



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

**(11) PI 1010593-0 B1**



**(22) Data do Depósito:** 16/06/2010

**(45) Data de Concessão:** 01/10/2019

---

**(54) Título:** DISPOSITIVO ELETRÔNICO, E, MÉTODO PARA CARREGAR E/OU GERAR ENERGIA PARA UM SISTEMA DE TRAÇÃO DE UM VEÍCULO MOTORIZADO ACOPLADO A UMA BATERIA

**(51) Int.Cl.:** B60L 11/18.

**(30) Prioridade Unionista:** 16/06/2009 FR 0954024.

**(73) Titular(es):** RENAULT S.A.S..

**(72) Inventor(es):** BENOIT BRIANE; SERGE LOUDOT.

**(86) Pedido PCT:** PCT EP2010058484 de 16/06/2010

**(87) Publicação PCT:** WO 2010/146092 de 23/12/2010

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 06/12/2011

**(57) Resumo:** DISPOSITIVO ELETRÔNICO, E, MÉTODO PARA CARREGAR E/OU GERAR ENERGIA PARA UM SISTEMA DE TRAÇÃO DE UM VEÍCULO MOTORIZADO ACOPLADO A UMA BATERIA Dispositivo (1) para gerar energia elétrica de um sistema de tração de um veículo motorizado energizado por uma bateria (2), compreendendo um primeiro estágio retificador (6) projetado para ser conectado a uma rede de alimentação de energia ou a uma carga a ser energizada (3), um segundo estágio inversor (7) projetado para ser conectado à bateria, e um meio para regular o fluxo médio de corrente entre o primeiro estágio (6) e o segundo estágio (7), caracterizado pelo fato de que ele compreende meios de controle (8) capazes de controlar uma transferência de energia elétrica entre a rede de alimentação de energia e a bateria ou a energização de uma carga.

“DISPOSITIVO ELETRÔNICO, E, MÉTODO PARA CARREGAR E/OU GERAR ENERGIA PARA UM SISTEMA DE TRAÇÃO DE UM VEÍCULO MOTORIZADO ACOPLADO A UMA BATERIA”

A invenção se refere à reversibilidade de um dispositivo para  
5 carregar uma bateria e para energizar uma carga a partir da bateria, e mais particularmente a um dispositivo integrado ao veículo tornando possível recarregar a bateria através do controle da corrente absorvida da rede ou energizar uma carga a partir da bateria do veículo.

“Reversibilidade”, no contexto da presente descrição, significa a  
10 capacidade de um e do mesmo dispositivo para ter uma primeira função de carregar uma bateria a partir de uma rede de alimentação de energia e uma segunda função de gerar energia elétrica para uma rede de eletricidade ou uma carga a partir da bateria.

Uma das principais desvantagens dos veículos elétricos se  
15 relaciona com sua disponibilidade. Especificamente, quando sua bateria está descarregada, o veículo elétrico permanece indisponível durante todo o período de recarga, que pode ser de até várias horas. A fim de reduzir o período para recarregar a bateria, é conhecida a prática de aumentar a energia de carga pelo aumento da corrente extraída da rede. Foi proposto também retirar esta corrente  
20 de uma rede trifásica, em vez de uma rede monofásica, a energia de carga sendo maior quando a corrente é extraída de uma rede de alimentação trifásica de energia.

Quando um veículo elétrico ou híbrido recarregável tem uma  
energia considerável de recarga, permitindo assim uma carga rápida, duas  
25 oportunidades operacionais podem surgir na medida em que a topologia eletrônica de recarga é reversível.

Uma primeira função torna possível retornar a energia para a rede de alimentação de energia de acordo com um ponto de ajuste do operador da

rede de distribuição de energia elétrica, oferecendo assim a possibilidade para o operador, em uma situação em que um número suficiente de veículos é provido com a mesma, otimizar o gerenciamento da rede de alimentação de energia.

5 A segunda função torna possível usar o veículo como uma fonte substituta de energia em caso de falha da rede de eletricidade doméstica, ou para usar esta fonte como um gerador em um local onde não há fornecimento de eletricidade.

Os documentos JP 2008 199780, JP 2007 062642, JP 08 12612 e US 5 099 186 descrevem uma arquitetura que compreende dois inversores e duas máquinas e uma configuração de CC/CC e conversor reversível entre uma  
10 bateria e um barramento contínuo. Essas arquiteturas permitem comutações apenas com uma rede monofásica. Além disso, os conversores não podem ser aplicados a um veículo elétrico capaz de acomodar uma carga trifásica.

O documento WO 2004 009397 descreve um dispositivo para  
15 carregar uma bateria de um veículo elétrico que permite que a energia seja mandada de volta para a rede de alimentação de energia apenas devido a uma re-configuração do circuito por relés, e que demanda um mínimo de indutores de filtração que não podem estar a bordo do veículo. Além disso, a voltagem da bateria deste dispositivo de carga deve ser compatível com a voltagem da rede  
20 de alimentação de energia.

O objetivo da invenção é, portanto, resolver as desvantagens mencionadas acima e, em particular, propor um dispositivo integrado de carga reversível que torna possível carregar uma bateria de um veículo motorizado diretamente a partir de uma rede monofásica ou trifásica e fazendo isso sem  
25 usar um contator, e energizar uma carga ou retornar a energia elétrica para a rede.

O assunto da invenção, de acordo com um primeiro aspecto, é, portanto, um dispositivo eletrônico para carregar e/ou para gerar energia

elétrica para um sistema de tração de um veículo motorizado acoplado a uma bateria, compreendendo um primeiro estágio retificador projetado para ser conectado a uma rede de alimentação de energia ou a uma carga a ser energizada, um segundo estágio inversor projetado para ser conectado à bateria,  
5 e meios para regular o fluxo médio de corrente entre o primeiro estágio e segundo estágio.

Este dispositivo compreende meios de controle capazes de controlar a transferência de energia elétrica entre a rede de alimentação de energia e a bateria ou a energização de uma carga.

10 Preferivelmente, os meios de controle compreendem meios de regulação de corrente capazes de regular a corrente de alimentação de energia da rede como uma função de um ponto de ajuste da rede de alimentação de energia e meios de regulação de voltagem capazes de regular a voltagem nos terminais de uma carga.

15 Além disso, o dispositivo pode compreender meios de conexão capazes de conectar diretamente o primeiro estágio retificador a um serviço de eletricidade trifásico ou monofásico, como uma rede de alimentação trifásica de energia ou para uma rede de alimentação monofásica de energia, ou uma carga.

Também é possível conectar o estágio de entrada do retificador  
20 para uma alimentação de energia de corrente alternada ou de corrente contínua monofásica.

Com vantagem, o primeiro estágio retificador pode compreender os primeiros meios controlados de retificação capazes de retificar a corrente em uma primeira direção de estado ligado e os segundos meios controlados de  
25 retificação capazes de retificar a corrente em uma segunda direção de estado ligado oposta à primeira direção de estado ligado.

O primeiro estágio pode compreender também meios de roda livre capazes de permitir que a corrente flua no segundo estágio quando os outros

elementos do primeiro estágio estão em um estado desligado.

Preferivelmente, os meios de roda livre compreendem um primeiro circuito de roda livre capaz de permitir que a corrente flua em uma direção e um segundo circuito de roda livre capaz de permitir que a corrente flua em  
5 outra direção oposta à direção do primeiro circuito.

Os meios de roda livre preferivelmente compreendem pelo menos um diodo de roda livre e/ou pelo menos um transistor de roda livre.

O diodo de roda livre, se ele pode ser funcionalmente eliminado para o benefício de um circuito menor de um braço do estágio de entrada, tem a  
10 vantagem de reduzir as perdas por dissipação. Especificamente, a dissipação em um diodo é muito menor do que quando a corrente tem que fluir em dois diodos e dois transistores em série. Ele também tem uma vantagem na segurança da operação no evento de desvio ou perda de controle. Especificamente, neste caso, o procedimento usado é limitado a ordenar todos  
15 os transistores para o estado desligado e a corrente das bobinas do estator pode então continuar a fluir através deste diodo.

Na direção oposta à direção de estado ligado do diodo de roda livre, um transistor de roda livre pode ser usado. Este transistor de roda livre controlado está então no estado ligado somente quando a corrente flui na  
20 direção oposta à direção de estado ligado do diodo de roda livre e os outros transistores do primeiro estágio estão no estado desligado.

Desde que o dispositivo pode ser projetado para ser instalado em um veículo motorizado compreendendo pelo menos um dispositivo de tração elétrica, isto é, um dispositivo que compreende pelo menos um motor elétrico e  
25 um estágio inversor, o segundo estágio inversor pode ser vantajosamente formado pelo estágio inversor do sistema de tração do veículo.

Desta maneira, o dispositivo de carga é assim integrado no veículo e não exige o uso de um estágio adicional inversor de saída para uma extensão

em que é feito uso do estágio inversor já presente no veículo.

Com vantagem, o dispositivo pode incluir meios de filtração integrados dentro do veículo que são capazes de filtrar a corrente da rede de alimentação de extraída pelo dispositivo.

5 A corrente extraída da rede de alimentação trifásica de energia pode ser essencialmente filtrada por capacitores de entrada e por um filtro de compatibilidade eletromagnética (EMC) de modo que esta corrente satisfaz ao gabarito harmônico das exigências para conexão com a rede.

10 Além disso, a indutância das bobinas do estator do veículo elétrico pode ser usada como um filtro *buffer* de energia. Especificamente, quando a energia de carga é alta, a exigência de espaço e o peso de tal filtro indutivo e/ou capacitivo tornariam proibitiva a instalação dos mesmos a bordo de um veículo motorizado.

15 Preferivelmente, os meios de filtração integrados no veículo compreendem meios de proteção capazes de proteger o circuito de picos de corrente quando o dispositivo está conectado a uma rede de alimentação de energia.

20 Os meios de proteção podem compreender um triac para cada fase da rede de alimentação de energia, ou uma disposição equivalente a um triac, como uma disposição antiparalela de dois tiristores.

De acordo com outro aspecto, a proposta é para um método de carga/ou geração de energia elétrica para um sistema de tração de um veículo motorizado acoplado a uma bateria.

25 Neste método, o usuário controla uma transferência de energia elétrica entre a rede de alimentação de energia e a bateria, ou controla a energização de uma carga passiva.

Quando uma transferência de energia elétrica é controlada entre a rede de alimentação de energia e a bateria, é vantajosamente possível regular a

corrente gerada em cada fase da rede de alimentação de energia com base em um ponto de ajuste da corrente gerada com base em uma medição da voltagem da rede de alimentação de energia.

Quando o usuário controla a energização de uma carga, é  
5 vantajosamente possível regular a voltagem nos terminais de carga com o auxílio de um circuito de regulação.

É vantajosamente possível conectar diretamente o primeiro estágio para uma rede de alimentação trifásica de energia ou para uma rede de alimentação monofásica de energia ou a uma carga.

10 Em outras palavras, o primeiro estágio é conectado a uma rede de alimentação trifásica ou monofásica de energia sem o uso de um contator. É, portanto possível assegurar a operação como um carregador e como tração sem precisar usar contatores a fim de comutar de uma configuração para a outra.

Além disso, é possível conectar diretamente o primeiro estágio  
15 para uma rede de alimentação de energia de corrente contínua monofásica.

Vantajosamente, a corrente de um segundo estágio dos meios de roda livre é deixada fluir em uma fase de roda livre.

Assim, a corrente distribuída pelas bobinas do estator podem continuar a fluir nos diodos de roda livre.

20 Preferivelmente, a corrente da rede de alimentação de energia é filtrada com o auxílio de meios integrados de filtração.

Vantajosamente, os meios integrados de filtração são protegidos de picos de corrente devido à conexão com a rede de alimentação de energia.

25 Outras vantagens e aspectos da invenção se tornarão evidentes quando examinando a descrição detalhada de uma forma de realização que não é de modo algum limitante de um dispositivo para carregar e/ou para gerar energia elétrica de acordo com a invenção e os desenhos anexos em que:

- A Figura 1 representa esquematicamente um dispositivo para

carregar e/ou gerar energia elétrica de um veículo elétrico de acordo com uma forma de realização;

- A Figura 2 ilustra de uma maneira mais detalhada, uma forma de realização de um dispositivo para carregar e/ou gerar energia elétrica;

5           - A Figura 3 mostra um exemplo de meios de controle para um dispositivo conectado a uma rede de alimentação de energia;

- A Figura 4 mostra um exemplo de meios de controle para um dispositivo conectado a uma carga;

10           - A Figura 5 representa outra forma de realização de um dispositivo para carregar e/ou gerar corrente;

- A Figura 6 representa esquematicamente meios para proteger os meios integrados de filtração;

15           - A Figura 7 mostra um fluxograma de um método para gerar energia elétrica para uma rede de alimentação de energia elétrica de acordo com uma forma de realização;

- A Figura 8 mostra um fluxograma de um método para a energização de uma carga de um dispositivo para carregar e/ou gerar eletricidade ou um sistema de tração de um veículo motorizado de acordo com uma forma de realização.

20           A Figura 1 mostra esquematicamente um dispositivo 1 para carregar e/ou gerar energia elétrica de um sistema de tração de um veículo motorizado elétrico ou híbrido acoplado a uma bateria 2. O dispositivo também é acoplado a uma rede de alimentação de energia ou a uma carga 3.

25           Este dispositivo é um dispositivo integrado, isto é instalado a bordo do veículo. Ele é projetado, em um modo de recarga, para carregar a bateria a fim de alimentar a energia necessária para a propulsão e, em um modo de geração, para energizar uma carga da corrente fornecida pela bateria. Também deve ser notado que ele é projetado para carregar a bateria ou a partir



de uma rede de alimentação monofásica de energia ou a partir de uma rede de alimentação trifásica de energia. Finalmente ele é projetado, em um modo de recarga, para retornar energia elétrica para a rede de alimentação de energia de acordo com um ponto de ajuste de alimentação de energia da rede.

5 O dispositivo 1 compreende meios de conexão 4 para tornar possível conectar o dispositivo de carga 1 para a rede de alimentação e energia ou para a carga 3. Por exemplo, um meio de conexão apropriado pode ser um conjunto de conectores industriais comercialmente disponíveis de Yazaki de acordo com o padrão SAE J 1772. Outros plugues similares também podem ser  
10 apropriados. Ele também compreende meios de filtração 5 tornando possível filtrar a corrente da rede de alimentação de energia extraída pelo dispositivo 1.

O dispositivo 1 compreende também um primeiro estágio retificador 6 acoplado à saída dos meios de filtração 5 tornando possível retificar a corrente alternada que se originou da rede de alimentação de energia  
15 3, ou retificar a corrente que é distribuída ao mesmo através de um segundo estágio inversor 7 conectado a bateria 2. O primeiro estágio 6 e o segundo estágio 7 são controlados pelos primeiros e segundos meios de controle, respectivamente 8 e 9, que podem ser controladores independentes.

Os primeiros meios de controle 8 do estágio de entrada 6 recebem  
20 como uma entrada um sinal que se origina de um módulo 10 para medir a corrente de saída do estágio de entrada 6, tornando possível também, em um modo de recarga, controlar a regulação da corrente média que se originou do primeiro estágio retificador 6. Especificamente, a corrente média que se originou do primeiro estágio retificador 6 é controlada para ser igual a um valor  
25 da corrente estabelecido com base na corrente máxima alimentada por uma rede de alimentação de energia 3 e como uma função de um coeficiente de pelo menos igual a uma relação entre uma voltagem máxima retificada pelo primeiro estágio retificador 6 e a voltagem da bateria 2.

A Figura 2 mostra de uma maneira mais detalhada uma forma de realização de um dispositivo 1 para carregar e/ou gerar energia elétrica de um sistema de tração de um veículo motorizado elétrico ou híbrido acoplado a uma bateria 2.

5 O dispositivo 1 mostrado na Figura 2 compreende três fases disponíveis. As três fases podem ser acopladas a uma rede de alimentação trifásica de energia ou uma rede de alimentação monofásica de energia. Neste último caso, as duas fases disponíveis são acopladas à fase e ao neutro da rede de alimentação monofásica de energia, e a terceira fase disponível não é usada.  
10 As três fases também podem ser acopladas a uma carga a ser energizada no modo trifásico ou monofásico.

O primeiro estágio retificador 6 compreende um primeiro circuito de retificação compreendendo diodos 11 que estão no estado ligado em uma primeira direção do fluxo da corrente, diodos os quais são acoplados em série  
15 para transistores 12a. O primeiro circuito de retificação compreende três ramificações idênticas acopladas em paralelo. Cada uma das ramificações compreende uma disposição em série compreendendo sucessivamente um diodo 11a, dois transistores 12-a, e um diodo 11a. Cada ramificação é acoplada também a uma fase distinta, o acoplamento sendo realizado entre os dois  
20 transistores 12a.

Este primeiro circuito de retificação é acoplado em paralelo com pelo menos um diodo de roda livre 13a que está no estado ligado na primeira direção do fluxo da corrente.

Além disso, o primeiro estágio retificador 6 compreende um  
25 segundo circuito de retificação compreendendo diodos 11b, que estão no estado ligado em uma segunda direção de fluxo da corrente oposta à primeira direção, acoplado em série com os transistores 12b. O segundo circuito de retificação também compreende três ramificações idênticas acopladas em paralelo. Cada

das ramificações compreende uma disposição em série compreendendo sucessivamente um diodo 11b, dois transistores 12b e um diodo 11b. Cada ramificação é acoplada também a uma fase distinta, o acoplamento sendo realizado entre os dois transistores 12b.

5                Este segundo circuito de retificação é acoplado em paralelo a pelo menos um transistor de roda livre 13b, que está de estado ligado na segunda direção do fluxo da corrente oposta a primeira direção de fluxo. Os primeiros e segundos circuitos de retificação são acoplados juntos a fim de fazer apenas um  
10              circuito compreendendo seis ramificações de retificação e duas ramificações da roda livre.

                O primeiro estágio retificador 6 é acoplado na saída de um módulo 10 para medir a corrente que se originou do estágio de entrada 6, como um amperímetro, com a finalidade de regular esta corrente através do controle do primeiro estágio retificador 6.

15              O segundo estágio inversor 7 é acoplado à saída do módulo de medição 10 através de três bobinas do estator 14. Cada bobina do estator 14 é acoplada na entrada do módulo de medição 10. Portanto, a corrente que se origina do estágio de entrada do retificador 6 é dividida nas três ramificações de um circuito do segundo estágio inversor 7.

20              Especificamente, o segundo estágio inversor 7 compreende também um circuito compreendendo três ramificações acopladas em paralelo. Cada ramificação compreende um acoplamento em série de duas disposições cada compreendendo um diodo 15 e um transistor 16 acoplados em paralelo. Os dois diodos 16 de uma e da mesma ramificação são montados na mesma  
25              direção no estado de funcionamento.

                Cada bobina 14 é acoplada a uma ramificação do circuito do segundo estágio inversor 7. O acoplamento é realizado entre as duas disposições acopladas em série.

O segundo estágio inversor 7 também é acoplado à bateria 2.

No modo de recarga, isto é, quando o dispositivo 1 é conectado a uma rede de alimentação de energia, a carga do dispositivo pode ser otimizado. A otimização do dispositivo 1 consiste em ajustar a corrente média mínima de saída do primeiro estágio retificador 6, como uma função da voltagem da bateria 2 em vez de deixar esta corrente permanentemente em seu mais alto valor. Desde que a quantidade de entrada de corrente na bateria diminui enquanto a bateria está sendo carregada a uma alimentação de energia constante, a corrente média mínima de saída do primeiro estágio retificador 6 pode ser diminuída e é mantida acima do valor da corrente que é introduzida na bateria 2 por um valor fixo pré-determinado de corrente. Este valor pré-determinado de corrente é escolhido para assegurar que a corrente média de saída do primeiro estágio retificador 6 seja em todos os momentos maior do que a entrada de corrente na bateria considerando imperfeições, como ondulação, no sinal da corrente média de saída do primeiro estágio retificador 6.

Em uma forma de realização exemplar não limitativa, o dispositivo 1 é conectado a uma rede de alimentação de energia trifásica de 400 Volts que alimenta uma corrente de 32 amps. A corrente na bateria 2 é de cerca de 70 amps a uma voltagem da bateria de 300 Volts. Portanto, os meios de controle 8 ajustam o valor fixo pré-determinado de 20 amps. Assim, quando a corrente na bateria 2 é medida em 70 amps, os primeiros meios de controle 8 controlam o primeiro estágio 6 de modo que a corrente média mínima de saída é igual a 90 amps (isto é, igual a 70 amps da bateria 2 mais o valor fixo pré-determinado de 20 amps).

Isso melhora a eficiência do primeiro estágio retificador 6, reduzindo as perdas dos transistores 12 que comutam uma corrente mais baixa.

Nessas condições, o dispositivo de carga obtém uma voltagem

média na saída do primeiro estágio retificador 6, isto é, nos terminais do diodo de roda livre 13a, que é menor do que a voltagem da bateria 2. O segundo estágio inversor 7 consistindo do inversor de tração e das bobinas do estator 14 podem então ser controlados.

5 Mais particularmente, a voltagem média baixa é devido às fases de roda livre, isto é, as fases de condução, do diodo de roda livre 13a durante o que a voltagem em seus terminais é virtualmente zero, dando ou tomando a queda de voltagem da junção do diodo 13.

10 É possível, portanto, controlar sequencialmente cada transistor 12a do primeiro estágio retificador 6 com as fases da roda livre, em virtude dos primeiros meios de controle 8 do estágio de entrada. É, portanto possível controlar diretamente o estágio de entrada do retificador 6 ajustando um ciclo de trabalho de um sinal de transistor de comutação ou usando um circuito de regulação, ou usando um circuito de regulação e ajustando o ciclo de trabalho  
15 do sinal de comutação, a fim de enviar a corrente dentro das fases da rede de alimentação de energia de acordo com um dado valor proveniente do circuito de regulação. Esta corrente da fase da rede de alimentação de energia é distribuída em pulsos de alta frequência (no mínimo dez vezes maior do que a frequência da rede), com ciclo de trabalho variável, variando com um ponto de  
20 ajuste da corrente. O diodo 13A atua como um diodo de roda livre quando todos os transistores estão no estado desligado, evitando assim que o estágio de entrada do retificador 6 interrompa abruptamente o fluxo de corrente no estator.

É, por exemplo, possível otimizar o espectro da voltagem nos terminais do diodo roda livre 13a, tendo a voltagem através dos terminais das  
25 bobinas do estator 14 sendo tão pequenas quanto possível, minimizando assim a ondulação de voltagem na corrente de saída do retificador. Esta voltagem é, então, melhor filtrada pelo estator do veículo elétrico.

É possível também minimizar o número de comutações e, portanto

as perdas geradas pelo primeiro estágio retificador 6. Em contraste, a voltagem produzida neste caso contém harmônicas de frequência mais baixa, por exemplo, até seis vezes a frequência da rede de alimentação de energia, que será então menos filtrada pelas bobinas do estator 14. Portanto, um  
5 compromisso pode ser encontrado entre ter perdas reduzidas no primeiro estágio do retificador 6 e perdas (principalmente pelo calor) induzidas pelas harmônicas de frequência mais baixa nas bobinas do estator 14.

Os primeiros meios de controle 8 do primeiro estágio 6 controlam a corrente extraída da rede de alimentação trifásica de energia 3 por relações  
10 cíclicas dos pulsos da corrente que são aplicados aos eletrodos de controle dos transistores 12a do primeiro estágio retificador 6.

O segundo estágio inversor 7 compreende elementos específicos para a tração do veículo elétrico. Em outras palavras, o estágio inversor do sistema de tração neste exemplo forma o segundo estágio 7 do dispositivo 1.

15 Neste caso, a função deste segundo estágio é alimentar uma corrente definida de carga na bateria, necessariamente menor do que a corrente média que se originou do primeiro estágio retificador 6, com base na corrente regulada que se originou do primeiro estágio retificador 6.

A fim de limitar o espectro harmônico das correntes que fluem na  
20 bateria, cada ramificação do segundo estágio inversor 7 pode ser controlada também pelo segundo meio de controle 9, que pode ser independente do meio de controle 8 do primeiro estágio 6. A fase de pulso de cada ramificação do circuito do segundo estágio inversor 7 é, por exemplo, deslocada por um terço de um período.

25 Cada ramificação do circuito do segundo estágio inversor 7 pode ser dirigida individualmente com um circuito de regulação que é específico para ela, ou coletivamente, isto é, a mesma relação cíclica é aplicada para o controle de cada ramificação.

O segundo circuito de retificação compreende os diodos 11b, os transistores 12b e o transistor de roda livre 13b que estão no estado ligado na segunda direção do fluxo da corrente possibilitam tornar o carregador reversível. Isso quer dizer que o dispositivo 1 também pode ser usado em um modo de geração de energia elétrica. A operação no modo de geração é simétrica com a função no modo de recarga exceto para a fase de roda livre que é controlada por um transistor de roda livre 13b.

No modo de geração de energia elétrica, o controle do primeiro estágio 6 difere dependendo da conexão do dispositivo 1. Especificamente, o controle será diferente se o dispositivo 1 é conectado a uma rede de alimentação de energia e retorna a energia elétrica para a rede de alimentação de energia, no caso em que o dispositivo 1 é conectado a uma carga que é para ser energizada pelo dispositivo 1.

Estas diferenças de controle são explicadas com as figuras 3 e 4 seguintes.

A Figura 3 mostra um exemplo de um meio de controle 20 para uma regulação da corrente do primeiro estágio 6 quando o dispositivo 1 é conectado a uma rede de alimentação de energia.

O aspecto particular do controle consiste em controlar a amplitude, que é a energia, da corrente em fase com a voltagem injetada na rede. Os meios de controle 20 estão incluídos nos primeiros meios de controle 8 do primeiro estágio retificador 6.

Os meios de controle 20 são feitos a fim de regular a corrente gerada na rede de alimentação de energia. Eles também permitem a colocação em fase do ponto de ajuste da corrente, a voltagem da rede, o controle do circuito fechado da amplitude dessa corrente, a colocação no local de uma estratégia de modulação que gera o controle dos transistores. Eles compreendem meios de computação 21, por exemplo, um controlador digital,

meios de fase 22 como um circuito PLL (circuito fechado de fase), primeiros meios de comparação 23 meios de regulação de corrente 24, meios de somatório 25, meios de pró-atuação 26, e meios estratégicos 27, tais meios de 23 a 27 podendo ser implementados como funções matemáticas no controlador digital.

O princípio de controle consiste em bloquear a corrente gerada na rede de alimentação de energia a fim de controlar a energia alimentada e a forma da corrente, a fim de atender às condições de conexão impostas pelo controlador da rede de alimentação de energia por um lado, e para maximizar o fator de energia, por outro lado, o fator de energia sendo definido pelo cosseno da diferença de fase entre a corrente e a voltagem da rede.

Um ponto de ajuste da corrente  $AI_{Rede}$ , correspondendo à amplitude da corrente que o dispositivo deseja re-injetar na rede de alimentação de energia, é distribuído para os meios de computação 21 também recebendo como uma entrada uma medição da voltagem da rede de alimentação de energia  $U_{Rede}$ , a voltagem imposta pelo distribuidor da rede de alimentação de energia, através de meios de fase 22, como um circuito fechado de fase, por exemplo. Os meios de computação 21, portanto distribuem como uma saída de um ponto de ajuste da corrente da rede em fase com a voltagem nos terminais da rede.

O ponto de ajuste da corrente da rede é distribuído para os primeiros meios de comparação 23 que também recebem como uma entrada uma medição da corrente da rede correspondente a corrente realmente retornada pelo dispositivo 1 para a rede de alimentação de energia. O primeiro meio de comparação 23 determina a diferença que existe entre o ponto de ajuste de corrente da rede e a medição da corrente da rede, e distribuir o valor desta diferença para os meios de regulação de corrente 24.

Os meios de regulação de corrente 24 distribuem então como uma saída um sinal de regulação para os meios de soma 25 que também recebem



como uma entrada o ponto de ajuste da corrente da rede que se originou dos meios de computação 21 através dos meios de pró-ação 26 capazes de modificar o ponto de ajuste da corrente da rede. Os meios de soma 25 distribuem como uma saída um sinal resultante dos dois sinais de entrada para os meios estratégicos 27 capazes de determinar um controle do dispositivo 1, por exemplo, de acordo com os valores armazenados em uma memória do controlador digital em uma tabela de tipo de consulta, a fim de regular a corrente do dispositivo 1 gerada para a rede de alimentação de energia.

A Figura 4 mostra um exemplo dos meios de controle 30 para regular a voltagem do primeiro estágio 6 quando o dispositivo é conectado a uma carga. Os meios de controle 30 estão incluídos nos primeiros meios de controle 8 do primeiro estágio retificador 6.

Nesta configuração, a carga deve ser alimentada com uma voltagem regulada independentemente da corrente distribuída, dentro do limite da corrente máxima permitida.

Os meios de controle de regulação de voltagem 30 compreendem segundos meios de comparação 31, meios de regulação de voltagem 32, meios de saturação 33 e meios de estratégia 34. Esses meios 30-34 podem ser implementados como funções matemáticas no controlador digital.

Um ponto de ajuste de voltagem, correspondendo à voltagem que o dispositivo 1 deve distribuir para a carga conectada, é distribuído para os segundos meios de comparação 31 que também recebe como uma entrada uma medição da voltagem distribuída pelo dispositivo 1 nos terminais de carga,  $U_{\text{carga}}$ . Os segundos meios de comparação 31 determinam a diferença entre os dois sinais e distribuem o sinal resultante para os meios de regulação de voltagem 32.

Os meios de regulação de voltagem 32 determinam um sinal de regulação de voltagem que eles distribuem para os meios de saturação 33 que

são capazes de saturar a amplitude da corrente distribuída pelo dispositivo 1 para a carga a fim de não sobrecarregar o conversor, reduzindo assim a voltagem aplicada à carga quando sua impedância se torna muito baixa, a fim de limitar a corrente distribuída ao seu máximo.

5 Os meios de saturação 33 distribuem como uma saída de um sinal, saturado se necessário, para os meios de estratégia 34 que são capazes de determinar um controle do dispositivo 1, por exemplo, combinando o sinal recebido dos meios de saturação 33 para um valor de voltagem desejado por meio de uma tabela de tipo de consulta, a fim de regular a voltagem do  
10 dispositivo 1 gerada nos terminais de carga.

A estrutura dos meios de controle 9 pode ser substancialmente a mesma do meio de controle 8. Estes meios de controle podem ser implementados em um único controlador comum ou em dois controladores separados e distintos.

15 A Figura 5, em que os elementos que são idênticos aos da Figura 2 têm as mesmas referências, mostra outra forma de realização de um dispositivo 1.

Nesta forma de realização, as três fases são marcadas  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$  e neutro é marcado N. Neste caso, um segundo diodo de roda livre 17 é  
20 adicionado ao primeiro circuito de roda livre do primeiro estágio retificador 6 e um segundo transistor de roda livre 18 é adicionado ao segundo circuito de roda livre do primeiro estágio retificador 6. O segundo circuito roda livre segundo 17 é acoplado em série a montante do primeiro diodo de roda livre 13b na segunda direção em estado de funcionamento. O segundo circuito de roda  
25 livre 18 é acoplado em série com o primeiro circuito de roda livre 13b na segunda direção em estado de funcionamento.

O fio neutro é acoplado à ramificação formada pelos dois diodos de roda livre 13a e 17 conectados em série, o acoplamento sendo feito entre os

dois diodos de roda livre 13 e 17, e a ramificação formada pelos dois circuitos da roda livre 13b e 18 ligados em série, o acoplamento sendo feito entre os dois transistores de roda livre 13b e 18.

É também possível usar o dispositivo 1 produzido de acordo com esta forma de realização com uma rede de alimentação monofásica de energia pelo acoplamento do fio neutro da rede de alimentação monofásica de energia para a entrada dedicada acoplada a ramificação compreendendo os dois diodos de roda livre 13 e 17.

A Figura 6 mostra esquematicamente meios 60 para proteger os meios integrados de filtração 5.

Os meios de filtração 5 compreendem um filtro de compatibilidade eletromagnética (EMC) 5a, e capacitores de filtração 5b colocados “em formação de estrela”, a fim de realizar a filtração entre cada fase. O filtro EMC 5a é, por exemplo, um indutor de modo comum e o filtro capacitor tornam possível filtrar os pulsos de corrente gerada pelos transistores do primeiro estágio 6 e do segundo estágio 7 do dispositivo 1. Os meios de filtração 5 tornam possível filtrar a corrente assim absorvida de modo que a corrente atende as exigências de conexão de rede impostas pelos operadores de rede, em termos de harmônicos e do campo do veículo motorizado.

Na configuração considerando o neutro N, um capacitador neutro de filtração 5c também é colocado entre o fio neutro N e o ponto comum C dos capacitores de filtração 5b. O último capacitor 5c torna possível realizar a filtração entre o fio neutro e as fases.

Em vez de uma disposição de capacitores “em formação de estrela”, também é possível colocar os capacitores 5b em uma formação de “triângulo” (não mostrado), isto é, colocando os capacitores entre cada fase e o neutro na saída dos meios de filtração 5a. Isto reduz o valor da corrente que passa através deles. Nesta formação em “triângulo”, não é necessário prover o

capacitor neutro de filtração 5c.

No modo recarga, a conexão do dispositivo 1 para uma rede de alimentação de energia pode causar uma geração de picos altos de corrente já que a diferença entre a voltagem inicial dos capacitores de entrada, como os  
5 meios de filtração EMC 5a e/ou os capacitadores de filtração 5b, e a voltagem da rede de alimentação de energia é grande no momento da conexão.

Os meios de proteção 60 compreendem um triac 61, ou uma disposição equivalente a um triac como dois tiristores 62 acoplados de maneira antiparalela, inseridos entre os meios 4 para conexão da rede de alimentação de  
10 energia 3 e os meios de filtração 5 em cada uma das fases  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ , e N, dependendo da forma de realização. Os meios de proteção 60 operam de acordo com um princípio de pré-carga dos capacitores de filtração que tornam possível, através do controle do portão do gatilho do triac 61 para limitar a condução e assim o pico de corrente na partida.

15 A Figura 7 mostra um fluxograma de um método para gerar energia elétrica de um dispositivo 1 para carregar e/ou gerar energia elétrica de um sistema de tração de um veículo motorizado para uma rede de alimentação de energia elétrica de acordo com uma forma de realização.

Em uma primeira etapa 701, um ponto de ajuste de amplitude da  
20 corrente da rede  $A_{\text{rede}}$  é distribuído correspondendo à amplitude da corrente que é desejada para distribuir à rede do dispositivo 1.

Em uma etapa subsequente 702, a voltagem da alimentação de energia da rede  $U_{\text{rede}}$  imposta pelo distribuidor é medida. Esta voltagem é medida e injetada em meios de fase 22, como um circuito fechado da fase,  
25 antes de ser inserida, em uma etapa 703, nos meios de computação 21 recebendo o ponto de ajuste da amplitude da corrente da rede também como uma entrada, e distribuindo como uma saída um ponto de ajuste da corrente da rede *Ponto de ajuste ( $I_{\text{rede}}$ )*.

Em uma etapa subsequente 704, a corrente  $I_{Rede}$  distribuída pelo dispositivo 1 para a rede de alimentação de energia é medida, a fim de comparar a mesma em uma etapa 705, com o ponto de ajuste da rede *Ponto de ajuste* ( $I_{Rede}$ ).

5 Em uma etapa 706, uma regulação da corrente é determinada com base na diferença determinada na etapa 705. A regulação assim determinada é adicionada, em uma etapa 707, para o ponto de ajuste da corrente da rede *Ponto de ajuste* ( $I_{rede}$ ) previamente processado por meios de pró-ação.

10 Em uma etapa final 708, o sinal resultante é injetado em meios estratégicos 27, que determinam um controle do dispositivo 1 de modo que o último distribui a corrente desejada para a rede de alimentação de energia.

A Figura 8 mostra um fluxograma de um método de energização de uma carga de um dispositivo para carregar e/ou gerar eletricidade de um sistema de tração de um veículo motorizado de acordo com uma forma de realização.

15 Em uma primeira etapa 801, um ponto de ajuste da voltagem de carga  $U_{\text{ponto de ajuste}}$  é distribuído correspondendo à voltagem que é desejada para distribuir a carga do dispositivo 1.

20 Em uma etapa subsequente 802, a voltagem  $U_{\text{carga}}$  distribuída pelo dispositivo 1 para os terminais da carga é medida.

Então, em uma etapa 803, a o ponto de ajuste da voltagem  $U_{\text{ponto de ajuste}}$  é comparado com a voltagem medida  $U_{\text{carga}}$ , e a diferença medida é distribuída para os meios de regulação 32, que determinam, em uma etapa subsequente 804, uma regulação de voltagem que torna possível distribuir um ponto de ajuste da corrente para ser aplicado pelo dispositivo 1 para a carga a fim de ter a voltagem desejada na carga.

25 Em uma etapa subsequente 805, o ponto de ajuste da corrente determinada na etapa anterior é saturado a fim de não sobrecarregar o

conversor, que tem o efeito de reduzir a voltagem aplicada para a carga quando sua impedância se torna muito baixa.

Em uma etapa final 806, o sinal resultante é injetado nos meios de estratégia 34, que determinam o controle do dispositivo 1, a fim de distribuir a corrente correspondente para o ponto de ajuste a fim de ter a voltagem desejada nos terminais da carga.

O dispositivo 1 assim descrito torna possível dispensar com a restrição que demanda que a voltagem da bateria é sempre maior do que a voltagem máxima da rede de alimentação de energia.

Além disso, ele torna possível usar apenas a indutância das bobinas do estator 14 do dispositivo 1 como um filtro *buffer* de energia. Especificamente, quando a energia da carga é alta, a exigência de espaço e o peso de tal filtro indutivo e/ou capacitivo se tornariam proibitivos para serem instalados a bordo de um veículo motorizado.

Adicionalmente, ele oferece a possibilidade de permitir a operação do dispositivo em modo de carga ou no modo de tração sem ter que usar os contadores para a comutação dos modos operacionais.

Ele permite um carga mais rápido da bateria 2.

Além disso, o dispositivo 1 torna possível energizar uma carga de um veículo motorizado, no modo de três fases ou em uma única fase, sem ter necessidade de um contator.

O dispositivo 1 também torna possível retornar a energia elétrica gerada pelo dispositivo para uma rede de alimentação de energia que está conectada ao mesmo.

## REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo eletrônico (1) para carregar e gerar potência elétrica para um sistema de tração de um veículo a motor acoplado a uma bateria (2), compreendendo um primeiro estágio retificador (6) projetado para ser conectado diretamente a uma rede de suprimento de potência monofásica ou uma trifásica ou a uma carga a ser energizada (3), um segundo estágio inversor (7) projetado para ser conectado à bateria e meios para regular a corrente média que passa entre o primeiro estágio (6) e o segundo estágio (7), pelo que ele compreende meios de controle (8) capazes de controlar ou uma transferência de potência elétrica entre a rede de suprimento de potência e a bateria (2) em um modo de recarga, ou o suprimento de uma carga passiva em um modo de geração, caracterizado pelo fato de que os meios de controle compreendem meios de ajuste, no modo de recarga, da corrente média originando a partir do primeiro estágio retificador em um valor de corrente estabelecido com base na corrente máxima suprida pela rede de suprimento de potência e como uma função de um coeficiente de pelo menos igual a uma relação entre uma voltagem máxima retificada pelo primeiro estágio retificador (6) e a voltagem da bateria (2).

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os meios de controle (8) compreendem meios de regulagem de corrente (20) capazes de regular a corrente de suprimento de potência da rede como uma função de um ponto de ajuste de corrente da rede de suprimento de potência e meios de regulagem de voltagem (30) capazes de regular a voltagem nos terminais de uma carga.

3. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o primeiro estágio retificador (6) compreende

primeiros meios retificadores controlados capazes de retificar a corrente em uma primeira direção de estado e segundos meios retificadores controlados capazes de retificar a corrente em uma segunda direção de estado oposta à primeira direção de estado.

4. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o primeiro estágio (6) compreende meios de roda livre capazes de permitir que a corrente passe no segundo estágio (7) quando os outros elementos do primeiro estágio (6) estão no estado bloqueado.

5. Dispositivo de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que os meios de roda livre compreendem um primeiro circuito de roda livre capaz de permitir que a corrente passe em uma direção e um segundo circuito de roda livre capaz de permitir que a corrente passe em uma outra direção oposta à direção do primeiro circuito.

6. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 ou 5, caracterizado pelo fato de que os meios de roda livre compreendem pelo menos um diodo de roda livre (13a) e/ou pelo menos um transistor de roda livre (13b).

7. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, em que o referido dispositivo (1) é projetado para ser montado em um veículo a motor com um dispositivo de tração elétrica, caracterizado pelo fato de que o segundo estágio (7) consiste no dispositivo de tração do veículo.

8. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que ele compreende meios de filtração (5) adaptados para ser integrados no veículo que são capazes de filtrar a corrente da rede de suprimento de potência absorvida pelo dispositivo (1) durante o



carregamento da bateria (2).

9. Dispositivo de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que os meios de filtração (5) compreendem meios de proteção (60) capazes de proteger o circuito de picos de corrente quando o dispositivo (1) é conectado a uma rede de suprimento de potência.

10. Método para carregar e gerar potência para um sistema de tração de um veículo a motor acoplado a uma bateria (2), usando um dispositivo eletrônico compreendendo:

- um primeiro estágio retificador (6) projetado para ser conectado a uma rede de suprimento de potência ou a uma carga a ser energizada (3),

- um segundo estágio inversor (7) projetado para ser conectado à bateria,

- e meios para regular a corrente média que passa entre o primeiro estágio (6) e o segundo estágio (7), pelo que uma transferência de potência elétrica é controlada entre a rede de suprimento de potência e a bateria (2) em um modo de recarga, ou então a energização de uma carga é controlada em um modo de geração, caracterizado pelo fato de que no modo de recarga, a corrente média que passa entre o primeiro estágio e o segundo estágio é ajustada a um valor de corrente estabelecido com base na corrente máxima suprida pela rede de suprimento de potência e como uma função de um coeficiente de pelo menos igual a uma relação entre uma voltagem máxima retificada pelo primeiro estágio retificador (6) e a voltagem da bateria (2).

11. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que, quando uma transferência de potência elétrica é controlada entre a rede de suprimento de potência e a bateria (2), a corrente gerada em cada fase da

rede de suprimento de potência é regulada com base em um ponto de ajuste de corrente gerado com base em uma medição da voltagem da rede de suprimento de potência.

12. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que, quando a energização de uma carga é controlada, a voltagem nos terminais da carga é regulada com a ajuda de um circuito de regulação.

13. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 12, caracterizado pelo fato de que é permitido que a corrente de um segundo estágio (7) passe em meios de roda livre na fase de roda livre.

14. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 13, caracterizado pelo fato de que a corrente da rede de suprimento de potência é filtrada com a ajuda de meios de filtração integrados (5).

15. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que os meios de filtração integrados (5) são protegidos de picos de corrente devido à conexão à rede de suprimento de potência com a ajuda de meios de proteção (60) de triacs por pré-carregamento de capacitores de filtração dos meios de filtração.

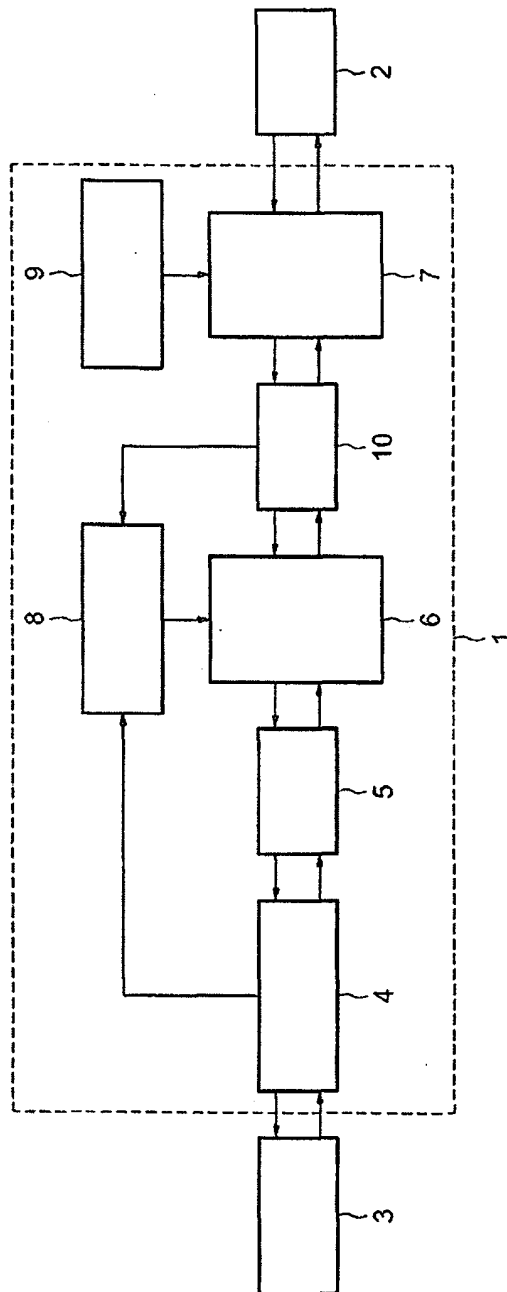
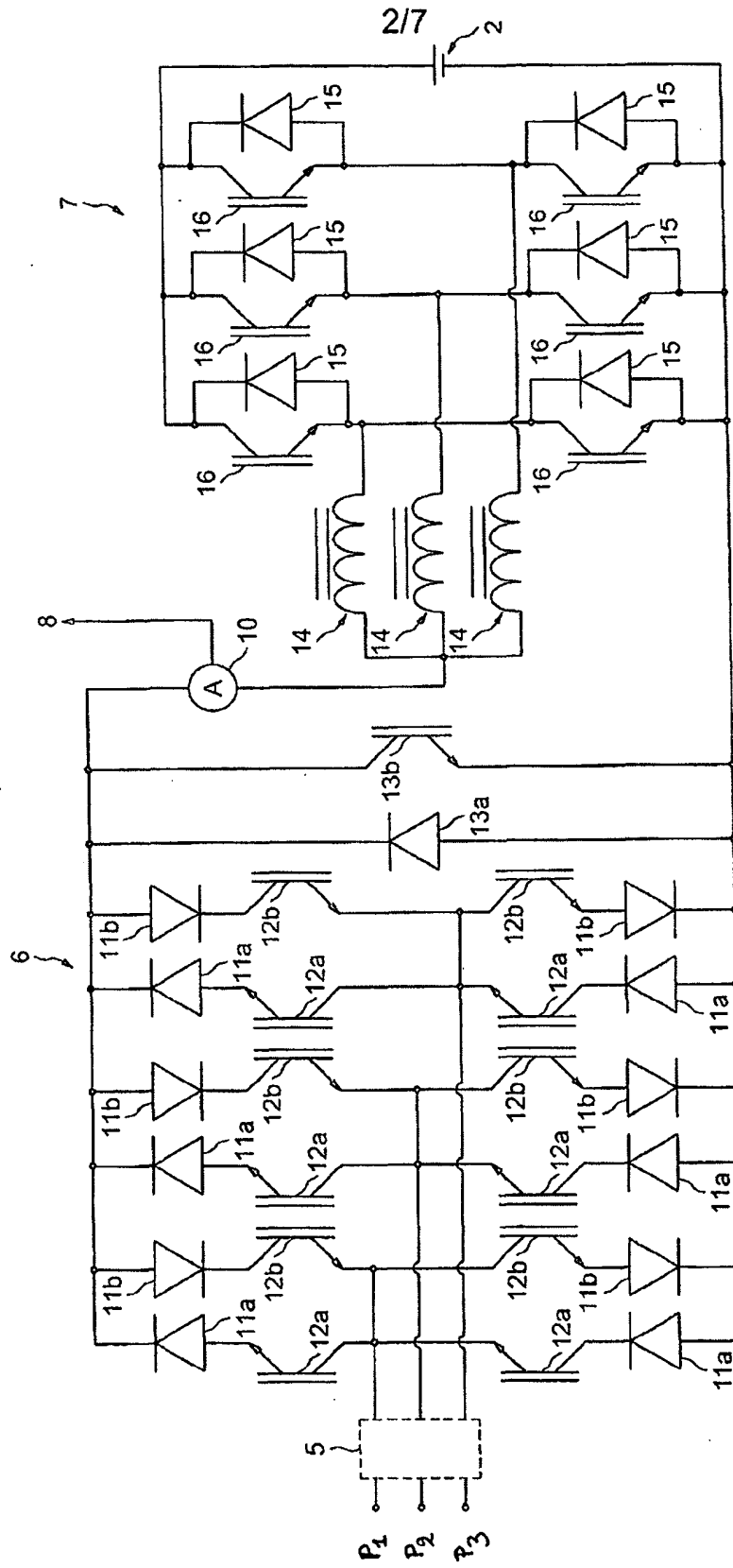
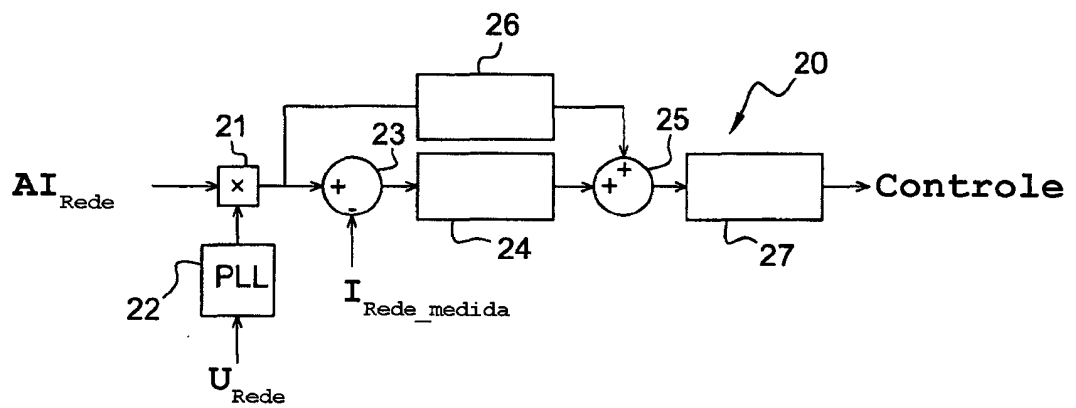
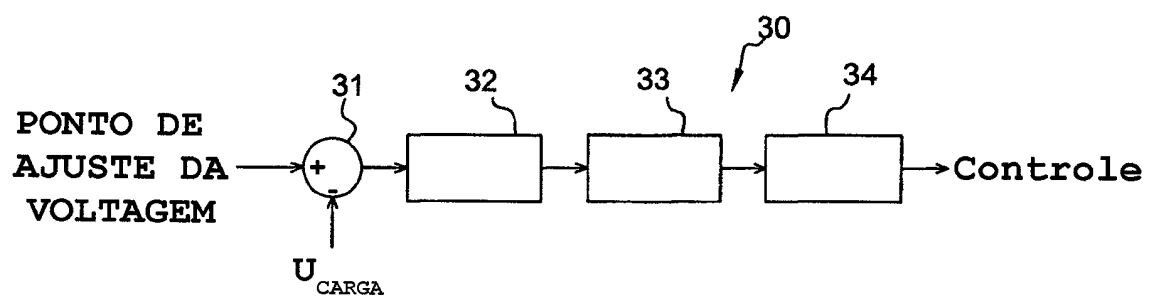
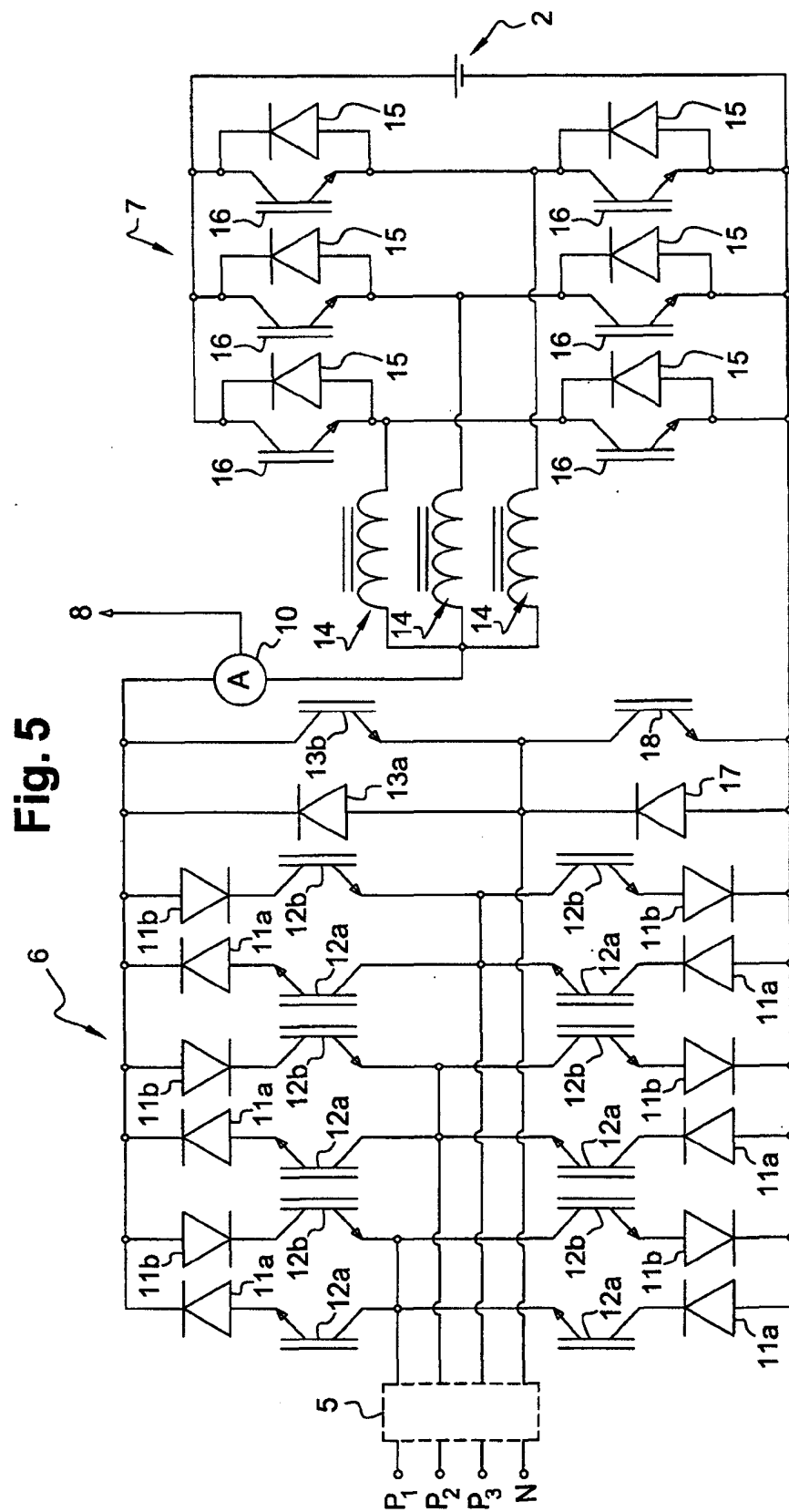
FIG.1

FIG.2



**Fig. 3****Fig. 4**



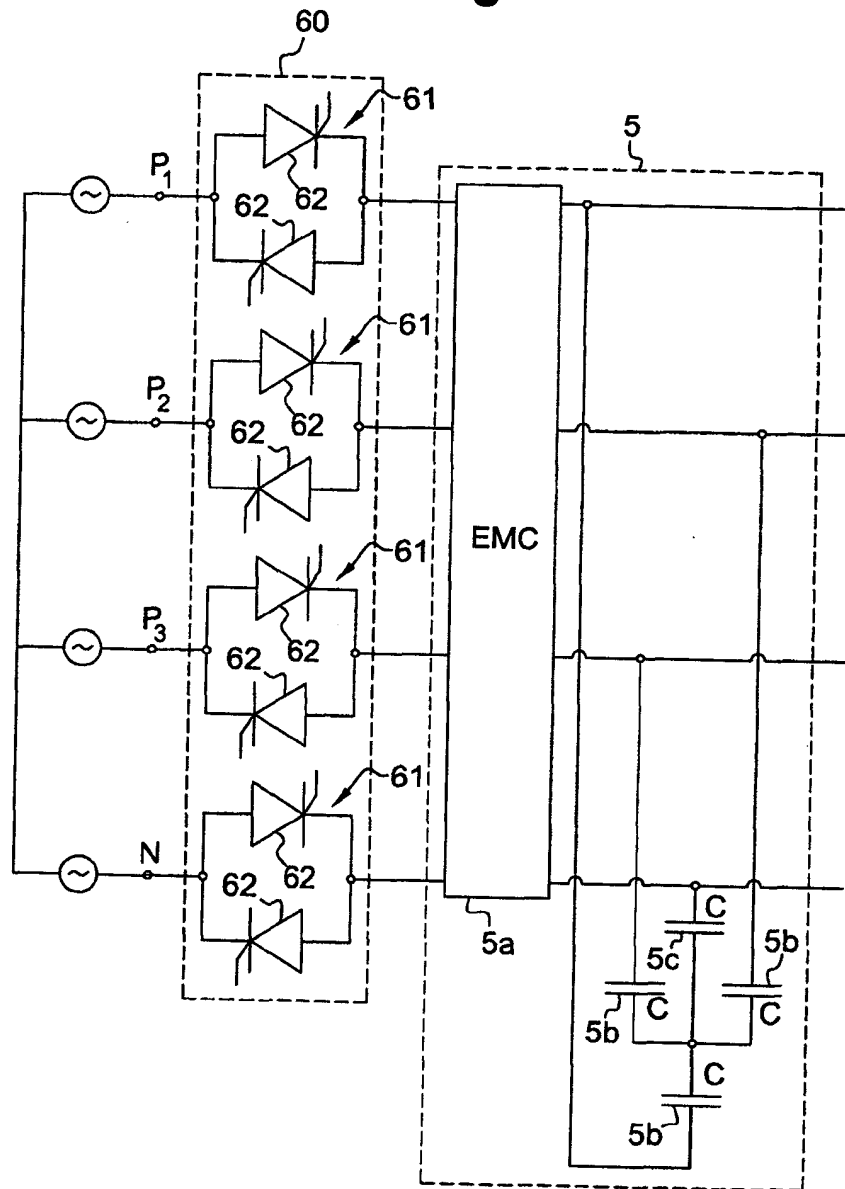
**Fig. 6**

Fig. 7

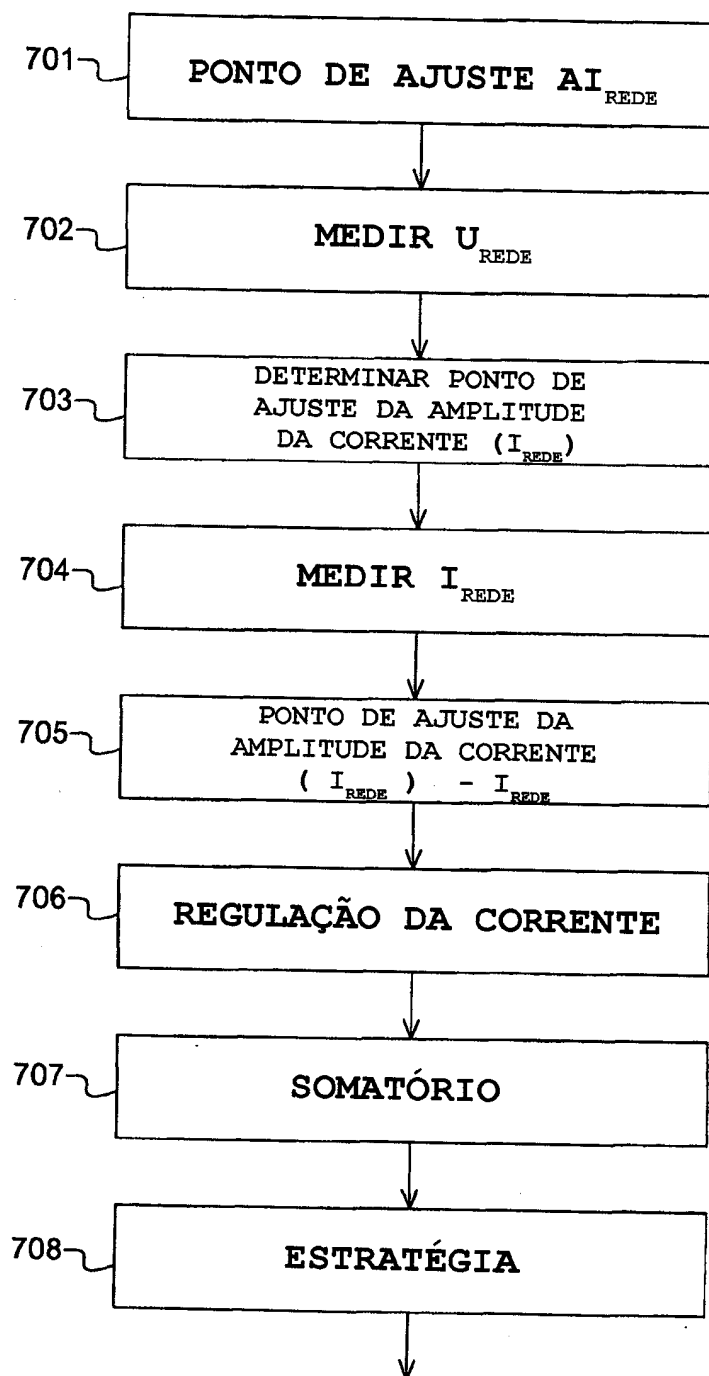




Fig. 8

