



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

(11) BR 112014019687-7 B1



(22) Data do Depósito: 24/01/2013

(45) Data de Concessão: 08/06/2021

(54) Título: SISTEMA DE ENERGIA CC PARA ALIMENTAR UMA EMBARCAÇÃO

(51) Int.Cl.: H02H 7/122; H02H 7/06; H02H 7/22.

(30) Prioridade Unionista: 29/02/2012 EP 12 157487.5.

(73) Titular(es): ABB SCHWEIZ AG.

(72) Inventor(es): JOHN LINDTJØRN.

(86) Pedido PCT: PCT EP2013051314 de 24/01/2013

(87) Publicação PCT: WO 2013/127575 de 06/09/2013

(85) Data do Início da Fase Nacional: 08/08/2014

(57) Resumo: SISTEMA DE POTÊNCIA ELÉTRICA CC PARA ALIMENTAR UMA EMBARCAÇÃO E MÉTODO DE GESTÃO DE FALTAS EM UM SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO CC. Trata-se de um sistema de alimentação CC (1) que compreende um barramento principal CC (3), uma unidade de geração de energia (P1, P2, P3, P4) disposta para alimentar o barramento principal CC (3), um comutador isolante (7) disposto entre o barramento principal CC (3) e a unidade de geração de energia (P1, P2, P3, P4) para isolar a unidade de geração de energia (P1, P2, P3, P4) do barramento principal CC (3) no caso de uma falha de barramento principal CC, uma unidade de acionamento (D1, D2) disposta para ser alimentada pelo barramento principal CC, em que a unidade de acionamento (D1, D2) compreende uma sistema de barramento da unidade de acionamento (DB), unidades de conversão (I1, I2, I3) conectadas ao sistema de barramento da unidade de acionamento (DB) e fusíveis (F) dispostos entre o sistema de barramento da unidade de acionamento (DB) e as unidades de conversão (I1, I2, I3) para proteger as unidades de conversão (I1, I2, I3) no caso de uma falha de unidade de acionamento.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA DE ENERGIA CC PARA ALIMENTAR UMA EMBARCAÇÃO**".

CAMPO DA TÉCNICA

[001] A presente invenção refere-se, em geral, a sistemas de alimentação e, particularmente, a um sistema de energia CC com recursos de proteção.

ANTECEDENTES

[002] Os sistemas de alimentação compreendem tipicamente uma pluralidade de componentes, tais como uma ou mais fontes de geração de energia, acionadores e módulos de armazenamento de energia. Esses componentes são tipicamente interconectados por meio de um sistema de barra coletora no qual as correntes podem fluir para fornecer energia para uma ou mais cargas conectadas ao sistema de energia.

[003] Em um determinado ponto, uma falha, tal como um curto-círcuito irá, inevitavelmente, ocorrer no sistema de energia, tanto no sistema de barra coletora, em um dos componentes do sistema, quanto em uma carga. No caso de uma falha, é importante isolar a falha da parte íntegra do sistema de modo que o fornecimento de energia normal possa ser mantido por meio da parte íntegra e para proteger as partes íntegras contra dano. Para essa finalidade, um sistema de proteção é tipicamente incluído no sistema de energia.

[004] Um sistema de proteção disposto para lidar com falhas humanas em um sistema de energia tipicamente compreende um equipamento de monitoração disposto para monitorar os parâmetros elétricos, tais como as correntes no sistema de energia e os disjuntores controlados pelo equipamento de monitoração. Os disjuntores são dispostos de tal modo que, no sistema de energia, esse isolamento de falha seletivo possa ser obtido no caso de uma falha.

[005] Os sistemas de proteção existentes podem, entretanto, em algumas aplicações, ser muito dispendiosos e volumosos.

SUMÁRIO

[006] Os disjuntores de corrente contínua (CC) são particularmente grandes, devido ao fato de que, ao contrário dos disjuntores de circuito de corrente alternada (CA), os mesmos podem não depender de cruzamentos zero. Portanto, lacunas de ar maiores são necessárias para os disjuntores CC a fim de assegurar a proteção apropriada. Como um resultado, os disjuntores CC ocupam tipicamente grandes volumes de espaço e os mesmos são dispendiosos para serem fabricados.

[007] Em vista às considerações acima, o objetivo geral da presente revelação consiste em fornecer um sistema de energia CC que tenha recursos de proteção que exigem menos espaço que os da técnica anterior.

[008] Outro objetivo é fornecer um sistema de energia CC que tenha um preço acessível.

[009] Por conseguinte, é fornecido um sistema de energia CC que compreende: um barramento CC principal, uma unidade de geração de energia disposta para alimentar o barramento CC principal, um comutador isolante disposto entre o barramento CC principal e a unidade de geração de energia para isolar a unidade de geração de energia do barramento CC principal em caso de falha do barramento CC principal e uma unidade de acionamento disposta para ser alimentada pelo barramento CC principal, em que a unidade de acionamento compreende um sistema de barramento da unidade de acionamento, unidades de conversão conectadas ao sistema de barramento da unidade de acionamento e fusíveis dispostos entre o sistema de barramento da unidade de acionamento e as unidades de conversão para proteger as unidades de conversão em caso de falha da unidade de acionamento.

[0010] Com isso, as várias unidades no sistema de energia CC

podem, seletivamente, ser protegidas em caso de falha em qualquer uma das unidades ou no barramento CC principal, sem o uso de disjuntores grandes, volumosos e dispendiosos.

[0011] De acordo com uma modalidade, a unidade de acionamento compreende um primeiro tipo de unidade de entrada disposta entre o barramento CC principal e o sistema de barramento da unidade de acionamento e em que o primeiro tipo de unidade de entrada compreende um comutador isolante para desconectar a unidade de acionamento do barramento CC principal em caso de uma falha de unidade de acionamento. Por conseguinte, a unidade de acionamento pode ser desconectada do sistema de energia CC remanescente em caso de falha na unidade de acionamento sem a utilização dos disjuntores.

[0012] De acordo com uma modalidade, o primeiro tipo de unidade de entrada compreende um dispositivo de bloqueio de corrente disposto para bloquear as correntes em uma direção a partir do sistema de barramento da unidade de acionamento para o barramento CC principal e para permitir que a corrente flua a partir do barramento CC principal para a unidade de acionamento. Com isso, as falhas de correntes que poderiam ser fornecidas para as falhas no barramento CC principal ou em uma outra unidade conectada ao barramento CC principal a partir dos banco de capacitores das unidades de conversão na unidade de acionamento podem ser reduzidas ou eliminadas com o dispositivo de bloqueio de corrente atuando essencialmente como um circuito aberto na direção do sistema de barramento da unidade de acionamento para o barramento CC principal.

[0013] Uma modalidade compreende uma unidade de armazenamento de energia disposta para alimentar o barramento CC principal, em que a unidade de armazenamento de energia compreende um sistema de barramento da unidade de armazenamento de energia,

as unidades de fornecimento de energia e os fusíveis dispostos entre o sistema de barramento de unidade de armazenamento de energia e as unidades de fornecimento de energia para a proteção das unidades de fornecimento de energia em caso de falha de uma unidade de armazenamento de energia. Dessa forma, se um componente de energia reserva para, por exemplo, propósito de redundância for adicionado ao sistema, esse componente também pode ser protegido das falhas internas sem a utilização de disjuntores.

[0014] De acordo com uma modalidade, a unidade de armazenamento de energia compreende um segundo tipo de unidade de entrada disposta entre o sistema de barramento da unidade de armazenamento de energia e o barramento CC principal, em que o segundo tipo de unidade de entrada compreende um comutador isolante para desconectar a unidade de armazenamento de energia do barramento CC principal em caso de falha de uma unidade de armazenamento de energia. Dessa forma, a unidade de armazenamento de energia pode ser desconectada do barramento CC principal sem a utilização de disjuntores.

[0015] De acordo com uma modalidade, o segundo tipo de unidade de entrada compreende um dispositivo de bloqueio de corrente disposto para bloquear as correntes em uma direção a partir do sistema de barramento da unidade de armazenamento de energia para o barramento CC principal e para permitir que a corrente flua a partir do barramento CC principal para a unidade de armazenamento de energia, e uma unidade de comutação semicondutora para que seja permitido que a corrente desvie o dispositivo de bloqueio de corrente e flua para o barramento CC principal seletivamente. Por conseguinte, a corrente pode se deixar fluir para o barramento CC principal no caso de energia adicional necessária a partir da unidade de armazenamento de energia pela definição da unidade de comutação semicondutora em seu estado

ligado.

[0016] De forma alternativa, as correntes falhas da unidade de armazenamento de energia para uma falha no barramento CC principal ou em outras partes do sistema de energia CC podem ser minimizadas no caso de a unidade de comutação semicondutora ser definida em seu estado desligado.

[0017] De acordo com uma modalidade, o dispositivo de bloqueio de corrente e a unidade de comutação semicondutora são conectados de forma antiparalela.

[0018] De acordo com uma modalidade, a unidade de geração de energia compreende um gerador e um reparador, em que o reparador inclui uma pluralidade de fusíveis dispostos para proteger o reparador no caso de falha de um reparador. Através disso, as falhas internas do reparador podem ser manipuladas por meio dos fusíveis sem utilizar disjuntores locais na unidade de geração de energia.

[0019] De acordo com uma modalidade, a pluralidade de fusíveis incluídos no reparador é dimensionada de modo que os mesmos não explodam quando submetidos a correntes de falha como um resultado de falhas a jusante ao reparador. Por conseguinte, os fusíveis são apenas explodidos por correntes causadas por falhas internas no reparador. As correntes de falha fornecidas para falhas fora da unidade de geração de energia não devem, portanto, fazer com que o fusível exploda. A potência de corrente dos fusíveis no reparador deve, por conseguinte, ser selecionada para estar em nível de corrente limite que apenas é atingido ou excedido pelas correntes de falha criadas pelas falhas do reparador na particular unidade de geração de energia.

[0020] De acordo com uma modalidade, cada unidade de conversão tem terminais conectados ao barramento da unidade de acionamento, em que cada terminal da unidade de conversão é conectado ao fusível.

[0021] De acordo com uma modalidade, o dispositivo de bloqueio de corrente é um diodo.

[0022] De acordo com uma modalidade, a primeira unidade de entrada comprehende uma unidade de comutação semicondutora conectada de maneira antiparalela com o dispositivo de bloqueio de corrente para permitir que a corrente desvie seletivamente do dispositivo de bloqueio de corrente e flua para o barramento CC principal.

[0023] Combinando-se fusíveis e comutadores isolantes conforme descrito no presente documento, um sistema de proteção híbrido é obtido onde falhas locais, isto é, falhas em uma unidade específica são manipuladas por fusíveis e onde falhas totais, isto é, falhas em um barramento CC principal, são manipuladas pela interrupção da fonte de corrente tal com um comutador isolante apropriado que pode isolar a parte afetada do sistema de energia CC. Portanto, o tamanho do fusível pode ser mantido menor, assegurando que a extensão das correntes de falha locais seja capaz de explodir o fusível em caso de uma falha local, dessa forma, assegurando confiança na proteção do sistema de energia CC local e globalmente. Se necessário, banco de capacitores adicionais podem ser instalados de modo a fornecer uma corrente de falha extra para assegurar que os fusíveis tenham suficiente falha de corrente disponível para remover uma falha.

[0024] Em geral, todos os termos usados nas concretizações devem ser interpretados de acordo com seu significado comum no campo da técnica, a menos que seja explicitamente definido de outra forma no presente documento. Todas as referências a "um/uma/o elemento, aparelho, componente, meios, etc. devem ser interpretadas como fazendo referência de forma livre a, pelo menos, um caso do elemento, aparelho, componente, meios, etc., a não ser que explicitamente indicado o contrário.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0025] As modalidades específicas do conceito inventivo serão agora descritas, a título de exemplo, com referência aos desenhos anexos, em que:

[0026] A Figura 1 é um diagrama esquemático de um sistema de energia CC;

[0027] A Figura 2 é um diagrama esquemático de uma unidade de geração de energia no sistema de energia CC na Figura 1;

[0028] A Figura 3a representa um exemplo de uma falha no sistema de energia CC na Figura 1; e

[0029] A Figura 3b representa um outro exemplo de uma falha no sistema de energia CC na Figura 1.

DESCRÍÇÃO DETALHADA

[0030] O conceito inventivo será agora descrito de modo mais completo a seguir com referência aos desenhos anexos, em que modalidades exemplificativas são mostradas. O conceito inventivo pode, entretanto, ser realizado de diferentes formas e não deve ser interpretado como estando limitados às formas de modalidades estabelecidas no presente documento; de preferência, essas modalidades são fornecidas a título de exemplo de modo que essa revelação seja minuciosa e completa e transmita totalmente o escopo do conceito inventivo para aqueles versados na técnica. Os mesmos números fazem referência aos mesmos elementos em toda a descrição.

[0031] A Figura 1 representa um diagrama esquemático de um exemplo de um sistema de energia CC 1. O sistema de energia CC 1 comprehende um barramento CC principal 3 que tem uma primeira barra coletora 3-1 e uma segunda barra coletora 3-2 separadas por meio de um disjuntor de interligação de barramentos 5, uma primeira unidade de geração de energia P1, uma segunda unidade de geração de energia P2, uma terceira unidade de geração de energia P3, uma quarta unidade de geração de energia P4, uma unidade de armazenamento de

energia E, um primeiro acionamento D1 e um segundo acionamento D2.

[0032] A primeira unidade de acionamento D1 e a segunda unidade de acionamento D2 estão dispostas para energizar motores elétricos e equipamentos similares. Exemplos de tais unidades de acionamento são os acionamentos únicos, os múltiplos acionamentos e os conversores de frequência estática destinada a suprir consumidores normais de CA com 50 Hz ou 60 Hz de potência CA.

[0033] O sistema de energia CC 1 comprehende adicionalmente um comutador isolante 7, isto é, chaves seccionadoras associadas a uma unidade de geração de energia P1, P2, P3, P4 respectiva para ser capaz de desconectar as unidades de geração de energia P1, P2, P3, P4 do barramento CC principal 3. Através disso, cada unidade de geração de energia pode ser isolada de uma falha no, por exemplo, barramento CC principal 3, ou as mesmas podem ser isoladas para fins de manutenção.

[0034] A primeira unidade de geração de energia P1 é disposta para alimentar o barramento CC principal 3 e é conectável ao barramento CC principal 3 através de um comutador isolante 7. De acordo com o exemplo na Figura 1, a primeira unidade de geração de energia P1 é conectada à primeira barra coletora 3-1.

[0035] A segunda unidade de geração de energia P2 está disposta para alimentar o barramento CC principal 3 e é conectável ao barramento CC principal 3 através de um comutador isolante 7. De acordo com o exemplo na Figura 1, a segunda unidade de geração de energia P2 é conectável à primeira barra coletora 3-1.

[0036] A terceira unidade de geração de energia P3 é disposta para alimentar o barramento CC principal 3 e é conectável ao barramento CC principal 3 através de um comutador isolante 7. De acordo com o exemplo na Figura 1, a terceira unidade de geração de energia P3 é conectável à segunda barra coletora 3-2.

[0037] A quarta unidade de geração de energia P4 é disposta para

alimentar o barramento CC principal 3 e é conectável ao barramento CC principal 3 por meio de um comutador isolante 7. De acordo com o exemplo na Figura 1, à quarta unidade de geração de energia P1 é conectável à segunda barra coletora 3-2.

[0038] A primeira unidade de geração de energia P1 comprehende um gerador G1, tal como um gerador acionado por motor a diesel, disposto para gerar corrente alternada e um reparador R1 disposto para converter a corrente alternada para corrente contínua para ser alimentada para o barramento CC principal 3. O reparador R1 pode ser dotado de fusíveis dimensionados para explodir em caso de falha no reparador R1.

[0039] A segunda unidade de geração de energia P2, a terceira unidade de geração de energia P3 e a quarta unidade de geração de energia P4 podem ter um projeto similar ao da unidade de geração de energia P1. Para esse fim, cada uma dentre a segunda unidade de geração de energia P2, a terceira unidade de geração de energia P3 e a quarta unidade de geração de energia P4 pode compreender um gerador G2, G3, G4 respectivo e um reparador R2, R3, R4 respectivo para fornecer sinais CC para o barramento CC principal 3. No entanto, nota-se que uma combinação de diferentes tipos de geradores é possível com o mesmo sistema.

[0040] Cada uma dentre a primeira unidade de acionamento D1 e a segunda unidade de acionamento D2 tem um sistema de barramento de unidade de acionamento DB em que comprehende um primeiro barramento DB1 e um segundo barramento DB2. Além disso, cada uma dentre a primeira unidade de acionamento D1 e a segunda unidade de acionamento D2 tem várias unidades de conversão, como exemplificado a seguir pelos inversores I1, I2, I3, conectados ao respectivo sistema de barramento da unidade de acionamento do mesmo DB, e fusíveis F dispostos entre os terminais e os inversores I1,

I2, I3 e o sistema de barramento da unidade de acionamento DB. Um exemplo de um inversor adequado é o inversor ACS800 da ABB.

[0041] Cada uma dentre a primeira unidade de acionamento D1 e a segunda unidade de acionamento D2 tem, adicionalmente, um primeiro tipo de unidade de entrada 17 que em uma extremidade está disposta para conexão com o barramento CC principal 3. A essa outra extremidade o primeiro tipo de unidade de entrada 17 é conectada ao sistema de barramento da unidade de acionamento DB. O primeiro tipo de unidade de entrada 17 comprehende um comutador isolante disposto para desconectar a unidade de acionamento D1, D2 do barramento CC principal 3 e um dispositivo de bloqueio de corrente 11 que é capaz de bloquear o fluxo de corrente em uma direção do sistema de barramento da unidade de acionamento DB para o barramento CC principal 3 e permitir que a corrente flua em uma direção do barramento CC principal 3 para o sistema de barramento da unidade de acionamento DB. Tal dispositivo de bloqueio de corrente pode ser um dispositivo semicondutor tal como um diodo ou vários diodos, ou um transitor de porta bipolar (IGBT), tiristor, ou dispositivos similares.

[0042] Nota-se que, dependendo da aplicação, as unidades de acionamentos podem ser projetadas com diferentes números de inversores, de um inversor a uma pluralidade de inversores. Além disso, o primeiro tipo de unidade de acionamento pode, em uma modalidade, compreender uma unidade de comutação semicondutora conectada de forma antiparalela ao dispositivo de bloqueio de corrente, permitindo, assim, uma alimentação reversa de potência durante uma operação normal do sistema de energia CC. Tal unidade de comutação semicondutora pode, por exemplo, ser um transitor de porta bipolar (IGBT).

[0043] A unidade de armazenamento de energia E tem um sistema de barramento da unidade de armazenamento de energia EB que tem

um primeiro barramento EB1 e um segundo barramento EB2. A unidade de armazenamento de energia E compreende adicionalmente unidades de fornecimento de energia tais como unidade de bateria B e um banco condensador C conectado ao sistema de barramento da unidade de armazenamento de energia EB, um conversor CC-CC 15 conectado ao sistema de barramento da unidade de armazenamento de energia EB, e fusíveis F. Os fusíveis F são dispostos entre os terminais do conversor CC-CC 15 e o sistema de barramento da unidade de armazenamento de energia EB, entre o banco condensador C e o sistema de barramento da unidade de armazenamento de energia EB, e entre a unidade de bateria B e o sistema de barramento da unidade de armazenamento de energia EB.

[0044] Por meio do conversor CC-CC 15, o nível de tensão da saída da unidade de bateria B pode ser controlado se a potência for fornecida para o barramento CC principal 3 a partir da unidade de armazenamento de energia E.

[0045] Deve-se notar que a unidade de armazenamento de energia E é um exemplo de muitas possibilidades de configurações relativas ao número de unidades de fornecimento de energia e conversores. Por exemplo, algumas variações da unidade de armazenamento de energia E não tem um banco de condensadores. O objetivo geral de um banco de condensadores na unidade de armazenamento de energia é contribuir em fusíveis fundidos no caso de uma falha interna.

[0046] A unidade de armazenamento de energia E tem adicionalmente um segundo tipo de unidade de entrada 9 que em uma extremidade é disposta para se conectar ao barramento CC principal 3. Na outra extremidade do mesmo, o segundo tipo de unidade de entrada 9 é conectado ao sistema de barramento da unidade de armazenamento de energia EB. O segundo tipo de unidade de entrada 9 compreende um comutador isolante para desconectar a unidade de armazenamento

de energia E do barramento CC principal 3, uma unidade de comutação semicondutora 13 e um dispositivo de bloqueio de corrente 11 que é capaz de bloquear o fluxo de corrente na direção do sistema de barramento da unidade de armazenamento de energia EB para o barramento CC principal 3 e para permitir que a corrente flua na direção a partir do barramento CC principal 3 para o sistema de barramento da unidade de armazenamento de energia EB. Tal dispositivo de bloqueio de corrente pode ser um dispositivo semicondutor tais como um diodo ou vários diodos, ou um IGBT, um tiristor, ou dispositivos similares. A unidade de comutação semicondutora 13 pode, por exemplo, ser um IGBT. A unidade de comutação semicondutora 13 e o dispositivo de bloqueio de corrente 11 podem ser dispostos de forma antiparalela, com isso permite que a corrente flua na direção a partir do sistema de barramento da unidade de armazenamento de energia EB para o barramento CC principal 3 se o dispositivo de comutador semicondutor 13 for definido em seu estado saturado ou aberto por meio de sinais de controle apropriado. Por conseguinte, por meios do dispositivo de bloqueio de corrente 11 e a unidade de comutação semicondutora 13, a corrente pode seletivamente permitir o desvio do dispositivo de bloqueio de corrente e o fluxo para o barramento CC principal 3.

[0047] A Figura 2 é um diagrama esquemático da unidade de geração de energia P1. Os componentes internos do reparador R1 são mostrados. Para cada fase elétrica, o sinal de CA gerado pelo gerador G1 é fornecido para cada membro respectivo do reparador R1. Os dispositivos de comutador T são fornecidos para cada membro em que o dispositivo de comutador T pode ser controlado de forma que um sinal de CC possa ser emitido pelo reparador R1. No exemplo na Figura 2, os dispositivos de comutador são exemplificados por tiristores, embora outros meios de comutador também sejam possíveis, por exemplo, IGBTs. Além disso, o reparador R1 compreende fusíveis F para

proteção do reparador R1 em caso de falha, isto é, um curto-circuito no reparador R1. Nesse caso, um ou mais dos fusíveis serão explodidos em resposta às correntes de falha que fluem para a falha através dos fusíveis F. No exemplo na Figura 2, cada dispositivo de comutador T está associado a um fusível F. Dessa forma, cada membro, isto é, cada fase, está associada a dois fusíveis F. Outras possibilidades de realizações da unidade de geração de energia P1 inclui um pé-de-cabra projetado junto com um diodo sob diodo em polo positivo dos terminais reparadores CC. A ideia geral é que se ocorrer uma falha interna, o reparador com o gerador se isolará do sistema de energia CC para minimizar as consequências para o sistema amplo.

[0048] Os fusíveis F no reparador são vantajosamente dimensionados de modo que os mesmos não explodam quando sujeitos a correntes de falha como um resultado de falhas a jusante do reparador. O termo a jusante dever ser entendido em relação a um fluxo de corrente na direção do sistema de energia CC I.

[0049] A Figura 3a é um exemplo de uma situação em que uma falha 19 ocorre no sistema de energia CC 1. No exemplo da Figura 3a, a falha 19 é um curto-circuito e ocorreu no barramento CC principal 3. A falha 19 é, por conseguinte, uma falha total. Várias estratégias de tratamento de falha são possíveis nesse caso.

[0050] Em ambos os casos, devido à falha 19, as correntes de falha 20-1, 20-2, 20-3, 20-4 fluem para o lugar da falha 19, que é na primeira barra coletora 3-1 nesse exemplo. Em geral, a falha 19 é detectada por, pelo menos, uma pluralidade de sensores de monitoramento do sistema de energia CC 1, por exemplo, sensores de medição de corrente.

[0051] De acordo com uma estratégia para tratar a falha, o disjuntor de interligação 5 gera o comando aberto como falha detectada. A parte sã, isto é, a segunda barra coletora 3-2 reinicia após a compartimentação. Assim, uma vez que o sistema de energia CC tenha

dividido a parte sã, retoma a operação. O lado defeituoso, isto é, a primeira barra coletora 3-1, se ciente da localização das falhas, não reiniciará. Se não estiver ciente da localização, devido à falta de informação, o lado defeituoso tentaria um reinício para a detecção da falha.

[0052] Em outra versão da estratégia, os retificadores R1, R2, R3, R4 das unidades de geração de energia P1-P4 são controlados de forma que a saída de correntes dos mesmos tende a zero, e qualquer outra fonte de energia poderia também limitar a corrente no sistema de energia CC enquanto gera o comando aberto para o disjuntor de interligação 5. Uma vez que o sistema é dividido, a parte sã detectar que a falha é eliminada, enquanto o lado defeituoso verá persistir a falha. Isso causará fontes de energia, por exemplo, a unidades de geração de energia no lado defeituoso para bloquear a corrente na falha.

[0053] Ainda em outra versão da estratégia, as fontes de energia podem limitar sua tensão de saída e as correntes a um nível que permitisse que um comutador isolante operasse dentro de suas classificações, em que o comutador isolante 7 possa desconectar a unidade de geração de energia do barramento CC principal 3.

[0054] A primeira unidade de acionamento D1 e a segunda unidade de acionamento D2 não contribuem ou, pelo menos, contribuem minimamente para a corrente de falha devido à característica de bloqueio de corrente do dispositivo de bloqueio de correntes 11. Além disso, devido ao comutador isolante do primeiro tipo de unidade de entradas 17, a primeira unidade de acionamento D1 e a segunda unidade de acionamento D2 podem ser desconectadas do barramento CC principal 3. Com isso, cada uma dentre a primeira unidade de acionamento D1 e a segunda unidade de acionamento D2 pode ser protegida no caso de uma falha no barramento CC principal 3.

[0055] A unidade de armazenamento de energia E é, também,

protegida durante a falha 19 no barramento CC principal 3. Se a unidade de armazenamento de energia E estiver na fase intermediária do fornecimento de energia ao barramento CC principal 3 antes da ocorrência da falha 19, a corrente de saída do conversor CC-CC 15 pode ser controlada, por exemplo, definida como zero. Através disso, a unidade de armazenamento de energia E pode ser isolada do barramento CC principal 3 por meio de comutador isolante do segundo tipo de unidade de entrada 9. Além disso, antes da unidade de armazenamento de energia E ser isolada do barramento CC principal 3, o segundo tipo de unidade de entrada 9 pode bloquear a corrente de fluir para a falha 19. Isso é obtido por meio de dispositivo de bloqueio de corrente 11 do segundo tipo de unidade de entrada 9 e pela definição da unidade de comutação semicondutora 13 em seu estado desligado.

[0056] Por meio das propriedades de bloqueio de corrente do primeiro tipo do dispositivo de entrada 17 e o segundo tipo de dispositivo de entrada 9, as correntes de falha para a falha 19 podem ser reduzidas.

[0057] Com referência à Figura 3b, a situação em que a falha 22 ocorreu na primeira unidade de acionamento D1 será agora descrita. Essa falha é, por conseguinte, um lugar de falha na primeira unidade de acionamento D1.

[0058] De acordo com o exemplo na Figura 3b, um curto-circuito ocorreu no sistema de barramento da unidade de acionamento DB. O primeiro barramento DB-1 e o segundo barramento DB-2 podem, por exemplo, ser curto-circuito. Quando a falha 22 ocorre, as correntes 23-1, 23-2, 23-3, 23-4 e 23-5 fluem para a falha 22. As correntes 23-3, 23-4, 23-5 são fornecidas por banco de capacitores nos inversores I1, I2, I3. Como as correntes 23-3, 23-4, 23-5 fornecidas pelos bancos de capacitores fluem através dos fusíveis F dispostos na primeira unidade de acionamento D1, os fusíveis F provavelmente irão explodir, com isso desconectando os inversores I1, I2, I3 das falhas 22. A carga conectada

aos inversores I1, I2, I3 é, com isso, desconectada do sistema de barramento da unidade de acionamento DB. Como a corrente das unidades de geração de energia P1, P2, P3, P4 é reduzida, por exemplo, por controle apropriado dos retificadores R1, R2, R3, R4, o comutador isolante do primeiro tipo de unidade de entrada 17 da primeira unidade de acionamento D1 pode ser desconectada da primeira unidade de acionamento D1 do barramento CC principal 3, e, por conseguinte, isolar a falha 22. Quando a falha 22 foi isolada, as partes restantes do sistema de energia CC 1 podem retomar a operação normal.

[0059] Essencialmente, nenhuma corrente é fornecida para a falha 22 pelos bancos de capacitores da segunda unidade de acionamento D2 devido ao dispositivo de bloqueio de corrente 11 no primeiro tipo de unidade de entrada 17 da segunda unidade de acionamento D2.

[0060] Além disso, o segundo tipo de unidade de entrada 9 da unidade de armazenamento de energia E pode bloquear o fluxo de corrente para a falha 22. Isso é obtido por meio de dispositivo de bloqueio de corrente 11 do segundo tipo de unidade de entrada 9 e definindo a unidade de comutação semicondutora 13 em seu estado desligado.

[0061] Por conseguinte, por meio de propriedades de bloqueio de corrente do primeiro tipo do dispositivo de entrada 17 e o segundo tipo do dispositivo de entrada 9, as correntes com falha para a falha 22 podem ser reduzidas.

[0062] Em situações em que a falha ocorre a jusante de um inversor I1, I2, I3, tal falha é, tipicamente, tratada pelos fusíveis F daquele inversor.

[0063] Em geral, as falhas a jusante dos fusíveis dentro de uma unidade, tal como uma unidade de geração de energia, uma unidade de armazenamento de energia ou uma unidade de acionamento, são

manuseadas pelos fusíveis daquela unidade.

[0064] O sistema de energia CC descrito no presente documento pode ser vantajosamente usado como um sistema de energia incorporado para energizar uma embarcação, ou como um sistema de energia em outros espaços confinados onde disjuntores grandes CC são indesejáveis. O presente sistema de energia CC é tipicamente usado em um ambiente de baixa tensão, embora as aplicações de voltagens mais elevadas, por exemplo, de tensão média também sejam previstas.

[0065] O conceito inventivo foi descrito acima principalmente com referência a alguns exemplos. No entanto, conforme é facilmente percebido por um versado na técnica, outras modalidades além daquelas reveladas acima são igualmente possíveis dentro do escopo do conceito inventivo, conforme definido pelas concretizações anexas. Por exemplo, um sistema de energia CC de acordo com a presente revelação pode incluir menos ou mais unidades de geração de energias do que no exemplo descrito na Figura 1. Além disso, o sistema de energia CC não precisa incluir uma unidade de armazenamento de energia ou pode incluir unidades de armazenamento de energia adicionais e/ou menos ou mais unidades de acionamento.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de energia CC (1) para alimentar uma embarcação, caracterizado por compreender um barramento CC principal (3), uma unidade de geração de energia (P1, P2, P3, P4) disposta para alimentar o barramento CC principal (3), uma chave seccionadora (7) disposta entre o barramento CC principal (3) e a unidade de geração de energia (P1, P2, P3, P4) para isolar a unidade de geração de energia (P1, P2, P3, P4) do barramento CC principal (3) em caso de uma falha do barramento CC principal (3), e uma unidade de acionamento (D1, D2) disposta para ser alimentada pelo barramento CC principal (3), sendo que a unidade de acionamento (D1, D2) compreende um sistema de barramento de unidade de acionamento (DB), unidades de conversão (I1, I2, I3) conectadas ao sistema de barramento de unidade de acionamento (DB) e fusíveis (F) dispostos entre o sistema de barramento de unidade de acionamento (DB) e as unidades de conversão (I1, I2, I3) para proteger as unidades de conversão (I1, I2, I3) em caso de uma falha da unidade de acionamento, sendo que a unidade de acionamento (D1, D2) compreende um primeiro tipo de unidade de entrada (17) disposta entre o barramento CC principal (3) e o sistema de barramento de unidade de acionamento (DB), e sendo que o primeiro tipo de unidade de entrada (17) compreende uma chave seccionadora para desconectar a unidade de acionamento (D1, D2) do barramento CC principal (3) em caso de uma falha de uma unidade de acionamento.
2. Sistema de energia CC (1), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o primeiro tipo de unidade de entrada (17) compreende um dispositivo de bloqueio de

corrente (11) disposto para bloquear correntes em uma direção a partir do sistema de barramento de unidade de acionamento (DB) para o barramento CC principal (3) e para permitir que corrente flua partir do barramento CC principal (3) para a unidade de acionamento (D1, D2).

3. Sistema de energia CC (1), de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado por compreender uma unidade de armazenamento de energia (E) disposta para alimentar o barramento CC principal (3), sendo que a unidade de armazenamento de energia (E) compreende um sistema de barramento de unidade de armazenamento de energia (EB), unidades de fornecimento de energia (B, C) e fusíveis (F) dispostos entre o sistema de barramento de unidade de armazenamento de energia (EB) e as unidades de fornecimento de energia (B, C) para proteção das unidades de fornecimento de energia (B, C) em caso de uma falha de uma unidade de armazenamento de energia.

4. Sistema de energia CC (1), de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a unidade de armazenamento de energia (E) compreende um segundo tipo de unidade de entrada (9) disposta entre o sistema de barramento de unidade de armazenamento de energia (EB) e o barramento CC principal (3), sendo que o segundo tipo de unidade de entrada (9) compreende uma chave seccionadora para desconectar a unidade de armazenamento de energia (E) do barramento CC principal (3) em caso de uma falha de uma unidade de armazenamento de energia.

5. Sistema de energia CC (1), de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o segundo tipo de unidade de entrada (9) compreende um dispositivo de bloqueio de corrente (11) disposto para bloquear correntes em uma direção do sistema de barramento de unidade de armazenamento de energia (EB) para o barramento CC principal (3) e para permitir que corrente flua do

barramento CC principal (3) para a unidade de armazenamento de energia (E), e uma unidade de comutação semicondutora (13) para permitir, seletivamente, que corrente contorne o dispositivo de bloqueio de corrente (11) e flua para o barramento CC principal (3).

6. Sistema de energia CC (1), de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de bloqueio de corrente (11) e a unidade de comutação semicondutora (13) são conectados de forma antiparalela.

7. Sistema de energia CC (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a unidade de geração de alimentação (P1, P2, P3, P4) compreende um gerador (G1, G2, G3, G4) e um retificador (R1, R2, R3, R4), sendo que o retificador (R1, R2, R3, R4) inclui uma pluralidade de fusíveis (F) dispostos para proteger o retificador (R1, R2, R3, R4) em caso de uma falha de um retificador.

8. Sistema de energia CC (1), de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a pluralidade de fusíveis (F) incluída no retificador (R1, R2, R3, R4) é dimensionada de tal forma que as mesmas não explodem quando submetidas a correntes com falha como um resultado de falhas a jusante do retificador (R1, R2, R3, R4).

9. Sistema de energia CC (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que cada unidade conversora (I1, I2, I3) tem terminais conectados ao barramento da unidade de acionamento (DB), sendo que cada terminal de uma unidade conversora (I1, I2, I3) é conectado a um fusível (F).

10. Sistema de energia CC (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 9, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de bloqueio de corrente (11) é um diodo.

11. Sistema de energia CC (1), de acordo com qualquer

uma das reivindicações 2 a 10, caracterizado pelo fato de que a primeira unidade de entrada compreende uma unidade de comutação semicondutora conectada de maneira antiparalela com o dispositivo de bloqueio de corrente (11) para permitir, seletivamente, que corrente contorne o dispositivo de bloqueio de corrente (11) e flua para o barramento CC principal (3).

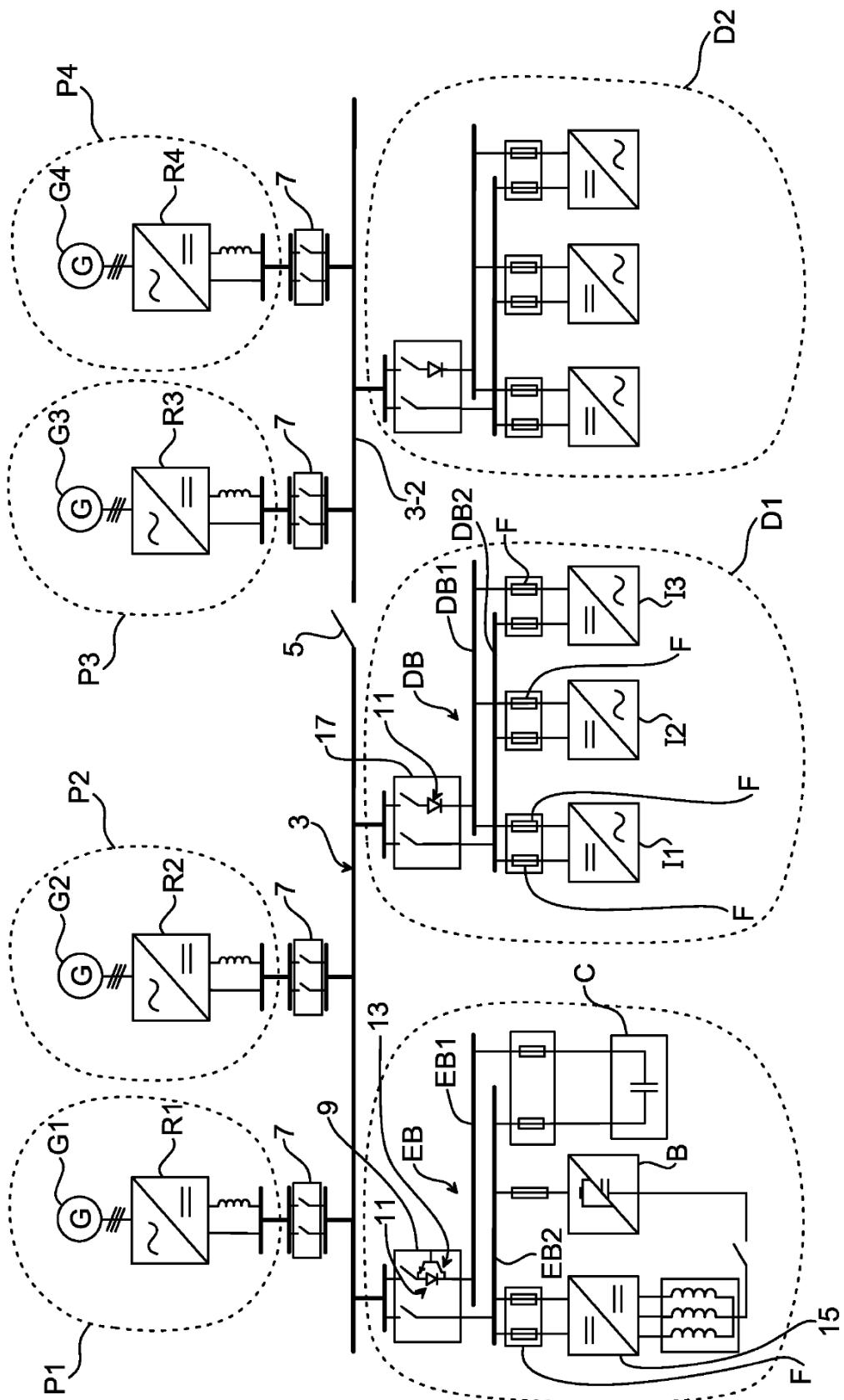


Fig. 1

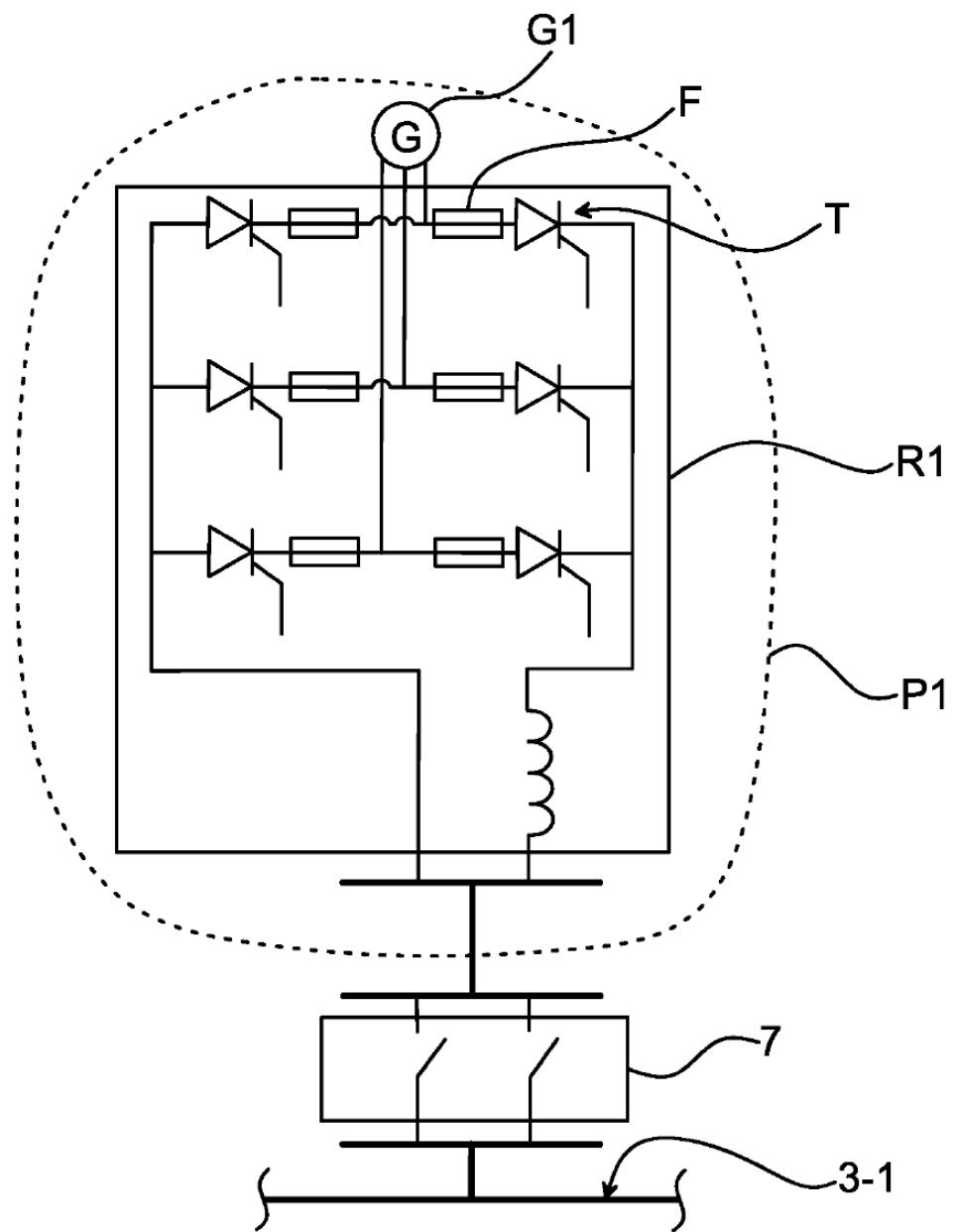


Fig. 2

3/4

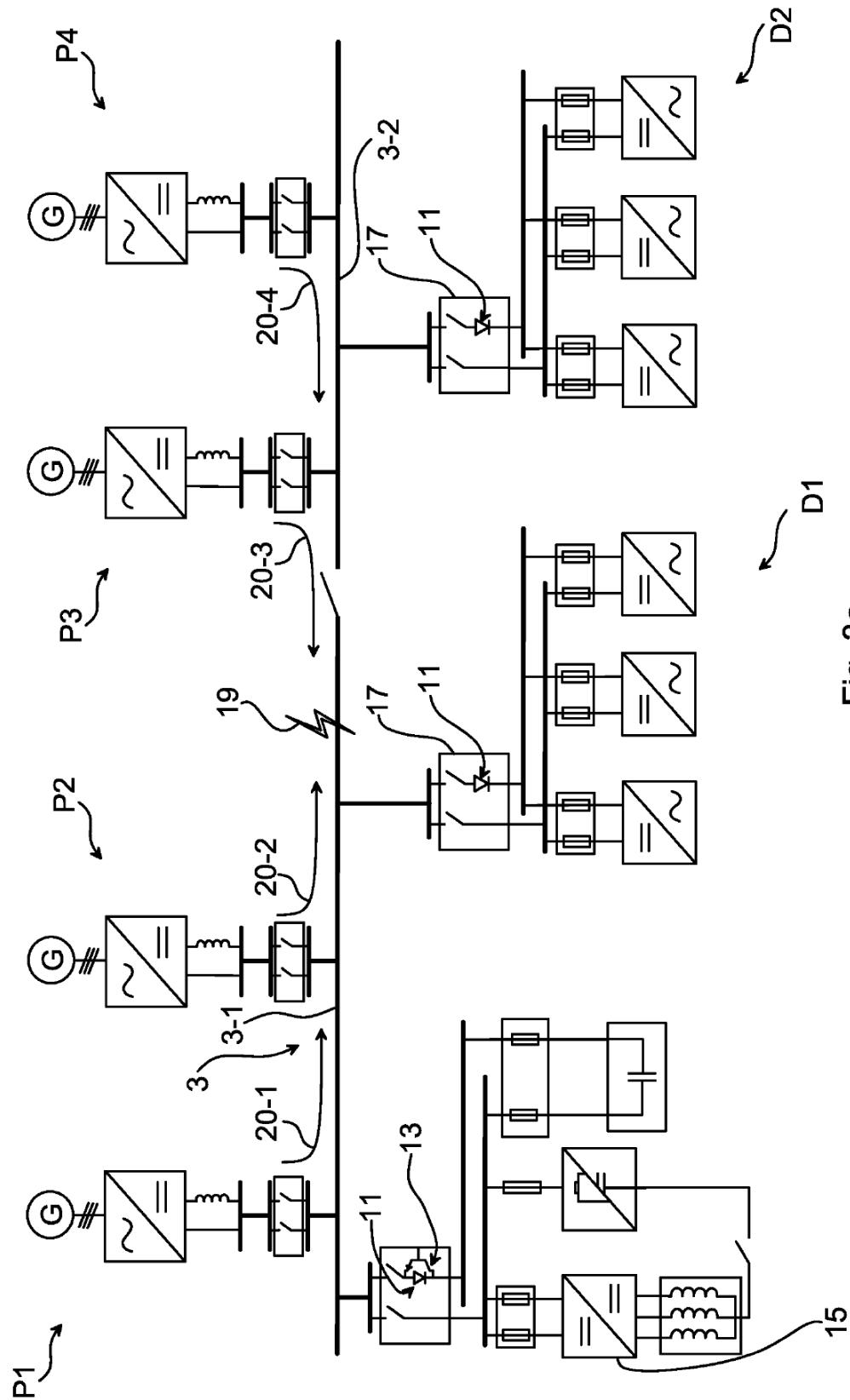


Fig. 3a

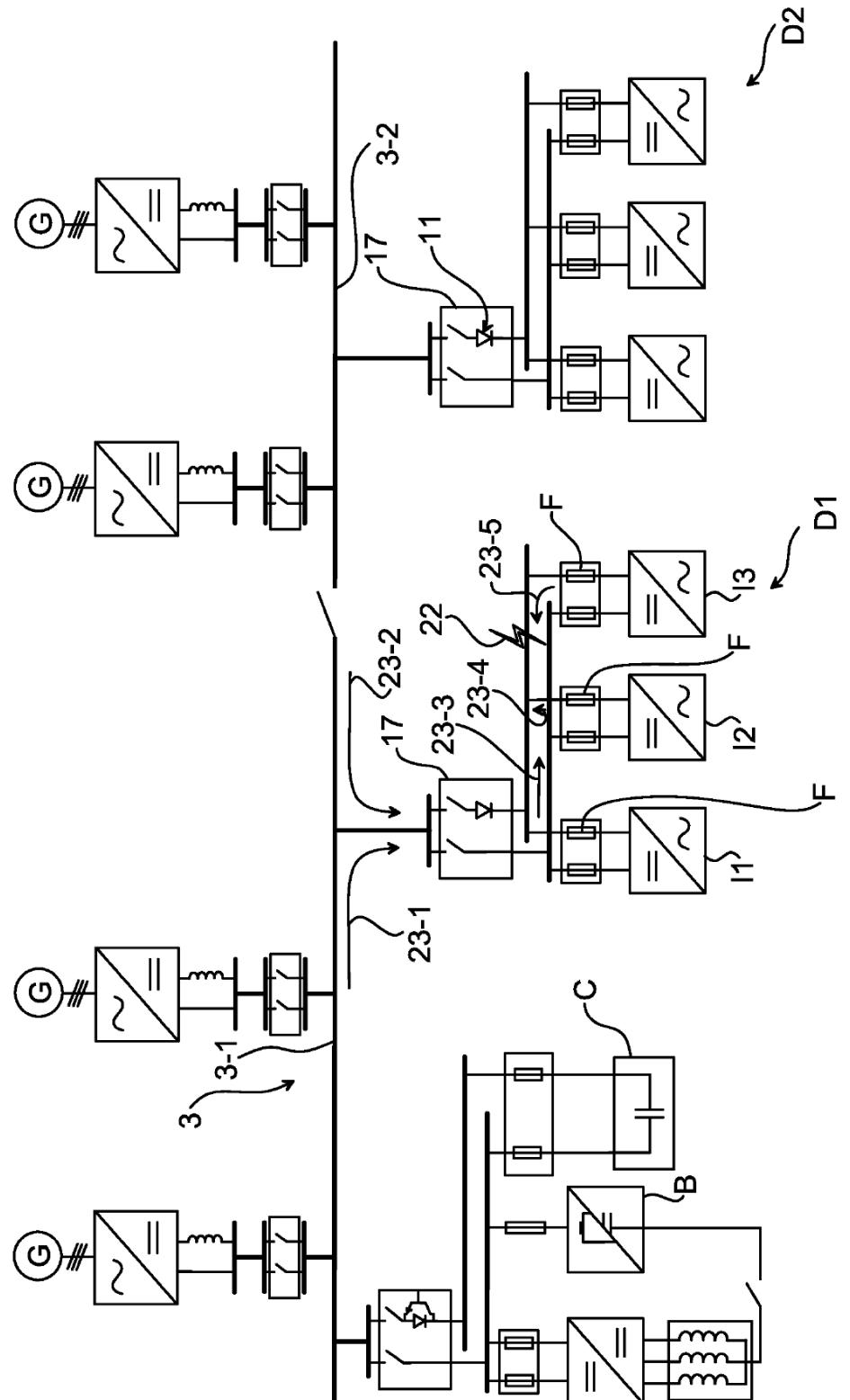


Fig. 3b