



**Assinado
Digitalmente**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0912423-3

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0912423-3

(22) Data do Depósito: 27/03/2009

(43) Data da Publicação do Pedido: 12/11/2009

(51) Classificação Internacional: H02M 7/483.

(30) Prioridade Unionista: DE 10 2008 022 618.1 de 07/05/2008.

(54) Título: DISPOSITIVO DE FORNECIMENTO DE ENERGIA

(73) Titular: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, Sociedade Alemã. Endereço: Wittelsbacheplatz 2 - München, ALEMANHA(DE), Alemã

(72) Inventor: BERND BLÖCHER; MARC HILLER; RAINER SOMMER.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 27/03/2009, observadas as condições legais

Expedida em: 12/02/2019

Assinado digitalmente por:
Liane Elizabeth Caldeira Lage
Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**DISPOSITIVO DE FORNECIMENTO DE ENERGIA**".

A presente invenção refere-se a um dispositivo de fornecimento de energia de acordo com o preâmbulo da reivindicação 1.

5 Acionamentos de velocidade de rotação variável, consistindo em um motor elétrico e uma bomba ou um compressor, são alimentados por meio de um dispositivo de fornecimento de energia tal como este, quando no fundo do mar, com energia proveniente de um sistema de fornecimento de energia elétrica em terra. A distância entre o alimentador em terra e o acio-
10 namento no fundo do mar pode ser de várias centenas de quilômetros, em profundidades de mar de diversos quilômetros.

 Acionamentos de velocidade de rotação variável para aplicações submersas, também referidas como aplicações submarinas, são usados, por exemplo, para entregar petróleo e gás proveniente do fundo do mar. Estes
15 acionamentos de velocidade de rotação variável, tal como é conhecido, são providos com energia de um sistema de fornecimento de energia elétrica por meio de um conversor de circuito intermediário de tensão.

 A publicação intitulada "Stromrichterschaltungen für Mittelspannung und deren Leistungshalbleiter für den Einsatz in Industriestromrichtern" [Circuitos conversores de energia para média tensão e seus semicondutores de energia para uso em conversores de energia industrial] de Max Beuermann, Marc Hiller e Dr. Rainer Sommer, impresso nos procedimentos da Conferência ETG "Bauelemente der Leistungselektronik und ihre Anwendung" [Componentes eletrônicos de energia e seus usos], Bad Nauheim,
20 2006, revela uma pluralidade de topologias de conversor para implementação de conversores de média tensão. Estas topologias de conversor incluem conversores de 4 níveis com ponto neutro grampeado (3L-NPC) com uma alimentação de diodo de 12 pulsos, um capacitor flutuante de 4 níveis (4L-FC) com uma alimentação de diodo de 12 pulsos, conversores de células em
25 ponte H conectadas em série com pontes H de 2 níveis por célula (SC-HB(2L)) e um conversor de células em ponte H conectadas em série com uma ponte H de 3 níveis por célula (SC-HB(3L)).
30

A publicação "Modulares Stromrichterkonzept für Netzkupplungsanwendung bei hohen Spannungen" [Conceito de conversor modular para sistema de fornecimento de energia acoplado uso em altas tensões], de Rainer Marquardt, Anton Lesnicar e Jürgen Hildinger, impresso nos procedimentos da Conferência ETG 2002, revela um conversor com um conversor de energia no lado de sistema de fornecimento de energia e no lado de carga, os quais são conectados de forma condutiva eletricamente um ao outro no lado de tensão CC, em que um conversor de energia modular de múltiplos pinos, também referido como um conversor modular de múltiplos níveis (M2C), em cada caso sendo usado como o conversor de energia. Um conversor de circuito intermediário de tensão tal como este com um conversor de energia no lado de sistema de fornecimento de energia e no lado de carga, baseado em topologia M2C, não tem mais um circuito intermediário de tensão, formado de capacitores de circuito intermediário, em comparação com os conversores de circuito intermediário de tensão já descritos. Cada derivação de válvula em cada módulo de fase do conversor baseado em topologia M2C tem pelo menos um subsistema bipolar. Os passos em uma tensão de saída de fase são governados pelo número de subsistemas usados em cada derivação de válvula.

O objetivo de um dispositivo de fornecimento de energia para aplicações submarinas é fornecer um motor, o qual é localizado no fundo do mar, para um acionamento de velocidade de rotação variável, com um sistema de tensão polifásico com uma tensão e uma frequência variáveis. Existem várias modalidades fundamentais neste caso:

A figura 1 ilustra esquematicamente uma primeira variante conhecida de um dispositivo de fornecimento de energia para aplicações submarinas. Nesta figura 1, 2 indica um conversor de circuito intermediário de tensão, 4 um motor elétrico para um acionamento, 6 um transformador conversor de energia e 8 um sistema de fornecimento de energia de alimentação. O conversor de circuito intermediário de tensão 2 tem um conversor de energia 10 e 12 no lado de sistema de fornecimento de energia e no lado de carga, os quais são conectados eletricamente um ao outro no lado de tensão

CC por meio de um circuito intermediário de tensão CC, o qual não está mostrado explicitamente por motivos de clareza. O conversor de energia no lado de carga, o qual preferivelmente é um conversor de energia controlado por pulso autocomutado, é ligado ao motor 4 por meio de um cabo de corrente alternada trifásico 14. Além do mais, este conversor 2 tem os componentes eletrônicos de sinal 16, os quais podem ser conectados no lado de entrada por meio de uma linha de dados 18 às conexões do motor elétrico 4, e este cabo de dados 18, portanto, está mostrado por meio de uma linha tracejada, e é conectado no lado de saída para controlar conexões do conversor de energia controlado por pulso autocomutado 12. Um transformador com dois enrolamentos secundários 20 e 22 é fornecido como um transformador conversor de energia 6, dos quais o enrolamento secundário 20 é conectado em delta e o enrolamento secundário 22 é conectado em estrela. Uma vez que o enrolamento primário 24 é igualmente conectado em estrela, somente o enrolamento secundário 20 tem um ângulo de mudança de fase com relação ao enrolamento primário 24 de 30° elétricos. O enrolamento primário 24 é conectado de forma condutiva eletricamente ao sistema de fornecimento de energia de alimentação 8, em particular a um ponto de alimentação 26. Uma alimentação de diodo de 12 pulsos é fornecida como o conversor de energia 10 no lado de sistema de fornecimento de energia. Isto significa que esta alimentação de diodo 10 tem duas pontes de diodo trifásico, as quais são conectadas eletricamente em série no lado de tensão CC. A modalidade de 12 pulsos da alimentação de diodo 10 resulta no excesso de corrente no sistema de fornecimento de energia de alimentação 8 sendo pequeno. Este dispositivo de fornecimento de energia para aplicações submarinas é arranjado em terra, ou em uma plataforma no mar. A transição da terra ou plataforma para o mar está indicada pelas linhas onduladas 30. Portanto, somente o acionamento, consistindo no motor 4 e uma bomba e/ou um compressor, é localizado no fundo do mar. Do acionamento, somente o motor 4 está mostrado em qualquer detalhe.

Uma vez que a energia de carregamento capacitiva do cabo de corrente alternada 14 coloca uma exigência principal para energia reativa no

conversor de circuito intermediário de tensão 2, somente pode existir uma distância limitada entre o conversor 2 e o motor 4. Além do mais, este dispositivo de fornecimento de energia não permite um acionamento de múltiplos motores. Cada motor 4 em um acionamento deve ser conectado por meio de seu próprio cabo de corrente alternada 14 ao conversor de circuito intermediário de tensão 2.

A figura 2 mostra um dispositivo de fornecimento de energia conhecido adicional para um acionamento de velocidade de rotação variável que é arranjado no fundo do mar. Esta modalidade difere da modalidade mostrada na figura 1, em que o cabo de corrente alternada 14 é ligado por meio de um transformador 32 às saídas do conversor de energia controlado por pulso autocomutado 12 no conversor de circuito intermediário de tensão 2. Além do mais, este cabo de corrente alternada 14 é conectado por meio de um segundo transformador 34 às conexões do motor elétrico 4 que é arranjado no fundo do mar. O transformador 32 transforma uma tensão de conversor gerada para um potencial que é maior que o potencial da tensão nominal do motor elétrico 4. Após transmissão, este potencial é transformado de volta para o potencial nominal do motor. A tensão de transmissão aumentada resulta em perdas de energia resistivas reduzidas. Além do mais, o cabo de corrente alternada 14 pode ter uma seção transversal de cabo menor, permitindo assim um melhor projeto do cabo 14. Isto torna possível atravessar uma maior distância entre o conversor 2 e o motor 4, em comparação com a modalidade mostrada na figura 1. Estas vantagens são contrariadas pela necessidade dos dois transformadores 32 e 34, e o transformador 34 no fundo do mar deve ser encapsulado. Durante o fornecimento de energia para uma pluralidade de motores 4 no fundo do mar, os dois transformadores adicionais 32, 34 também devem ser fornecidos para cada motor 4 adicional, assim como um cabo 14 adicional.

Em uma variante adicional do dispositivo de fornecimento de energia para um acionamento de velocidade de rotação variável no fundo do mar, o conversor de circuito intermediário de tensão 2 é arranjado com o transformador conversor de energia 6 no lado de sistema de fornecimento de

energia, tal como mostrado na figura 3, no fundo do mar nas proximidades imediatas do motor elétrico 4 para o acionamento de velocidade de rotação variável. Um transformador de sistema de fornecimento de energia 36 é fornecido em terra, cujo primário é conectado de forma condutiva eletricamente ao sistema de fornecimento de energia de alimentação 8, em particular ao ponto de alimentação 26, e cujo secundário é conectado de forma condutiva eletricamente ao cabo de corrente alternada 14. O uso do transformador de sistema de fornecimento de energia 36 permite que a tensão CA seja transmitida para ser transformada para um valor que é acima do potencial da tensão nominal do motor elétrico 4. Esta tensão de transmissão é transformada novamente para baixo pelo transformador conversor de energia 6.

Neste dispositivo de fornecimento de energia, somente o transformador 36 ainda é localizado em terra ou em uma plataforma arranjada no mar. O conversor de circuito intermediário de tensão 2 agora é localizado adjacente ao motor 4 no fundo do mar, e pode ser ligado diretamente ao motor 4. Isto melhora o desempenho de acionamento, embora o conversor 2 agora também tenha que ser encapsulado. Em comparação com a variante do dispositivo de fornecimento de energia mostrado na figura 2, esta não muda nada com referência à distância entre o ponto de alimentação 26 e o motor 4.

A figura 4 ilustra esquematicamente uma variante de múltiplos motores do dispositivo de fornecimento de energia mostrado na figura 3. Cada motor para um acionamento de velocidade de rotação variável é conectado a um conversor de circuito intermediário de tensão 2 por meio de um transformador conversor de energia 6 no lado de sistema de fornecimento de energia. No fundo do mar, o cabo de corrente alternada 14 é ligado a um barramento de corrente alternada 38, ao qual a pluralidade de acionamentos alimentados por conversor de energia é conectada. O cabo de corrente alternada 14 pode ser provido com um transformador adicional 40 no lado de carga no fundo do mar, cujo secundário é ligado ao barramento de corrente alternada 38. Uma vez que este transformador adicional 40 não é absolutamente essencial, ele está ilustrado por meio de linhas tracejadas. Este trans-

formador adicional 40 resulta no barramento de tensão CA 38 ficar em um potencial abaixo do potencial da tensão de transmissão, mas acima do potencial da tensão nominal do motor elétrico 4 para um acionamento de velocidade de rotação variável. Nesta variante a distância entre o ponto de alimentação 26 em terra e o acionamento no fundo do mar ainda é igualmente restringida, tal como no caso das outras variantes mostradas nas figuras 1 a 3. Além disso, o número de partes de instalação no fundo do mar aumentou muitas vezes. Todas as partes de instalação que são arranjadas no fundo do mar devem ser acomodadas em uma forma encapsulada, em particular em cada caso em um vaso de pressão.

A publicação "Valhall Re-Development Project, Power from Shore" de Sverre Gilje and Lars Carlsson, impresso na "ENERGEX 2006", revela um dispositivo de fornecimento de energia que conecta uma plataforma no mar a um ponto de alimentação em terra. A versão "leve" conhecida da instalação de transmissão de corrente contínua de alta tensão é fornecida como o dispositivo de fornecimento de energia. Este HVDC leve tem dois conversores de energia autocomutados controlados por pulso, os quais são conectados um ao outro no lado de tensão CC por meio de um cabo de corrente contínua. Cada um destes dois conversores de energia controlados por pulso autocomutados tem um filtro de corrente alternada no lado de tensão CA, e um capacitor e um filtro de corrente contínua no lado de tensão CC. O um conversor de energia controlado por pulso autocomutado é arranjado por meio de um transformador de sistema de fornecimento de energia em um ponto de alimentação de um sistema de fornecimento de energia de alimentação em terra enquanto que, ao contrário, o segundo conversor de energia controlado por pulso autocomutado é arranjado em uma plataforma no mar. Um cabo marítimo com um comprimento de aproximadamente 300 km é fornecido como o cabo de tensão CC. Nenhuma comunicação é exigida entre estes dois conversores de energia. Tudo que é exigido é o valor da tensão CC em ambas as extremidades do cabo de tensão CC. A estação conversora de energia em terra controla a tensão de transmissão, e a estação conversora de energia na plataforma no mar controla a energia real. A distância

entre o ponto de alimentação e a plataforma é igualmente restringida com este dispositivo de fornecimento de energia.

A invenção é agora baseada no objetivo de desenvolver o dispositivo de fornecimento de energia conhecido de tal maneira que a distância
5 entre o ponto de alimentação em terra e o acionamento no fundo do mar seja consideravelmente maior.

Este objetivo é alcançado de acordo com a invenção pelos recursos caracterizantes da reivindicação 1.

Uma vez que um conversor de energia com armazenamentos de
10 energia distribuídos é fornecido como o conversor de energia autocomutado, no lado de carga do dispositivo de fornecimento de energia, a derivação de válvula superior e inferior da qual conversor de energia em cada módulo de fase tem pelo menos dois subsistemas bipolares que são conectados eletricamente em série, o dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a
15 invenção não tem mais um armazenamento de energia no circuito intermediário de tensão CC, como resultado do que o cabo de corrente contínua que conecta de forma condutiva eletricamente o conversor de energia no lado de sistema de fornecimento de energia e o conversor de energia no lado de carga do dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção
20 pode se estender sobre distâncias consideravelmente maiores. Isto permite que o conversor de energia com armazenamentos de energia distribuídos no dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção seja arranjado adjacente ao motor sendo alimentado no fundo do mar e de seu conversor no lado de sistema de fornecimento de energia em terra.

25 Por causa do projeto do circuito intermediário, o qual necessariamente não tem uma menor indutância, e por causa da falta do capacitor de circuito intermediário, um curto-circuito intermediário é altamente improvável em comparação com a situação em um conversor de circuito intermediário de tensão com um capacitor de circuito intermediário. As válvulas de conver-
30 sor de energia no conversor de energia no lado de sistema de fornecimento de energia do dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção, portanto, não mais necessitam ser projetadas para uma corrente de

curtocircuito causada por um curto-circuito intermediário de baixa impedância. Além disso, o arranjo i^2t destas válvulas de conversor de energia pode ser consideravelmente reduzido.

O uso de um conversor de energia tendo uma multiplicidade de subsistemas bipolares como um conversor de energia no lado de carga do dispositivo de fornecimento de energia permite que o conversor de circuito intermediário de tensão seja dividido entre a terra e o fundo do mar. Somente o conversor de energia de lado de carga com armazenamentos de energia distribuídos deste dispositivo de fornecimento de energia, portanto, ainda é localizado no fundo do mar. Uma vez que o valor da tensão de saída de conversor e, portanto, da tensão de motor, é governado pelo número de subsistemas bipolares para cada derivação de válvula em um módulo de fase do conversor de energia de lado de carga com armazenamentos de energia distribuídos, não existe mais qualquer necessidade de um transformador no fundo do mar.

Além disso, a forma de tensão de saída finamente graduada do conversor de energia de lado de carga com armazenamentos de energia distribuídos para o dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção torna possível usar motores que são adequados para uso submerso com exigências menos rigorosas para o isolamento de enrolamento. Uma vez que uma alta tensão de motor apesar disso pode ser estabelecida independentemente do uso de um transformador, linhas e buchas de conexão para o motor podem ser projetadas para correntes menores. Além do mais, isto torna possível evitar a necessidade de motores com uma pluralidade de sistemas de enrolamento para níveis de energia relativamente altos.

Uma vez que o conversor de energia de lado de carga com armazenamentos de energia distribuídos no dispositivo de fornecimento de energia consiste somente de diversos subsistemas bipolares, os quais são conectados eletricamente em série, para cada derivação de válvula, a disponibilidade do dispositivo de fornecimento de energia pode ser consideravelmente melhorada ao adicionar subsistemas bipolares redundantes.

Além do conversor de energia no lado de sistema de forneci-

mento de energia do dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção, componentes eletrônicos de sinal para o conversor de energia de lado de carga, o qual é arranjado no fundo do mar, com armazenamentos de energia distribuídos também são arranjados em terra. Estes componentes eletrônicos de sinal são conectados, para propósitos de sinalização, por meio de um cabo de dados para controlar entrada do conversor de energia de lado de carga com armazenamentos de energia distribuídos no fundo do mar. Componentes principais do dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção, portanto, são acomodados em terra ou em uma plataforma, reduzindo assim consideravelmente a complexidade para encapsulação dos componentes do dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção.

Em uma modalidade vantajosa do dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção, o conversor de energia não controlado no lado de sistema de fornecimento de energia é conectado de forma condutiva eletricamente por meio do cabo de corrente contínua a um barramento de tensão CC que é arranjado no fundo do mar. Este barramento de tensão CC pode ser conectado a uma multiplicidade de conversores de energia de lado de carga com armazenamentos de energia distribuídos, em cada caso com um motor no lado de saída, para um acionamento de velocidade de rotação variável. Um dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção, portanto, pode ser produzido em baixo custo para um acionamento de múltiplos motores.

Modalidades vantajosas adicionais do dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção são especificadas nas reivindicações 3 a 11.

A fim de explicar a invenção adicionalmente é feita referência aos desenhos, os quais ilustram esquematicamente uma pluralidade de modalidades de um dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção.

As figuras 1-4 mostram variantes conhecidas de um dispositivo de fornecimento de energia para acionamentos de velocidade de rotação

variável para aplicações submarinas;

a figura 5 mostra uma primeira variante de um dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção;

5 a figura 6 mostra um diagrama de blocos de uma modalidade vantajosa de um dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção;

as figuras 7, 8 mostram modalidades em cada caso de um subsistema bipolar do conversor de energia de lado de carga para o dispositivo de fornecimento de energia tal como mostrado na figura 6; e

10 a figura 9 mostra uma segunda variante de um dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção, ilustrada em forma esquemática.

A figura 5 ilustra esquematicamente uma primeira variante do dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção. Nesta
15 figura, 42 indica um conversor de energia de lado de carga com armazenamentos de energia distribuídos, 44 indica um cabo de corrente contínua e 46 indica uma unidade de controle. O conversor de energia 10 no lado de sistema de fornecimento de energia e o conversor de energia 42 no lado de carga são ligados um ao outro no lado de tensão CC por meio do cabo de corrente contínua 44. A unidade de controle 46 deste conversor de energia
20 de lado de carga 42 com armazenamentos de energia distribuídos é conectada por meio de um cabo de dados 18 aos componentes eletrônicos de sinal 16 no dispositivo de fornecimento de energia, as quais são associadas com o conversor de energia 10 no lado de sistema de fornecimento de energia. O conversor de energia 10 no lado de sistema de fornecimento de energia, o qual é na forma de um conversor de energia não controlado, é ligado
25 no lado de tensão CA por meio do transformador de sistema de fornecimento de energia 36 ao ponto de alimentação 26 do sistema de fornecimento de energia de alimentação 8. No dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção, somente o conversor de energia de lado de carga 42 com armazenamentos de energia distribuídos é arranjado no fundo do mar. Todas as outras partes de instalação deste dispositivo de fornecimento de

energia são arranjadas em terra. A transição da terra para o mar está igualmente indicada nesta figura por uma linha ondulada 30. Uma alimentação de diodo é fornecida como o conversor de energia 10 no lado de sistema de fornecimento de energia e, no caso mais simples, é na forma de uma alimentação de 6 pulsos. Se o propósito for, tão distante quanto possível, para não existirem harmônicas de corrente no sistema de fornecimento de energia, e se então somente com uma pequena amplitude, então a alimentação de diodo 10 deve ser projetada, por exemplo, como uma alimentação de 12 pulsos, 18 pulsos ou de 24 pulsos.

A figura 6 mostra um diagrama de blocos de uma modalidade vantajosa do dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção, em forma esquemática. De acordo com este diagrama de blocos, a alimentação de diodo 10 tem as duas pontes de diodo de 6 pulsos 48 e 50, as quais são, cada uma, conectadas no lado de tensão CA a um enrolamento secundário 22 e 20 do transformador conversor de energia 6, e são conectadas eletricamente em série no lado de tensão CC. O conversor de energia de lado de carga 42 com armazenamentos de energia distribuídos tem uma pluralidade dos módulos de fase 52, os quais são conectados eletricamente em paralelo no lado de tensão CC. Um barramento de tensão CC positivo e um negativo P_{OW} e N_{OW} são fornecidos para a conexão paralela destes módulos de fase 52. Uma tensão CC, a qual não é anotada com mais detalhes, é sustentada entre estes dois barramentos de tensão CCs P_{OW} e N_{OW} . Cada módulo de fase 52 tem uma derivação de válvula superior e uma inferior T1, T2; T3, T4 e T5, T6. Cada derivação de válvula T1, ..., T6 tem pelo menos dois subsistemas bipolares 54.

Na modalidade ilustrada, cada derivação de válvula tem quatro subsistemas bipolares 54. Os subsistemas bipolares 54 são conectados eletricamente em série. Modalidades exemplares destes subsistemas bipolares 54 estão ilustradas nas figuras 7 e 8. Cada ponto de junção entre duas derivações de válvula T1, T2; T3, T4 e T5, T6 forma uma respectiva conexão L1, L2 ou L3 no lado de tensão CA. O motor elétrico 4, o qual está mostrado na figura 5, é conectado a essas conexões L1, L2 e L3 no lado de tensão CA.

Os barramentos de tensão CC P_{OW} e N_{OW} do conversor de energia de lado de carga 42 com armazenamentos de energia distribuídos e os barramentos de tensão CC P_{OG} e N_{OG} do conversor de energia no lado de sistema de fornecimento de energia são conectados de forma condutiva eletricamente uns aos outros por meio do cabo de corrente contínua 44.

A figura 7 mostra uma primeira modalidade de um subsistema bipolar 54. Este subsistema bipolar 54 tem os dois comutadores semicondutores 56 e 58 que podem ser desligados, os dois diodos 60 e 62 e um capacitor de armazenamento de energia unipolar 64. Os dois comutadores semicondutores 56 e 58 que podem ser desligados são conectados eletricamente em série, com este circuito em série sendo conectado eletricamente em paralelo com o capacitor de armazenamento de energia 64. Um dos dois diodos 60 e 62 é conectado eletricamente em paralelo com cada comutador semicondutor 56 e 58 que pode ser desligado, de tal maneira que este diodo é conectado costa com costa em paralelo com o comutador semicondutor 56 e 58 correspondente que pode ser desligado. O capacitor de armazenamento de energia unipolar 64 no subsistema bipolar 54 consiste de um capacitor ou de um banco de capacitores compreendendo uma pluralidade de tais capacitores, com uma capacitância resultante C_0 . O ponto de junção entre o emissor do comutador semicondutor 56 que pode ser desligado e o anodo do diodo 60 forma um terminal de conexão X1 do subsistema 54. O ponto de junção entre os dois comutadores semicondutores 56 e 58 que podem ser desligados e os dois diodos 60 e 62 forma um segundo terminal de conexão X2 do subsistema bipolar 54.

Na modalidade do subsistema 54 mostrada na figura 8, este ponto de junção forma o primeiro terminal de conexão X1. O ponto de junção entre a drenagem do comutador semicondutor 58 que pode ser desligado e o catodo do diodo 62 forma o segundo terminal de conexão X2 do subsistema bipolar 54.

De acordo com a publicação citada inicialmente, intitulada "Modulares Stromrichterkonzept für Netzkupplungsanwendung bei hohen Spannungen" [Conceito de conversor de energia modular para sistema de forne-

cimento de energia acoplando uso em altas tensões], o subsistema bipolar 54 pode assumir três estados de comutação. No estado de comutação I, o comutador semiconductor 56 que pode ser desligado está ligado, e o comutador semiconductor 58 que pode ser desligado está desligado. Neste estado de comutação I, a tensão de terminal U_{x21} do subsistema bipolar 54 é igual a 0. No estado de comutação II, o comutador semiconductor 56 que pode ser desligado está desligado, e o comutador semiconductor 58 que pode ser desligado está ligado. Neste estado de comutação II, a tensão de terminal U_{x21} do subsistema bipolar 54 é igual à tensão U_C através do capacitor de armazenamento de energia 64. Durante operação normal, livre de falhas, somente estes dois estados de comutação I e II são usados. Ambos os comutadores semicondutores 56 e 58 que podem ser desligados estão desligados no estado de comutação III.

A figura 9 ilustra esquematicamente uma segunda variante do dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção. Esta segunda variante difere da variante mostrada na figura 5 pela provisão de um barramento de tensão CC 66. Três conversores de energia de lado de carga 42 com armazenamentos de energia distribuídos, e cada um com um motor de lado de carga 4 para um acionamento de velocidade de rotação variável, são conectados a este barramento de tensão CC 66. Este barramento de tensão CC 66 é ligado por meio do cabo de corrente contínua 44 às conexões de tensão CC do conversor de energia 10 no lado de sistema de fornecimento de energia. Além do mais, um barramento de dados 68 é fornecido, ao qual, por um lado, os acionamentos de controle 46 dos conversores de energia de lado de carga 42 com armazenamentos de energia distribuídos, e por outro lado o cabo de dados 18, são conectados. Os componentes eletrônicos de sinal 16, os quais são acomodados em terra, para o dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção são, portanto, cada um, conectados para propósitos de sinalização a uma unidade de controle 46 de um respectivo conversor de energia de lado de carga 42, a qual é arranjada no fundo do mar, com armazenamentos de energia distribuídos. O uso de um barramento de tensão CC 66 reduz os custos de cabo para um aciona-

mento de múltiplos motores, e reduz o esforço de instalação.

Este dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a invenção permite que energia seja fornecida de um sistema de fornecimento de energia de alimentação para acionamentos de velocidade de rotação variável para aplicações submarinas, por exemplo, instalações de entrega de petróleo e gás, em cujo caso a distância entre a alimentação em terra e o acionamento no fundo do mar pode ser de várias centenas de quilômetros em profundidades de mar de diversos quilômetros.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de fornecimento de energia para um acionamento de velocidade de rotação variável que é arranjado no fundo do mar, em que este dispositivo de fornecimento de energia tem um conversor de energia (10, 12) nos lados de sistema de fornecimento de energia e de carga, os quais são conectados de forma condutiva eletricamente um ao outro no lado de tensão CC por meio de um cabo de corrente contínua (44) e cujo conversor de energia (10) no lado de sistema de fornecimento de energia é conectado a um sistema de fornecimento de energia de alimentação (8) em terra, 5
10 caracterizado pelo fato de que um conversor de energia não controlado (10) é fornecido no lado de sistema de fornecimento de energia e um conversor de energia (42) com armazenamentos de energia distribuídos é fornecido no lado de carga, em que cada módulo de fase (52) do conversor de energia (42) com armazenamentos de energia distribuídos tem uma derivação de 15
válvula superior e uma inferior (T1, T3, T5; T2, T4, T6), as quais têm pelo menos dois subsistemas bipolares conectados em série (54), em que o conversor de energia (42) com armazenamentos de energia distribuídos é arranjado no fundo do mar nas proximidades imediatas do acionamento de velocidade de rotação variável, e em que componentes eletrônicos de sinal (16) 20
do conversor de energia (42) com armazenamentos de energia distribuídos são arranjados em terra.

2. Dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o conversor de energia não controlado (10) no lado de sistema de fornecimento de energia é conectado de 25
forma condutiva eletricamente por meio do cabo de corrente contínua (44) a um barramento de tensão CC (66) que é arranjado no fundo do mar, a cujo barramento de tensão CC (66) pelo menos um conversor de energia auto-comutado (42), no lado de carga, é conectado, com um acionamento de velocidade de rotação variável no lado de tensão CA.

30 3. Dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o conversor de energia não controlado (10) no lado de sistema de fornecimento de energia é arranjado

em uma plataforma que é arranjada no mar.

4. Dispositivo de fornecimento de energia de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que um diodo retificador é fornecido como o conversor de energia não controlado (10) no lado de sistema de fornecimento de energia.

5. Dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o diodo retificador é um retificador de 12 pulsos.

6. Dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o diodo retificador é um retificador de 18 pulsos.

7. Dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o diodo retificador é um retificador de 24 pulsos.

8. Dispositivo de fornecimento de energia de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que um subsistema bipolar (54) tem um capacitor de armazenamento de energia (64) e dois comutadores semicondutores (56, 58), os quais podem ser desligados e são conectados eletricamente em série, em que este circuito em série é conectado eletricamente em paralelo com o capacitor de armazenamento de energia (64), em que um ponto de junção entre os dois comutadores semicondutores (56, 58) que podem ser desligados forma um primeiro terminal de conexão (X2, X1) do subsistema bipolar (54), e em que um polo do capacitor de armazenamento de energia (64) forma um segundo terminal de conexão (X1, X2) deste subsistema bipolar (54).

9. Dispositivo de fornecimento de energia de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que um transistor bipolar de porta isolada é fornecido como o comutador semicondutor (56, 58) que pode ser desligado.

10. Dispositivo de fornecimento de energia de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que o acionamento de velocidade de rotação variável tem um motor elétrico com uma

bomba no lado de rotor.

11. Dispositivo de fornecimento de energia de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que o acionamento de velocidade de rotação variável tem um motor elétrico com um compressor no lado de rotor.
- 5

FIG 1

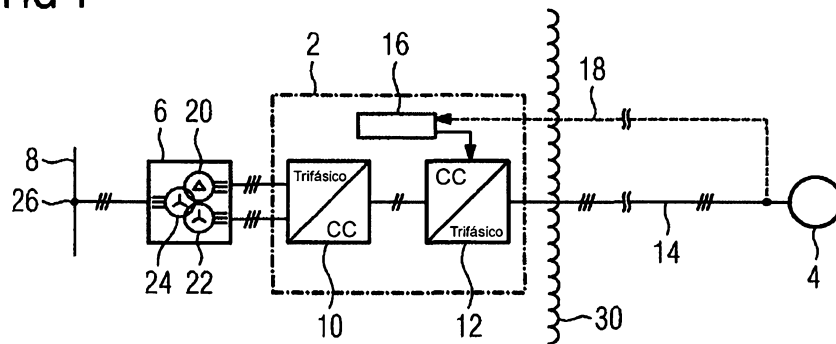


FIG 2

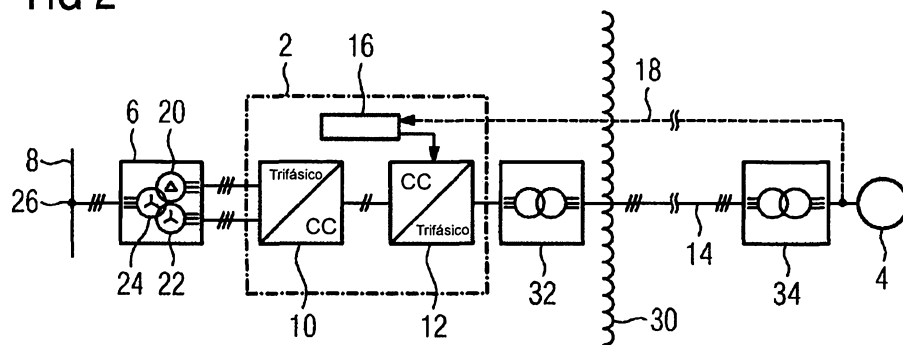


FIG 3

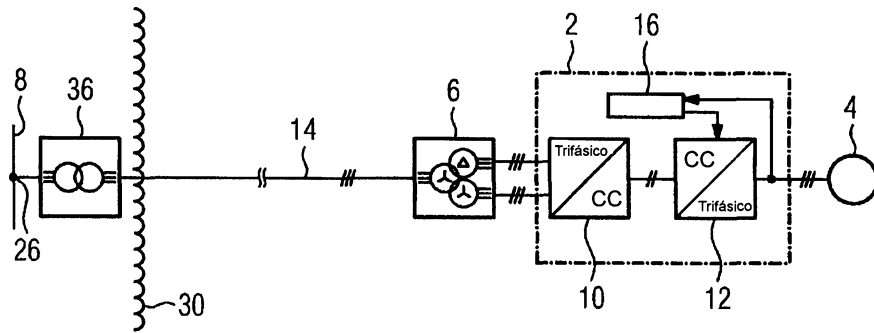


FIG 4

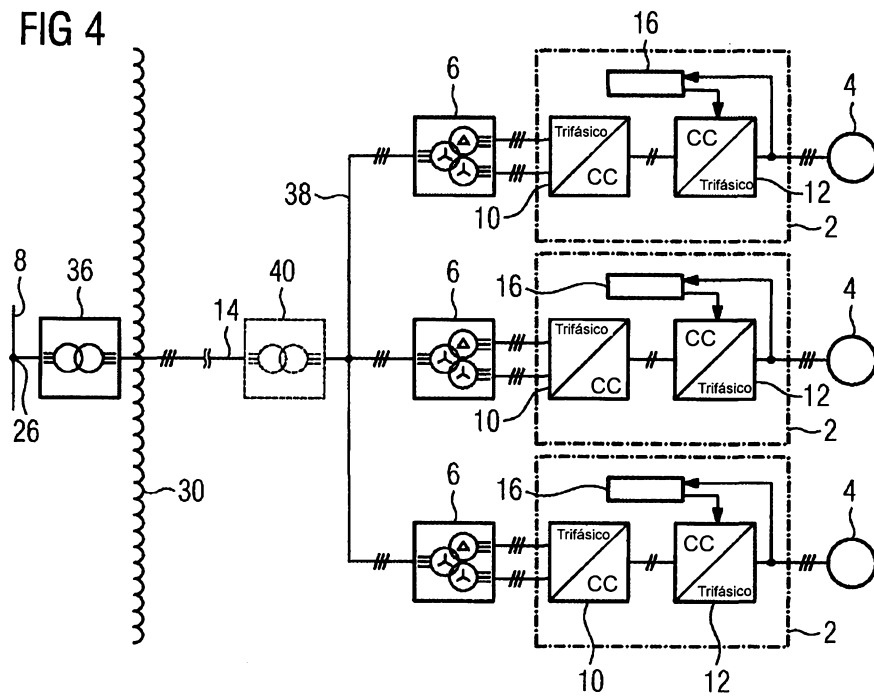


FIG 5

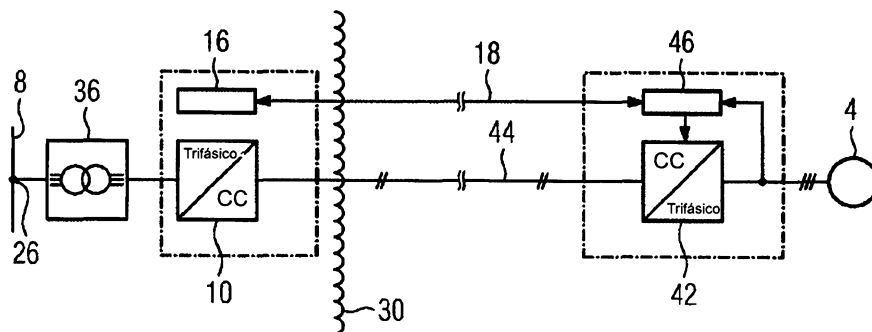


FIG 6

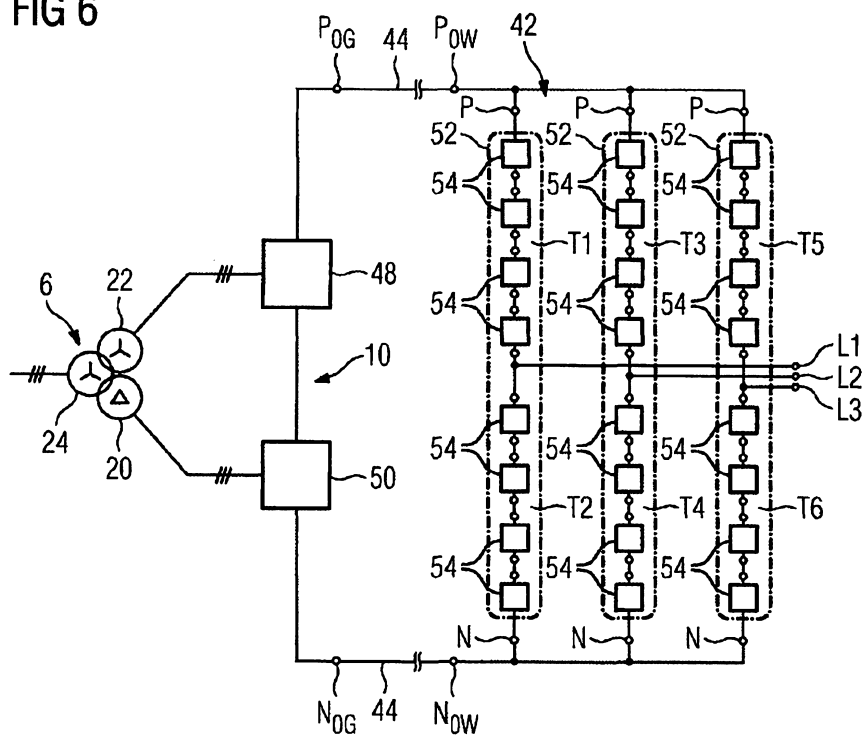


FIG 7

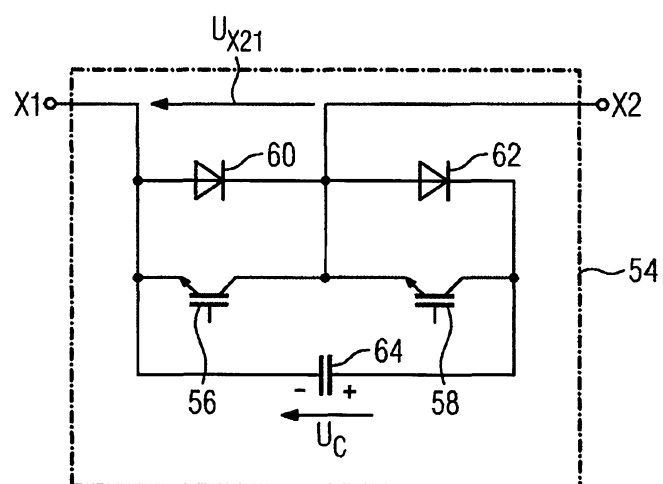


FIG 8

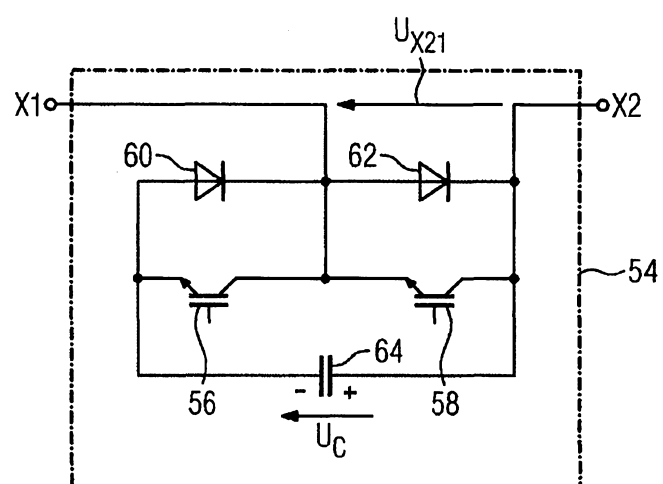


FIG 9

