



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

**(11) PI 0919080-5 B1**



**(22) Data do Depósito: 23/09/2009**

**(45) Data de Concessão: 30/07/2019**

**(54) Título:** ACIONADOR ELÉTRICO

**(51) Int.Cl.:** H02J 3/00; H02P 27/06.

**(30) Prioridade Unionista:** 24/09/2008 FR 0805240.

**(73) Titular(es):** MESSIER-BUGATTI - DOWTY; CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE; INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE-INPL.

**(72) Inventor(es):** PIERRE-YVES LIEGEOIS; FRANÇOIS-NOËL LEYNAERT; FARID MEIBODY-TABAR; SERGE LIONEL PIERFEDERICI; BABAK NAHID MOBARAKEH.

**(86) Pedido PCT:** PCT FR2009001126 de 23/09/2009

**(87) Publicação PCT:** WO 2010/034906 de 01/04/2010

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 24/03/2011

**(57) Resumo:** ACIONADOR ELÉTRICO A invenção refere-se a um acionador comportando uma máquina elétrica. O acionador elétrico (100) comporta uma máquina polifásica (101), pelo menos um ponto de conexão (143) para alimentar este acionador por pelo menos uma rede (146) fornecendo uma corrente alternada, um primeiro e um segundo barramento (106, 107) montados em paralelo entre cada ponto de conexão (143) e a máquina (101) para acionar em frequência o mesmo. Cada inversor (111, 131) comporta vários braços providos, cada um, com dois interruptores comandados, cada fase da máquina (101) sendo ligada aos dois interruptores de um braço do primeiro inversor (111) por um lado, e aos dois interruptores de um braço do segundo inversor (131) por outro lado. Ele comporta, além disso, meios comandados de conexão e de desconexão interpostos entre cada barramento (106, 107) e cada ponto de conexão. A invenção é aplicável aos acionadores utilizados na indústria aeronáutica.

### “ACIONADOR ELÉTRICO”

**[0001]** A invenção refere-se a um acionador elétrico destinado a equipar uma aeronave para comandar um equipamento desta aeronave.

#### ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

**[0002]** No domínio aeronáutico, espera-se de um sistema de comando de um equipamento, que esteja continuamente disponível. Isso significa que no caso de falha de um dos componentes deste sistema, este sistema de comando deve ser capaz de funcionar, por exemplo, em um modo degradado, para manobrar o equipamento apesar da falha. Assim, quando uma falha for detectada em voo, o sistema pode ainda funcionar.

**[0003]** Neste quadro, os sistemas de comando efetivamente utilizados no domínio aeronáutico são hidráulicos: eles compreendem um acionador hidráulico de tipo macaco, e uma rede hidráulica interposta entre este macaco e um órgão de comando.

**[0004]** A rede comporta então dois circuitos hidráulicos distintos e independentes: no caso de falha de um dos circuitos, por exemplo, devido a uma fuga, o outro circuito continua a permanecer disponível para comandar o acionador hidráulico.

**[0005]** A evolução atual da aeronáutica conduz a substituir os sistemas de comando hidráulicos por sistemas de comando elétricos.

**[0006]** Neste quadro, foi escolhido utilizar acionadores cujos motores são máquinas elétricas, notadamente do tipo síncronas com ímãs permanentes, que podem ser submetidas à velocidade, posição ou então em esforço, ao mesmo tempo sendo suficientemente leves.

**[0007]** A variação de velocidade destas máquinas necessita a variação da frequência da corrente ou a tensão que é aplicada às mesmas, o que necessita integrar um conversor estático, para fazer variar este comando em conformidade com as variáveis de comando. Quando a fonte elétrica é monofásica, trifásica ou polifásica, este conversor pode ser constituído de um retificador não comandado com diodo ou um retificador comandado, associado ao inversor.

**[0008]** Contudo, este tipo de inversor comporta braços, portando, cada um, dois interruptores comandados, ou transistores, que podem bloquear-se em um estado

aberto ou fechado. Quando um destes transistores está defeituoso, o acionamento é complicado significativamente pelo fato de a intensidade da corrente transitando nos braços continuando válidos não pode então ser mais controlada.

**[0009]** No que se refere à alimentação elétrica, diferentes soluções são visadas: a rede de alimentação elétrica pode ser uma rede trifásica única suficientemente protegida para ser considerada como confiável.

**[0010]** É igualmente visado prever duas redes trifásicas distintas, de maneira análoga ao caso dos sistemas com comando hidráulico. As duas redes podem então ser quer isoladas eletricamente, quer não isoladas.

**[0011]** No caso em que as duas redes trifásicas são isoladas, o neutro de uma é independente do neutro da outra, e no caso em que não é isolada eletricamente, os seus neutros são quer do mesmo potencial quer conectados com a ajuda dos elementos indutivos e/ou resistivos.

#### OBJETIVO DA INVENÇÃO

**[0012]** O objetivo da invenção é propor uma disposição de acionador tendo um nível de disponibilidade ótimo notadamente frente a uma falha de um interruptor comandado do inversor que é frequentemente um transistor, e que seja utilizável com as diferentes arquiteturas de rede de alimentação elétrica possíveis.

#### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

**[0013]** Para esse efeito, a invenção tem por objeto um acionador elétrico, comportando uma máquina elétrica polifásica, pelo menos um ponto de conexão a uma rede de alimentação elétrica, o primeiro e um segundo barramento montados em paralelo entre a máquina e cada ponto de conexão, o primeiro e o segundo barramentos comportando respectivamente o primeiro e um segundo inversor para acionar esta máquina em frequência, cada inversor comportando vários braços providos cada um com dois interruptores comandados, cada fase da máquina sendo continuamente ligada aos dois interruptores de um braço do primeiro inversor por um lado, e aos dois interruptores de um braço do segundo inversor por outro lado, bem como meios comandados de conexão e de desconexão interpostos entre os barramentos e cada ponto de conexão.

**[0014]** Com esta arquitetura, o acionador pode ser acionado para alimentar a máquina via um e/ou o outro dos seus barramentos, o que oferece várias possibilidades de reconfiguração quer em funcionamento normal, quer no caso de defeito aparecendo no nível de uma rede de alimentação elétrica, de um inversor ou de um retificador, ou mais geralmente no nível de um barramento, ou ainda no nível de uma bobina da máquina elétrica.

**[0015]** Os meios de conexão comandados permitem isolar completamente um inversor da ou das redes de alimentação, para configurar a máquina em estrela com um núcleo central, o que permite controlar a corrente em cada bobina.

**[0016]** Estes meios de conexão permitem, além disso, alimentar o acionador em funcionamento normal com uma ou várias redes elétricas, de modo que o acionador seja utilizável com as diferentes configurações de rede de alimentação elétrica possíveis.

**[0017]** A invenção refere-se igualmente a um acionador tal como foi definido acima, no qual os meios comandados de conexão e de desconexão comportam um primeiro contator interposto entre um ponto de conexão a uma rede única e o primeiro barramento, bem como um segundo contator interposto entre este mesmo ponto de conexão e o segundo barramento.

**[0018]** A invenção refere-se igualmente a um acionador tal como foi definido acima, comportando o primeiro e um segundo ponto de conexão para alimentar o acionador a partir de duas redes de alimentação distintas, e no qual os meios comandados de conexão e de desconexão compreendem um primeiro contator ligando o primeiro barramento ao primeiro ponto de conexão e um segundo contator ligando o segundo barramento ao segundo ponto de conexão.

**[0019]** A invenção refere-se igualmente a um acionador, tal como foi definido acima, comportando um primeiro e um segundo ponto de conexão para alimentar este acionador com duas redes de alimentação distintas, e no qual os meios comandados de conexão e de desconexão compreendem um primeiro contator ligado ao primeiro barramento, um segundo contator ligado ao segundo barramento, e um comutador com duas posições, para ligar o primeiro e o segundo contator, quer ao primeiro ponto

de conexão, quer ao segundo ponto de conexão.

**[0020]** A invenção refere-se igualmente a um acionador tal como foi definido acima, comportando um primeiro e um segundo ponto de conexão para alimentar este acionador com duas redes de alimentação distintas, e no qual os meios de conexão e de desconexão comandados compreendem um primeiro comutador com três posições, ligado ao primeiro barramento bem como ao primeiro e ao segundo ponto de conexão, e um segundo comutador com três posições ligado ao segundo barramento bem como ao primeiro e ao segundo ponto de conexão.

**[0021]** A invenção refere-se igualmente a um acionador, tal como foi definido acima, comportando um órgão de armazenamento elétrico e um comutador com duas posições que são interpostas entre o ponto de conexão e o inversor de um dos barramentos, este órgão de armazenamento elétrico tendo um terminal ligado ao ponto de conexão e ao inversor e um terminal ligado ao interruptor em duas posições para ser conectado quer ao ponto de conexão a fim de ser recarregado, quer ao inversor a fim de alimentá-lo ou se carregar.

**[0022]** A invenção refere-se igualmente a um acionador como definido acima, comportando um interruptor múltiplo ligado aos dois interruptores de cada braço de um dos inversores, este interruptor podendo ocupar uma posição aberta na qual estes braços são isolados uns dos outros ou uma posição fechada na qual estes braços são eletricamente ligados uns aos outros.

#### BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

**[0023]** A figura 1 é um esquema de um primeiro modo de realização da invenção no qual o acionador compreende meios de conexão incluindo dois contatores ligando o mesmo a uma rede de alimentação elétrica única;

**[0024]** A figura 2 é um esquema de uma variante do primeiro modo de realização da invenção na qual o acionador é equipado com interruptores triplos adicionais;

**[0025]** A figura 3 é um esquema um segundo modo de realização da invenção no qual o acionador compreende meios de conexão incluindo dois contatores ligando o mesmo a duas redes elétricas alimentando cada um inversor deste acionador;

**[0026]** A figura 4 é um esquema de uma variante do segundo modo de realização

da invenção no qual o acionador é equipado com interruptores triplos adicionais;

**[0027]** A figura 5 é um esquema um terceiro modo de realização da invenção no qual o acionador compreende meios de conexão incluindo dois contatores e um comutador comandados para ligar seletivamente cada inversor a uma ou à outra de duas redes elétricas distintas;

**[0028]** A figura 6 é um esquema de uma variante do terceiro modo de realização da invenção no qual o acionador é equipado com interruptores triplos adicionais;

**[0029]** A figura 7 é um esquema um quarto modo de realização da invenção no qual o acionador compreende meios de conexão incluindo dois contatores sob a forma de comutadores comandados para ligar seletivamente cada inversor a uma ou a outra de duas redes elétricas distintas;

**[0030]** A figura 8 é um esquema de uma variante do quarto modo de realização da invenção no qual o acionador é equipado com interruptores triplos adicionais;

**[0031]** A figura 9 é um esquema um quinto modo de realização da invenção no qual o acionador comporta um órgão de armazenamento de energia elétrica e meios de conexão incluindo dois contatores ligando o mesmo a uma rede elétrica única;

**[0032]** A figura 10 é um esquema um sexto modo de realização da invenção no qual o acionador comporta um órgão de armazenamento de energia elétrica e meios de conexão incluindo um contator sob a forma de um comutador comandado ligando o mesmo a uma rede elétrica única;

**[0033]** A figura 11 é um esquema de uma variante do sexto modo de realização da invenção no qual o acionador é provido com interruptores triplos adicionais.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

**[0034]** O acionador de acordo com a invenção, de referência 100 na figura 1, compreende uma máquina elétrica trifásica 101, incluindo três bobinas 102, 103, 104, bem como um primeiro e um segundo barramento distintos 106 e 107. Estes barramentos convertem a corrente alternada da rede, tendo uma frequência fixa ou variável, em uma corrente alternada de frequência variável que é injetada na máquina síncrona para acionar a mesma em frequência.

**[0035]** O primeiro barramento 106 compreende sucessivamente um retificador

108, um filtro 109 de tipo LC, ou seja, comportando uma indutância e uma capacidade, e um inversor 111 trifásico. O inversor trifásico comporta três braços 112, 113, 114 providos cada um com dois interruptores comandados notados respectivamente 112a, 112b, 113a, 113b, 114a, 114b.

**[0036]** O segundo barramento 107 compreende também sucessivamente um retificador 128, um filtro 129 de tipo LC, e um inversor trifásico 131. O inversor trifásico comporta ele também três braços 132, 133, 134 providos cada um de dois interruptores comandados, notados respectivamente 132a, 132b, 133a, 133b, 134a, 134b.

**[0037]** Cada bobina da máquina é ligada a um braço de cada inversor, uma das suas extremidades sendo ligada diretamente aos dois interruptores de um braço do primeiro inversor 111, e a outra extremidade sendo ligada diretamente aos dois interruptores de um braço do segundo inversor 131.

**[0038]** Bobina 102 tem assim uma primeira extremidade ligada aos dois interruptores 112a e 112b do braço 112 do primeiro inversor 111, e uma segunda extremidade ligada aos dois interruptores 132a e 132b do braço 132 do segundo inversor 131. De maneira análoga, bobina 103 é ligada aos braços 113 e 133, e bobina 104 é ligada aos braços 114 e 134.

**[0039]** O acionador comporta igualmente um primeiro contator 136 pelo qual o primeiro retificador 108 é ligado à rede elétrica trifásica única 146, e um segundo contator 137 pelo qual o segundo retificador 128 é ligado à rede trifásica 146, por meio de um ponto de conexão 143. Na descrição deste modo de realização e dos outros modos de realização da invenção, o termo contator designa um interruptor comandado com poder de corte. Pode tratar-se de um interruptor mecânico de tipo contator ou disjuntor, ou então um interruptor eletrônico de tipo bidirecional em corrente e em tensão.

**[0040]** Este conjunto que constitui uma arquitetura de acionador com redundância série não isolada é acionado por uma unidade de comando de referência 138, ligada aos contadores e a cada interruptor comandado do primeiro e do segundo inversor.

**[0041]** Em funcionamento normal, as bobinas da máquina síncrona podem ser

alimentadas quer conjuntamente pelos dois barramentos 106 e 107, quer por um único destes dois barramentos.

**[0042]** Quando em funcionamento normal, a máquina é alimentada pelos seus dois barramentos, os contadores 136 e 137 sendo ambos fechados, e os interruptores dos dois inversores 111 e 131 são acionados para aplicar às bobinas 102, 103 e 104 uma tensão de frequência e de amplitude variáveis e acionados.

**[0043]** Nesta configuração, a máquina é alimentada por uma tensão que pode ser duplicada dado que a tensão que lhe é aplicada vale a diferença das tensões aplicadas pelos dois inversores. Esta tensão torna-se dupla se os comandos dos braços dos dois inversores são complementares e se as tensões contínuas ao nível dos barramentos têm os mesmos valores. Comparado ao caso em que a máquina trifásica é alimentada com um único inversor, isto permite fazer a mesma girar até duas vezes mais rápido, ou seja, otimizar o funcionamento.

**[0044]** Quando em funcionamento normal, a máquina é alimentada por um único dos seus barramentos, as perdas elétricas são reduzidas pelo fato de apenas um dos barramentos ser explorado de maneira dinâmica. Um dos contadores 136 ou 137 é então mantido aberto e o inversor correspondente 111 ou 131 é comandado para manter seus interruptores fechados de maneira a configurar as bobinas da máquina 101 em estrela. O outro contador 137 ou 136 é mantido fechado, e os interruptores do inversor 131, 111 correspondendo a este outro contador são acionados dinamicamente para aplicar às bobinas 102, 103 e 104 uma tensão de frequência e de amplitude variáveis e acionadas.

**[0045]** No caso de falha de um barramento, por exemplo, no nível de um interruptor do inversor que é comandado de maneira dinâmica, a máquina é reconfigurada pelo comando para adotar outro modo de funcionamento que permite à mesma fornecer um binário mecânico apesar desta falha.

**[0046]** Neste outro modo de funcionamento a máquina pode ser alimentada pelos dois inversores, ou por um único inversor.

**[0047]** No caso de falha devido a um interruptor bloqueado em um estado aberto, pode-se assim fechar ou manter fechados os dois contadores 136 e 137, inibir os



interruptores dos braços conectados à fase portando o interruptor defeituoso para abrir o mesmo, o que anula a corrente nesta fase.

**[0048]** Impondo às correntes as duas fases restantes das formas de onda apropriadas, pode-se gerar o binário desejado minimizando ao mesmo tempo as perdas Joule. Neste caso, as formas de ondas são deduzidas da forma das forças eletromotrizes a vácuo, da posição do rotor e do binário constante desejado, de modo a controlar a intensidade da corrente injetada nas fases válidas.

**[0049]** É necessário notar que esta reconfiguração permite também contrapor um defeito de fase ao nível da máquina síncrona, ou seja, uma falha devido à ruptura de uma de suas bobinas conduzindo à anulação da corrente em uma fase da máquina elétrica.

**[0050]** Quando se decide alimentar a máquina por um único inversor quando um interruptor é detectado falhando, configura-se a máquina em estrela, várias situações podendo ser distinguidas.

**[0051]** Por exemplo, se o interruptor 132a do segundo inversor 131 bloqueia-se em um estado aberto, então o contator 137 é acionado em abertura para desconectar o conjunto do segundo barramento 107 da rede elétrica trifásica, e os interruptores 132b, 133b e 134b são acionados para serem fechados continuamente.

**[0052]** Se o interruptor 132a bloqueia-se em um estado fechado, então o contator 137 é acionado em abertura para desconectar o segundo barramento 107, e os interruptores 133a, 134a são acionados para serem continuamente fechados.

**[0053]** Em uma situação como na outra, as bobinas 102, 103 e 104 da máquina 101 são configuradas em estrela. O primeiro contator 136 é, ele mesmo, mantido fechado, para alimentar a máquina 101 via o primeiro barramento 106. O primeiro inversor 111 é então acionado para aplicar a estas bobinas tensões tendo uma frequência e uma amplitude condicionadas pela dependência.

**[0054]** Assim, graças à possibilidade de desconectar completamente um barramento da rede de alimentação, as conexões entre os dois barramentos se fazem unicamente via a máquina elétrica. A máquina então é reconfigurada em estrela, tendo o seu núcleo central a um potencial flutuante dado que é desligada completamente da

rede. A soma das correntes atravessando as bobinas da máquina é então nula, o que dá lugar a um funcionamento nominal desta máquina permitindo em particular controlar a intensidade da corrente injetada nesta.

**[0055]** A detecção de defeitos é assegurada por medida do sentido da corrente atravessando um ou a outra das fases da máquina síncrona e medindo o potencial em uma destas fases.

**[0056]** Com vantagem, o acionador é equipado com meios suplementares de configuração, como na variante que constitui o acionador 200 da figura 2.

**[0057]** Este acionador 200 comporta todos os órgãos da figura 1, estes órgãos recebendo referências numéricas que correspondem às do acionador 100, mas aumentadas do valor cem.

**[0058]** Adicionalmente, este acionador 200 comporta um primeiro interruptor triplo comandado 271 que é ligado a cada braço 212, 213, 214 do primeiro inversor 211, e um segundo interruptor triplo 272 que é ligado a cada braço 232, 233 e 234 do segundo inversor 231. Estes componentes 271 e 272 são com vantagem do tipo contadores ou estáticos bidirecionais normalmente fechados.

**[0059]** O interruptor 271 pode ocupar uma posição aberta, como na figura 2, na qual os três braços do primeiro inversor são isolados um do outro, quando este primeiro inversor alimenta a máquina 201. Pode igualmente ocupar uma posição fechada, na qual ele ligas uns aos outros os três braços 212, 213 e 214, para configurar as três bobinas 202, 203 e 204 em estrela, sem precisar acionar os interruptores comandados do primeiro inversor.

**[0060]** Este interruptor triplo 271 é com vantagem acoplado ao contator 236 de desconexão do primeiro barramento 206, de tal maneira que quando este contator 236 de conexão do primeiro barramento 206 é fechado, o interruptor triplo 271 é aberto, e reciprocamente. Assim, uma abertura do contator 236 provoca o fechamento do interruptor triplo 271, o que tem por efeito isolar eletricamente o conjunto do primeiro barramento, e de configurar em estrela as bobinas da máquina 201, inibindo (bloqueando) os transistores do primeiro inversor 211.

**[0061]** O segundo interruptor triplo 272 mantém os braços 232, os 233 e 234

isolados uns dos outros quando está aberto, e ele liga os mesmos uns aos outros quando está fechado, a fim de configurar a máquina 201 em estrela. É acoplado com vantagem ao segundo contator 237, seguindo um acoplamento análogo ao do primeiro interruptor triplo.

**[0062]** Esta variante da figura 2 melhora, ainda, a disponibilidade do acionador, porque permite configurar a máquina em estrela com um núcleo central, incluindo aí quando esta reconfiguração só pode ser obtida pilotando o inversor defeituoso. Tal situação pode, por exemplo, apresentar-se quando dois interruptores de um mesmo braço do inversor são bloqueados em posição aberta.

**[0063]** De acordo com um segundo modo de realização, o acionador que é representado em figura 3 sob a referência 300, é alimentado por duas redes elétricas trifásicas distintas. Este acionador 300 comporta todos os órgãos do acionador 100 da figura 1, estes órgãos tendo referências numéricas que correspondem às do acionador 100 aumentado do valor duzentos.

**[0064]** O acionador 300 comporta em entrada dois pontos de conexão, de referência 343 e 344 e situados respectivamente no nível do seu primeiro barramento 306 e do seu segundo barramento 307, aos quais são ramificados respectivamente uma primeira e uma segunda redes de alimentação elétrica trifásicas, de referência 346 e 347.

**[0065]** O primeiro contator 336 liga o retificador 308 do primeiro barramento 306 ao primeiro ponto de conexão 343, o segundo contator 337 ligando o retificador 328 do segundo barramento 307 ao segundo ponto de conexão 344. O primeiro barramento 306 assim é alimentado pela primeira rede elétrica trifásica 346, e o segundo barramento 307 é alimentado pela segunda rede elétrica trifásica 347.

**[0066]** O funcionamento é semelhante ao do acionador 100 da figura 1: no caso de defeito detectado sobre um dos barramentos, este pode ser desconectado e acionado para configurar a máquina em estrela, com um núcleo com potencial nulo, esta máquina sendo então alimentada pelo outro inversor, não defeituoso.

**[0067]** Na figura 4, representou-se um acionador 400 que é uma variante do acionador da figura 3. Ele comporta todos os órgãos do acionador 300 da figura 3,

estes órgãos recebendo as referências numéricas que correspondem às do acionador 300, aumentados do valor cem.

**[0068]** Este acionador 400 da figura 4 é uma variante do mesmo tipo que a do acionador 200 da figura 2. Ele compreende também um primeiro e um segundo interruptor triplo, 471 e 472, conectados respectivamente ao primeiro e ao segundo barramentos 406 e 407, e acoplados respectivamente aos contadores 436 e 437 associados a estes barramentos.

**[0069]** Como no caso da figura 2, estes interruptores triplos permitem reconfigurar as fases da máquina 401 em estrela, sem precisar acionar nem o primeiro nem o segundo inversor.

**[0070]** Em um terceiro modo de realização da invenção, o acionador é alimentado por uma primeira e uma segunda rede elétrica trifásicas, compreendendo ao mesmo tempo meios que permitem alimentar cada um dos seus dois barramentos quer com uma quer com a outra destas redes.

**[0071]** Este acionador 500 que é representado em figura 5 tem uma estrutura geral do mesmo tipo que a do acionador 300 da figura 3. Ele comporta todos os órgãos do acionador 300 da figura 3, estes órgãos com referências numéricas que correspondem às do acionador 300, mas aumentadas do valor duzentos.

**[0072]** Este outro acionador comporta dois pontos de conexão em entrada 543, 544, que são ligados às duas redes trifásicas 546 e 547. Os dois contadores 536 e 537, conectados respectivamente ao primeiro e ao segundo retificador, são ligados aos dois pontos de conexão 543, 544 por intermédio de um comutador com duas posições adicionais, de referência 539, e que é acionado pela unidade de comando 538. Este comutador 539 é com vantagem um contator de tipo 3PDTCO.

**[0073]** Este comutador pode ocupar quer uma primeira posição, como na figura 5, na qual ele liga eletricamente o primeiro ponto de conexão 543 ao primeiro contator 536, quer uma segunda posição na qual ele liga eletricamente o segundo ponto de conexão 544 ao segundo contator 537.

**[0074]** Em funcionamento normal, o comutador 539 pode ocupar a primeira posição: o primeiro contator 536 é então fechado, e o segundo contator 537 é aberto,

os interruptores do segundo inversor sendo acionados para configurar as bobinas da máquina em estrela. A máquina 501 é então configurada em estrela sendo alimentada desde a primeira rede elétrica trifásica 546, via o primeiro barramento 506.

**[0075]** Partindo desta situação, no caso de aparecimento de um defeito sobre o primeiro barramento 506, o primeiro contator 536 está aberto e o primeiro inversor é acionado para fechar os seus interruptores, depois o segundo contator 537 é fechado. A máquina é assim novamente configurada em estrela sendo alimentada desde a primeira rede trifásica 546, mas via seu segundo barramento 507.

**[0076]** Se agora, nesta situação, um defeito intervém sobre a primeira rede de alimentação 546, o comutador 539 é balanceado para a sua segunda posição, o que permite alimentar a máquina desde a segunda rede trifásica 547, via o segundo barramento 507.

**[0077]** Outros modos de funcionamento normal são igualmente possíveis. Os dois contadores 536 e 537 podem ser fechados de modo a alimentar a máquina via os dois inversores. O comutador 539 permite então conectar o acionador quer à rede 546, quer à rede 547.

**[0078]** No caso de defeito de uma rede, o comutador 539 permite conectar o acionador à outra rede. No caso de defeito de um inversor, o contator 536 ou 537 associado ao inversor defeituoso está aberto e o inversor defeituoso é acionado para configurar as bobinas da máquina elétrica em estrela. Neste caso, a máquina é alimentada por uma das duas redes selecionada posicionando o comutador 539, e via o inversor não defeituoso, fechando o contator 536, 537 que é associado ao mesmo.

**[0079]** Em variante, o acionador é provido com interruptores triplos adicionais para assegurar uma colocação em estrela sem precisar intervir nem sobre o primeiro nem sobre o segundo inversor.

**[0080]** Esta variante corresponde ao acionador 600 da figura 6. Este acionador 600 comporta todos os órgãos do acionador 500 da figura 5, estes órgãos tendo referências numéricas correspondendo às do acionador 500, aumentados do valor cem.

**[0081]** Este acionador 600 da figura 6 é uma variante do mesmo tipo que as

variantes 200 e 400 das figuras 2 e 4. Ele compreende também um primeiro e um segundo interruptores triplos, 671 e 672, conectados respectivamente ao primeiro e ao segundo barramentos 606 e 607, e acoplados respectivamente aos contadores 636 e 637 destes barramentos.

**[0082]** Como nos casos dos acionadores 200 e 400, estes interruptores triplos permitem reconfigurar às fases da máquina 601 em estrela, sem precisar acionar nem o primeiro nem o segundo inversor.

**[0083]** De acordo com um quarto modo de realização correspondendo ao acionador 700 da figura 7, o acionador é alimentado por uma primeira e uma segunda redes elétricas trifásicas, compreendendo ao mesmo tempo dois interruptores em três posições permitindo alimentar cada um dos seus dois inversores quer com uma quer com a outra destas redes.

**[0084]** Este acionador 700 tem uma estrutura geral do mesmo tipo que o acionador 300 da figura 3. Este acionador 700 comporta todos os órgãos do acionador 300 da figura 3, estes órgãos tendo referências numéricas correspondendo às de acionador 300, aumentadas do valor quatrocentos. Contudo, o primeiro e o segundo contadores, de referência 736 e 737, são aqui comutadores com três posições, em vez de serem interruptores comandados simples como no acionador 300. Estes componentes 736 e 737 são com vantagem contadores de tipo 3PDTCO.

**[0085]** Este comutador pode ocupar uma primeira posição, como na figura 7, onde ele liga o primeiro contator 736 ao primeiro ponto de conexão 743. Ele pode ocupar uma segunda posição na qual ele liga o contator 736 ao segundo ponto de conexão 744, bem como uma terceira posição na qual ele isola completamente o primeiro contator 736 da rede elétrica.

**[0086]** Este comutador é assim apto a alimentar o primeiro barramento 706 desde a primeira rede elétrica trifásica 746 quando está na primeira posição da figura 7. Quando está na segunda posição, ele alimenta este primeiro barramento 706 desde a segunda rede elétrica trifásica 747. Quando ele está na terceira posição, o primeiro barramento é desconectado das duas redes elétricas 746 e 747.

**[0087]** O segundo comutador que tem a mesma estrutura geral é assim ele

também capaz de alimentar o segundo barramento, a partir da primeira ou a partir da segunda rede, ou de desconectar estas redes.

**[0088]** Este acionador 700 possui as mesmas vantagens que o acionador 500 dado que ele pode ser acionado para alimentar eletricamente cada barramento 706, 707, quer desde a primeira rede elétrica 746, quer desde a segunda rede elétrica 747.

**[0089]** Em uma variante correspondendo ao acionador 800 da figura 8, o acionador é provido com dois interruptores triplos, de modo análogo aos acionadores 200, 400 e 600 das figuras 2, 4, e 6.

**[0090]** O primeiro e o segundo interruptor triplo, 871 e 872, permitem também reconfigurar a máquina em estrela, sem precisar agir, nem sobre o primeiro nem sobre o segundo inversor.

**[0091]** Aqui, os interruptores triplos não são acoplados aos contadores dos barramentos pelo fato de que estes contadores são comutadores com três posições. Mas o interruptor triplo e o contator associados a cada barramento são acionados conjuntamente pela unidade de comando 838.

**[0092]** De acordo com um quinto modo de realização representado em figura 9, um dos barramentos do acionador comporta uma bateria associada a um comutador, para poder ser recarregada pela rede de alimentação elétrica trifásica, ou para alimentar a máquina, de acordo com a posição ocupada por este comutador.

**[0093]** Este acionador 900 comporta os mesmos órgãos que o acionador 100 da figura 1, estes órgãos tendo as referências numéricas que para o acionador 100, mas aumentadas do valor oitocentos. Contudo, é uma bateria 951 e um interruptor 952 que são interpostos entre o retificador 928 e o inversor 931 do segundo barramento 907, em vez de um filtro LC, como no acionador 100.

**[0094]** A bateria deste acionador 900 é integrada ao seu segundo barramento 907, onde ela substitui o filtro LC ao ser interposta entre o retificador 928 e o inversor 931. Esta bateria tem seu primeiro terminal ligado ao retificador 928 e ao inversor 931, e seu segundo terminal ligado a um comutador 952 em duas posições.

**[0095]** Este comutador 952 pode ocupar uma primeira posição na qual ele liga o segundo terminal da bateria ao retificador para carregar o mesmo. Ele pode ocupar

uma segunda posição na qual ele liga o segundo terminal da bateria ao segundo inversor 931, para alimentar a máquina 901 desde a bateria e via este inversor 931.

**[0096]** Em funcionamento normal, os dois contatores 936 e 937 podem ser fechados, e o comutador 952 colocado na primeira posição. A bateria 951 então é recarregada pela rede trifásica, o segundo inversor 931 sendo ele menos isolado da rede pelo fato de o comutador 952 estar na primeira posição. Estes componentes 936 e 937 são com vantagem contatores de tipo 3PDTCO.

**[0097]** Neste caso, o segundo inversor 931 é acionado para fechar os seus interruptores de maneira a configurar as fases da máquina 901 em estrela, esta máquina sendo alimentada pela rede, via o primeiro inversor 911.

**[0098]** No caso de funcionamento irregular do primeiro barramento 906, o primeiro contator 936 é comandado em abertura, e o primeiro inversor 911 é acionado para configurar as fases da máquina 901 em estrela. O comutador 952 é acionado em seguida pela unidade de comando 938 para passar na sua segunda posição enquanto que o segundo inversor 931 é acionado para alimentar a máquina elétrica 901.

**[0099]** Nesta situação, a máquina é, portanto, alimentada desde a bateria 951, via o segundo inversor 931, enquanto que suas fases são colocadas em estrela, com um nóduo central com potencial flutuante, devido à abertura do primeiro contator 936 e o fechamento dos interruptores do primeiro inversor 911.

**[0100]** Neste quinto modo de realização, a bateria pode, por outro lado, ser explorada em modo regeneração: quando a máquina funciona em modo gerador em vez de motor, a bateria pode ser carregada pela máquina em vez de ser pela rede.

**[0101]** A bateria pode também ser explorada para limitar a potência máxima absorvida pelo acionador: quando o acionador absorve a sua potência máxima apenas pontualmente, a bateria pode ser carregada quando este acionador absorve apenas fraco uma potência elétrica, e pode ser utilizada quando o acionador tem necessidade de uma potência elétrica máxima.

**[0102]** De acordo com um sexto modo de realização representado em figura 10, o acionador é equipado igualmente com uma bateria, mas os seus barramentos são ligados à rede de alimentação não por intermédio de dois contatores, mas via um



único comutador com duas posições.

**[0103]** Este acionador 1000 comporta os mesmos órgãos que o acionador 900 da figura 9, que têm referências numéricas que correspondem às do acionador 900, aumentado do valor cem. Contudo, é aqui um comutador com duas posições 1056 que é interposto entre o seu ponto de conexão e os barramentos, em vez dos dois interruptores comandados que comporta o acionador 900.

**[0104]** Neste acionador 1000, os dois barramentos são ligados ao único ponto de conexão 1043 não por dois contadores independentes, mas por um comutador com duas posições de referência 1056. Este componente 1056 é com vantagem um contator de tipo 3PDTCO.

**[0105]** Este comutador comporta um primeiro terminal ligado ao primeiro retificador 1008 do primeiro barramento 1006, um segundo terminal ligado ao segundo retificador 1028 do segundo barramento 1007, e um terceiro terminal ligado ao terminal 1043 de alimentação da rede trifásica 1046.

**[0106]** Este comutador pode ocupar uma primeira posição na qual ele liga o primeiro retificador 1008 ao ponto de conexão 1043 para alimentar a máquina elétrica 1001 desde a rede trifásica 1046 e via o primeiro barramento 1006, por exemplo, em funcionamento normal.

**[0107]** Ele pode igualmente ocupar uma segunda posição na qual ele liga o segundo retificador 1028 ao ponto de conexão 1043. Se o comutador 1052 da bateria 1051 está na sua primeira posição, esta é carregada pela rede elétrica 1046, via o retificador 1028. Esta configuração permite notadamente assegurar a carga da bateria 1051 quando o acionador não é solicitado. O comutador 1052 é com vantagem um contator de tipo 3PDTCO.

**[0108]** Partindo de uma situação de funcionamento normal, se um defeito for detectado sobre o primeiro barramento, o comutador 1056 é comandado pela unidade 1038 para passar na segunda posição, e os interruptores do primeiro inversor 1011 são comandados em fechamento, o que tem por efeito configurar as fases da máquina 1001 em estrela, com um nó central com potencial flutuante.

**[0109]** O comutador 1052 pode então ser colocado na sua segunda posição pelo

comando 1038, que aciona então também o segundo inversor de modo que ele alimente a máquina elétrica 1001, que é assim alimentada desde a bateria.

**[0110]** Neste sexto modo de realização, a bateria pode também ser explorada em modo regeneração, de modo análogo ao quinto modo de realização. Ela permite igualmente limitar a potência máxima solicitada pelo acionador às redes de alimentação.

**[0111]** Na figura 11, representou-se uma variante do acionador 1000 da figura 10. Este acionador 1100 é uma variante do mesmo tipo que a das figuras 4, 6 8 e 10. O acionador é também provido com um primeiro e um segundo interruptores triplos, 1171 e 1172, conectados respectivamente ao seu primeiro e ao seu segundo barramento 1106 e 1107.

**[0112]** Como no caso das figuras 2, 4, 6 e 8, estes interruptores triplos permitem reconfigurar as fases da máquina 1101 em estrela, sem precisar acionar nem o primeiro nem o segundo inversor. Mas estes interruptores triplos são aqui independentes, ou seja, acionados diretamente pela unidade de comando 1138.

**[0113]** Nesta variante, a bateria pode também ser explorada em modo regeneração, de maneira análoga ao quinto e o sexto modos de realização. Ela permite igualmente limitar a potência máxima solicitada pelo acionador às redes de alimentação.

**[0114]** Nota-se que no quinto e no sexto modo de realização bem como nesta última variante, a bateria pode também ser carregada através da máquina e o inversor associado a esta bateria, igualmente com a máquina em estado parado como em rotação, o que permite não precisar de um retificador.

**[0115]** Por outro lado, no quinto e no sexto modo de realização e sua variante, o acionador é equipado com uma bateria elétrica, mas pode-se igualmente tratar de um supercondensador ou outro. De uma maneira mais geral, qualquer órgão de armazenamento elétrico pode ser utilizado neste quadro.

**[0116]** É necessário ainda notar que a invenção que foi apresentada no âmbito de acionadores providos de máquinas elétricas síncronas é aplicável igualmente aos acionadores providos de máquinas elétricas assíncronas. De modo geral, a invenção

é aplicável aos acionadores de máquinas elétricas polifásicas que podem ser alimentadas por dois conversores permitindo realizar uma arquitetura de alimentação de tipo série, com duas vias de conexão a uma mesma fonte elétrica ou a duas fontes elétricas distintas.

**[0117]** A ou as redes de alimentação elétrica podem ser do tipo alternado trifásico, como no caso dos exemplos que foram descritos, mas estas redes podem também ser do tipo alternado monofásico ou outro, os retificadores podendo ser, eles mesmos, retificadores simples com diodo ou retificadores comandados, como nos exemplos que foram descritos.

**[0118]** Por último, as redes de alimentação elétrica podem igualmente ser redes de corrente contínua, neste caso, os barramentos não precisam ser equipados com retificadores.

### REIVINDICAÇÕES

1. Acionador elétrico (100-1100) comportando uma máquina elétrica polifásica (101-1101), pelo menos um ponto de conexão (143-1143, 344-844) a uma rede de alimentação elétrica (146-1146, 347-847), um primeiro e um segundo barramento (106-1106, 107-1107) montados em paralelo entre a máquina (101-1101) e cada ponto de conexão (143-1143, 344-844), em que as conexões entre os primeiro e segundo barramentos se fazem unicamente via a máquina, o primeiro e o segundo barramento (106-1106, 107-1107) comportando respectivamente um primeiro e um segundo inversor (111-1111, 131-1131) para acionar esta máquina (101-1101) em frequência, cada inversor (111-1111, 131-1131) comportando vários braços providos, cada um, com dois interruptores comandados, cada fase da máquina (101-1101) sendo ligada aos dois interruptores de um braço do primeiro inversor (111-1111) por um lado, e aos dois interruptores de um braço do segundo inversor (131-1131) por outro lado, o acionador elétrico sendo caracterizado pelo fato de comportar adicionalmente meios comandados de conexão e de desconexão interpostos entre os barramentos (106-1106, 107-1107) e cada ponto de conexão.

2. Acionador (100, 200) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os meios comandados de conexão e de desconexão (143, 243) comportam um primeiro contator (136, 236) interposto entre um ponto de conexão (143, 243) a uma rede única e o primeiro barramento (106, 206), bem como um segundo contator (137, 237) interposto entre este mesmo ponto de conexão (143, 243) e o segundo barramento (107, 207).

3. Acionador (300-800) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de comportar um primeiro e um segundo ponto de conexão (343-843, 344-844) para alimentar o acionador a partir de duas redes de alimentação distintas, e no qual os meios comandados de conexão e de desconexão compreendem um primeiro contator (336-836) ligando o primeiro barramento (306-806) ao primeiro ponto de conexão (343-843) e um segundo contator (337-837) ligando o segundo barramento (307-807) ao segundo ponto de conexão (344-844).

4. Acionador (500-600) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado

pelo fato de comportar um primeiro e um segundo ponto de conexão (543-643, 544-644) para alimentar este acionador com duas redes de alimentação distintas, e no qual os meios comandados de conexão e de desconexão compreendem um primeiro contator (536-636) ligado ao primeiro barramento (506 - 606), um segundo contator (537-637) ligado ao segundo barramento (507-607), e um comutador com duas posições (539-639), para ligar o primeiro e o segundo contator (536-636, 537-637), quer ao primeiro ponto de conexão (543-643), quer ao segundo ponto de conexão (544-644).

5. Acionador (700-800) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de comportar um primeiro e um segundo ponto de conexão (743-843, 744-844) para alimentar este acionador com duas redes de alimentação distintas, e no qual os meios de conexão e de desconexão comandados compreendem um primeiro comutador com três posições (736-836), ligado ao primeiro barramento (706-806) bem como ao primeiro e ao segundo ponto de conexão (743-843, 744-844), e um segundo comutador com três posições (737-837) ligado ao segundo barramento (707-807) bem como ao primeiro e ao segundo ponto de conexão (743-843, 744-844).

6. Acionador (900-1100) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de comportar um ponto de armazenamento elétrico (951-1151) e um comutador com duas posições (952-1152) que são interpostos entre o ponto de conexão (943-1143) e o inversor (931-1131) de um dos barramentos (907-1107), este órgão de armazenamento elétrico (951-1151) tendo um terminal ligado ao ponto de conexão (943-1143) e ao inversor (931-1131) e um terminal ligado ao interruptor com duas posições (952-1152) para ser conectado quer ao ponto de conexão (943-1143) a fim de ser recarregado, quer ao inversor (931-1131) a fim de alimentar o mesmo ou se carregar.

7. Acionador (200, 400, 600, 800, 1100) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de comportar um interruptor múltiplo (271-1171, 272-1172) ligado aos dois interruptores de cada braço de um dos inversores, este interruptor (271-1171, 272-1172) podendo ocupar uma posição

aberta na qual estes braços são isolados uns dos outros ou uma posição fechada na qual estes braços são eletricamente ligados uns aos outros.

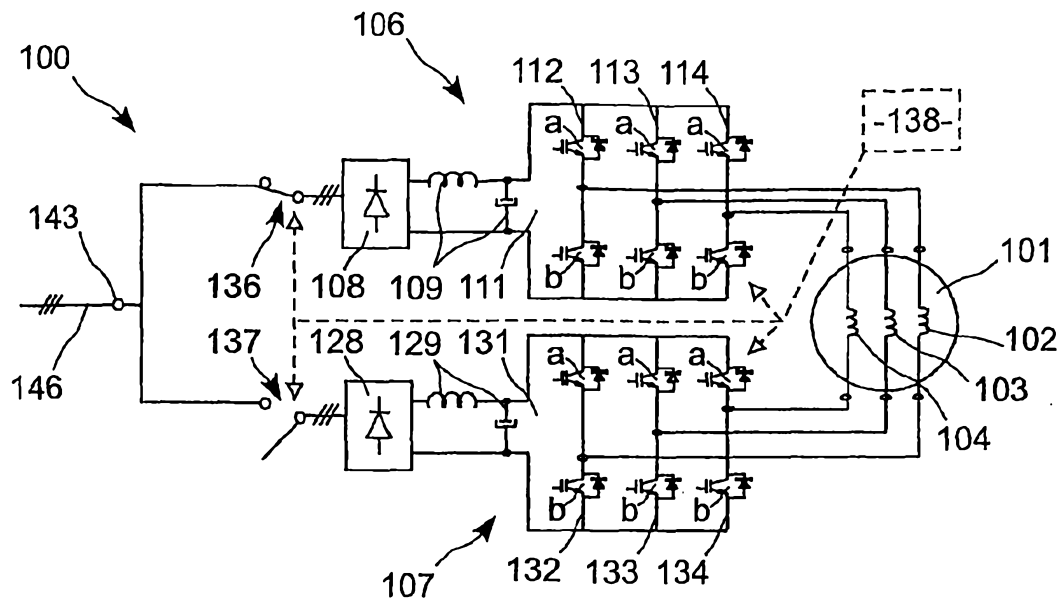


FIG. 1

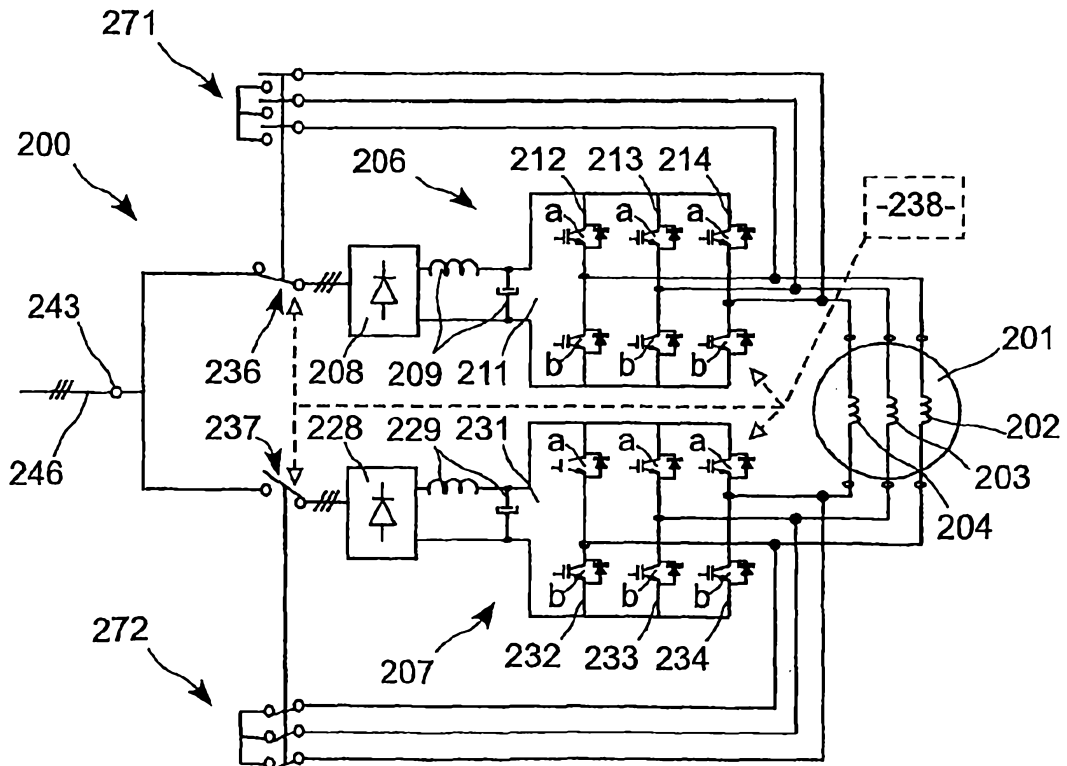


FIG. 2

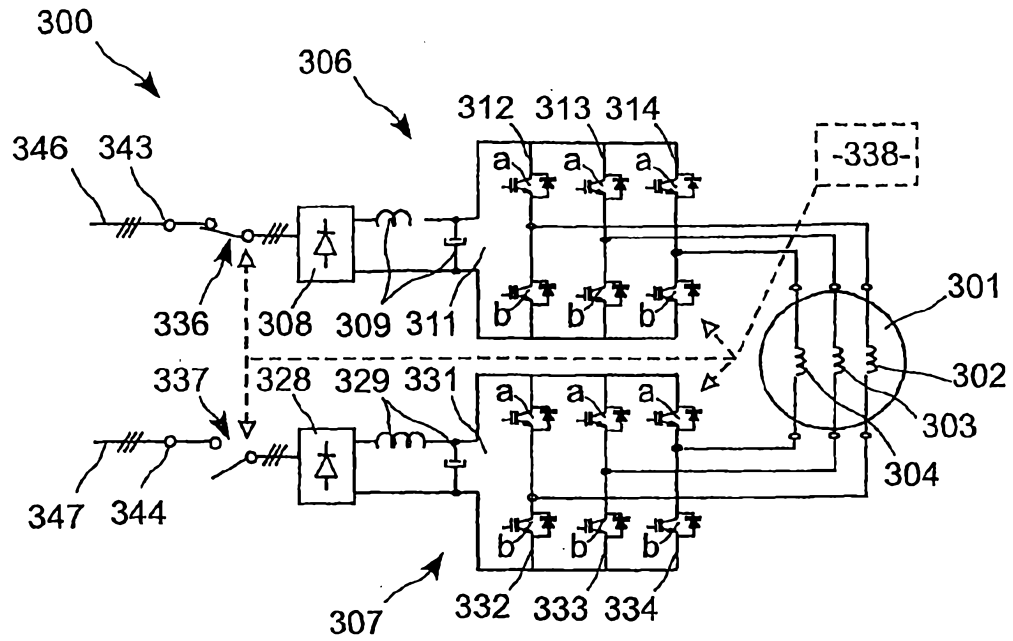


FIG. 3

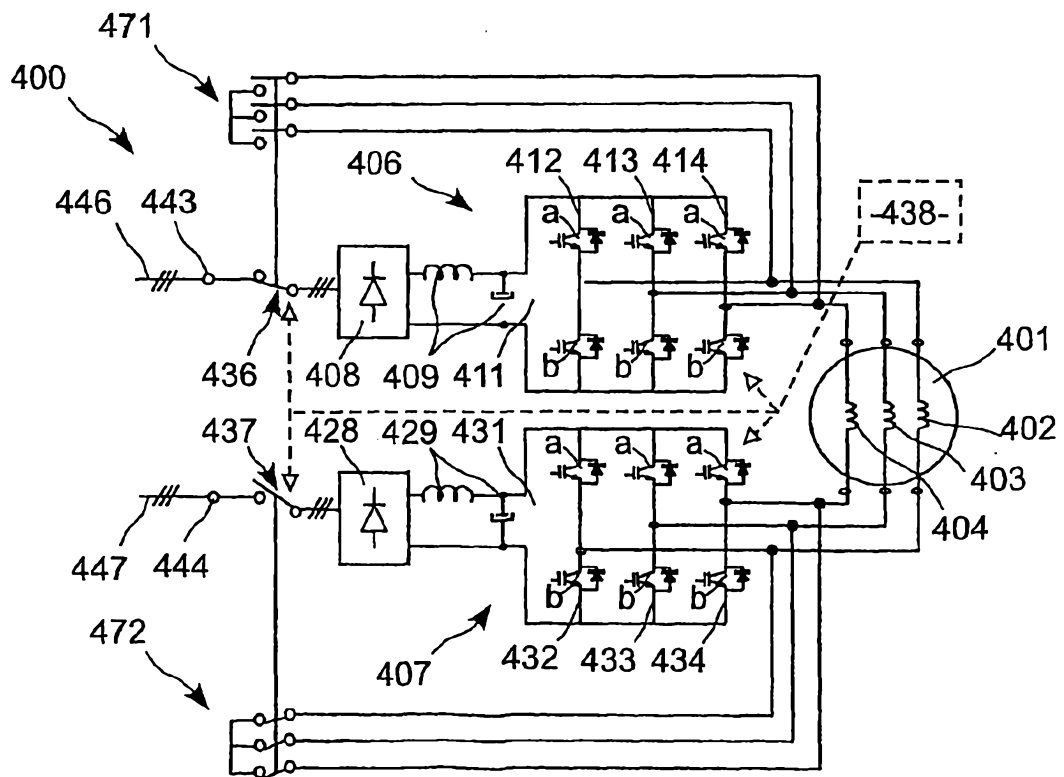


FIG. 4





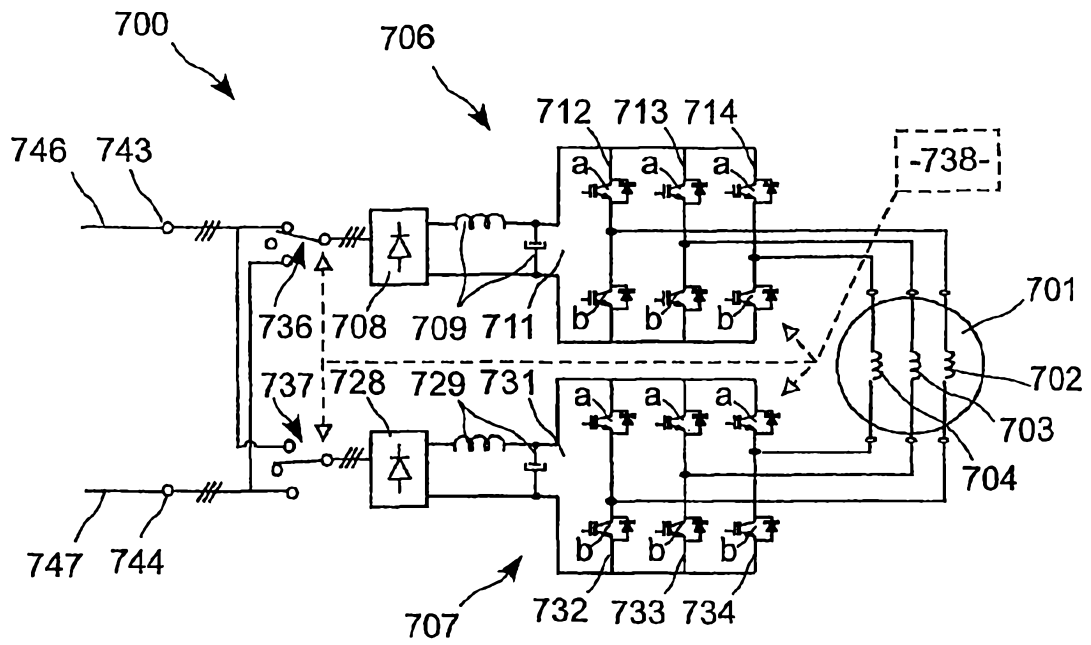


FIG. 7

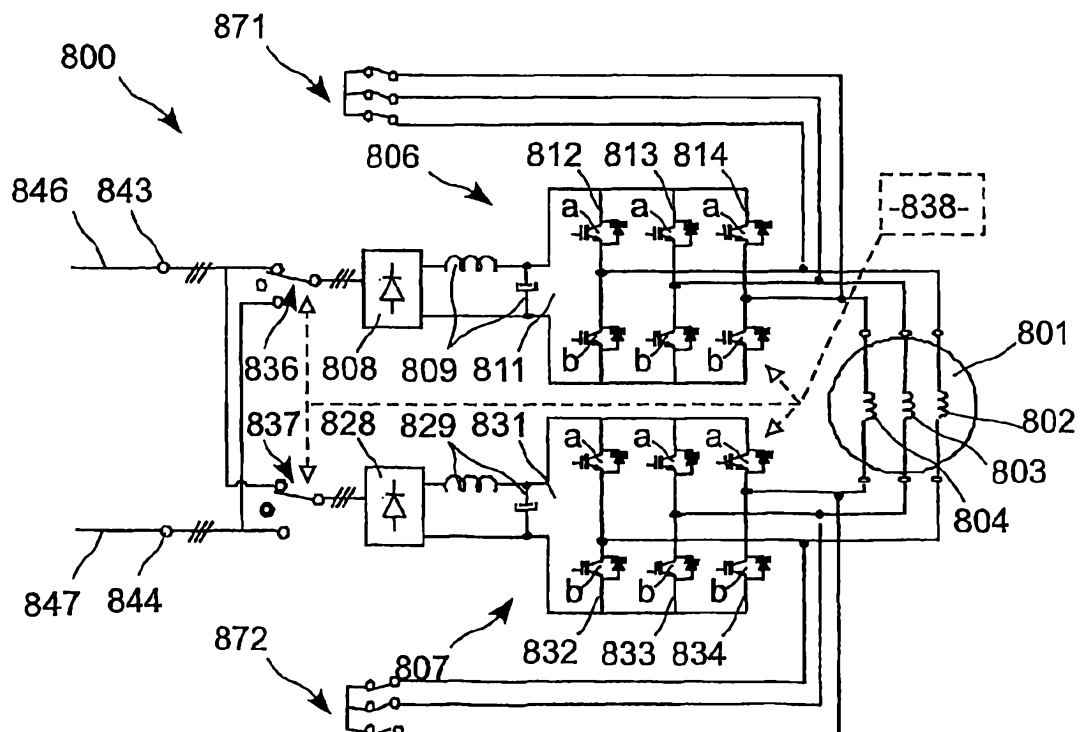


FIG. 8

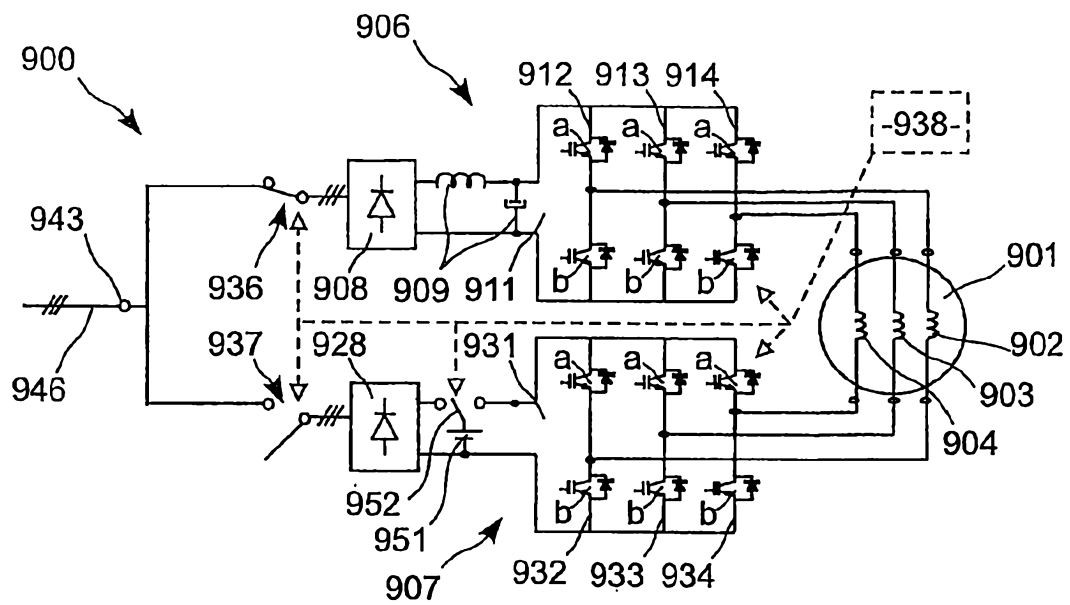


FIG. 9

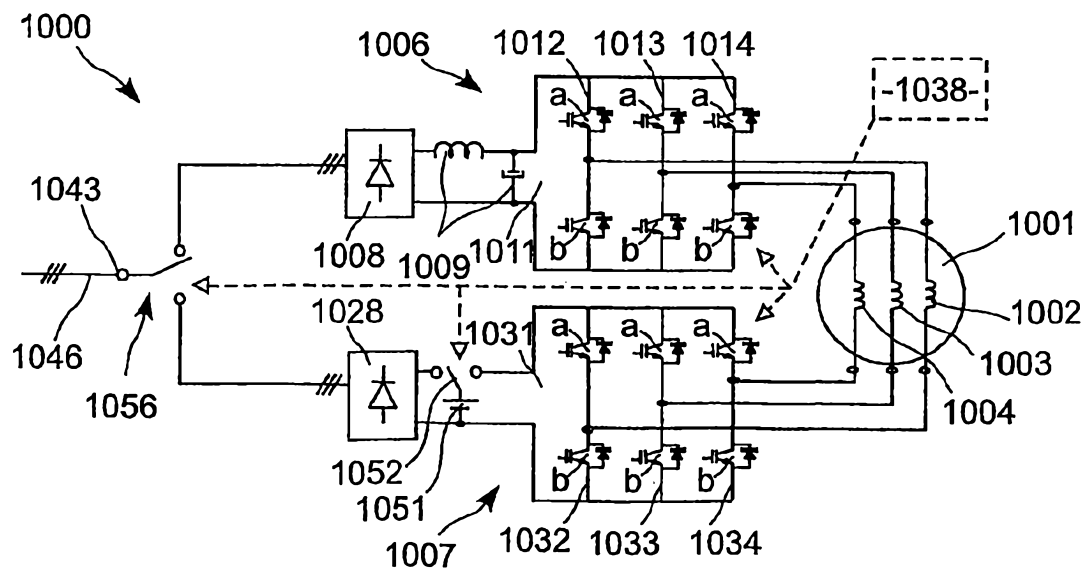


FIG. 10

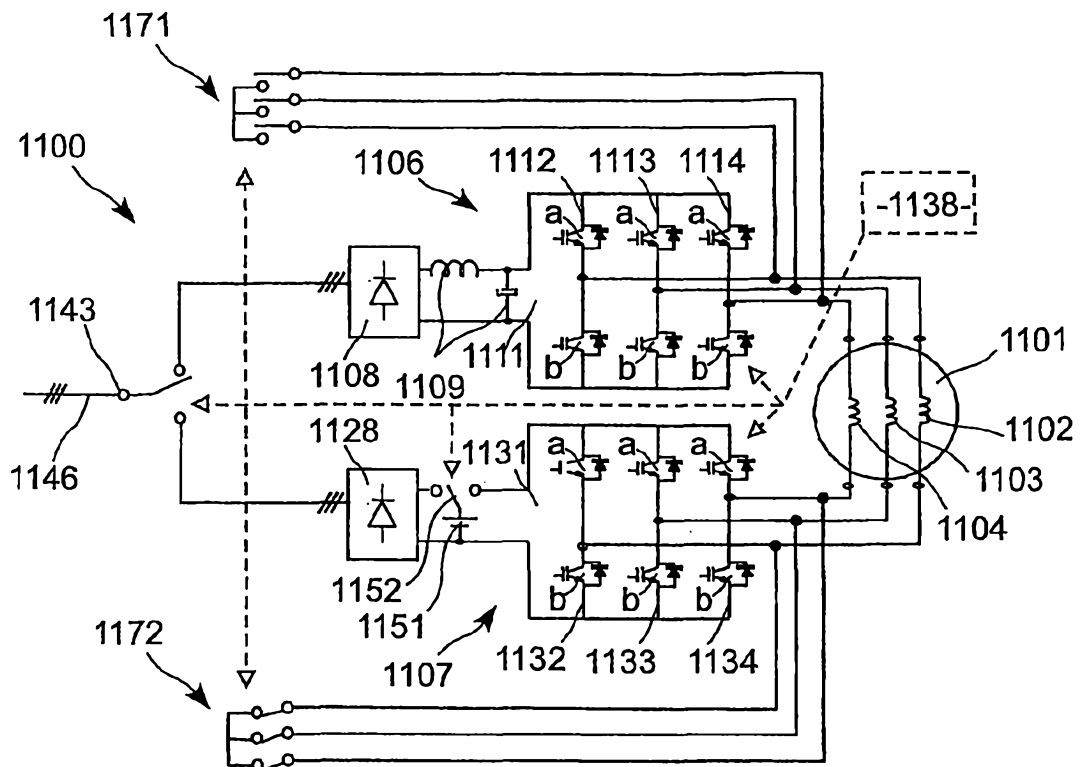


FIG. 11