos para a conexão "estrela" do neutro, a fase {círculo em torno de (A)} perna **83** inclui grupo de bobina **71**-Uma ferida no sentido anti-horário ou pólo norte (N). A entrada é {círculo em torno de (1)} e a saída é {círculo em torno de (4)}. O condutor de saída **92** conecta-se ao grupo de bobina **74** -A, enrolado no sentido horário ou pólo sul (S) com uma entrada em {círculo em torno de (1)} e saída em {círculo em torno de (4)}. O condutor de saída **86** conecta-se ao grupo de bobina **77** -A enrolado no sentido anti-horário (N) com uma

entrada em {círculo em torno de (7)} e saída em {círculo em torno de (10)}. O condutor de saída **95** conecta-se ao grupo de bobina **80** -A enrolado no sentido horário (S) com entrada em {círculo em torno de (7)} e saída em {círculo em torno de (10)}. O cabo de saída **90** conecta na conexão "estrela" central **62** com as outras duas fases. Fase {círculo em torno de (B)} perna **85** inclui grupo de bobina **73** -B enrolado no sentido anti-horário (N) com uma entrada em {círculo em torno de (2)} e saída em {círculo em torno de (5)}. O condutor de saída **93** conecta-se ao grupo de bobina **76** -B que é enrolado no sentido horário (S) com uma entrada em {círculo em torno de (2)} e saída em {círculo em torno de (5)}. O condutor de saída **88** conecta-se ao grupo de bobina **79** -B enrolado no sentido anti-horário (N) com uma entrada em {círculo em torno de (8)} e saída em {círculo em torno de (11)}. O cabo de saída **96** se conecta ao grupo de bobina **82**-B que é enrolado no sentido horário (S) com uma entrada em {círculo ao redor (8)} e saída em {círculo ao redor (11)}. O condutor de saída **91** se conecta com a conexão em "estrela" em **62**. Fase {círculo em torno de (C)}, a perna **87** conecta-se ao grupo de bobina **75** -C enrolado no sentido anti-horário (N) com uma entrada em {círculo em torno de (3)} e uma saída em {círculo em torno de (6)}. O condutor de saída **97** se conecta ao grupo de bobina **78** -C enrolado no sentido horário (S) com uma entrada em {círculo em torno de (3)} e uma saída em {círculo em torno de (6)}. O cabo de saída **89** se conecta ao grupo de bobina **81**-C enrolado no sentido anti-horário (N) com uma entrada em {círculo em torno de (9)} e saída em {círculo em torno de (12)}. O condutor de saída **97** conecta-se ao grupo de bobina **72** -C enrolado no sentido horário (S) com uma entrada em {círculo em torno de (9)} e saída em {círculo em torno de (12)}. O condutor de saída **84** forma a terceira perna da conexão em "estrela" **62**.

Como observado anteriormente, a estrutura dos laminados do rotor e dos enrolamentos do rotor deve ser alterada para operar como um campo magnético rotativo funcional. Quando um rotor bipolar convencional é conectado e excitado de tal forma que ambos os pólos do rotor sejam pólo norte ou pólo sul, ou seja, norte-norte ou sul-sul, os pólos internos cancelam uma grande parte do fluxo magnético externo.

FIGO. 36 é um diagrama que representa uma conexão gráfica exemplar de um enrolamento trifásico em uma configuração "estrela alta", consistente com as modalidades da presente divulgação. Com referência a FIGO. 36, fase {círculo em torno de (A)}, a perna **83** está conectada ao grupo de bobina **71** -A enrolado no sentido anti-horário (N) com uma entrada em {círculo em torno de (1)} e uma saída em {círculo em torno de (4)}. O condutor de saída **92** conecta-se ao grupo de bobina **74** -A que é enrolado no sentido horário (S) com uma entrada em {círculo em torno de (1)} e uma saída em {círculo em torno de (4)}. O condutor de saída **86** desses dois grupos de bobinas conecta-se ao grupo de bobinas **77** -A enrolado no sentido anti-horário (N) com uma entrada em {círculo em torno de (7)} e saída

em {círculo em torno de (10)}. O cabo de saída **95** se conecta ao grupo de bobina **80**-Uma volta no sentido horário (S) com uma entrada em {círculo ao redor (7)} e saída em {círculo ao redor (10)}. O condutor de saída **90** forma a conexão em "estrela" **62** com as outras duas fases.

Fase {círculo em torno de (B)}, a perna **85** conecta-se ao grupo de bobina **73** -B enrolado no sentido anti-horário (N) com uma entrada em {círculo em torno de (2)} e uma saída em {círculo em torno de (5)}. O condutor de saída **93** se conecta ao grupo de bobina **76** -B enrolado no sentido horário (S) com uma entrada em {círculo em torno de (2)} e uma saída em {círculo em torno de (5)}. O condutor de saída **88** conecta-se ao grupo de bobina **79** -B enrolado no sentido anti-horário N (N) com uma entrada em {círculo em torno de (8)} e saída em {círculo em torno de (11)}. O cabo de saída **96** C conecta-se ao grupo de bobina **82**-B enrolado no sentido horário (S) com uma entrada em {círculo ao redor (8)} e saída em {círculo ao redor (11)}. O condutor de saída **91** conecta-se a uma porção da conexão em "estrela" **62** . Fase {círculo em torno de (C)}, a perna **87** conecta-se ao grupo de bobina **75** -C enrolado no sentido anti-horário (N) com uma entrada em {círculo em torno de (3)} e saída em {círculo em torno de (6)}. O condutor de saída **94** conecta-se ao grupo de bobina **78** -C enrolado no sentido horário (S) com uma entrada em {círculo em torno de (3)} e saída em {círculo em torno de (6)}. O cabo de saída **89** se conecta ao grupo de bobina **81**-C enrolado no sentido anti-horário (N) com uma entrada em {círculo em torno de (9)} e saída em {círculo em torno de (12)}. O condutor de saída **97** conecta-se ao grupo de bobina **72** -C enrolado no sentido horário (S) com uma entrada em {círculo em torno de (9)} e saída em {círculo em torno de (12)}. O condutor de saída **84** conecta-se à conexão "estrela" **62** .

FIGO. 37 é um diagrama que representa um rastreamento de osciloscópio exemplar de um fluxo de corrente em pernas trifásicas de um gerador com uma conexão "high-wye" que cobre todo o 360° de rotação, consistente com as modalidades da presente divulgação. FIGO. 37 representa um traçado do osciloscópio do gerador trifásico ilustrado na FIGO. 36. A fase {círculo ao redor de (A)} perna (**142**) alimenta a fase {círculo ao redor (B)} perna (**143**) e a fase {círculo ao redor (C)} perna (**144**). Começando em 0°, conforme o rotor gira em 360° de rotação, a relação muda conforme mostrado, mas com as pernas de fase alimentando umas às outras e não ao neutro do terra.

FIGO. 38 é um diagrama que representa uma seção transversal de um estator exemplar **148** contendo rotores unipolares **2** , consistente com modalidades da presente divulgação. As bobinas do estator #1-#8 (não mostradas na FIGO. 38) pode ser enrolado como segue: Bobina n° 1 entre a cavidade do rotor **146 a** e **146 b** , bobina n° 2 entre a cavidade do rotor **146 b** e **146 c** , bobina n° 3 entre as cavidades do rotor **146 c** e **146 d** , bobina n° 4 entre a

cavidade do rotor **146 d** e **146 a** , bobina nº 5 entre as cavidades do rotor **146 e** e **146 f** , bobina **36** entre as cavidades do rotor **146 f** e **146 g** , bobina nº 7 entre as cavidades do rotor **146 g** e **146 h** , bobina #8 entre as cavidades do rotor **146 h** e **146 e** . Com os rotores fora dos loops da bobina do estator, não há interação magnética entre os pólos magnéticos do rotor e os pólos magnéticos do estator, portanto, podem reduzir muito ou eliminar o torque reverso ou o arrasto eletromagnético. Conforme descrito acima, o rotor de estado sólido **2** gira os pólos magnéticos, mas mantém o corpo do rotor físico estacionário. Pelo uso de isolamento geométrico dos pólos magnéticos do rotor dos pólos magnéticos do estator e do rotor de estado sólido, o torque reverso pode ser reduzido. Portanto, a única energia necessária para alimentar o gerador pode ser a energia CC necessária para excitar os rotores. Estator **148** é suportado por postes de suporte fixados a uma placa de extremidade que são encaixados nos orifícios de porta **147** . A parte central do estator **148** é mantida no lugar por parafusos de retenção **151** . O estator é resfriado através dos orifícios de ventilação **149** .

FIGO. 39 é um diagrama que representa uma seção transversal de um estator exemplar contendo rotores unipolares com $\frac{1}{3}$ rd das bobinas do estator mostradas, consistente com as modalidades da presente divulgação. FIGO. 39 é similar a FIGO. 38, exceto que FIGO. 39 revela vários slots de fio em vez de um único slot que aceita um condutor plano. FIGO. 39 também ilustra o enrolamento **152** e $\frac{1}{3}$ rd das ranhuras com rotor de estado sólido **2** em todas as cavidades.

FIGO. 40 é um diagrama que representa uma seção transversal de um estator exemplar contendo rotores unipolares com todas as bobinas do estator mostradas, consistente com as modalidades da presente divulgação. FIGO. 40 é similar a FIGO. 39 exceto que todos os slots de fio contêm enrolamentos. Mais uma vez, o rotor está posicionado fora dos laços da bobina do estator e utiliza os rotores de estado sólido **2** .

FIGO. 41 é um diagrama que representa uma seção transversal de um estator exemplar contendo rotores sem bobinas de estator sendo representadas, consistente com as modalidades da presente divulgação. FIGO. 41 ilustra quatro estatores **155** agrupados em um alojamento **154** e enrolados da mesma forma que FIGS. 38-40. Os rotores de estado sólido **70** estão dentro das cavidades do rotor do estator. Embora apenas um rotor **70** seja mostrado dentro de cada estator **155** , é contemplado que múltiplos rotores **70** podem ser usados como em FIGS. 38-40. Os estatores **155** são suportados por um meio de suporte **153** .

FIGO. 42 é um diagrama de uma seção transversal de um estator exemplar contendo

rotores com uma representação do roteamento de uma das três bobinas no estator, consistente com modalidades da presente divulgação. FIGO. 42 mostra quatro estatores **155** agrupados em um alojamento **154**, e cada estator está conectado com o conduto de enrolamento **156**. O conduto é instalado em cada extremidade da carcaça do estator para que os enrolamentos **159**, **159 a**, **159 b** e **159 c** possam ser instalados.

FIGO. 43 é um diagrama que descreve um gerador convencional que pode ser adaptado com um rotor, consistente com as modalidades da presente divulgação. O gerador é mostrado com um gerador excitador **165** que fica na base **166**. Convencionalmente, o rotor **163** é acionado pelo eixo **164**. O gerador de excitador **165**, eixo **164** e rotor **163** podem ser substituídos por um rotor de estado sólido consistente com a presente divulgação juntamente com seu sistema de excitação de rotor conforme divulgado neste documento.

FIGO. 44 é um diagrama que descreve outro gerador convencional que pode ser adaptado com um rotor, consistente com as modalidades da presente divulgação. O gerador **167** é mostrado com excitador **168**. O rotor e excitador podem ser removidos e adaptados com um rotor de estado sólido e sistema excitador consistente com a presente divulgação.

FIGO. 45 é um diagrama que ilustra uma vista lateral de uma unidade de rotor exemplar mostrando fendas de rotor inclinadas, anéis coletores, apoio de mancal e enrolamentos, consistentes com modalidades da presente divulgação. O diagrama ilustra um conjunto de rotor unipolar e anel coletor com anéis capazes de fornecer excitação de um fio positivo e negativo para quatro eletroímãs separados e um terra de corrente parasita (anéis 9-17). O corpo do rotor **2** pode ser feito por discos de corte a laser de, por exemplo, aço elétrico recozido de 0,34 mm. Os discos são empilhados em um gabarito de tal forma que a ranhura do fio em ambos os lados pode ser inclinada da extremidade do anel deslizante para a extremidade do anel antiderrapante do rotor. Os laminados são mergulhados em verniz de isolamento de motor e cozidos, por exemplo, 300° F. até curados. O corpo do rotor **2** é representado contendo bobinas magnéticas **3**, que são compostas internamente e são eletricamente excitadas por anéis deslizantes através de condutores apropriados. Também estão ilustrados os apoios de rolamento **1** e **7** para o eixo **8** e um condutor de descarga de corrente parasita **6**.

A unidade do rotor ilustrada em FIGO. 45 é o pólo norte pulsado (primeira polaridade) para 360° da superfície do rotor através de dois terminais (+) e (-). A excitação do polo norte alterna, por exemplo, 50 ou 60 vezes por segundo com o polo sul (segunda polaridade) para 360° da superfície do rotor. A excitação de polaridade alternada pode ser realizada através dos mesmos dois condutores pela utilização de um sistema de excitação de

excitação MOSFET.

A excitação para a segunda polaridade (pólo sul) é a seguinte: Ímã (A), por exemplo, conforme ilustrado em FIGO. 48), tem ranhuras de enrolamento **19** e **20** (por exemplo, FIGS. 48-51) que são enrolados com fio magnético apropriado e conectados de modo que uma bobina externa (a) possa ser ativada no sentido horário em uma segunda polaridade (pólo sul) quando vista da superfície externa do rotor perpendicular à bobina. Uma bobina interna (b) do ímã (A) pode ser enrolada e conectada de modo que a bobina interna possa ser ativada no sentido horário em uma mesma segunda polaridade (pólo sul) que a bobina externa (a) quando vista da superfície externa perpendicular à bobina da porção do rotor que compõe o ímã (A). Ímã (B) (por exemplo, em FIGO. 48) tem ranhuras de enrolamento **19 a** e **20 a** (por exemplo, FIGS. 48-51) que são enrolados com fio apropriado no sentido horário e conectados de modo que uma bobina externa (c) possa ser ativada em uma segunda polaridade (pólo sul) vista da superfície externa do rotor perpendicular à bobina. Uma bobina interna (d) do ímã (B) em FIGO. 48 pode ser enrolado no sentido horário e conectado de modo que a bobina interna (d) possa ser ativada na mesma segunda polaridade (polo sul) que a bobina externa (a), a bobina interna (b) e a bobina externa (c) quando vistas da superfície externa do rotor e perpendicular à bobina da porção do rotor que compõe o ímã (B).

FIGO. 46 mostra um rotor dipolo convencional exemplar quando operado como um rotor dipolo e como um rotor monopolo, onde a estrutura dos laminados do rotor e enrolamentos do rotor são alteradas para operar como um rotor eletromagnético unipolar funcional. Quando um rotor bipolar convencional, ilustrado no lado esquerdo em FIGO. 46, é ligado e excitado de tal forma que ambos os pólos do rotor são pólo norte ou pólo sul, ou seja, norte-norte ou sul-sul, os pólos internos interagem para cancelar uma grande parte do fluxo externo. FIGO. 46 mostra um efeito de polaridade de excitação de separação de 180° entre pólos magnéticos exemplares em um campo de fluxo magnético externo exemplar que pode ser emanado. No exemplo de FIGO. 46, o fluxo externo pode cair de 4000 gauss para o fluxo gerado por dipolo nos polos norte e sul no lado esquerdo do desenho para 100 gauss para o fluxo gerado por um polo nos polos norte no lado direito do desenho ou um Deterioração de 40 vezes da densidade do fluxo externo. O fluxo externo da operação monopolar pode ser apenas, por exemplo, 2% daquele de uma operação como dipolo. A fim de corrigir este problema, o unipolo da presente divulgação é, na verdade, dois eletroímãs dipolo completos, combinados e separados por uma placa de retorno de fluxo de aço mu metal e contidos em um único rotor, conforme discutido imediatamente abaixo.

FIGO. 47 é um diagrama que ilustra uma vista em seção transversal de um laminado de rotor exemplar e uma cunha de fenda exemplar de um rotor de fenda inclinada unipolar.

consistente com modalidades da presente divulgação. FIGO. 47 representa um laminado de seção transversal do rotor mostrado na FIGO. 45. O corpo do rotor **2** pode ser cortado, por exemplo, de aço elétrico de 0,34 mm. As ranhuras de enrolamento **19** e **20** são enroladas com fio magnético apropriado e conectadas de modo que a bobina externa seja ativada em uma primeira polaridade e a bobina interna seja ativada em uma segunda polaridade, de modo que uma face polar norte completa possa ser gerada para 360° da superfície do rotor, alternado com um 360° completo da superfície do rotor do pólo sul. Os rasgos de chaveta **21**, **21 a**, **21 b**, **21 c** são espiralados do laminado central em direção à extremidade do anel deslizante e em direção à extremidade do anel antiderrapante, assim como a ranhura de blindagem de metal mu **22** para acomodar e formar a inclinação em espiral das ranhuras de fio **22a** e **22b**. A cunha da ranhura trava **23** na ranhura **18** para ajudar a estabilizar o rotor na velocidade de operação. As chavetas **21**, **21 a**, **21 b** e **21 c** também alinham e estabilizam o rotor na velocidade de operação. Orifícios da haste de compressão **2 a**, **2 b**, **2 c**, **2 d**, **2 e** e **2 f** contêm hastes de compressão, que também possuem um anel de retenção para estabilizar ainda mais o rotor durante a operação.

Para operar um rotor eletromagnético unipolar da presente divulgação, ou para operar um primeiro eletroímã de polaridade 180° separado de outro primeiro eletroímã de polaridade e/ou operar um segundo eletroímã de polaridade 180° separado de um outro segundo eletroímã de polaridade, enrolamento estrutural e as mudanças de excitação podem ser diferentes daquelas de um rotor eletromagnético convencional.

FIGO. 48 é um diagrama que ilustra uma polaridade interna para construir um rotor unipolar funcional exemplar, rotor unipolar de polo norte mecânico ou de estado sólido, consistente com modalidades da presente divulgação. FIGO. 48 ilustra um lado magnético dipolar (A) com bobina externa (a) e bobina interna (b) excitadas. A bobina externa (a) pode ser excitada com o pólo norte voltado para o observador, e a bobina interna (b) pode ser excitada com o pólo norte voltado para o observador também, com (a) enrolado em uma ranhura do rotor externo e (b) enrolado em uma ranhura interna do rotor. Simultaneamente, o lado magnético (B) do unipolar pode ser excitado com bobina externa (c) e bobina interna (d). A bobina externa (c) pode ser excitada com o pólo norte voltado para fora em direção ao observador e (d) pode ser excitado com o pólo norte voltado para fora em direção ao observador também. O isolamento do lado do ímã (A) do lado do ímã (B) por uma placa e/ou anel de retorno de fluxo laminado de aço mu metal permite fluxo total no pólo norte ou,

As ranhuras de enrolamento **19** e **20** do ímã (A) em FIGO. 48 pode ser enrolado como ilustrado na FIGS. 50-51) com fio magnético apropriado e conectado de modo que a bobina

externa (a) seja ativada no sentido anti-horário em uma primeira polaridade vista da superfície externa do rotor e perpendicular à bobina. A bobina interna (b) do ímã (A) pode ser enrolada e conectada de modo que a bobina interna possa ser ativada no sentido anti-horário em uma mesma primeira polaridade que a bobina externa (a) quando vista da superfície externa do rotor perpendicular a a bobina que compõe o ímã (A). As ranhuras de enrolamento do ímã (B) **19 a** e **20 a** ilustradas na FIGS. 50-51 pode ser enrolado com fio magnético apropriado no sentido anti-horário e conectado de modo que a bobina externa (c) possa ser ativada em uma primeira polaridade quando vista da superfície externa do rotor e perpendicular à bobina. A bobina interna (d) do ímã (B) (por exemplo, em FIGO. 48) pode ser ferida (por exemplo, como mostrado em FIGS. 50-51) no sentido anti-horário e conectado de modo que a bobina interna (d) possa ser ativada em uma mesma primeira polaridade que a bobina externa (a), bobina interna (b) e bobina externa (c) quando vista da superfície externa do rotor e perpendicular à bobina da porção do rotor que compõe o ímã (B).

FIGO. 52 é um diagrama que ilustra um estator trifásico convencional exemplar com um rotor de estado sólido **181** posicionado para ser encaixado no interior, consistente com as modalidades da presente divulgação. A peça terminal do rotor de suporte **171** fixa-se ao eixo **184**. Os campos magnéticos são ilustrados sequencialmente evoluindo a partir dos pólos salientes. Os campos de fluxo **187**, **189** e **201** são mostrados movendo-se no sentido horário. Os condutores de excitação de pólo **183** também são ilustrados.

FIGO. 53 é uma representação de um diagrama de circuito exemplar de circuito PLC e circuitos de comutação de pólo, consistente com modalidades da presente divulgação. FIGO. 54 é uma representação de um diagrama de circuito exemplar revelando circuitos de um sistema de excitação de rotor e uma interação com PLC e circuitos de comutação de pólo, consistente com modalidades da presente divulgação. Estas duas figuras serão explicadas em conjunto.

O sistema de portas lógicas eletrônicas programáveis da presente divulgação permite o sequenciamento dos pólos magnéticos salientes alternados do sistema. O sistema é apresentado esquematicamente em FIGS. 53 e 54. Ao receber um sinal de um gerador de frequência, tal como uma roda de sensor **240** ou um gerador de frequência de estado sólido, o circuito em FIGO. 53 gera um pulso de excitação do rotor DC. O circuito em FIGO. 54 recebe o pulso gerado no circuito em FIGO. 53 para fechar os pólos salientes norte-sul do rotor. No caso de um gerador de 4 pólos, 60 Hz, o ciclo é de 16,667 milissegundos ou uma rotação de 180° com meio ciclo de 8,333 milissegundos ao norte e 8,333 milissegundos ao sul. No caso da roda do sensor rotativo, 90° equivale a 8,333 milissegundos, 180° equivale

a 16,667 milissegundos e 67,5° equivale a 6,250 milissegundos.

O sistema MOSFET PLC exemplar permite o sequenciamento dos pólos magnéticos salientes alternados das modalidades da presente divulgação. O sequenciamento para cada pólo é descrito neste documento. O ciclo de excitação para cada pólo saliente através de um ciclo norte/sul completo é controlado por dois canais do PLC. A roda do sensor **240** em FIGO. 53 gira a 1800 rpm no caso de um gerador trifásico de quatro pólos de 60 Hz. A roda do sensor pode ser substituída por um gerador de frequência ajustado em 1800 sinais por minuto ou outras velocidades apropriadas. A abertura da roda do sensor passa pelo sensor **241** e um sinal é gerado quando o sistema é ligado pelo interruptor liga/desliga **236** de uma HMI (Interface Homem-Máquina). O sinal DC pulsado é enviado para o primeiro e segundo canais do PLC **239** através do conduíte **242**. O PLC CH1 controla o sinal para a placa de excitação através dos conduítes **244** e **243**. O PLC CH2 controla o sinal para a placa de comutação de pólos através dos conduítes **231** e **245**.

A excitação é transmitida para a placa de excitação e entra no circuito através do bloco de contato **277** (FIGO. 54). Os sinais controlam as portas MOSFET **272** e **269**. As portas MOSFET **272** e **269** têm 12+ volts, por exemplo, de corrente de alimentação CC constantemente para manter as portas fechadas. A posição padrão para esses portões é aberta. O PLC CH1 e CH2 desligam a corrente DC do MOSFET para 135° e 180°, por exemplo, de rotação respectivamente a 1800 rpm de velocidade do sinal e permite a abertura do portão para 135° de rotação no caso de CH1 e 180° de rotação em CH2 que permite que a corrente seja encaminhada no caso de CH1 através das condutas **279** e **273** para o bloco de contacto **278**. Bloco de contato **278** tem quatro pontos de contato aqui referidos como contatos C #1, C #2, A #1 e A #2. Conexões de jumper conectam o contato C #1 bloco **278** ao contato **213** na placa de comutação de pólos. Conexões de jumper conectam o contato A #1 bloco **278** ao contato **214** na placa de comutação de pólos. Conexões de jumper conectam o contato A #2 bloco **278** ao contato **215** na placa de comutação de pólos. Conexões de jumper conectam o contato C #2 bloco **278** ao contato **216** na placa de comutação de pólos. Esses circuitos fornecem um pulso alternado temporizado de corrente contínua (por exemplo, 20 volts e 6 amperes) para os dois lados da placa de comutação de pólos. O canal 2 do PLC envia sinal para portas MOSFET **209** e **225** na placa de comutação de pólos para abrir em 180° através do conduíte **245** para o primeiro lado e **231** para o segundo lado.

A energia DC para operar o circuito de excitação é fornecida por, por exemplo, duas baterias de chumbo-ácido de 24 volts e 525 amp DC (mas não limitadas a baterias de chumbo-ácido). A bateria **248** (bateria A) é conectada ao bloco de contato **250** através do condutor **250** ao ânodo do lado A e através de **260** ao cátodo do lado A. A bateria **240**

(bateria B) é conectada ao bloco de contato **250** através do condutor **257** ao ânodo do lado B e através do conduto **258** ao cátodo do lado B. A corrente pulsada para os rotores consiste em 20 volts e 6,25 amperes DC. O fluxo de corrente é controlado por resistores de 3,2 ohms (**261** , **262**) no conduto **255** e **263** . A corrente de primeira polaridade (pólo norte) é gerada da seguinte forma: as portas MOSFET **209** , **225** , **272** e **269** são fechadas por uma corrente de 12 volts (a posição padrão é aberta) quando a roda do sensor **240** envia um sinal para o canal 1 do PLC (CH1), canal 1 por sua vez, envia um sinal para interromper a corrente de 12 volts para o MOSFET **269** na placa de excitação para 135° de rotação. O canal 2 (CH2) recebe o sinal simultaneamente e abre o MOSFET **225** para 180° de rotação. Quando essas duas portas estão abertas, 20 volts e 6,2 amperes de corrente contínua fluem da bateria A para o cátodo A (IN) através do resistor **262**(3,2 ohms). Quando a energia está ligada ao cátodo A e ânodo A, o MOSFET **270** abre e permite que a corrente flua através do MOSFET **270** , conduto **268** , MOSFET **269** , conduto **279** no poste do cátodo #1 no bloco de contato **278** . Um zimbório transporta corrente do poste de cátodo #1 no bloco de contato **278** (FIGO. 54) para entrar em contato com o posto de bloqueio **213** (FIGO. 53). A corrente então flui para o "cátodo #1 (in)" através do conduto **204** com o "ânodo #1 (in)" conectado através do conduto **206** na placa de comutação de pólo (FIGO. 53). A corrente flui através do MOSFET aberto **207** através do conduto **207a** para o bloco de contato do rotor **219** através do condutor **221** para a bobina enrolada no pólo norte e para fora através do condutor **220** e através do conduto **224** , em seguida, através do MOSFET aberto **225** através do conduto **226** para o aterramento.

Este circuito para 135° de rotação fornece uma corrente de primeira polaridade ao pólo do rotor (pólo norte). No final do primeiro 180° MOSFET **269** e MOSFET **225** fecha. Os segundos circuitos do canal PLC 1. (CM) e canal 2 (CH2) estão operacionais no final dos primeiros 180° de rotação. O canal 1 desliga a corrente de 12 volts para **272** na placa de excitação para 135° de rotação. O canal 2 do PLC abre o MOSFET **209** para 180° de rotação. A corrente CC (20 volts, 6,2 amperes) flui da bateria B para o "cátodo B (in)" através do resistor **261** (3,2 ohms). Quando a energia está ligada ao cátodo B e ânodo B, o MOSFET **256** abre e permite que a corrente flua através do MOSFET **256** , conduto **271** no MOSFET **272** através do conduto **273** no cátodo C #2 poste no bloco de contato **278** . Um jumper transporta corrente do poste de cátodo C #2 no bloco de contato **278** (FIGO. 54) para entrar em contato com o posto de bloqueio **216** (FIGO. 53). A corrente então flui para "(cátodo C #2 in)" através do conduto **276** com o ânodo #2 conectado através de **227** na placa de comutação de pólo FIGO. 53. A corrente flui através do MOSFET aberto **223** através do conduto **223a** para o bloco de contato do rotor **219** através do condutor **220** para a bobina enrolada do pólo sul através do condutor **221** e através do conduto **207a** e

208 , em seguida, através do MOSFET aberto **209** através do conduto **210** para o

aterramento. Após 135° de rotação, a segunda rotação de 180° MOSFET **272** fecha e após 180° de rotação o MOSFET **209** fecha e o ciclo recomeça.

Essa mesma sequência de eventos é repetida duas vezes em um ciclo completo de 16,66 milissegundos. Assim, o pólo saliente #1 em cada grupo é excitado como descrito acima. O pólo saliente #1 é excitado em uma primeira polaridade e 2,084 milissegundos depois o pólo saliente #2 é excitado em uma primeira polaridade, 2,084 milissegundos depois o pólo saliente #3 é excitado em uma primeira polaridade e 2,084 milissegundos depois o pólo saliente #4 é excitado em uma primeira polaridade e 2,084 milissegundos depois, o pólo saliente #1 é novamente excitado, porém esta excitação alternada está em uma segunda polaridade. 2,084 milissegundos depois o pólo saliente #2 é excitado em uma segunda polaridade, 2,084 milissegundos depois o pólo saliente #3 é excitado em uma segunda polaridade e 2,084 milissegundos depois o pólo saliente #4 é excitado em uma segunda polaridade e 2,084 milissegundos depois, o pólo saliente #1 é novamente excitado em uma primeira polaridade. Grupos de pólos adjacentes ao segmento que acabamos de discutir terão a sequência de excitação realizada em uma polaridade oposta.

FIGO. 55 é uma representação de um gerador trifásico de estado sólido **285** revelando conexões de entrada dos circuitos de rotor **280** , **281** , **282** , **283** de circuitos de excitação de rotor juntamente com um cabo de alimentação **288** para a carga elétrica e circuitos regenerativos para uma interface retificadora de bateria, consistente com modalidades da presente divulgação. Os circuitos de entrada podem entrar na unidade através da conduta **286** . O rotor de estado sólido **173** é visível e é protegido por uma gaiola de segurança **172** que pode ser fixada à placa de extremidade **171** e de volta ao corpo do estator. Cabo **288** pode ser feito na caixa de junção **175** . O cabo **288** pode transportar uma energia trifásica para uma carga elétrica. A energia regenerativa para as baterias pode sair da caixa de junção **175** através do conduto **287** . A potência de 480 volts e 25 amperes pode ser colocada através de um transformador abaixador trifásico **284** para diminuir a tensão para, por exemplo, 24 volts e 500 amperes. A energia trifásica pode passar por um conduto **289** atravessando um diodo de direção única **291** e através de um retificador de ponte trifásica para converter em energia CC para carregar a bateria A **248** e a bateria B **249**. Dispositivos de armazenamento de energia e mecanismos que não sejam baterias podem ser usados, por exemplo, uma rede de energia elétrica ou outros tipos de armazenamento de energia. Pelo menos uma porção da energia armazenada pode ser usada para reexcitar o rotor.

Reivindicações

REIVINDICAÇÕES

1. Conjunto para fornecer geração de energia, caracterizado pelo fato de que compreende:

um estator de gerador de energia elétrica tendo um alojamento de estator;

um rotor eletromagnético colocado e ligado ao alojamento do estator, em que o rotor eletromagnético permanece estacionário e gera um campo magnético rotativo excitado sequencialmente usando um sistema de excitação elétrica, em que uma porção da potência de saída do conjunto é realimentada ao sistema de excitação elétrica;

o rotor eletromagnético incluindo uma pluralidade de peças polares salientes dispostas em torno de um eixo de suporte, em que uma primeira extremidade de cada peça polar saliente é fixada ao eixo de suporte e uma segunda extremidade de cada peça polar saliente aponta para fora do eixo de suporte;

fios enrolados em torno de cada peça polar saliente, em que quando os fios da pluralidade de peças polares salientes são sequencialmente excitados pelo sistema de excitação elétrica, as peças polares salientes são energizadas para fornecer um campo magnético polar móvel na forma de pólos magnéticos distintos conforme desejado para realizar a geração de energia; e

pelo menos um processador configurado para: controlar um gerador de energia tendo o rotor eletromagnético; determinar um ciclo de excitação com base em uma frequência alvo do gerador de energia; e comutar um circuito elétrico conectado aos fios para excitar os fios para energizar a pluralidade de peças polares salientes sequencialmente de acordo com o ciclo de excitação, de modo que cada peça polar saliente seja energizada em uma primeira polaridade em uma primeira metade do ciclo de excitação e energizada em uma segunda polaridade em uma segunda metade do ciclo de excitação.

2. Conjunto, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a pluralidade de peças polares salientes é dividida em N grupos e as peças polares salientes dentro de cada grupo são configuradas para serem excitadas sequencialmente cada uma por um período de tempo predeterminado.

3. Conjunto, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que as peças polares salientes dentro de cada grupo são excitadas, após um atraso em relação a uma peça polar saliente anterior e por um período de tempo predeterminado.

4. Conjunto, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o sistema de excitação elétrica é configurado para excitar os pólos salientes dentro de cada grupo sequencialmente de modo que os pólos magnéticos alternados discretos girem paralelamente a uma superfície do rotor eletromagnético a uma velocidade e frequência predeterminadas.
5. Conjunto, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a comutação do circuito elétrico inclui ainda excitar as peças polares salientes dentro de cada grupo sequencialmente, cada uma por um período de tempo predeterminado.
6. Conjunto, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os fios enrolados em torno de cada peça polar saliente incluem um fio interno mais próximo do eixo de suporte e um fio externo mais distante do eixo de suporte, em que o fio interno e o fio externo são excitados de modo que o peça polar saliente forma um ímã dipolo.
7. Conjunto de acordo com a reivindicação 1, incluindo ainda: um estator, em que o rotor eletromagnético é colocado dentro do estator; e condutores de energia configurados para fornecer pelo menos uma parte da energia de saída a um dispositivo de armazenamento onde uma parte da energia armazenada é utilizada para re-excitar o rotor eletromagnético.
8. Conjunto, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de armazenamento de energia inclui uma bateria ou um capacitor de armazenamento.
9. Conjunto, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema de excitação elétrica inclui um sistema de disparo eletrônico controlado por computador.
10. Conjunto, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende ainda receber um sinal de um gerador de frequência e determinar uma frequência alvo do gerador de energia com base no sinal.
11. Gerador de energia, caracterizado pelo fato de que compreende:
 - um estator tendo uma cavidade e fios de estator configurados para fornecer energia de saída;
 - um rotor estático inserido na cavidade e fora dos fios do estator, em que durante a operação, o rotor estático permanece estacionário dentro da cavidade do estator do gerador de energia e gera um campo magnético rotativo sequencialmente excitado por um sistema de excitação elétrica, em que o rotor estático inclui:

um eixo de suporte;

uma pluralidade de peças polares salientes dispostas circularmente em torno do eixo de suporte, em que uma primeira extremidade de cada peça polar saliente é fixada ao eixo de suporte e uma segunda extremidade de cada peça polar saliente está em direção a uma circunferência interna da cavidade; e

fios enrolados em torno de cada peça polar saliente, em que quando os fios da pluralidade de peças polares salientes são sequencialmente excitados pelo circuito de excitação elétrica, as peças polares salientes são energizadas para fornecer um campo magnético móvel composto por pólos distintos; e

um controlador para controlar um gerador de energia tendo o rotor estático, o controlador compreendendo:

terminais de conexão acoplados a um circuito elétrico conectado aos fios através de bornes;

um processador configurado para: determinar um ciclo de excitação com base em uma frequência alvo do gerador de energia; e comutar o circuito elétrico para excitar os fios para energizar a pluralidade de peças polares salientes sequencialmente de acordo com o ciclo de excitação, de modo que cada peça polar saliente seja energizada em uma primeira polaridade em uma primeira metade do ciclo de excitação e energizada em uma segunda polaridade em uma segunda metade do ciclo de excitação.

12. Gerador de energia, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o estator inclui ainda fendas de fio na cavidade, em que os fios do estator são enrolados nas fendas de fio de modo que o fluxo de corrente em uma primeira porção dos fios do estator esteja em uma primeira direção em todos os fios fendas e fluxo de corrente em uma segunda porção dos fios do estator está em uma segunda direção oposta à primeira direção em todas as fendas de fio.

13. Gerador de energia, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a pluralidade de peças polares salientes é dividida em N grupos, em que cada grupo de peças polares salientes é excitado em uma polaridade diferente a qualquer momento.

14. Gerador de energia, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o rotor estático é um rotor unipolar e a pluralidade de peças polares salientes são excitadas em uma única polaridade a qualquer momento.

15. Gerador de energia, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o processador é ainda configurado para receber um sinal de um gerador de frequência e determinar uma frequência alvo do gerador de energia com base no sinal.

16. Gerador de energia, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o circuito elétrico inclui uma pluralidade de elementos de comutação, em que o processador está configurado para ligar e desligar sequencialmente a pluralidade de elementos de comutação dentro do ciclo de excitação.

17. Sistema de excitação controlado por computador, caracterizado pelo fato de que compreende:

um circuito elétrico conectado a fios de um rotor estático em um gerador de energia, em que durante a operação, o rotor estático permanece estacionário dentro de uma cavidade do estator do gerador de energia e gera um campo magnético rotativo sequencialmente excitado por um sistema de excitação elétrica, em que o rotor estático inclui uma pluralidade de peças polares salientes enroladas com os fios, o circuito eletrônico compreendendo:

o sistema de excitação controlado por computador tendo pelo menos dois canais controlados;

uma pluralidade de circuitos de comutação de pólo acoplados a pelo menos dois canais de controle,

em que os circuitos de comutação de pólos estão conectados aos fios da pluralidade de peças de pólo salientes, em que cada circuito de comutação de pólo inclui uma pluralidade de elementos de comutação ligados e desligados por pelo menos dois canais de controle para excitar os fios para energizar a pluralidade de pólos salientes peças sequencialmente; e

um meio legível por computador não transitório com instruções armazenadas nele, em que as instruções, quando executadas por um processador, executam um método para controlar o gerador de energia, o método compreendendo:

determinar um ciclo de excitação com base em uma frequência alvo do gerador de energia; e

comutação de um circuito elétrico conectado aos fios para excitar os fios para

energizar a pluralidade de peças polares salientes sequencialmente de acordo com o ciclo de excitação, de modo que cada peça polar saliente seja energizada em uma primeira polaridade em uma primeira metade do ciclo de excitação e energizada em uma segunda polaridade em uma segunda metade do ciclo de excitação.

18. Sistema de excitação controlado por computador, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que a pluralidade de elementos de comutação é comutada de acordo com um ciclo de excitação de modo que cada peça polar saliente seja energizada em uma primeira polaridade em uma primeira metade do ciclo de excitação e energizada em uma segunda polaridade na segunda metade do ciclo de excitação.

19. Sistema de excitação controlado por computador, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que a pluralidade de elementos de comutação é ligada e desligada para fornecer corrente pulsada para excitar os fios.

20. Sistema de excitação controlado por computador, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o sistema de excitação controlado por computador é um circuito de centro lógico programável (PLC).

Referenciado Citado

Documentos de Patente dos EUA

2368295	Janeiro de 1945	Goran
5183222	2 de fevereiro de 1993	Ramsey
5239217	24 de agosto de 1993	Horst
20060131975	22 de junho de 2006	Lee
20060186750	24 de agosto de 2006	Meia
20070182381	9 de agosto de 2007	Kamimura
20100327789	30 de dezembro de 2010	De Belie
20120206003	16 de agosto de 2012	Holcomb
20130002077	3 de janeiro de 2013	Conde
20160049838	18 de fevereiro de 2016	Espancamento

20160336891	17 de novembro de 2016	Seguchi
20170133916	11 de maio de 2017	Mizutani

Documentos de Patentes Estrangeiros

0866540	Setembro de 1998	EP
2456054	Maio de 2012	EP
1070165	Junho de 2009	ISSO É
796998	Junho de 1958	GB
WO 2013/171728	novembro de 2013	ONDE
WO 2015/106891	julho de 2015	ONDE

Outras referências

- Gomez et al., Tradução automática em inglês de ES1070165U (Ano: 2009).
- Relatório de Pesquisa Internacional para Pedido Internacional n° PCT/EP2017/079687, datado de 13 de fevereiro de 2018 (6 páginas).
- Parecer Escrito da Autoridade de Pesquisa Internacional para Pedido Internacional n° PCT/EP2017/079687, datado de 13 de fevereiro de 2018 (6 páginas).
- Relatório de Pesquisa Internacional para Pedido Internacional n° PCT/EP2017/084100, datado de 10 de abril de 2018 (4 páginas).
- Parecer escrito da Autoridade de Pesquisa Internacional para Pedido Internacional n° PCT/EP2017/084100 datado de 10 de abril de 2018 (10 páginas).
- Relatório de Pesquisa Internacional para Pedido Internacional n° PCT/EP2018/051081, datado de 9 de maio de 2018 (3 páginas).
- Parecer Escrito da Autoridade de Pesquisa Internacional para Pedido Internacional n° PCT/EP2018/051081, datado de 9 de maio de 2018 (6 páginas).
- Relatório de Pesquisa Internacional para Pedido Internacional n° PCT/EP2018/053533 datado de 25 de maio de 2018 (5 páginas).
- Parecer Escrito da Autoridade de Pesquisa Internacional para Pedido Internacional n° PCT/EP2018/053533 datado de 25 de maio de 2018 (21 páginas).
- Relatório de Pesquisa Internacional para Pedido Internacional N° PCT/EP2018/053533 datado de 25 de maio de 2018 (5 páginas).

PCT/EP2018/053894 datado de 4 de junho de 2018 (4 páginas).

- Parecer Escrito da Autoridade de Pesquisa Internacional para Pedido Internacional nº PCT/EP2018/053894 datado de 4 de junho de 2018 (14 páginas).

Histórico de Patentes

Número da patente : 11336134

Tipo: Concessão

Arquivada : 17 de novembro de 2017

Data da patente : 17 de maio de 2022

Número de publicação da patente : 20190238011

Cessionário : HOLCOMB SCIENTIFIC RESEARCH LIMITED (Dublin)

Inventor : Robert Ray Holcomb (Sarasota, FL)

Examinador principal : Rashad H

Número do Pedido Johnson : 16/339.601

Classificações

Classe americana atual : **tensão do gerador ou circuito fornecido (322/28)**

Classificação internacional : H02K 1/24 (20060101); H02K 1/14 (20060101); H02K 19/10 (20060101); H02K 19/12 (20060101); H02K 19/32 (20060101); H02K 3/28 (20060101); H02K 20/11 (20160101); H02K 17/06 (20060101); H02K 17/14 (20060101); H02K 99/00 (20140101); H02K 3/12 (20060101); H02K 33/11 (20160101); H02K 28/11 (20160101); H02K 3/00 (20060101); H02K 30/11 (20160101); H02K 1/26 (20060101);