



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 102014029225-0 B1



(22) Data do Depósito: 24/11/2014

(45) Data de Concessão: 21/12/2021

(54) Título: MÉTODO PARA A OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE PASSO DE UM AEROGERADOR

(51) Int.Cl.: F03D 7/02; G05B 11/01; H02P 27/14.

(52) CPC: F03D 7/0224; G05B 11/01; H02P 27/14.

(30) Prioridade Unionista: 02/12/2013 EP 13195270.7.

(73) Titular(es): GENERAL ELECTRIC RENOVABLES ESPAÑA, S.L..

(72) Inventor(es): ALF VETTER; MATTHIAS PAULI.

(57) Resumo: MÉTODO PARA A OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE PASSO DE UM AEROGERADOR. Método é descrito e apresentado para a operação de passo de um aerogerador com pelo menos uma pá rotatória, através do qual o sistema de passo tem pelo menos um retificador de entrada (1) e pelo menos um propulsor de passo (2), em que cada pá rotatória pode ser rodada em torno do seu eixo longitudinal por um propulsor de passo (2) ou pelo menos um dos vários propulsores de passo (2), cada retificador de entrada (1) é fornecido com tensão alternada por uma rede de fornecimento (3), e cada propulsor de passo (2) é fornecido com energia elétrica por um retificador de entrada (1) ou por, pelo menos, um de vários retificadores de entrada (1), cada propulsor de passo (2) está conectado a um dispositivo de armazenamento e energia de emergência (4), através do qual cada propulsor de passo (2) pode ser fornecido com energia elétrica pelo dispositivo de armazenamento de energia de emergência (4) que está conectado a ele. Método para operação de um sistema de passo de um aerogerador que, mesmo em caso de sobretensão moderada da rede, permite a operação continuada do sistema de passo, é obtido de acordo com a invenção em que o sistema de (...).

**“MÉTODO PARA A OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE PASSO DE UM
AEROGERADOR”**

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A invenção se relaciona a um método para a operação de um sistema de passo de um aerogerador com pelo menos uma pá rotatória, através da qual o sistema de passo tem pelo menos um retificador de entrada e pelo menos um propulsor de passo, em que cada pá rotatória pode ser rodada em torno do seu eixo longitudinal por um propulsor de passo ou pelo menos um dos vários propulsores de passo, cada retificador de entrada é fornecido com tensão alternada por uma rede de fornecimento, e cada propulsor de passo é fornecido com energia elétrica por um retificador de entrada ou por, pelo menos, um de vários retificadores de entrada, cada propulsor de passo está conectado a um dispositivo de armazenamento de energia de emergência, através do qual cada propulsor de passo pode ser fornecido com energia elétrica pelo dispositivo de armazenamento de energia de emergência que está a ele conectado.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] A rede de fornecimento pode ser, por exemplo, a rede elétrica geral ou então uma rede de fornecimento interna de um aerogerador que é fornecida pelo gerador do aerogerador em si ou por outra fonte de energia, tais como, por exemplo, um gerador a diesel ou uma instalação fotovoltaica.

[003] Os aerogeradores modernos são geralmente equipados com sistemas de passo elétricos que possuem pelo menos um propulsor de passo. Na maioria dos casos, pelo menos um propulsor de passo é fornecido para cada pá rotatória. À medida que as pás rotatórias giram em torno do seu eixo longitudinal, tais sistemas de passo regulam a posição das pás rotatórias em relação ao vento, e elas são muitas vezes a única maneira confiável de

levar o rotor de um aerogerador a uma parada. Isto é feito na medida em que o propulsor de passo ou o propulsor gira as pás rotatórias para a chamada posição de abrandamento, trazendo o rotor a uma parada, uma vez que já não é acionado pelo vento. O sistema de passo é normalmente fornecido com energia pela rede em que o aerogerador também alimenta a energia que gera. Se a rede falhar, pode ocorrer uma situação de risco, por exemplo, se a velocidade de rotação do rotor do aerogerador exceder o valor máximo permitido, se o vento acelerar, de modo que o aerogerador possa sofrer danos ou as pessoas presentes nas proximidades possam sofrer lesões como resultado.

[004] A fim de evitar tal situação perigosa, mesmo que a rede falhe, deverá ser possível deslocar as pás rotatórias para a posição de abrandamento, mesmo quando o sistema de passo não seja fornecido com energia pela rede externa. Para esta finalidade, é conhecido a partir do estado da técnica para equipar o sistema de passo com um ou mais dispositivos de fornecimento de energia de emergência que, em caso de uma falha da rede, assegure o fornecimento de energia para o sistema de passo e, portanto, a funcionalidade do sistema de passo, pelo menos até que as pás rotatórias tenham sido movidas para a posição de abrandamento segura.

[005] Os propulsores de passo podem ter, por exemplo, um inversor e um motor de passo elétrico. Aqui, o inversor é fornecido com energia elétrica por um retificador de entrada, através do qual o inversor opera o motor de passo com esta energia. Os motores de corrente contínua, bem como motores de corrente alternada são opções como motores de passo.

[006] Os sistemas de passo conhecidos a partir do estado da técnica têm a desvantagem de que são sensíveis à sobretensão e que já não podem permanecer em operação, mesmo que as sobretensões na rede de fornecimento sejam pequenas.

[007] As sobretensões na rede de fornecimento podem ser causadas, por exemplo, por relâmpagos. As tensões às quais o sistema de passo deva estar protegido está exposto pode variar enormemente, dependendo do ponto do raio do relâmpago e da maneira em que a energia do raio entra na rede de fornecimento. Portanto, o estado da técnica utiliza dispositivos de proteção de sobretensão para já proteger o sistema de passo contra sobretensões pequenas. Os dispositivos de proteção contra sobretensão geralmente conhecidos usam, por exemplo, varistores, diodos supressores ou tubos de descarga de gás. Como regra geral, varistores são usados para proteger os sistemas de passo.

[008] Se, apesar da presença de dispositivos de proteção de sobretensão, um sistema de passo for exposto a apenas uma breve sobretensão, por razões de segurança, é iniciado imediatamente um procedimento de emergência, isto é, todas as pás rotatórias são giradas para a posição de abrandamento.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[009] Antes desse cenário, o objetivo da invenção é apresentar um método para a operação de um sistema de passo de uma aerogerador que, mesmo em caso de sobretensões moderadas da rede, permita a operação contínua do sistema de passo.

[010] O objetivo desejado, tal como definido acima é conseguir com base no método descrito acima para a operação de um sistema de passo de um aerogerador em que o sistema de passo tenha pelo menos dispositivo de medição de fornecimento de tensão, cada retificador de entrada tenha pelo menos um elemento de comutação semicondutor com o qual o fluxo de corrente da rede de fornecimento para o respectivo retificador de entrada possa ser bloqueado, pelo qual cada dispositivo de medição de fornecimento de tensão mede a tensão da rede de fornecimento e, se a tensão medida da rede

de fornecimento ou um valor calculado de diversas tensões medidas exceder um primeiro valor de tensão, então cada elemento de comutação semicondutor bloqueia o fluxo de corrente da rede de fornecimento para o respectivo retificador de entrada, e cada propulsor de passo é fornecido com energia elétrica pelo dispositivo de armazenamento de energia de emergência que está a ele conectado.

[011] O método de acordo com a invenção consegue que os propulsores de passo sejam protegidos contra sobretensões na rede de fornecimento. Isto é devido ao fato de ter sido surpreendentemente descoberto que, quando os elementos de comutação semicondutor estão no modo de bloqueio, eles têm uma resistência de sobretensão maior que os propulsores de passo, em especial. Por conseguinte, a fim de proteger os propulsores de passo, é suficiente bloquear o fluxo de corrente a partir da rede de fornecimento para o retificador de entrada ou retificadores, de modo a proteger os outros componentes do sistema de passo contra a sobretensão na rede de fornecimento. A seguir, a tensão da rede de abastecimento pode se referir à tensão de medição da rede de fornecimento, bem como a um valor calculado a partir de várias tensões medidas.

[012] De acordo com a invenção, a fonte de fornecimento de todos os propulsores de passo pode provir de um único dispositivo de armazenamento de energia de emergência. Dentro do âmbito da invenção, no entanto, é igualmente possível proporcionar um ou mais dispositivos de armazenamento de energia de emergência para cada propulsor de passo.

[013] A fim de proteger o sistema de passo contra sobretensões que excedam a resistência de sobretensão dos elementos de comutação semicondutores ou que sejam mais rápidos do que o tempo de resposta dos elementos de comutação semicondutores, é possível utilizar os dispositivos de proteção de sobretensão do tipo conhecido a partir do estado da técnica. Tal

dispositivo de proteção contra sobretensão está normalmente disposto entre a rede de fornecimento e retificador de entrada ou retificadores de entrada.

[014] Além disso, foi provado ser vantajoso para o dispositivo de proteção contra sobretensão ter um módulo de monitoramento, pelo que o módulo de monitoramento seja capaz de emitir um sinal de aviso e/ou um sinal de erro.

[015] Um sinal de alerta é emitido quando o dispositivo de proteção contra sobretensão precisa ser substituído dentro de um determinado período de tempo. A substituição do dispositivo de proteção contra sobretensão pode ser necessária, por exemplo, se o dispositivo de proteção contra sobretensão não puder mais oferecer proteção confiável contra sobretensões devido ao tempo de uso. O período de tempo dentro do qual o dispositivo de proteção contra sobretensão precisa ser substituído depende, essencialmente, do tempo de uso do dispositivo de proteção contra sobretensão. A substituição do dispositivo de proteção contra sobretensão em intervalos de tempo regular, independentemente de um sinal de alerta, da mesma forma pode garantir que o dispositivo de proteção contra sobretensão sempre ofereça proteção adequada contra sobretensões da rede de fornecimento.

[016] Um sinal de erro é emitido se o dispositivo de proteção contra sobretensão tiver um defeito que interfira com a sua função de proteção contra sobretensão. Neste caso, o sinal de erro pode ser utilizado para iniciar um procedimento de emergência. Além disso, o sinal de erro também pode ser usado para impedir o sistema de passo – e, assim, todo o aerogerador – de ser iniciado de novo. Conseqüentemente, o sinal de aviso e o sinal de erro diferem qualitativamente. Considerando que o sistema de passo possa continuar a operar por um breve período, no caso de um sinal de alerta, um sinal de erro geralmente exige um procedimento de emergência e paralisação do aerogerador, uma vez que todo o sistema de passo possa falhar devido a uma

maior sobretensão.

[017] Os dois sinais acima mencionados podem ser especialmente de natureza visual ou acústica. É particularmente vantajoso para o módulo de monitoramento ter pelo menos uma saída – em especial digital – ou pelo menos um contato de comutação para cada tipo de sinal, através do qual os sinais possam ser transmitidos a uma unidade de controle superior.

[018] De acordo com o refinamento vantajoso da invenção, é fornecido que um procedimento de emergência seja iniciado se pelo menos um elemento de comutação de semicondutor tiver sido comutado para o modo de bloqueio durante mais tempo do que um primeiro intervalo de tempo. Uma vez que a energia armazenada no dispositivo de armazenamento de energia de emergência ou dispositivos é limitado, o sistema de passo não pode ser operado de forma permanente com elementos de comutação de semicondutor de bloqueio. Por conseguinte, a fim de garantir a segurança do aerogerador, um procedimento de emergência precisa ser realizado de uma forma oportuna. Isto pode ser conseguido, por exemplo, usando um temporizador, que mede o tempo que o elemento de comutação semicondutor ou elementos semicondutores têm sido comutados para o modo de bloqueio e que inicia automaticamente o procedimento de emergência se um primeiro intervalo de tempo tiver sido excedido.

[019] Uma forma de realização vantajosa da invenção é caracterizada pelo fato de um procedimento de emergência ser iniciado, se a tensão medida da rede de fornecimento exceder um segundo valor de tensão. Uma vez que a proteção do sistema de passo é limitada pela resistência de sobretensão do elemento de comutação semicondutor ou elementos semicondutores, isto faz com que, no caso de uma sobretensão que atinja esta resistência de sobretensão ou se aproxime desta resistência de sobretensão para dentro de uma margem de segurança, o aerogerador seja mudado para

um modo seguro por meio de um procedimento de emergência.

[020] De acordo com o refinamento especialmente vantajoso da invenção, é fornecido que um contator da rede esteja disposto na conexão entre a rede de fornecimento e um ou diversos retificadores de entrada, pelo qual cada retificador de entrada esteja desconectado da rede de fornecimento pelo contator da rede se a tensão medida da rede de fornecimento exceder um segundo valor de tensão. O uso de um contator de rede pode eficazmente proteger o sistema de passo contra mais sobretensões desde que o dispositivo contator de rede seja capaz de provocar um isolamento elétrico do sistema de passo da rede de fornecimento.

[021] Numa forma de realização preferida da invenção, é fornecido que o segundo valor de tensão seja maior do que o primeiro valor de tensão. Desta maneira, se consegue que o contator de rede seja aberto apenas quando o elemento de comutação semicondutor ou elementos tiverem bloqueado um fluxo de corrente.

[022] De acordo com outra realização preferida da invenção, é fornecido que um contator da rede esteja disposto na conexão entre a rede de fornecimento e um ou diversos retificadores de entrada, pelo qual cada retificador de entrada esteja desconectado da rede de fornecimento pelo contator da rede se pelo menos um elemento de comutação semicondutor tiver sido comutado para o modo bloqueio por mais que um intervalo de tempo. Desta maneira, o elemento de comutação semicondutor ou elementos são protegidos contra sobretensões prolongadas.

[023] Além disso, é vantajoso para um procedimento de emergência ser iniciado se a energia armazenada no dispositivo de armazenamento de energia de emergência ou dispositivos caírem abaixo de um valor limiar predeterminado. Este mecanismo de disparo de um procedimento de emergência pode sempre assegurar que a energia

armazenada no dispositivo de armazenamento de energia de emergência ou dispositivos serão suficientes para realizar um procedimento de emergência. Para este propósito, tudo o que é necessário é que a energia armazenada no dispositivo de armazenamento de energia de emergência ou de dispositivos seja medida ou estimada de forma confiável por meio adequado, enquanto o elemento de comutação semicondutor ou elementos estiver/estiverem no modo de bloqueio. O valor limite aqui é definido a um nível tal que equivale a, pelo menos, a potência necessária para um procedimento de emergência.

[024] De acordo com outro refinamento preferido da invenção, é fornecido que cada elemento de comutação semicondutor desbloqueie o fluxo de corrente no respectivo retificador de entrada se a tensão medida da rede de fornecimento cair abaixo de um terceiro valor de tensão. Isto permite a transição para a operação normal do sistema de passo, em que o sistema de passo é mais uma vez operado com energia elétrica a partir da rede de fornecimento.

[025] Numa forma de realização vantajosa da invenção, é fornecido que o terceiro valor de tensão é igual ou menor do que o primeiro valor de tensão. A fim de impedir que o elemento de comutação semicondutor ou elementos saltem constantemente do estado de comutação desbloqueado para o estado de comutação bloqueado, uma histerese pode ser introduzida em que o terceiro valor de tensão é selecionado de modo a ser menor que o primeiro valor de tensão.

[026] De acordo com outra realização vantajosa da invenção, é fornecido que o bloqueio de um fluxo de corrente da rede de fornecimento para um dos retificadores de entrada seja mantido por um elemento de comutação semicondutor pelo menos para a duração de um segundo intervalo de tempo antes de que seja possível o desbloqueio. Isso torna possível evitar salto repetido do elemento de comutação semicondutores ou elementos do estado

de comutação desbloqueado para o estado de comutação bloqueado. Numa forma de realização especialmente preferida da invenção, é fornecido que o segundo período de tempo é de pelo menos 250 milésimos de segundo, de preferência pelo menos 500 milésimo de segundo.

[027] Em um refinamento vantajoso da invenção, está previsto que o sistema de passo tem uma saída de sinal – especialmente digital – por meio do qual um sinal é emitido, pelo qual este sinal indica o estado de comutação do contator de rede. Este sinal pode ser emitido, por exemplo, para uma unidade de controle superior do aerogerador.

[028] De acordo com um outro aperfeiçoamento vantajoso da invenção, é fornecido que cada um retificador de entrada tem um dispositivo de medição de fornecimento de tensão. Uma vez que o dispositivo de medição de fornecimento tensão está disposto no retificador de entrada, existe um percurso de sinal particularmente curto entre o dispositivo de medição de fornecimento de tensão e o elemento de comutação semicondutor ou elementos. Conseqüentemente, o atraso entre a detecção de uma sobretensão na rede de fornecimento e o bloqueio do elemento de comutação ou elementos semicondutores é mínimo. Quando vários retificadores de entrada são utilizados, as sobretensões na rede de abastecimento podem ser detectadas com muita confiabilidade, graças à redundância dos dispositivos de medição de tensão, de modo que, mesmo se um dos dispositivos de medição de fornecimento de tensão falhar, o funcionamento seguro do sistema de passo continua sendo possível.

[029] Dentro do escopo da invenção, tem sido provado ser vantajoso que ao menos um elemento de comutação semicondutor seja um tiristor.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[030] Em particular, há inúmeras possibilidades para configurar e

aperfeiçoar o método de acordo com a invenção para a operação de um sistema de passo de um aerogerador. Neste contexto, a referência é aqui feita às reivindicações que estão subordinadas à reivindicação 1, bem como a descrição detalhada fornecida abaixo de formas de realização preferidas da invenção, fazendo referência ao desenho.

[031] O desenho mostra o seguinte:

A Figura 1 mostra esquematicamente um sistema de passo para a realização do método de acordo com a invenção em um refinamento preferido da invenção, e

A Figura 2 mostra esquematicamente um sistema alternativo de passo para a realização do método de acordo com a invenção em outro refinamento preferido da invenção.

[032] A Figura 1 mostra um sistema de passo com um retificador de entrada 1 e três propulsores de passo 2. Os propulsores de passo 2 são capazes de conduzir as pás rotatórias do aerogerador (não mostrado aqui). O retificador de entrada 1 está conectado a uma rede de fornecimento 3 que pode ser, por exemplo, a rede elétrica geral. O retificador de entrada 1 retifica a corrente trifásica que é fornecida pela rede de fornecimento 3 e a torna disponível para os propulsores de passo 2. Cada um dos propulsores de passo 2 está conectado a um dispositivo de armazenamento de energia de emergência 4. O propulsor de passo 2 pode ser fornecido com energia elétrica pelos dispositivos de armazenamento de energia de emergência 4. Possíveis dispositivos de armazenamento de energia de emergência 4 são especialmente baterias ou capacitores, aqui, acima de tudo, os chamados ultracondensadores. O retificador de entrada 1 tem um dispositivo de medição de fornecimento de tensão 5 que monitora a tensão da rede de fornecimento 3.

DESCRIÇÃO DE REALIZAÇÕES DA INVENÇÃO

[033] Além disso, o retificador de entrada 1 tem elementos de

comutação semicondutores 6, que estão indicados na figura por meio do símbolo de comutação para os tiristores e que são de preferência constituídos de tiristores. Os elementos de comutação semicondutores 6 podem bloquear o fluxo de corrente a partir de cada fase do fornecimento de corrente alternada trifásica da rede de fornecimento 3 para o retificador de entrada 1. Há também um contator de fornecimento 7 disposto entre a rede de fornecimento 3 e a entrada do retificador 1. Este contator de rede 7 pode ser usado para desconectar a conexão entre o retificador de entrada e uma rede de abastecimento 3.

[034] Cada propulsor de passo 2 tem um inversor 8 e um motor de passo elétrico 9. Cada inversor 8 está conectado ao propulsor de passo associado 9 e o fornece com energia elétrica. Por um lado, os propulsores de passo 9 podem dirigir as pás rotatórias (não mostradas aqui) do aerogerador diretamente, se for o caso, fazendo uso de uma engrenagem. Por outro lado, cada um dos propulsores de passo 9 também pode acionar uma bomba hidráulica de um sistema hidráulico, pelo qual o sistema hidráulico aciona uma pá rotatória, por exemplo, por meio de um hidromotor ou um cilindro acionado hidráulicamente.

[035] Assim que o dispositivo de medição de fornecimento de tensão 5 detecta que a tensão da rede de fornecimento 3 excede o primeiro valor de tensão, os elementos de comutação semicondutores 6 são mudados para o modo de bloqueio, impedindo deste modo um futuro fluxo de corrente da rede de fornecimento 3 no retificador de entrada 1. Desta forma, os propulsores de passo 2 são protegidos contra a sobretensão da rede de fornecimento 3. Enquanto os elementos de comutação semicondutores 6 estiverem comutados ao modo de bloqueio, os propulsores de passo 2 são fornecidos com energia elétrica pelos dispositivos de armazenamento de energia de emergência 4.

[036] Assim que a tensão da rede de fornecimento 3 cai abaixo

de um terceiro valor de tensão, os elementos de comutação semicondutores 6 do retificador de entrada 1 são novamente desbloqueados. Este desbloqueio não acontece se os elementos de comutação semicondutores 6 não tiverem sido anteriormente bloqueados por pelo menos 250 milésimos de segundo, mas, de preferência, pelo menos, 500 milésimos de segundo. No entanto, se a tensão da rede de fornecimento 3 aumentar a tal ponto que exceda um segundo valor de tensão, o contator da rede 7 é aberto, de modo que o sistema de passo esteja protegido contra esta sobretensão. O estado do contator da rede 7 é emitido através de um sinal de saída (não mostrado aqui).

[037] Além disso, entre a rede de fornecimento 3 e o retificador de entrada 1, existe um dispositivo de proteção contra sobretensão 10, que, especialmente dissipa as sobretensões que não podem ser bloqueadas pelos elementos de comutação semicondutores 6, porque estas sobretensões ou acontecem demasiadamente depressa ou excedem a resistência de sobretensão de elementos de comutação semicondutores 6.

[038] A execução das etapas do método individual pode ser realizada, por exemplo, por um programa de computador que é armazenado num meio de armazenamento e que é processado por um meio de controle do sistema de passo.

[039] A Figura 2 mostra uma realização alternativa de um sistema de passo para a implementação do método de acordo com a invenção. Em contraste com a Figura 1, este sistema de passo aqui não tem um retificador de entrada central 1, mas três retificadores de entrada 1 separados que fornece cada um propulsor de passo 2 com energia elétrica. Além disso, cada um retificador de entrada 1 tem um dispositivo de medição de fornecimento de tensão 5 para a medição da tensão da rede de fornecimento 3. Quando uma sobretensão é detectada pelos dispositivos de medição de fornecimento tensão 5, os elementos de comutação semicondutores 6 de todos

os retificadores de entrada 1 são mudados para o modo de bloqueio, de modo que todos os três propulsores de passo 2 são protegidos contra sobretensão. Quanto ao resto, o modo de operação do método de acordo com a invenção é idêntico ao modo de operação descrito em conjunto com a Figura 1.

[040] Lista de números de referência:

- 1 retificador de entrada
- 2 propulsor de passo
- 3 rede de fornecimento
- 4 dispositivo de armazenamento de energia de emergência
- 5 dispositivo de medição de fornecimento de tensão
- 6 elemento de comutação semicondutor
- 7 contator da rede
- 8 inversor
- 9 motor do passo
- 10 dispositivo de proteção contra sobretensão

REIVINDICAÇÕES

1. MÉTODO PARA OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE PASSO DE UM AEROGERADOR com pelo menos uma pá rotatória, pelo qual o sistema de passo tem pelo menos um retificador de entrada (1) e pelo menos um propulsor de passo (2), pela qual cada pá rotatória seja rotada em volta de seu eixo longitudinal pelo propulsor de passo (2) ou por pelo menos um de diversos propulsor de passo (2); cada retificador de entrada (1) é fornecido com tensão alternada por uma rede de fornecimento (3), e cada propulsor de passo (2) é fornecido com energia elétrica pelo retificador de entrada (1) ou por pelo menos um de diversos retificadores de entrada (1); cada propulsor de passo (2) está conectado a um dispositivo de armazenamento de energia de emergência (4), pelo qual cada propulsor de passo (2) seja fornecido com energia elétrica pelo dispositivo de armazenamento de energia de emergência (4) que está conectado a ele, em que o sistema de passo compreende pelo menos um dispositivo de medição de fornecimento de tensão (5), cada retificador de entrada (1) compreende pelo menos um elemento de comutação semicondutor (6) com o qual o fluxo de corrente da rede de fornecimento (3) para o retificador de entrada (1) seja bloqueado e um contator da rede (7) estar disposto na conexão entre a rede de fornecimento (3) e o retificador de entrada (1) ou diversos retificadores de entrada (1), caracterizado pelo método operar o sistema de passos compreendendo as etapas de:

- medir a tensão da rede de fornecimento (3) com o dispositivo de medição de fornecimento de tensão (5)
- calcular o valor de uma ou várias tensões medidas na rede de fornecimento (3)
- comparar o valor calculado com o primeiro e segundo valor de tensão
- se o valor calculado exceder um primeiro valor de tensão de

uma ou várias tensões medidas, então cada elemento de comutação semicondutor (6) bloqueia o fluxo de corrente da rede de fornecimento (3) para o retificador de entrada (1), e cada propulsor de passo (2) é fornecido com energia elétrica pelo dispositivo de armazenamento de energia de emergência (4) que está a eles conectado,

- se a tensão medida da rede de fornecimento (3) exceder um segundo valor de tensão, em que o segundo valor de tensão é maior que o primeiro valor de tensão, separar cada retificador de entrada (1) da rede de fornecimento (3) através do contator da rede (7).

2. MÉTODO PARA A OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE PASSO DE UM AEROGERADOR, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por um procedimento de emergência ser iniciado quando o pelo menos um do elemento de comutação de semicondutor (6) tiver sido mudado para um modo de bloqueio durante mais tempo do que um primeiro intervalo de tempo.

3. MÉTODO PARA A OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE PASSO DE UM AEROGERADOR, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, caracterizado pelo procedimento de emergência ser iniciado quando a tensão medida da rede de fornecimento (3) exceder o segundo valor de tensão.

4. MÉTODO PARA A OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE PASSO DE UM AEROGERADOR, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo contator da rede (7) estar disposto na conexão entre a rede de fornecimento (3) e o retificador de entrada (1) ou diversos retificadores de entrada (1), pelo qual cada retificador de entrada (1) está desconectado da rede de fornecimento (3) quando o pelo menos um do elemento de comutação semicondutor (6) tiver sido mudado para o modo de bloqueio por mais que um intervalo de tempo.

5. MÉTODO PARA A OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE PASSO DE UM AEROGERADOR, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo procedimento de emergência ser iniciado quando a energia armazenada no dispositivo de armazenamento de energia de emergência (4) ou nos dispositivos de armazenamento de energia de emergência (4) caírem abaixo de um valor limiar predeterminado.

6. MÉTODO PARA A OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE PASSO DE UM AEROGERADOR, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado por cada elemento de comutação semicondutor (6) desbloquear o fluxo de corrente no retificador de entrada (1) se a tensão medida da rede de fornecimento (3) cair abaixo de um terceiro valor de tensão.

7. MÉTODO PARA A OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE PASSO DE UM AEROGERADOR, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo terceiro valor de tensão ser igual ou menor que o primeiro valor de tensão.

8. MÉTODO PARA A OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE PASSO DE UM AEROGERADOR, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 7, caracterizado pelo bloqueio de um fluxo de corrente da rede de fornecimento (3) para um dos retificadores de entrada (1) ser mantido pelo elemento de comutação semicondutor (6) pelo menos para a duração de um segundo intervalo de tempo antes de que seja possível o desbloqueio.

9. MÉTODO PARA A OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE PASSO DE UM AEROGERADOR, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo segundo intervalo de tempo ser pelo menos 250 milésimos de segundo, de preferência pelo menos 500 milésimos de segundo.

10. MÉTODO PARA A OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE PASSO DE UM AEROGERADOR, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, caracterizado pelo sistema de passo compreender um sinal de saída –

especialmente digital – por meio do qual é emitido um sinal, pelo qual este sinal indica o estado de comutação do contator da rede (7).

11. MÉTODO PARA A OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE PASSO DE UM AEROGERADOR, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado por cada retificador de entrada (1) ter um dispositivo de medição de fornecimento de tensão (5).

12. MÉTODO PARA A OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE PASSO DE UM AEROGERADOR, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado por pelo menos um do elemento de comutação semicondutor (6) ser um tiristor.

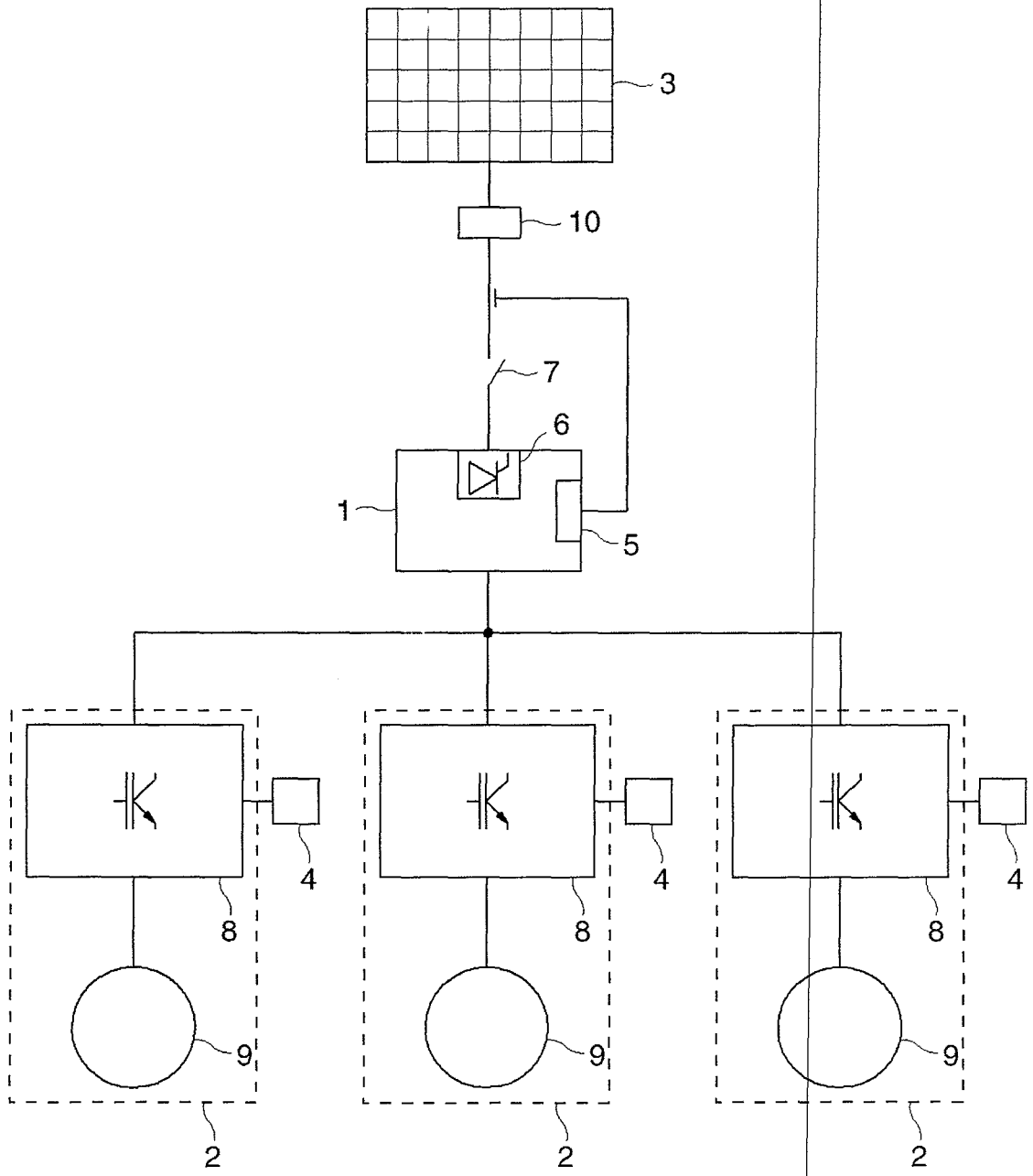


Fig. 1

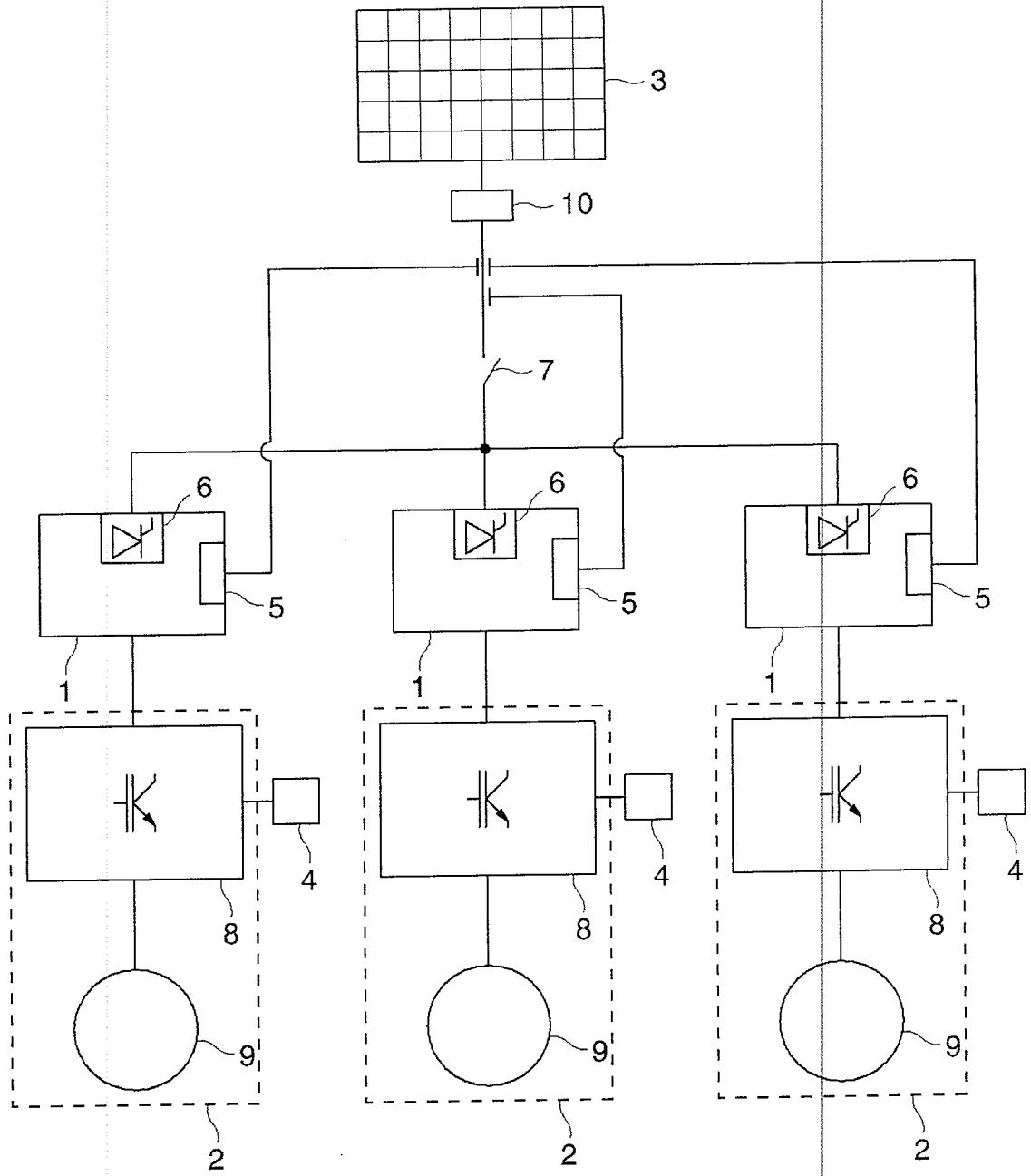


Fig. 2