



## **“SISTEMA DE ARMAZENAMENTO E GERENCIAMENTO DE ENERGIA (SAGE)”**

### **ANTECEDENTES DA INVENÇÃO**

As modalidades da invenção referem-se, em geral, a sistemas de  
5 acionamento elétrico, incluindo veículos híbridos e elétricos e, mais  
particularmente, a dispositivos de armazenamento de energia de carregamento  
de um veículo elétrico utilizando-se um sistema de gerenciamento de energia  
com múltiplas portas.

Os veículos elétricos híbridos podem combinar um motor de  
10 combustão interna e um motor elétrico acionado por um dispositivo de  
armazenamento de energia, tal como uma bateria de tração, para propelir o  
veículo. Essa combinação pode aumentar a eficiência de consumo de  
combustível total permitindo-se que o motor de combustão e o motor elétrico  
operem em respectivas faixas de eficiência aumentada. Os motores elétricos,  
15 por exemplo, podem ser eficientes em acelerar a partir de um início imóvel,  
enquanto os motores de combustão interna (ICEs) podem ser eficientes  
durante períodos sustentados de operação constante do motor, tal como ao  
dirigir em auto-estrada. O fato de ter um motor elétrico para elevar a aceleração  
inicial permite que os motores de combustão em veículos híbridos sejam  
20 menores e mais eficientes em relação ao consumo de combustível.

Os veículos puramente elétricos usam energia elétrica  
armazenada para acionar um motor elétrico, que propule o veículo e também  
pode operar acionamentos auxiliares. Os veículos puramente elétricos podem  
usar uma ou mais fontes de energia elétrica armazenada. Por exemplo, uma  
25 primeira fonte de energia elétrica armazenada pode ser usada para  
proporcionar energia de duração mais longa (tal como uma bateria de baixa  
tensão) enquanto uma segunda fonte de energia elétrica armazenada pode ser  
usada para proporcionar energia de alta potência, por exemplo, para

aceleração (tal como uma bateria de alta tensão ou um ultracapacitor).

Os veículos elétricos de encaixe em plugue, sejam do tipo elétrico híbrido ou do tipo puramente elétrico, são configurados para usar energia elétrica proveniente de uma fonte externa para recarregar os dispositivos de armazenamento de energia. Esses veículos podem incluir veículos on-road e off-road, carrinhos de golfe, veículos elétricos vizinhos, empilhadeiras, e utilitários como exemplos. Estes veículos podem usar carregadores de bateria estacionária não-embutidos, carregadores de bateria embutidos, ou uma combinação de carregadores de bateria estacionária não-embutidos e carregados de bateria embutidos para transferir energia elétrica a partir de uma rede elétrica ou de uma fonte de energia renovável à bateria de tração embutida do veículo. Os veículos de encaixe em plugue podem incluir conjuntos de circuitos e conexões para facilitar o recarregamento da bateria de tração a partir da rede elétrica ou de outra fonte externa, por exemplo.

Os carregadores de bateria são componentes importantes no desenvolvimento dos veículos elétricos (EVs). Historicamente, dois tipos de carregadores para aplicação de EV são conhecidos. Um deles é um tipo autônomo onde a funcionalidade e o estilo podem ser comparados a um posto de gasolina para realizar um carregamento rápido. O outro é um tipo embutido, que pode ser usado para um carregamento de taxa C mais lento a partir de uma tomada doméstica convencional. Tipicamente, os EVs incluem dispositivos de armazenamento de energia, tais como baterias de baixa tensão (para alcance e cruzeiro, por exemplo), baterias de alta tensão (para elevação e aceleração, por exemplo), e ultracapacitores (para elevação e aceleração, por exemplo), para nomear algumas. Devido ao fato de estes dispositivos de armazenamento de energia operarem sob diferentes tensões e serem carregados diferentemente uns dos outros, tipicamente cada dispositivo de armazenamento inclui seu próprio sistema de carregamento exclusivo. Isto

pode levar a múltiplos componentes e sistemas de carregamento, porque os dispositivos de armazenamento tipicamente não podem ser carregados utilizando-se sistemas de carregamento para outros dispositivos de armazenamento. Em outras palavras, um dispositivo de carregamento usado  
5 para carregar uma bateria de baixa tensão tipicamente não pode ser usado para carregar um ultracapacitor ou uma bateria de alta tensão.

O efeito (isto é, muitos dispositivos) é genericamente composto quando se considerar que em algumas aplicações é desejável carregar rapidamente os dispositivos de armazenamento utilizando-se um sistema de  
10 carregamento tipo “posto de gasolina”, enquanto em outras aplicações, é desejável carregar lentamente o dispositivo de armazenamento utilizando-se uma tomada domiciliar convencional. No entanto, quando múltiplos dispositivos de armazenamento de energia de um EV precisarem de carregamento, tais como baterias de potência, baterias de energia, e ultracapacitores, eles  
15 geralmente não precisam da mesma quantidade de recarregamento. Por exemplo, um dispositivo de armazenamento de energia pode ser quase ou completamente esgotado e ter um estado de carga (SOC) quase igual a zero, enquanto outro, ao mesmo tempo, pode ser apenas parcialmente esgotado e ter um SOC muito maior. Ou, os dispositivos de armazenamento de energia  
20 geralmente compreendem um pacote ou banco de células de armazenamento que podem se tornar desequilibrados em sua quantidade de energia armazenada nestes. E, conforme conhecido na técnica, os dispositivos tipicamente têm capacidades de armazenamento vastamente diferentes, e diferentes tensões operacionais uns em relação aos outros, como exemplos.

25 Como tal, durante uma sessão de recarregamento de todos os dispositivos de um EV, o recarregamento dos dispositivos pode ser ineficiente e desnecessariamente demorado, em geral, porque um dispositivo pode ser preferencialmente carregado muito mais rápido do que um estado de carga

(SOC) completo, enquanto outro dispositivo é carregado e alcança seu SOC completo em um período de tempo muito mais longo.

Portanto, seria desejável proporcionar um aparelho para reduzir o tempo de recarregamento total para múltiplos dispositivos de armazenamento de energia de um EV.

#### **BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO**

A presente invenção consiste em um método e um aparelho para minimizar um tempo total de recarga para múltiplos dispositivos de armazenamento de energia de um EV.

De acordo com um aspecto da invenção, um sistema de armazenamento e gerenciamento de energia (SAGE) inclui um ou mais dispositivos de armazenamento de energia acoplados a um dispositivo de potência e configurados para armazenarem energia elétrica, um sistema de conversão eletrônica de potência tendo uma pluralidade de portas de energia, sendo que o sistema de conversão eletrônica de potência compreende uma pluralidade de conversores elétricos DC, cada conversor elétrico DC é configurado para aumentar e diminuir uma tensão DC, sendo que cada uma entre a pluralidade de portas de energia é acoplável a cada um ou mais dispositivos de armazenamento de energia, e cada uma entre a pluralidade de portas de energia é acoplável a um sistema de carregamento elétrico. O ESMS inclui um controlador configurado para determinar uma primeira condição de um primeiro dispositivo de armazenamento de energia e uma segunda condição de um segundo dispositivo de armazenamento de energia, sendo que o primeiro e o segundo dispositivos de armazenamento de energia são conectados às respectivas portas de energia do sistema de conversão de potência, determinar um fator de divisão de potência com base na primeira condição e na segunda condição, e regular a potência ao primeiro e ao segundo dispositivos de armazenamento de energia com base no fator de

divisão de potência.

De acordo com outro aspecto da invenção, um método para gerenciar um sistema de armazenamento e gerenciamento de energia (SAGE) inclui determinar um primeiro status de carga de um primeiro dispositivo de armazenamento de energia, determinar um segundo status de carga de um segundo dispositivo de armazenamento de energia, determinar um fator de divisão de potência com base no primeiro status de carga e no segundo status de carga, e regular a potência de carregamento ao primeiro e ao segundo dispositivos de armazenamento de energia de acordo com o fator de divisão de potência.

De acordo com ainda outro aspecto da invenção, um meio de armazenamento legível por computador não-transitório posicionado em um sistema de armazenamento e gerenciamento de energia (SAGE) e tendo armazenado nele um programa computacional que compreende instruções que quando executadas por um computador fazem com que o mesmo determine um status elétrico de um primeiro dispositivo de armazenamento de energia e de um segundo dispositivo de armazenamento de energia, sendo que o primeiro e o segundo dispositivos de armazenamento de energia são conectados às respectivas portas de energia do ESMS, determine um fator de divisão de potência com base no status elétrico do primeiro e do segundo dispositivos de armazenamento de energia, e regule a potência ao primeiro e ao segundo dispositivos de armazenamento de energia com base no fator de divisão de potência.

Vários outros recursos e vantagens se tornarão aparentes a partir da descrição detalhada e dos desenhos a seguir.

#### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

Os desenhos ilustram as modalidades presentemente contempladas para realização da invenção.

Nos desenhos:

A Figura 1 é um diagrama de blocos esquemático de um veículo elétrico (EV) que incorpora as modalidades da invenção.

A Figura 2 é um diagrama esquemático de uma arquitetura de carregador configurável com múltiplas portas de acordo com uma modalidade da invenção.

A Figura 3 é uma tabela que ilustra configurações do carregador com múltiplas portas ilustrado na Figura 2.

A Figura 4 ilustra uma ilustração esquemática elétrica de um carregador com múltiplas portas de acordo com uma modalidade da invenção.

A Figura 5 ilustra um esquema de controle, como um exemplo, específico ao módulo M2 da Figura 2.

A Figura 6 ilustra uma sequência de controle exemplificadora para carregamento duplo de bateria, de acordo com uma modalidade da invenção.

A Figura 7 ilustra um fluxograma para carregamento duplo de bateria, de acordo com uma modalidade da invenção.

A Figura 8 é uma tabela que ilustra os aspectos de ajustes de contator, com comentários for carregamento único de bateria de alta tensão à porta 2.

A Figura 9 é uma tabela que ilustra os aspectos de ajustes de contator, com comentários para carregamento único de bateria de baixa tensão às portas 1 ou 4.

As Figuras 10 A-C consistem em uma tabela que ilustra os aspectos de ajustes de contator, com comentários para carregamento duplo de bateria às portas 1 e 3.

#### **DESCRIÇÃO DETALHADA**

A Figura 1 ilustra uma modalidade de um veículo elétrico híbrido (HEV) ou de um veículo elétrico (EV), tal como um automóvel, caminhão,

ônibus, ou veículo off-road, por exemplo, incorporando as modalidades da invenção. Em outras modalidades, o veículo 10 inclui um trem de transmissão veicular, uma fonte de alimentação ininterrupta, um trem de transmissão veicular de mineração, um aparelho de mineração, um sistema marinho, e um sistema de aviação. O veículo 10 inclui um sistema de armazenamento e gerenciamento de energia (SAGE) 11, um motor de combustão interna ou término 12, uma transmissão 14 acoplada ao motor 12, um diferencial 16, e uma montagem de eixo de transmissão 18 acoplada entre a transmissão 14 e o diferencial 16. E, embora o ESMS 11 seja ilustrado em um veículo elétrico híbrido de encaixe em plugue (PHEV), compreende-se que o ESMS 11 seja aplicável a qualquer veículo elétrico, tal como um HEV ou EV, ou outros mecanismos de direção eletrônicos de potência usados para operar cargas pulsadas, de acordo com as modalidades da invenção. De acordo com várias modalidades, o motor 12 pode ser um motor de combustão interna movido à gasolina, um motor de combustão interna movido a diesel, um motor de combustão externa, ou um motor de turbina a gás, como exemplos. O ESMS 11 inclui um controlador de motor 20 proporcionado para controlar a operação do motor 12. De acordo com uma modalidade, o controlador de motor 20 inclui um ou mais sensores 22 que são configurados para captarem as condições operacionais do motor 12. Os sensores 22 podem incluir um sensor de rpm, um sensor de torque, um sensor de oxigênio, e um sensor de temperatura, como exemplos. Como tal, o controlador de motor 20 é configurado para transmitir ou receber dados a partir do motor 12. O veículo 10 também inclui um sensor de velocidade do motor (não mostrado) que mede uma velocidade do virabrequim do motor 12. De acordo com uma modalidade, o sensor de velocidade pode medir a velocidade do virabrequim do motor a partir de um tacômetro (não mostrado) em pulsos por segundo, que podem ser convertidos em um sinal de rotações por minuto (rpm).



O veículo 10 também inclui pelo menos duas rodas 24 que são acopladas às respectivas extremidades do diferencial 16. Em uma modalidade, o veículo 10 é configurado como um veículo de tração traseira de tal modo que o diferencial 16 fique posicionado próximo a uma extremidade em direção à popa do veículo 10 e é configurado para acionar pelo menos uma das rodas 24. Opcionalmente, o veículo 10 pode ser configurado como um veículo de tração dianteira.

Em uma modalidade, a transmissão 14 é uma transmissão manualmente operada que inclui uma pluralidade de marchas de tal modo que o torque de entrada recebido a partir do motor 12 seja multiplicado através de uma pluralidade de razões de marchas e transmitido ao diferencial 16 através da montagem de eixo de transmissão 18. De acordo com tal modalidade, o veículo 10 inclui uma embreagem (não mostrado) configurada para conectar e desconectar seletivamente o motor 12 e a transmissão 14.

O veículo 10 também inclui um dispositivo eletromecânico, tal como um motor elétrico ou uma unidade de motor/gerador elétrico 26 acoplada junto à montagem de eixo de transmissão 18 entre a transmissão 14 e o diferencial 16 de tal modo que o torque gerado pelo motor 12 seja transmitido através da transmissão 14 e através do motor elétrico ou unidade de motor/gerador elétrico 26 ao diferencial 16. Um sensor de velocidade (não mostrado) pode ser incluído para monitorar uma velocidade operacional do motor elétrico 26. De acordo com uma modalidade, o motor elétrico 26 é diretamente acoplado à transmissão 14, e a montagem de eixo de transmissão 18 compreende um eixo ou eixo de transmissão acoplado ao diferencial 16.

Um sistema de controle de acionamento híbrido ou controlador de torque 28 é proporcionado para controlar a operação do motor elétrico 26 e é acoplado à unidade de motor/gerador 26. Um sistema de armazenamento de energia 30 é acoplado ao controlador de torque 28 e compreende um

armazenamento de energia de baixa tensão ou bateria de energia 32, um armazenamento de energia de alta tensão ou bateria de potência 34, e um ultracapacitor 36, como exemplos. No entanto, embora um armazenamento de energia de baixa tensão 32, um armazenamento de energia de alta tensão 34, e um ultracapacitor 36 sejam ilustrados, deve-se compreender que o sistema de armazenamento de energia 30 pode incluir uma pluralidade de unidades de armazenamento de energia conforme compreendido na técnica, tal como baterias de haleto metálico de sódio, baterias de cloreto de níquel de sódio, baterias de enxofre e sódio, baterias de hidreto metálico de níquel, baterias de íons de lítio, baterias de polímeros de lítio, baterias de cádmio e níquel, uma pluralidade de células ultracapacitoras, uma combinação de ultracapacitores e baterias, ou uma célula combustível, como exemplos. Um pedal de acelerador 38 e o pedal de freio 40 também são incluídos no veículo 10. O pedal de acelerador 38 é configurado para enviar sinais de comando de estrangulador ou sinais do pedal de acelerador ao controlador de motor 20 e ao controle de torque 28.

O sistema 10 inclui um carregador 42 acoplado às unidades de armazenamento de energia 32 a 36 do sistema de armazenamento de energia 30, de acordo com as modalidades da invenção. O carregador 42 pode ser acoplado a múltiplos sistemas de armazenamento de energia 32 a 36, conforme ilustrado, e o carregador 42 pode ser acoplado a uma ou a múltiplas linhas de entrada de potência 44, sendo que duas destas são ilustradas, de acordo com modalidades da invenção. Ou seja, o carregador 42 ilustra uma modalidade da invenção, e o carregador 42 pode ser acoplado a um ou a múltiplos sistemas de armazenamento de energia, e o carregador 42 pode ser acoplado a um ou a múltiplos sistemas de entrada de potência 44, de acordo com as modalidades que ilustram o uso da invenção. O carregador 42 inclui um controlador 46 que é configurado para engatar e desengatar seletivamente os

dispositivos elétricos DC ou os módulos abaixadores-elevadores de tensão do carregador 42 conforme será discutido.

E, embora o carregador 42 seja ilustrado como sendo acoplado aos sistemas de armazenamento de energia 32 a 36, e o carregador 42 seja  
5 ilustrado acoplado a uma ou a múltiplas linhas de entrada de potência 44, deve-se compreender que as modalidades da invenção não se limitam. Ao invés disso, deve-se compreender que o carregador 42 pode ser acoplado a múltiplos tipos e a tipos variados de sistemas de armazenamento de energia e entradas de potência. Além disso, deve-se compreender que podem existir  
10 múltiplos carregadores 42 por veículo em paralelo, ou que podem existir sistemas de potência aplicados a cada roda 24 do veículo 10, cada uma tendo um carregador 42 acoplado.

Em operação, compreende-se na técnica que a energia pode ser proporcionada à montagem de eixo de transmissão 18 a partir do motor de  
15 combustão interna ou térmico 12 através da transmissão 14, e a energia pode ser proporcionada à montagem de eixo de transmissão 18 através do sistema de controle de acionamento 28 tendo energia extraída do sistema de armazenamento de energia 30 que pode incluir sistemas de energia 32 a 36. Portanto, conforme compreendido na técnica, pode-se extrair energia para  
20 elevação ou aceleração do veículo 10, por exemplo, a partir de um dispositivo de armazenamento de alta tensão 34 que pode incluir uma bateria, como um exemplo, ou a partir do ultracapacitor 36. Durante o cruzeiro (isto é, geralmente uma operação de não-aceleração), pode-se extrair energia para o veículo 10 através de um dispositivo de armazenamento de baixa tensão, tal como um  
25 armazenamento de energia de baixa tensão 32.

E, durante a operação, pode-se extrair energia a partir do motor de combustão interna ou térmico 12 com a finalidade de proporcionar um armazenamento de energia 30 ou proporcionar potência à montagem de eixo

de transmissão 18 conforme compreendido na técnica. Adicionalmente, alguns sistemas incluem uma operação regenerativa onde se pode recuperar energia a partir de uma operação de frenagem e usada para recarregar o armazenamento de energia 30. Ademais, alguns sistemas podem não proporcionar uma recuperação de energia regenerativa a partir da frenagem e alguns sistemas podem não proporcionar um motor térmico, tal como um motor de combustão interna ou térmico 12. Todavia e apesar da capacidade de alguns sistemas para recarregar o armazenamento de energia 30, o armazenamento de energia 30 requer periodicamente um recarregamento a partir de uma fonte externa, tal como um suprimento de aparelho doméstico de 115 V ou uma fonte trifásica de 230 V, como exemplos. A exigência para recarregar o armazenamento de energia 30 é particularmente severa em um veículo elétrico híbrido de encaixe em plugue (PHEV) não tendo um motor térmico para proporcionar potência e uma faixa estendida de operação de acionamento.

Portanto, as modalidades da invenção são flexíveis e configuráveis tendo uma pluralidade de portas de energia, e podem ser acopladas a múltiplas fontes de potência e tipos de fonte com a finalidade de carregar um ou múltiplos tipos de armazenamento de energia. Adicionalmente, conforme será ilustrado, as modalidades da invenção permitem um carregamento eficiente e equilibrado de múltiplos sistemas de energia 32-36 da unidade de armazenamento de energia 30, sendo que os múltiplos sistemas de energia têm níveis variáveis de depleção.

Com o intuito de satisfazer as demandas por PHEVs e EVs modernos, a infraestrutura deve proporcionar tipicamente 7 kW para alcançar um ganho de estado de carga (SOC) de 80% (supondo uma bateria de 25 kWh) em um tempo de carregamento de 2 ou 3 horas (carregamento domiciliar). Para um cenário de carregamento rápido de parada curta mais

agressivo (por exemplo, um “posto de gasolina”), pode-se requerer níveis de potência maiores mais significativos para alcançar um SOC de 80% desejado em 10 minutos. A interface de veículo precisa ser projetada de acordo com os padrões existentes. Um sinal piloto determina através de seu ciclo de trabalho a potência máxima permissível. Além de um alto grau de integração, o sistema proposto também proporciona uma entrada de AC uni- ou trifásica, alta eficiência, harmônicas baixas, fator de potência de entrada quase unitário, baixos custos, baixo peso e intertravamento de segurança do equipamento. A exigência de correção de fator de potência pode ser conduzida por regulamentos atuais de harmônica linear IEC/ISO/IEEE, conforme conhecido na técnica.

Ilustra-se nas figuras a seguir um sistema de gerenciamento de energia com uma unidade de carregador integrada que consiste em três estágios abaixadores-elevadores de tensão bidirecionais e uma extremidade frontal de carregador. O sistema também inclui um módulo de carregador para DC de alta tensão e carregamento de saída de AC padrão.

A presente invenção é aplicável a veículos elétricos (EVs) convencionais, assim como a veículos elétricos híbridos (PHEVs) carregados pela rede elétrica. Os HEVs carregados pela rede elétrica proporcionam a opção de dirigir o veículo por um determinado número de milhas (isto é, PHEV20, PHEV40, PHEV60). Tradicionalmente, o objetivo dos PHEVs consiste em proporcionar uma alta autonomia completamente elétrica (AER) com baixos custos operacionais e ser capaz de otimizar a estratégia operacional. Em termos dos estágios abaixadores-elevadores de tensão, da extremidade frontal do carregador e da interface, genericamente não faz diferença se for projetado para uma aplicação de EV ou PHEV. O papel do conversor DC/DC é uma transferência de energia eficiente entre duas ou mais fontes de energia, confiável durante demandas de potência contínuas e de pico. A integração da

unidade de carregador é a próxima etapa em direção a um projeto de densidade de potência maior com menos componentes e, portanto, uma maior confiabilidade. Como tal, as modalidades da invenção são aplicáveis a múltiplos veículos elétricos, incluindo veículos elétricos híbridos e totalmente elétricos, como exemplos, genérica e amplamente projetados como “EV”s. Esses EVs podem incluir, mas não se limitam a, veículos de estrada, carrinhos de golfe, trens, e similares, capazes de ter sistemas de potência que incluam um componente elétrico para induzir o movimento do veículo.

Em implementações convencionais, muitas unidades separadas coexistem, de modo a incluírem em geral um carregador separado, uma unidade de gerenciamento e controle de bateria que sejam interconectadas. Em um ambiente automotivo com baterias avançadas, as comunicações entre o carregador e a bateria é uma consideração importante. Em tais ambientes, a integração contínua com as baterias a partir de diferentes vendedores de bateria também é uma consideração importante. O sistema de gerenciamento de energia com um carregador integrado é vantajoso no aspecto onde existe um menor esforço de integração necessário e poucos componentes aperfeiçoam a confiabilidade.

Reportando-se, agora, à Figura 2, uma arquitetura de carregador integrado com múltiplas portas configuráveis, o sistema de armazenamento e gerenciamento de energia (ESMS, referido de outro modo como um sistema de gerenciamento de energia (EMS)) ESMS 100, tal como o carregador 42, é ilustrada como tendo quatro portas de energia 102 e três dispositivos de conversão elétrica DC ou conversores abaixadores-elevadores de tensão respectivamente como módulos 1, 2, e 3 (104, 106, 108). Conforme conhecido na técnica, os conversores abaixadores-elevadores de tensão 104 a 108 podem ser configurados para operarem em um modo abaixador fluindo-se energia elétrica através do mesmo em uma primeira direção 110 (ilustrada em

relação ao conversor abaixador-elevador de tensão 104, porém, igualmente aplicável aos conversores 106 e 108), ou um modo elevador fluindo-se energia elétrica em uma segunda direção 112 (novamente ilustrada em relação ao conversor abaixador-elevador de tensão 104, porém, igualmente aplicável aos  
5 conversores 106 e 108). Conforme ilustrado, as portas de energia 102 compreendem uma primeira porta de energia P1 114 configurável para que tenha uma primeira unidade 116 fixada ou eletricamente acoplada à mesma. De modo semelhante, as portas de energia 102 compreendem quartas, segundas, e terceiras portas de energia P2 118, P3 120, e P4 122 que são  
10 configuráveis para que tenham as respectivas segunda unidade 124, terceira unidade 126, e quarta unidade 128 fixadas ou eletricamente acopladas à mesma.

De acordo com a invenção, o carregador faz parte do design do veículo e montado embutido. O carregador embutido integrado é capaz de  
15 ajustar continuamente as correntes de entrada às portas de energia 114 e 118-120 como resultado, por exemplo, do SOC variável de dispositivos conectados ao mesmo para carregamento.

Conforme será ilustrado, o ESMS 100 da Figura 2 pode ser configurado para carregar até três fontes de energia (incluindo baterias de  
20 energia de baixa tensão, baterias de energia de alta tensão, ultracapacitores, como exemplos) ao mesmo tempo, ou simultaneamente. O ESMS 100 pode ter módulos configurados de modo que sejam intercalados com a finalidade de reduzir a corrente de ondulação. O ESMS 100 também é capaz de ter múltiplos perfis de carregamento como uma função de condições que incluem SOC e  
25 temperatura, como exemplos, para diferentes tecnologias de bateria e tipos de dispositivo de armazenamento. O ESMS 100 inclui um controle de fluxo de energia centralizado que é centralmente controlado pelo controlador 46 da Figura 1, e o ESMS 100 é capaz de gerenciar uma ampla faixa de tensões de

entrada e saída.

O ESMS 100 das Figuras 1 e 2 é configurado em múltiplas configurações, algumas destas são ilustradas na Figura 3 como uma tabela 200. Cada configuração de ESMS 100 pode ser selecionável por contadores  
5 (não ilustrados), conforme compreendido na técnica, e controla-se o fluxo de energia pelos algoritmos de controle de ESMS, implementados no controlador 46 do veículo híbrido 10, que pode captar uma presença de ambos os dispositivos de armazenamento de energia e dispositivos de carregamento conectados às portas 102 e ajustar um fluxo de direção de energia, de modo  
10 correspondente. Por exemplo, os algoritmos de controle podem determinar uma tensão de cada porta à qual um dispositivo de armazenamento de energia ou um sistema de carregamento elétrico (DC ou AC retificado, como exemplos) é acoplado, e operar o ESMS 100 de modo correspondente e com base nas tensões determinadas, com base em uma frequência medida, ou em ambas  
15 (como exemplos). E, um benefício para incluir um retificador é que mesmo se o DC for conectado tendo uma polaridade errada, o retificador proporciona proteção, mesmo se um retificador unifásico for usado ou se uma entrada de DC for usada para duas das entradas trifásicas para um retificador trifásico.

O carregador integrado de tensão de entrada ampla permite um  
20 carregamento independente e simultâneo de duas ou mais baterias de qualquer nível de SOC respectivamente a partir de qualquer nível de tensão de entrada dentro do limite de tensão de componentes de ESMS. A tensão de entrada pode variar de tensões unifásicas típicas (110V/120V), a 208V/240V e até 400V ou até mesmo maiores (nível 1 ... 4). A maior tensão atualmente  
25 especificada é de 400V para um carregamento de DC rápido, no entanto, com uma seleção apropriada de componentes de ESMS, um AC uni- ou trifásico de até 480 V ou até mesmo um DC de 600 V podem ser utilizados para proporcionar um nível maior de carregamento durante um período de tempo



mais curto (isto é, um carregamento rápido). Uma bateria de energia é conectada à primeira porta de energia 114 ou à quarta porta de energia 118 e tem, tipicamente, tensões nominais menores que a bateria de potência na segunda porta de energia 120. O uso de dispositivos de armazenamento de energia de tempo curto (ultracapacitores) na primeira porta de energia 114 apresenta algumas vantagens conforme será mostrado mais adiante.

A Figura 4 ilustra um diagrama de blocos de um ESMS de múltiplas portas de acordo com uma modalidade da invenção. Por motivos de simplicidade, os componentes eletrônicos de controle serão omitidos. Portanto, o ESMS 200 ilustra um primeiro módulo abaixador-elevador de tensão 202, um segundo módulo abaixador-elevador de tensão 204, e um terceiro módulo abaixador-elevador de tensão 206. O ESMS 200 também ilustra a porta P1 208 tendo uma bateria de baixa tensão acoplada, a P2 210 tem uma unidade de alta tensão acoplada, a porta P3 212 tendo uma tensão AC ou DC retificada acoplada, e a porta P4 214 tendo um ultracapacitor de baixa tensão acoplado. Portanto, no exemplo ilustrado, os dispositivos de armazenamento de energia e um carregador de energia são acoplados ao ESMS 200 com a finalidade de ilustrar a operação de acordo com uma configuração. No entanto, conforme discutido, o ESMS 200 pode ser configurado em várias disposições com a finalidade de acomodar múltiplas disposições de carregador/armazenamento de energia. Como tal, o ESMS 200 inclui contatores K3 216, K1 218, K2 220, K4 222, e M 224 que podem ser seletivamente engatados ou desengatados com a finalidade de realizar configurações para carregamento, de acordo com as ilustrações anteriores.

Cada um dos três módulos abaixadores-elevadores de tensão M1 202, M2 204, M3 206 inclui uma perna IGBT (comutador superior e inferior) e um indutor. O barramento DC de alta tensão pode ser aliviado por uma série de capacitores de potência. Cada saída de estágio de conversor abaixador-

elevador de tensão é equipada com um sensor de corrente, que mede uma corrente indutora. Os limites de tensão mostrados na porta P3 212 são orientados por típicas tensões de saída AC unifásica tanto nos Estados Unidos como na Europa. No entanto, em aplicações que requerem níveis maiores de potência de carga, a porta P3 pode ser acoplada a 208V, 240V, ou 480V trifásico, ou a DC de 400 V ou até DC de 600 V.

O ESMS 200 usa contatores como o barramento principal e comutadores de módulo individuais. Um circuito de pré-carregamento é realizado utilizando-se dois resistores de potência (por exemplo, 120 ohm, 100 W, RH-50) e um contator ou FET. Um contator adicional (K4 222 na Figura 4) serve nos dois casos. Um sob uma determinada condição de SOC de uma bateria na porta P1 208, e o segundo se for permitido um intercalamento do módulo 1 202 e do módulo 3 206. A Figura 4 ilustra a os pontos de captação de tensão e corrente de ESMS 200 tendo um carregador integrado.

#### 15                   CONTROLE DE CARREGAMENTO ÚNICO OU DUPLO DE BATERIA

O carregamento em uma configuração de bateria dupla conforme mostrado permite o carregamento a partir de uma ampla faixa de tensão de entrada de baterias com um nível de SOC arbitrário para ambas as baterias. A arquitetura interna do carregador integrado com múltiplas portas com seus recursos de software apenas permite isto.

Mediante a inicialização do ESMS 200, o controle recupera o tipo de unidades de armazenamento de energia que estão sendo usadas, suas classificações de energia e limites para carregamento de corrente e potência. A partir da interface de comunicação ao equipamento de suprimento do veículo elétrico (EVSE), o ESMS ajusta os limites para corrente de entrada e, eventualmente, o tipo de fonte de potência (AC ou DC).

Cada módulo abaixador-elevador de tensão executa uma máquina de estado independente. Os estados são: desabilitado/prontidão,

modo abaixador habilitado, modo elevador habilitado ou comutador superior d  
condição permanente habilitado (específico ao módulo 2 106 conforme  
ilustrado na Figura 5 como uma sequência 250). A seleção de estado de  
módulo ocorre na etapa 252 e um auto-teste de ligamento ocorre na etapa 254.  
5 A faixa de tensão de entrada é determinada na etapa 256 e se  $V_{min}$  e  $V_{max}$   
estiverem no lado alto 258, então, o comutador K2 220 é fechado e o módulo  
M2 204 é permitido 260, fazendo-se com que o módulo M2 204 opere no modo  
abaixador. Se  $V_{min}$  e  $V_{max}$  estiverem no lado baixo 262, então, o comutador  
K1 218 é aberto e o comutador superior do módulo M2 é ligado, fazendo-se  
10 com que o módulo M2 204 fique permanentemente ligado 264. Na etapa 266, o  
módulo M1 202 é solicitado e o estado do módulo M2 204 (isto é, o modo  
abaixador na etapa 202 ou permanentemente ligado na etapa 264) é retornado  
na etapa 268 para uma operação adicional. Parte desta sequência também  
serve para forçar os contatores no estado direito. Para carregar, o contator K3  
15 216 se encontra genericamente fechado de modo a permitir o uso dos módulos  
M1 202 e M2 204 para um carregamento controlado do dispositivo de  
armazenamento de energia de porta P2 210. Nesta sequência do controle de  
carregamento, o software distingue vários casos que podem se aplicar e  
seleciona o estado apropriado de cada um dos três módulos abaixadores-  
20 elevadores de tensão 202 a 206.

Na sequência de inicialização e antes de qualquer contator ser  
forçado para o estado LIGADO e antes de os módulos e a comutação dos  
IGBTs serem permitidos, o controle de ESMS 200 adquire os níveis de tensão  
de todas as fontes de energia e determina a tensão de entrada do carregador.  
25 Isto é realizado com a finalidade de evitar qualquer corrente descontrolada  
possível quando, por exemplo, a tensão no lado baixo do módulo abaixador-  
elevador de tensão for maior que a tensão no lado alto. Este pode ser o caso,  
por exemplo, quando a bateria de potência no lado alto for totalmente

descarregada e os dispositivos de armazenamento de energia na porta P1 208 e/ou na porta P4 214 ainda tiverem uma quantidade significativa de energia armazenada. Este é um cenário que é tipicamente evitado pelo gerenciamento de energia em operação normal do veículo, porém, isto pode ser possível se o

5 dispositivo de armazenamento de energia de lado alto for substituído e não carregado antes da substituição, ou se o gerenciamento de energia em operação normal não estava ativo durante um longo período de tempo por alguma razão. O controle de carregador integrado pode manusear até mesmo

10 níveis de tensão bastante extremos e incomuns em todas as quatro portas 208 a 214 e permite que um gerenciamento de energia controlado traga o sistema de volta à operação normal.

Em um modo de operação, o controle de carregador estabelece uma corrente de carregamento no dispositivo de armazenamento de energia de lado alto na porta P2 210. Este é referenciado em relação ao modo de

15 carregamento de bateria HV única. O módulo M1 202 opera no modo elevador, os contatores K3 216 e M 224 são fechados, enquanto os contatores K1 218, K2 220 e K4 222 são abertos. Dependendo da tensão de entrada do carregador, o módulo M2 204 se encontra em um modo abaixador ( $VP3 > VP2$ ) ou o comutador superior está permanentemente conduzindo ( $VP3 < VP2$ ). A

20 corrente de carregamento é controlada através do módulo M1 202. Dependendo da estratégia de carregamento, do SOC ou do nível de tensão do dispositivo na porta P2 210, o controle determina a corrente de carregamento e o tempo de operação neste modo.

Como uma extensão ao modo descrito anteriormente, o controle

25 do carregador permite o carregamento de um segundo dispositivo de armazenamento de energia na porta P1 208 ou na porta P4 214. Este pode ser referido como um modo de carregamento duplo de bateria. Neste modo, o controle garante que um fluxo de corrente controlado seja possível antes de

fechar os contadores e habilitar o módulo M3 206. Se os níveis de tensão estiverem na faixa permissível, o contator K2 220 ou K4 222 são forçados no estado LIGADO, o módulo M3 206 é ajustado no modo abaixador e determina a corrente de carregamento e o tempo de operação neste modo. Um fator de  
5 divisão de potência inicial é aplicado enquanto as correntes e as tensões forem constantemente monitoradas para calcular cada SOC individual. Utilizando-se uma bateria recarregável padrão (COTS), a interface de comunicação padronizada do carregador ESMS integrado também permite receber tensão e SOC a partir do sistema. O carregador ESMS integrado executa a estratégia de  
10 carregamento desejada, que depende da tecnologia de bateria, limitações térmicas, etc.

O SOC de dispositivos de armazenamento de energia fixados é estimado para determinar uma divisão de potência a partir da ampla entrada de tensão aos dispositivos de armazenamento de energia. O SOC de dispositivo  
15 individual é constantemente monitorado para determinar e otimizar o fator de divisão de potência. Esta tarefa é responsável pelo manuseio apropriado de níveis de SOC extremos. Por exemplo, uma bateria de lado alto completamente descarregada na porta P2 210 pode operar em tensões que estejam abaixo da bateria na porta P1 208. Neste caso, o carregamento até a bateria de lado alto  
20 na porta P2 210 é requerido antes de uma divisão de potência de carga puder ser realizada. A Figura 6 ilustra um exemplo de uma seleção de divisão de potência de  $p = 0,33$ , significando que 33% da potência de carregamento total está fluindo em um dispositivo de porta P1 208, em um dispositivo de porta P4 214, ou em ambas as portas 208, 214. Referindo-se à Figura 6, ilustra-se um  
25 exemplo de carregamento 300 onde uma potência de carregamento total 302 é proporcionada durante uma primeira fase 304 e uma segunda fase 306 de carregamento. Durante a primeira fase 304, toda a potência de carregamento de uma potência de carregamento total 302 é proporcionada à porta P2 210 até

que uma tensão adequada seja obtida no dispositivo HV que é fixado à mesma. No exemplo da Figura 6, isto ocorre em t1 308 (que, em um exemplo, é igual a 15 minutos). Em t1 308, o módulo M3 206 é habilitado e a potência dividida, conforme declarado neste exemplo, sendo que 33% da potência de carregamento total são direcionados a uma ou a ambas as portas P1/P4 208/214 310, e o equilíbrio de potência é direcionado à porta P2 210 312.

O controle geral 400 do carregador integrado duplo de bateria é mostrado no fluxograma da Figura 7. O auto-teste de ligamento ocorre na etapa 402, e o tipo de fonte– AC ou DC – é determinado na etapa 404. Se for AC 406, então, o controle de PFC é habilitado na etapa 408. Se for DC 410, então, a seleção de estado para os módulos M1 202, M2 204, e M3 206 é selecionada na etapa 412, dependendo da tensão de entrada. A estratégia de carregamento é determinada na etapa 414 que se baseia pelo menos em parte nas condições dos dispositivos de armazenamento de energia acoplados ao carregador integrado duplo de bateria (tal como uma tensão em uma porta, por exemplo), realiza-se uma determinação de divisão de potência na etapa 416, e o fluxo de potência é regulado na etapa 418 com base na determinação da etapa 416. O ajuste de estratégia pode ocorrer na etapa 420 que pode se basear em uma condição de uma bateria ou dispositivo de armazenamento. Se a estratégia precisar ser ajustada 422, então, o controle retorna para a etapa 414 para uma avaliação subsequente. Caso não seja 424, então, ocorre um critério para encerramento de carga na etapa 426. Se o critério não tiver sido alcançado 428, então, o controle retorna para a etapa 416 para uma avaliação subsequente da divisão de potência. Se o critério tiver sido satisfeito 430, então, o processo termina 432 e o carregamento é completo. O loop de controle interno 422 monitora constantemente os parâmetros e ajusta o fator de divisão de potência em tempo real. O critério de encerramento de carga 426 determina quando uma ou ambas as unidades de armazenamento de energia

forem declaradas um SOC completo e o encerramento do carregamento é realizado.

Portanto, a flexibilidade é uma propriedade essencial do ESMS de carregador integrado de múltiplas portas. Por motivos de simplicidade, nem todos os casos será explicitamente descritos, ao invés disso, uma forma matricial é escolhida para captura muitos casos possíveis e disposições para recarga.

A Figura 8 é uma tabela que ilustra aspectos de ajustes de contator, com comentários para o carregamento único de bateria de alta tensão à porta 2.

A Figura 9 é uma tabela que ilustra aspectos de ajustes de contator, com comentários para o carregamento único de bateria de baixa tensão às portas 1 ou 4.

As Figuras 10 A-C são tabelas que ilustram aspectos de ajustes de contator, com comentários para o carregamento duplo de bateria às portas 1 e 3.

Como tal, as Figuras 8 a 10 ilustram uma variedade de cenários de carregamento para um carregamento de alta tensão de bateria única, carregamento de baixa tensão de bateria única, e um carregamento duplo de bateria, de acordo com as modalidades da invenção. As ilustrações incluem ajustes para os comutadores K1 218, K2 220, K3 216, K4 222, e M 224, que pertencem à Figura 4 conforme discutido anteriormente, e pertencem a vários casos para carregamento conforme descrito nos casos 1 a 10. Os casos 1 a 10 descritos incluem ajustes que também pertencem a várias tensões medidas nas Portas P1 a P4, respectivamente, os elementos 208 a 214 da Figura 4.

Uma contribuição técnica para o aparelho descrito é que este proporciona uma técnica implementada por controlador para sistemas de acionamento elétrico, incluindo veículos híbridos e elétricos e, mais

particularmente, a dispositivos de armazenamento de energia para carregamento de um veículo elétrico utilizando-se um sistema de gerenciamento de energia com múltiplas portas.

Um indivíduo versado na técnica avaliará que as modalidades da invenção podem fazer interface e serem controladas por um meio de armazenamento legível por computador tendo armazenado nele um programa computacional. O meio de armazenamento legível por computador inclui uma pluralidade de componentes, tal como um ou mais componentes eletrônicos, componentes de hardware, e/ou componentes de software computacional. Estes componentes podem incluir um ou mais meios de armazenamento legível por computador que armazenam genericamente instruções, tais como software, firmware e/ou linguagem de montagem para realizar uma ou mais porções de uma ou mais implementações ou modalidades de uma sequência. Estes meios de armazenamento legível por computador são genericamente não-transitórios e/ou tangíveis. Exemplos de tal meio de armazenamento legível por computador incluem um meio de armazenamento de dados graváveis de um computador e/ou dispositivo de armazenamento. Os meios de armazenamento legível por computador podem empregar, por exemplo, um ou mais entre um meio de armazenamento magnético, elétrico, óptico, biológico, e/ou dados atômicos. Adicionalmente, tais meios podem assumir a forma, por exemplo, de disquetes flexíveis, fitas magnéticas, CD-ROMs, DVD-ROMs, unidades de disco rígido, e/ou uma memória eletrônica. Outras formas de meios de armazenamento legível por computador não-transitórios e/ou tangíveis não listados podem ser empregadas pelas modalidades da invenção.

Pode-se combinar ou dividir uma série desses componentes em uma implementação. Adicionalmente, esses componentes podem incluir um conjunto e/ou uma série de instruções computacionais gravadas ou implementadas com qualquer entre uma série de linguagens de programação,



conforme será avaliado pelos indivíduos versados na técnica. Além disso, outras formas de meios legíveis por computador, tal como uma onda portadora podem ser empregadas para incorporar um sinal de dados computacionais que representam uma sequência de instruções que quando executadas por um ou  
5 mais computadores faz com que um ou mais computadores realizem uma ou mais porções de uma ou mais implementações ou modalidades de uma sequência.

De acordo com uma modalidade da invenção, um sistema de armazenamento e gerenciamento de energia (SAGE) inclui um ou mais  
10 dispositivos de armazenamento de energia acoplados a um dispositivo de potência e configurados para armazenarem energia elétrica, sendo que um sistema de conversão eletrônica de potência tem uma pluralidade de portas de energia, sendo que o sistema de conversão eletrônica de potência compreende uma pluralidade de conversores elétricos DC, sendo que cada conversor  
15 elétrico DC é configurado para aumentar e diminuir uma tensão DC, sendo que cada uma entre a pluralidade de portas de energia é acoplável a cada um entre um ou mais dispositivos de armazenamento de energia, e cada uma entre a pluralidade de portas de energia é acoplável a um sistema de carregamento elétrico. O ESMS inclui um controlador configurado para determinar uma  
20 primeira condição de um primeiro dispositivo de armazenamento de energia e uma segunda condição de um segundo dispositivo de armazenamento de energia, sendo que o primeiro e o segundo dispositivos de armazenamento de energia são conectados às respectivas portas de energia do sistema de conversão de potência, determinar um fator de divisão de potência com base  
25 na primeira condição e na segunda condição, e regular a potência ao primeiro e ao segundo dispositivos de armazenamento de energia com base no fator de divisão de potência.

De acordo com outra modalidade da invenção, um método para

gerenciar um sistema de armazenamento e gerenciamento de energia (SAGE) inclui determinar um primeiro status de carga de um primeiro dispositivo de armazenamento de energia, determinar um segundo status de carga de um segundo dispositivo de armazenamento de energia, determinar um fator de  
5 divisão de potência com base no primeiro status de carga e no segundo status de carga, e regular a potência de carregamento ao primeiro e ao segundo dispositivos de armazenamento de energia de acordo com o fator de divisão de potência.

De acordo com ainda outra modalidade da invenção, um meio de  
10 armazenamento legível por computador não-transitório posicionado em um sistema de armazenamento e gerenciamento de energia (SAGE) e tendo armazenado nele um programa computacional que compreende instruções que quando executadas por um computador fazem com que o mesmo determine um status elétrico de um primeiro dispositivo de armazenamento de energia e  
15 de um segundo dispositivo de armazenamento de energia, sendo que o primeiro e o segundo dispositivos de armazenamento de energia são conectados às respectivas portas de energia do ESMS, determine um fator de divisão de potência com base no status elétrico do primeiro e do segundo dispositivos de armazenamento de energia, e regule a potência ao primeiro e  
20 ao segundo dispositivos de armazenamento de energia com base no fator de divisão de potência.

Esta descrição escrita usa exemplos para descrever a invenção, incluindo o melhor modo, e também permitir que qualquer indivíduo versado na técnica pratique a invenção, incluindo produzir e utilizar quaisquer dispositivos  
25 ou sistemas e realizar quaisquer métodos incorporados. O escopo patenteável da invenção é definido pelas reivindicações, e pode incluir outros exemplos que ocorram aos indivíduos versados na técnica. Esses outros exemplos são destinados a estarem dentro do escopo das reivindicações se eles tiverem

elementos estruturais que não difiram da linguagem literal das reivindicações, ou se incluïrem elementos estruturais equivalentes com diferenças insubstanciais em relação às linguagens literais das reivindicações.

Muito embora a invenção tenha sido descrita em detalhes de acordo com apenas um número limitado de modalidades, deve-se compreender prontamente que a invenção não se limita a estas modalidades descritas. Ao invés disso, a invenção pode ser modificada para incorporar uma série de variações, alterações, substituições ou disposições equivalentes não descritas até agora, porém, que sejam proporcionais ao espírito e ao escopo da invenção. Adicionalmente, embora várias modalidades da invenção tenham sido descritas, deve-se compreender que os aspectos da invenção podem incluir apenas algumas das modalidades descritas. Consequentemente, a invenção não deve ser vista como limitada pela descrição anterior, porém, é limitada apenas pelo escopo das reivindicações em anexo.

### REIVINDICAÇÕES

1. SISTEMA DE ARMAZENAMENTO E GERENCIAMENTO DE ENERGIA (SAGE), (100) que compreende:

um ou mais dispositivos de armazenamento de energia (116, 124, 5 128) acoplados a um dispositivo de potência (126) e configurados para armazenar energia elétrica;

um sistema de conversão eletrônica de potência tendo uma pluralidade de portas de energia (102), sendo que o sistema de conversão eletrônica de potência compreende uma pluralidade de conversores elétricos 10 DC (104, 106, 108), cada conversor elétrico DC (104, 106, 108) configurado para aumentar e diminuir uma tensão DC, sendo que:

cada uma entre a pluralidade de portas de energia (102) é acoplável a cada um ou mais dispositivos de armazenamento de energia (116, 124, 128); e

15 cada uma entre a pluralidade de portas de energia (102) é acoplável a um sistema de carregamento elétrico (126); e

um controlador (46) configurado para:

determinar uma primeira condição de um primeiro dispositivo de armazenamento de energia (116) e uma segunda condição de um segundo 20 dispositivo de armazenamento de energia (124) (414), sendo que o primeiro e o segundo dispositivos de armazenamento de energia (116, 124) são conectados às respectivas portas de energia (114, 120) do sistema de conversão de potência;

determinar um fator de divisão de potência com base na primeira 25 condição e na segunda condição (416); e

regular a potência ao primeiro e ao segundo dispositivos de armazenamento de energia com base no fator de divisão de potência (418).

2. SISTEMA (100), de acordo com a reivindicação 1, sendo

que a condição do primeiro dispositivo de armazenamento de energia (116) e a condição do segundo dispositivo de armazenamento de energia (124) compreendem um estado de carga (SOC) e uma quantidade de desequilíbrio de célula.

5                   3.       SISTEMA (100), de acordo com a reivindicação 1, sendo que o controlador (46) é configurado para monitor continuamente a primeira condição e a segunda condição (422), e revisar o fator de divisão de potência (416) como uma função de uma primeira condição alterada do primeiro dispositivo de armazenamento de energia (116) e de uma segunda condição  
10 alterada do segundo dispositivo de armazenamento de energia (124).

                  4.       SISTEMA (100), de acordo com a reivindicação 1, sendo que o controlador (46) é configurado para determinar o fator de divisão de potência de tal modo que, ao regular a potência ao primeiro e ao segundo dispositivos de armazenamento de energia (116, 124), a potência seja  
15 direcionada apenas um entre o primeiro e o segundo dispositivos de armazenamento de energia (304).

                  5.       SISTEMA (100), de acordo com a reivindicação 1, sendo que o controlador (46) é configurado para determinar o fator de divisão de potência com base em pelo menos uma capacidade do primeiro e do segundo  
20 dispositivos de armazenamento de energia e em um limite de corrente de carregamento de um entre o primeiro e o segundo dispositivos de armazenamento de energia (116, 124).

                  6.       SISTEMA (100), de acordo com a reivindicação 1, sendo que o controlador (46) é configurado para:

25                   determinar uma tensão de cada porta de energia (102) tendo um dispositivo de armazenamento de energia (116, 124, 128) ou um sistema de carregamento elétrico DC (126) acoplado ao mesmo;

                  determinar o fator de divisão de potência com base na tensão

determinada de cada respectiva porta de energia (102); e

conectar eletricamente uma primeira porta de energia (114) a uma segunda porta de energia (120) de pelo menos duas entre uma pluralidade de portas de energia (102) de tal modo que pelo menos um dos  
5 conversores elétricos DC (104, 106, 108) aumente ou diminua uma tensão DC de entrada com base na regulação de potência ao primeiro e ao segundo dispositivos de armazenamento de energia (116, 124).

7. SISTEMA (100), de acordo com a reivindicação 1, sendo que o dispositivo de potência (126) compreende um trem de transmissão  
10 veicular, uma fonte de alimentação ininterrupta, um trem de transmissão veicular de mineração, um aparelho de mineração, um sistema marinho, e um sistema de aviação.

Fig. 1

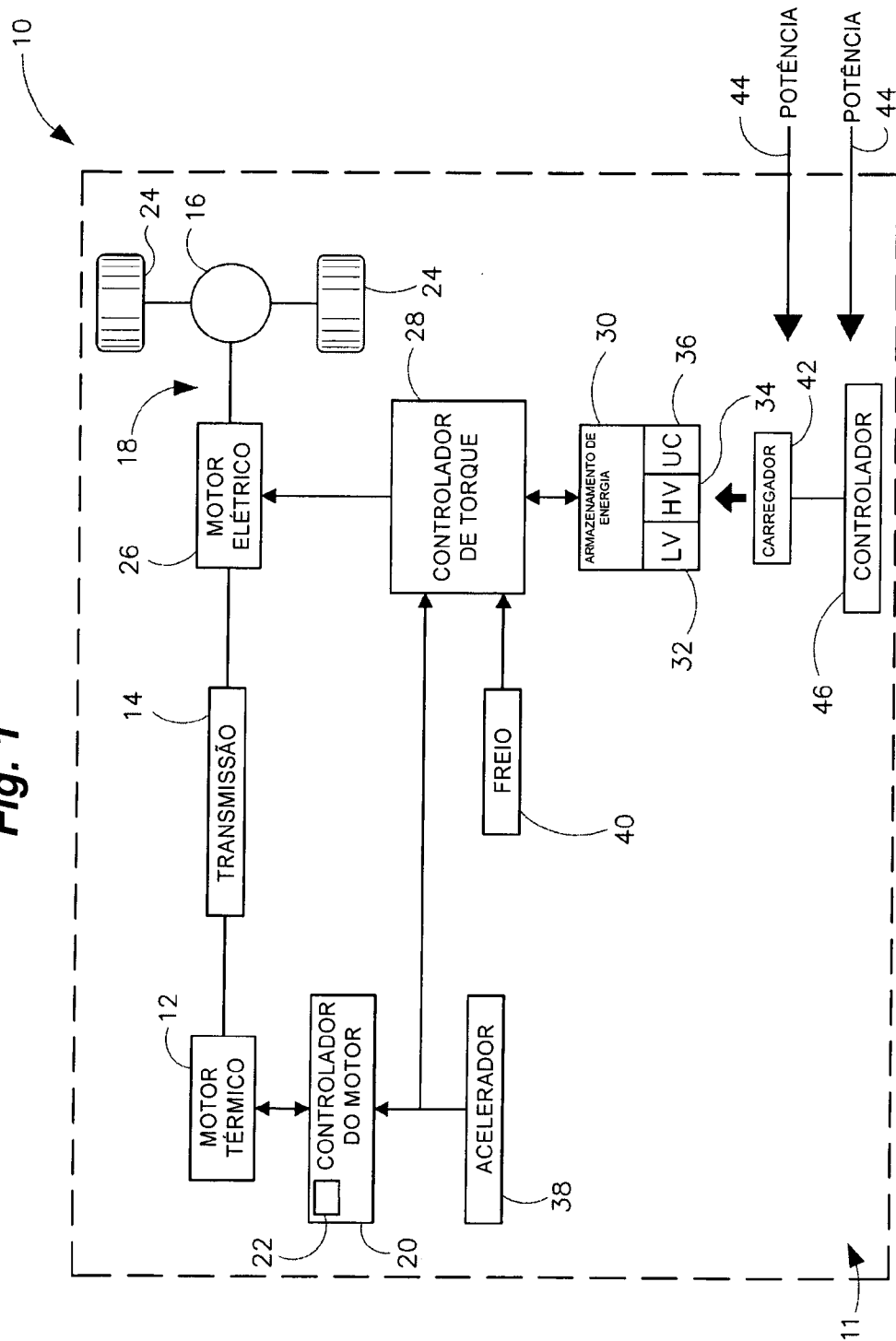


Fig. 2

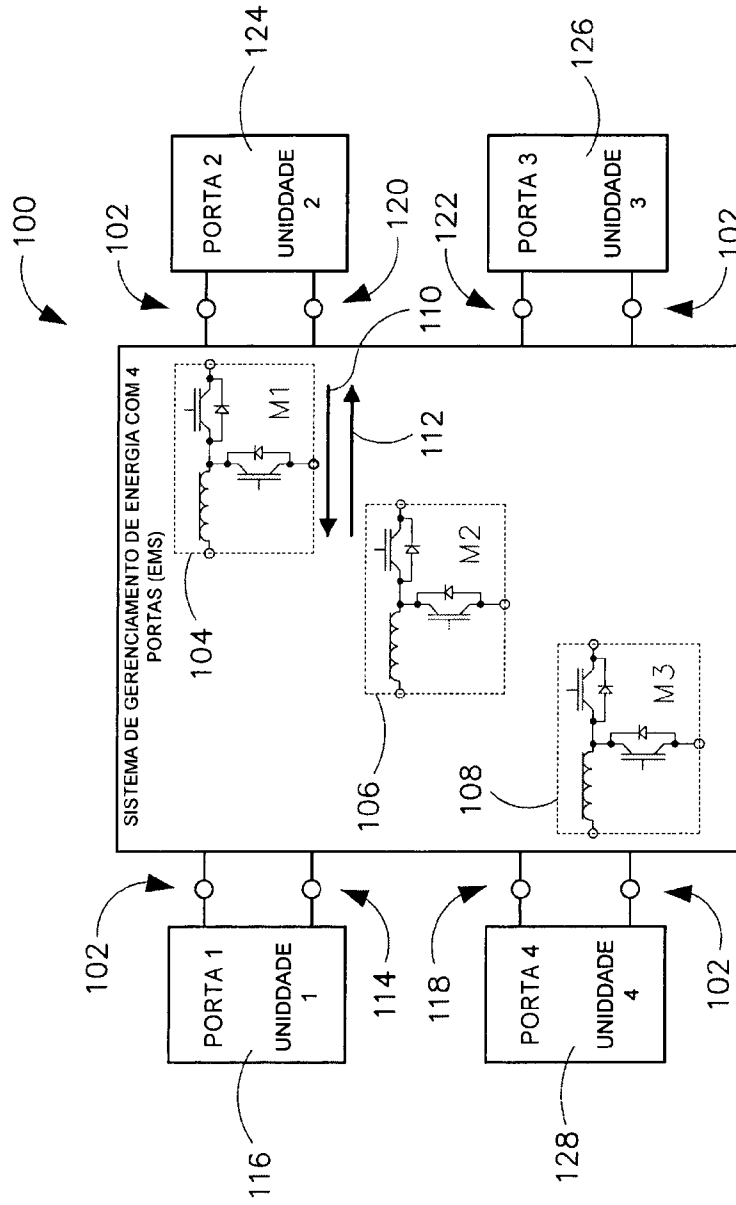




Fig. 3

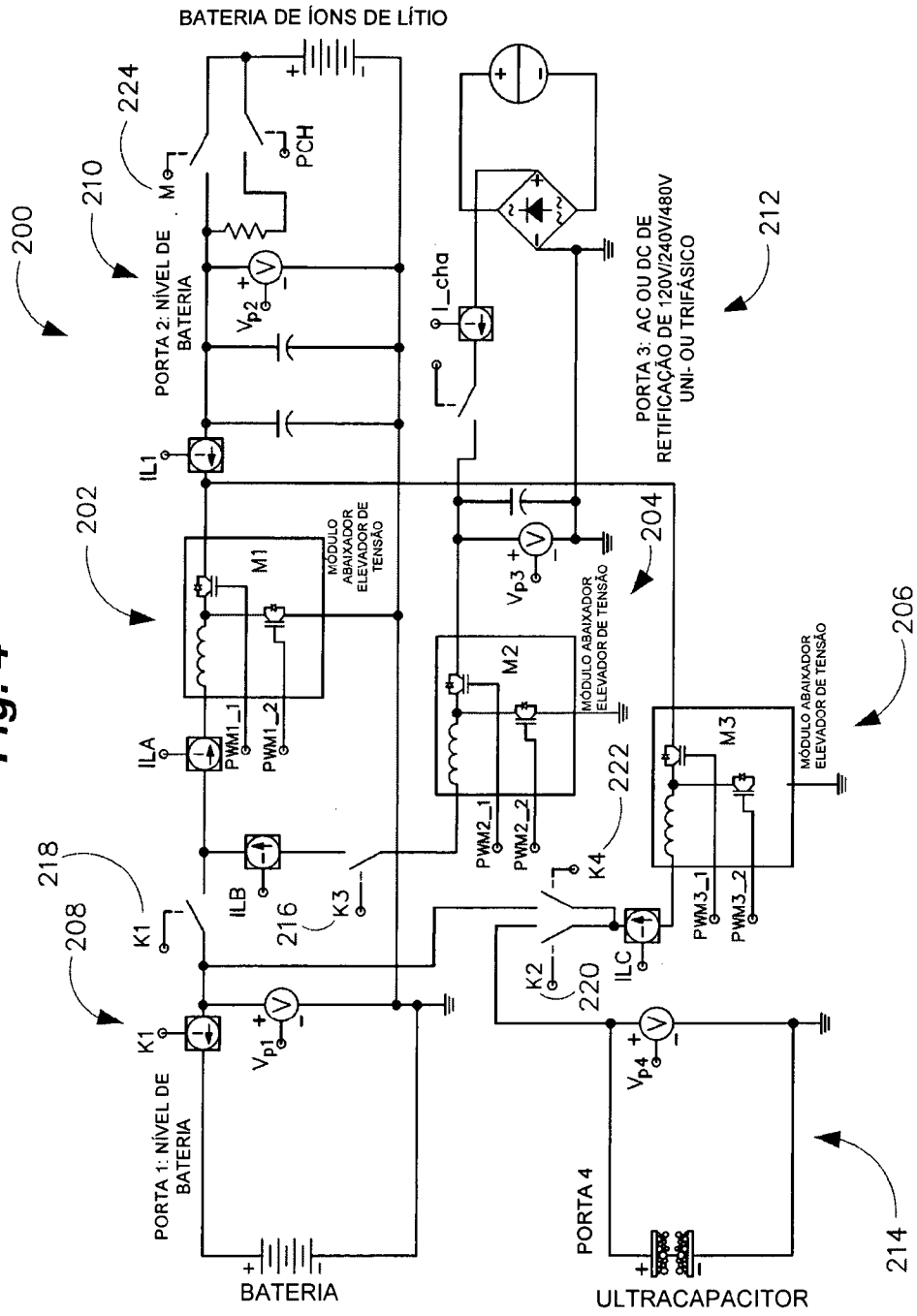
CONFIGURAÇÕES DE CARREGADOR

	FUNÇÃO	PORTA 1	PORTA 2	PORTA 3	PORTA 4
1	BATERIA ÚNICA COM CARREGADOR INTEGRADO DE FAIXA AMPLA DE ENTRADA.	BATERIA DE ENERGIA OU ULTRACAPACITAR	BANCO U/C	ENTRADA DO CARREGADOR (DC OU AC RETIFICADO)	N.A.
2	BATERIA DUPLA COM CARREGADOR INTEGRADO DE FAIXA AMPLA DE ENTRADA.	BATERIA DE ENERGIA OU ULTRACAPACITAR	BATERIA DE POTÊNCIA	ENTRADA DO CARREGADOR (DC OU AC RETIFICADO)	N.A.
3	BATERIA TRIPLA COM CARREGADOR INTEGRADO DE FAIXA AMPLA DE ENTRADA.	BATERIA DE ENERGIA I OU ULTRACAPACITAR	BATERIA DE POTÊNCIA	ENTRADA DO CARREGADOR (DC OU AC RETIFICADO)	BATERIA DE ENERGIA II OU ULTRACAPACITOR
4	BATERIA DE ELEVAÇÃO COM CARREGADOR DE BAIXA TENSÃO.	BATERIA DE ENERGIA	BATERIA DE POTÊNCIA	BATERIA DE POTÊNCIA	ENTRADA DE CARREGADOR
5	BATERIA DUPLA COM CARREGADOR INTEGRADO DE FAIXA AMPLA DE ENTRADA E INTERCALANDO-SE EM OPERAÇÃO NORMAL.	BATERIA DE ENERGIA	BATERIA DE POTÊNCIA	ENTRADA DO CARREGADOR (DC OU AC RETIFICADO)	CONECTADA EM PARALELO À PORTA 1

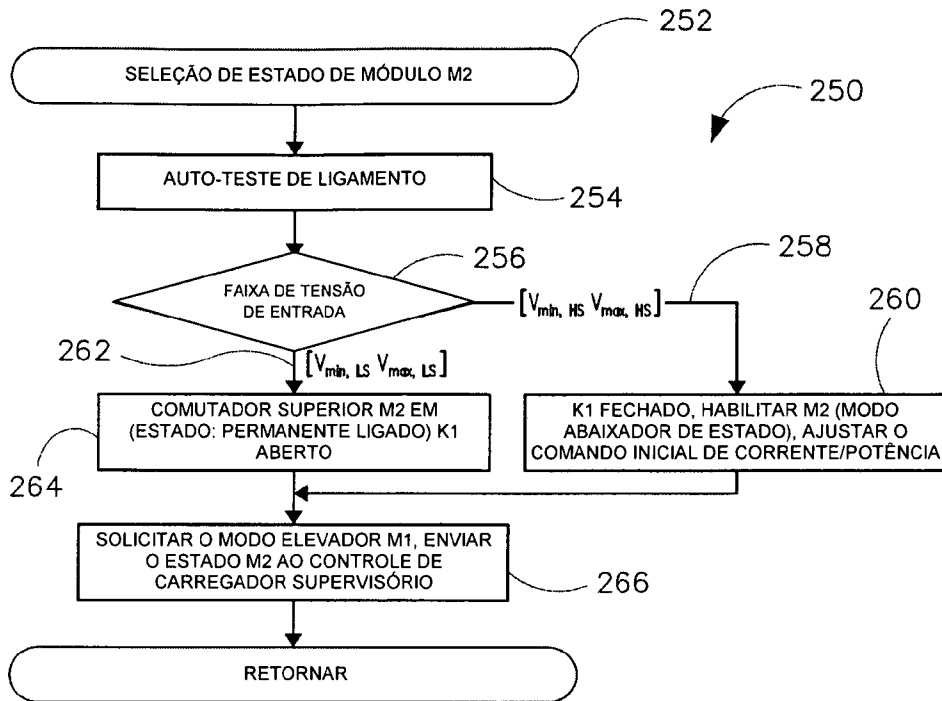
202

200

Fig. 4



**Fig. 5**



**Fig. 6**

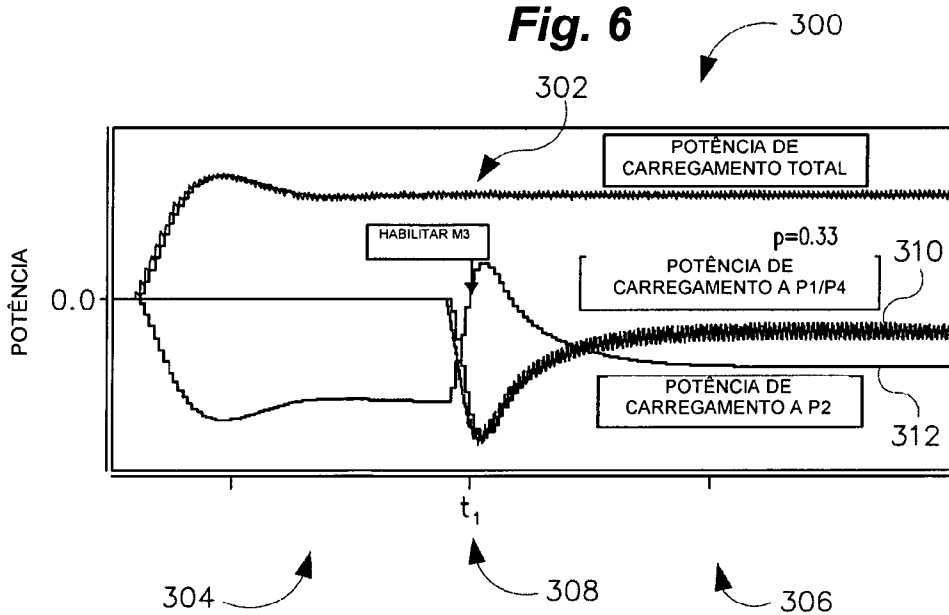
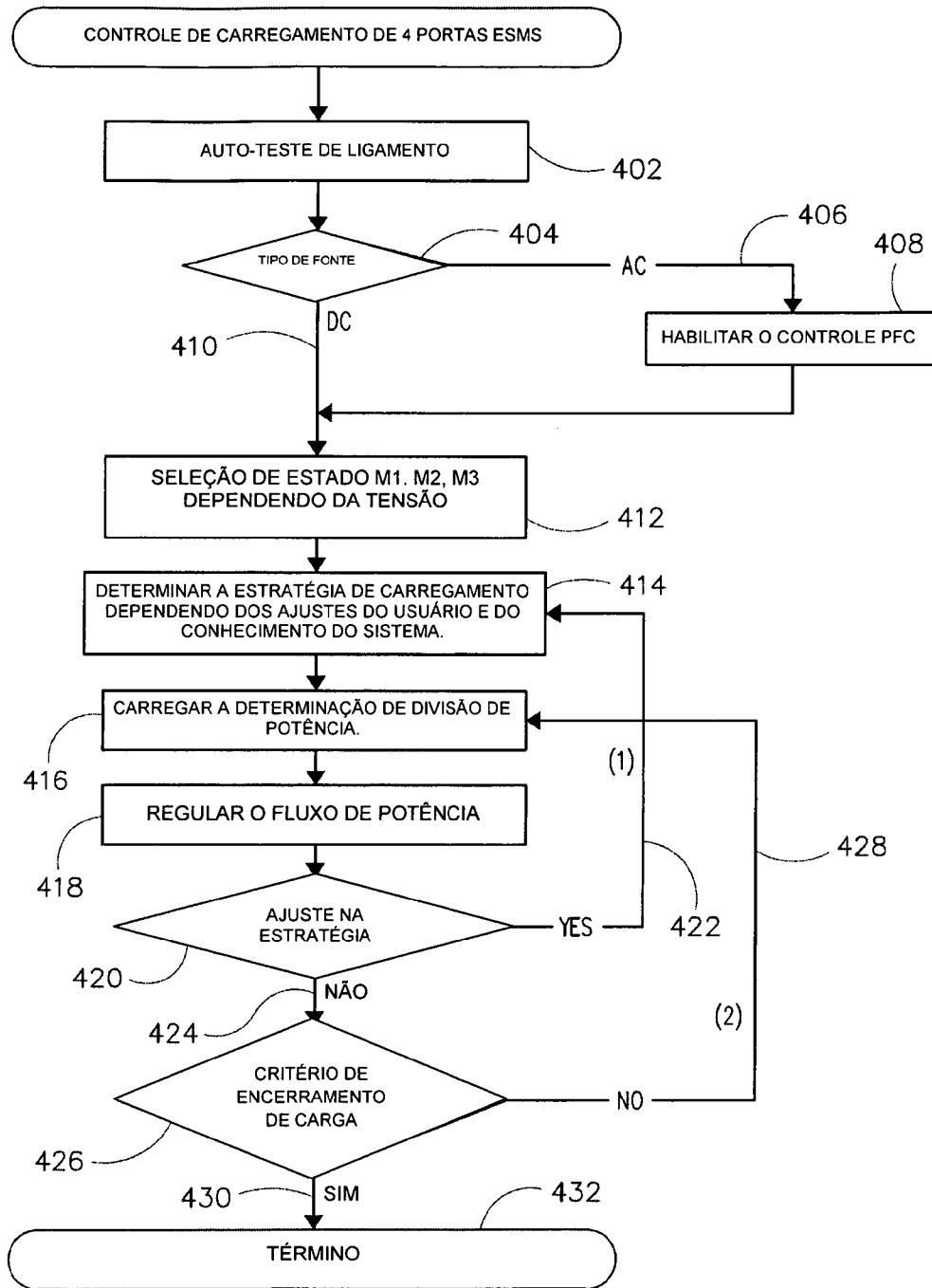


Fig. 7



**Fig. 8**

## CARREGAMENTO DE BATERIA HV ÚNICA

$V_{P2}, V_{P3}$	$V_{P1}, V_{P4}$	SELEÇÃO DE ESTADO / MODOS OPERACIONAIS	K 3	K 1	K 2	K 4	M
CASO 1 $V_{P3} < V_{P2}$	N/A	COMUTADOR SUPERIOR M2 PERMANENTEMENTE LIGADO, M1 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ELEVADOR PARA CARREGAR A PORTA P2.	FECHADO	ABERTO	ABERTO	ABERTO	FECHADO
CASO 2 $V_{P2} < V_{P3}$	N/A	M2 NO MODO DE CONTROLE ABAIXADOR, USAR D EM M1 PARA CARREGAR A PORTA 2.	FECHADO	ABERTO	ABERTO	ABERTO	FECHADO

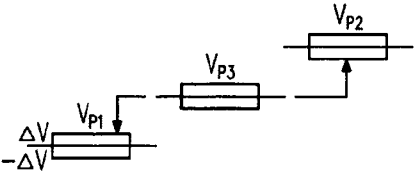
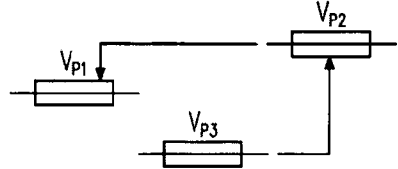
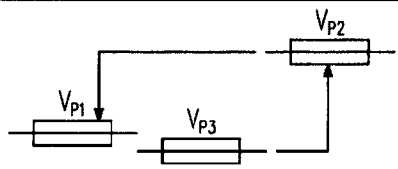
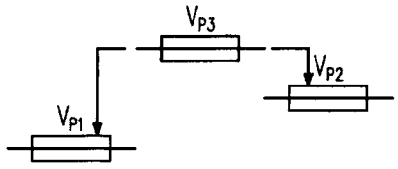
**Fig. 9**

## CARREGAMENTO DE BATERIA LV ÚNICA (NA PORTA 2 OU NA PORTA 4)

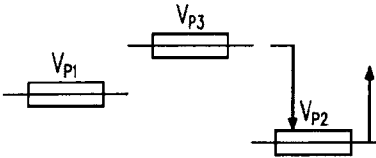
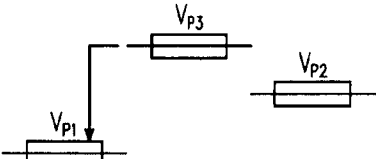
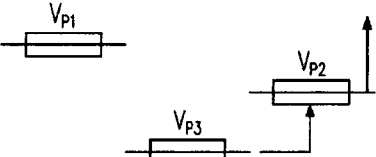
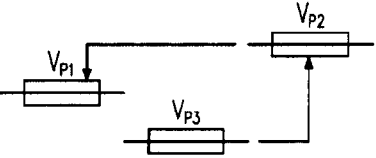
$V_{P2}, V_{P3}$	$V_{P1}, V_{P4}$	SELEÇÃO DE ESTADO / MODOS OPERACIONAIS	K 3	K 1	K 2	K 4	M
CASO 3 $V_{P3} < V_{P1} [V_{P4}]$	N/A	COMUTADOR SUPERIOR M2 PERMANENTEMENTE LIGADO, M1 EM MODO ELEVADOR E M3 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ABAIXADOR PARA CARREGAR A PORTA P1 [P4]. CAPACITORES DE LINK DC SÃO USADOS NA PORTA P2.	FECHADO	ABERTO	ABERTO [FECHADO]	FECHADO [ABERTO]	ABERTO
CASO 4 $V_{P3} < V_{P1} [V_{P4}]$	N/A	M2 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ABAIXADOR PARA CARREGAR A PORTA P1 [P4].	FECHADO	FECHADO	ABERTO [FECHADO]	ABERTO [FECHADO]	ABERTO

CARREGAMENTO DUPLO DE BATERIA

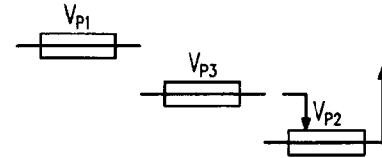
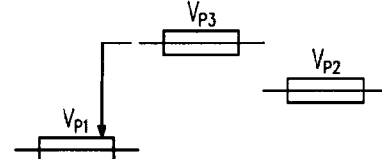
**Fig. 10A**

$V_{P1}, V_{P2}, V_{P3}$	$V_{P4}$	SELEÇÃO DE ESTADO / MODOS OPERACIONAIS	K 3	K 1	K 2	K 4	M
<p>CASO 5</p> <p><math>V_{P1} &lt; V_{P3} &lt; V_{P2}</math></p> <p><math>V_{P1} + \Delta V &lt; V_{P3} &lt; V_{P2} - \Delta V</math></p> <p><math>\Delta V = 10V</math></p>	N/A	 <p>M2 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ABAIXADOR, M1 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ELEVADOR, PARA CARREGAR SIMULTANEAMENTE A PORTA P1 E P2.</p>	FECHADO	FECHADO	ABERTO	ABERTO	FECHADO
<p>CASO 6</p> <p><math>V_{P3} &lt; V_{P1} &lt; V_{P2}</math></p>	N/A	 <p>COMUTADOR SUPERIOR M2 PERMANENTEMENTE LIGADO, M1 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ELEVADOR PARA CARREGAR A PORTA 2, M3 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ABAIXADOR PARA CARREGAR A PORTA P1. O OBJETIVO É SEMPRE MANTER <math>V_{P2} &gt; V_{P1}</math>.</p>	FECHADO	ABERTO	ABERTO	FECHADO	ABERTO
<p>CASO 7</p> <p><math>V_{P3} \approx V_{P1} &lt; V_{P2}</math></p> <p><math>V_{P3}</math> AND <math>V_{P1}</math> ARE EQUAL WITHIN <math>\Delta V</math></p>	N/A	 <p>COMUTADOR SUPERIOR M2 PERMANENTEMENTE LIGADO, M1 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ELEVADOR PARA CARREGAR A PORTA 2, M3 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ABAIXADOR PARA CARREGAR A PORTA P1.</p>	FECHADO	ABERTO	ABERTO	FECHADO	ABERTO
<p>CASO 8</p> <p><math>V_{P1} &lt; V_{P2} &lt; V_{P3}</math></p>	N/A	 <p>M2 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ABAIXADOR, PARA CARREGAR A P1, M1 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ELEVADOR.</p>	FECHADO	FECHADO	ABERTO	ABERTO	FECHADO

**Fig. 10B**

<p>CASO 9</p> <p><math>V_{P2} &lt; V_{P1} &lt; V_{P3}</math></p>	 <p>CARREGAMENTO DUPLO DE BATERIA SEQUENCIADO:            (1) M2 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ABAIXADOR, COMUTADOR SUPERIOR M1 PERMANENTEMENTE LIGADO PARA CARREGAR A PORTA P2 ATÉ QUE <math>V_{P2} &lt; V_{P1}</math>.</p>	FECHADO	ABERTO	ABERTO	ABERTO	FECHADO
<p>N/A</p>  <p>(2) FECHAR K4 E OPERAR M3 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ABAIXADOR PARA CARREGAR A PORTA P1.</p>	FECHADO	ABERTO	ABERTO	FECHADO	FECHADO	
<p>CASO 10</p> <p><math>V_{P3} &lt; V_{P2} &lt; V_{P1}</math></p>	 <p>CARREGAMENTO DUPLO DE BATERIA SEQUENCIADO:            (1) COMUTADOR SUPERIOR M2 PERMANENTEMENTE LIGADO, M1 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ELEVADOR PARA CARREGAR A PORTA P2 ATÉ QUE <math>V_{P2} &gt; V_{P1}</math>.</p>	FECHADO	ABERTO	ABERTO	ABERTO	FECHADO
<p>N/A</p>  <p>(2) FECHAR K4, M3 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ABAIXADOR PARA CARREGAR A PORTA P1, SIMULTANEAMENTE CARREGAR P2 PARA MANTER ELEVADO O NÍVEL DE TENSÃO.</p>	FECHADO	ABERTO	ABERTO	ABERTO	FECHADO	

**Fig. 10C**

<p>CASO 11</p> <p><math>V_{P2} &lt; V_{P3} &lt; V_{P1}</math></p> <p>COM DISPOSITIVO ESPECIFICO <math>V_{P1}</math>, MAX (POR EXEMPLO, 420 V PARA DISPOSITIVOS DE 600 V.</p>	 <p>CARREGAMENTO DUPLO DE BATERIA SEQUENCIADO:          (1) M2 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ABAIXADOR, COMUTADOR SUPERIOR PERMANENTEMENTE LIGADO PARA CARREGAR A PORTA P2 ATÉ QUE <math>V_{P2} &gt; V_{P3} - \Delta V</math>, ENTÃO, M2 EM MODO ABAIXADOR E M1 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ELEVADOR PARA CARREGAR A PORTA P2.</p>	FECHADO	ABERTO	ABERTO	ABERTO	FECHADO
N/A	 <p>(2) QUANDO <math>V_{P2} &lt; V_{P1}</math>, CARREGAR P1 UTILIZANDO-SE M2 E MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ELEVADOR.</p>	FECHADO	FECHADO	ABERTO	ABERTO	FECHADO



**RESUMO****“SISTEMA DE ARMAZENAMENTO E GERENCIAMENTO DE ENERGIA  
(SAGE)”**

Trata-se de um sistema de armazenamento e gerenciamento de energia (SAGE) (100) que inclui dispositivos de armazenamento de energia (116, 124, 128) acoplados a um dispositivo de potência (126), um sistema de conversão eletrônica de potência que inclui uma pluralidade de conversores elétricos DC (104, 106, 108), cada conversor elétrico DC (104, 106, 108) configurado para aumentar e diminuir uma tensão DC, sendo que as portas de energia (102) do ESMS (100) são acopláveis a cada um dos dispositivos de armazenamento de energia (116, 124, 128), e cada uma das portas de energia (102) é acoplável a um sistema de carregamento elétrico (126). O ESMS (100) inclui um controlador (46) configurado para determinar uma primeira condição de um primeiro dispositivo de armazenamento de energia (116) e um segunda condição de um segundo dispositivo de armazenamento de energia (124) (414), sendo que o primeiro e o segundo dispositivos de armazenamento de energia (116, 124) são conectados às respectivas portas de energia (114, 120) do sistema de conversão de potência, determinar um fator de divisão de potência com base na primeira condição e na segunda condição (416), e regular a potência ao primeiro e ao segundo dispositivos de armazenamento de energia com base no fator de divisão de potência (418).