



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) PI 1104811-5 A2

(22) Data do Depósito: 04/11/2011

(43) Data da Publicação: 22/12/2015

(RPI 2346)



(54) Título: SISTEMA DE CONTROLE DE ENERGIA E ARMAZENAMENTO

(51) Int. Cl.: B60L 11/00; B60L 11/14; B60L 11/18

(52) CPC: B60L 11/005; B60L 11/14; B60L 11/1812; B60L 11/1862; B60L 11/1868

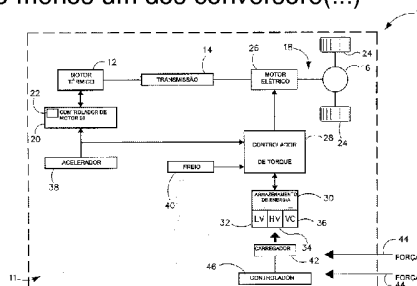
(30) Prioridade Unionista: 05/11/2010 US 12/940,085

(73) Titular(es): GENERAL ELECTRIC COMPANY

(72) Inventor(es): RUEDIGER SOEREN KUSCH, ROBERT DEAN KING, ROBERT LOUIS STEIGERWALD

(74) Procurador(es): CAROLINA NAKATA

(57) Resumo: SISTEMA DE CONTROLE DE ENERGIA E ARMAZENAMENTO. Sistema de controle de energia e armazenamento (ESMS) (11) inclui dispositivos de energia (32, 34, 36) acoplados a um trem de força de veículo (18, 26, 14, 24) e configurado para armazenar energia de CC, um sistema de conversão eletrônica de força (42) tendo entradas de energia (102), o sistema de conversão eletrônica de força (42) compreendendo conversores elétricos de CC (104, 106, 108), cada conversor elétrico (104, 106, 108) configurado para aumentar e diminuir uma tensão de CC, em que cada uma das entradas de energia (102) é acoplável a cada um dos dispositivos ou dispositivo de armazenamento de energia (32, 34, 36); e cada uma das entradas de energia (102) é acoplável a um sistema de carregamento elétrico (44). O ESMS (11) inclui um controlador (46) configurado para determinar uma tensão de cada entrada de energia (102) tendo ou um dispositivo de armazenamento de energia (32, 34, 36) ou um sistema de carregamento elétrico de CC (44) acoplado à mesma; e conectar eletricamente uma primeira entrada de energia a uma segunda entrada de energia de modo que pelo menos um dos conversores(...)



SISTEMA DE CONTROLE DE ENERGIA E ARMAZENAMENTO (ESMS)”

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Modalidades da invenção se relacionam em geral a sistemas de acionamento elétrico incluindo veículos híbridos e elétricos e, mais particularmente, a carregar um veículo elétrico utilizando um sistema de
5 controle de energia com múltiplas entradas.

Veículos elétricos híbridos podem combinar um motor de combustão interna e um motor elétrico acionado por um dispositivo de armazenamento de energia, tal como uma bateria de tração, para amplificar o
10 veículo. Uma combinação como essa pode aumentar a eficiência do combustível como um todo, pois possibilita que o motor de combustão e o motor elétrico operem, cada um deles, nas respectivas faixas de maior eficiência. Motores elétricos, por exemplo, podem ser eficientes em acelerar a partir de um estado de repouso, enquanto motores de combustão interna
15 (ICEs) podem ser eficientes durante períodos prolongados de operação constante do motor, tais como ao se dirigir em rodovias. A existência de um motor elétrico para aumentar a aceleração inicial permite que motores de combustão em veículos híbridos sejam menores e mais eficientes em relação ao combustível.

20 Veículos puramente elétricos usam energia elétrica armazenada para energizar um motor elétrico, o qual amplifica o veículo e também pode operar acionadores auxiliares. Veículos puramente elétricos podem usar uma ou mais fontes de energia elétrica armazenada. Por exemplo, uma primeira fonte de energia elétrica armazenada pode ser usada para proporcionar
25 energia mais durável (como energia de bateria de baixa voltagem) enquanto uma segunda fonte de energia elétrica armazenada pode ser usada para proporcionar energia com maior potência, por exemplo, para aceleração (como uma bateria de alta voltagem ou um ultracapacitor).

Veículos que são ligados a tomadas, sejam do tipo elétrico híbrido ou do tipo puramente elétrico, são configurados para utilizar energia elétrica a partir de uma fonte externa para recarregar os dispositivos de armazenamento de energia. Tais veículos podem incluir veículos para rodar em estradas e fora
5 de estradas, carrinhos de golfe, veículos elétricos caseiros, empilhadeiras, e caminhões utilitários sendo exemplos. Esses veículos podem usar ou carregadores de bateria fixos externos, carregadores de bateria internos, ou uma combinação de carregadores de bateria fixos externos e carregadores de bateria internos para transferir energia elétrica de uma rede elétrica ou de uma
10 fonte de energia renovável para a bateria de tração interna do veículo. Veículos que são ligados na tomada podem incluir conjuntos de circuito e conexões para facilitar a recarga da bateria de tração a partir da rede elétrica ou outra fonte elétrica, por exemplo.

Carregadores de bateria são importantes componentes no
15 desenvolvimento de veículos elétricos (EVs). Historicamente, dois tipos de carregadores para aplicação em EV são conhecidos. Um é de um tipo único onde funcionalidade e estilo podem ser comparados a uma estação de gasolina no sentido de se obter uma carga rápida. O outro é um tipo interno, que seria utilizado para um carregamento lento do tipo C a partir de uma saída doméstica
20 convencional. Evs tipicamente incluem dispositivos de armazenamento de energia tais como baterias de baixa tensão (para alcance e para passeio, por exemplo), baterias de alta tensão (para amplificação e aceleração, por exemplo), e ultracapacitores (para amplificação e aceleração, por exemplo), para citar apenas alguns. Pelo fato desses dispositivos se armazenamento de
25 energia operarem sob diferentes tensões e serem carregados de maneiras diferentes um do outro, cada dispositivo de armazenamento inclui seu próprio sistema de carregamento exclusivo. Isso pode levar a múltiplos componentes e a 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 utilizado para carregar uma bateria de baixa tensão tipicamente não pode ser usada para carregar um ultracapacitor ou uma
5 bateria de alta tensão.

O efeito (isto é, muitos dispositivos), é geralmente obtido quando se considera que em algumas aplicações é desejável carregar rapidamente o dispositivo de armazenamento um sistema de carregamento do tipo “estação de gasolina”, enquanto em outras aplicações é desejável carregar o dispositivo
10 de armazenamento lentamente utilizando-se uma saída doméstica convencional. Assim, a fim de proporcionar capacidade de carregamento para tipos de dispositivo de armazenamento de energia múltipla e utilizando-se um sistema de carga rápida ou carga lenta, diversos tipos de carregador podem ser necessários para proporcionar toda a funcionalidade desejada. Pelo fato de
15 cada tipo de carregador incluir um sistema de componentes elétricos, a confiabilidade do sistema como um todo pode ficar comprometida em função do grande número de componentes que pode ser usado para proporcionar essa funcionalidade. E, embora os componentes elétricos e eletrônicos possam ser dimensionados de modo que os níveis de tensão elétrica sejam baixos, o
20 ciclo de funcionamento relativamente alto pode influenciar significativamente a confiabilidade também.

Seria, portanto, desejável proporcionar um aparelho para reduzir o número de componentes elétricos como um todo proporcionado-se ao mesmo tempo flexibilidade para carregar um EV.

25

BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

De acordo com um aspecto da invenção, um sistema de controle de armazenamento de energia (ESMS) inclui um ou mais dispositivos de armazenamento de energia acoplados a um trem de acionamento e

configurados para armazenar energia de DC, um sistema de conversão eletrônica de força tendo uma pluralidade de entradas de energia, o sistema de conversão eletrônica de força compreendendo uma pluralidade de conversores elétricos para CC, cada conversor elétrico para CC configurado para aumentar em um ponto ou diminuir em um ponto uma tensão de CC, em que cada uma da pluralidade de entradas de energia é acoplável a um sistema de carregamento elétrico. O EV inclui um controlador configurado para determinar uma tensão de cada entrada de energia tendo ou um dispositivo de armazenamento de energia ou um sistema de carregamento elétrico de CC acoplado à mesma, e conectar eletricamente uma primeira entrada de energia a uma segunda entrada de energia das duas entradas de energia de modo que pelo menos um dos conversores elétricos de CC aumente ou diminua uma tensão de CC de entrada com base na tensão determinada de cada entrada de energia.

De acordo com outro aspecto da invenção, um método de fabricar um sistema de controle e armazenamento de energia (ESMS) inclui acoplar um ou mais dispositivos de armazenamento de energia a um trem de força de um veículo, fabricando um dispositivo de carregamento tendo uma pluralidade de conversores de tensão, prendendo o dispositivo de carregamento no veículo, o dispositivo de carregamento compreendendo uma pluralidade de entradas de energia, cada uma da pluralidade de entradas de energia acoplável ao dispositivo ou cada um dos dispositivos de armazenamento de energia, captando uma voltagem através de cada uma da pluralidade de entradas de energia, determinando se um dispositivo de armazenamento de energia e um sistema de carregamento elétrico estão acoplados a qualquer das entradas dentre a pluralidade de entradas de energia com base na tensão sentida, e conectando eletricamente o sistema de carregamento elétrico em qualquer uma da pluralidade de entradas de energia tendo um dispositivo de armazenamento

de energia pelo direcionamento seletivo da corrente elétrica para que ela flua através de um ou mais da pluralidade de conversores de tensão.

De acordo com outro aspecto da invenção, um meio de armazenamento legível por computador não-transitório posicionado em um sistema de armazenamento e controle de energia (ESMS) e tendo armazenado
5 no mesmo um programa de computador compreendendo instruções que quando executadas por um computador fazem com que o computador determine uma tensão de cada entrada de energia de um sistema de conversão de força de múltiplas entradas que está posicionado no ESMS, e
10 conecta eletricamente pelo menos duas das entradas de energia de modo que energia elétrica passe de uma primeira das pelo menos duas entradas de energia para uma segunda das pelo menos duas entradas de energia e através de pelo menos dois conversores de tensão, um primeiro conversor de tensão dos pelo menos dois conversores de tensão configurado para operar em um
15 modo de amplificação, e um segundo conversor de tensão dos pelo menos dois conversores de tensão configurado para operar em um modo encurtado.

Várias outras características e vantagens ficarão claras a partir da descrição detalhada e desenhos a seguir.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

20 Os desenhos ilustram modalidades correntemente consideradas para colocar a invenção em prática.

Nos desenhos:

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

25 A Figura 2 é um diagrama esquemático de um desenho de carregador de múltiplas entradas configurável de acordo com uma modalidade da invenção.

A Figura 3 é uma tabela ilustrando configurações como as do

carregador de múltiplas entradas ilustrado na Figura 2.

A Figura 4 é uma ilustração do carregador de múltiplas entradas da Figura 2 de acordo com uma configuração.

5 A Figura 5 é uma ilustração do carregador de múltiplas entradas da Figura 2 de acordo com uma configuração.

As Figuras 6A e 6B são ilustrações do carregador de múltiplas entradas da Figura 5 de acordo com configurações alternativas.

A Figura 7 é uma ilustração do carregador de múltiplas entradas da Figura 2 de acordo com uma configuração.

10 A Figura 8 é uma ilustração do carregador de múltiplas entradas da Figura 2 de acordo com uma configuração.

A Figura 9 é uma ilustração do carregador de múltiplas entradas da Figura 2 de acordo com uma configuração.

15 A Figura 10 ilustra uma típica comutação e forma de onda de modulação pulso-largura (PWM).

A Figura 11 ilustra um diagrama de blocos de um carregador de múltiplas entradas de acordo com uma modalidade da invenção.

20 A Figura 12 ilustra arranjos para carregamento que podem ser engatados e desengatados seletivamente do carregador de múltiplas entradas da Figura 2.

A Figura 13 ilustra um carregador de múltiplas entradas tendo uma fonte de CA de uma monofásica.

A Figura 14 ilustra um carregador de múltiplas entradas tendo uma fonte de CA de uma trifásica.

25 A Figura 15 ilustra o fluxo de energia em um carregador de múltiplas entradas tendo uma configuração de operação.

A Figura 16 ilustra o fluxo de energia em um carregador de múltiplas entradas tendo uma configuração de operação.

A Figura 17 ilustra um carregador de múltiplas entradas tendo uma entrada de energia de um motor de combustão interna (ICE) de acordo com uma modalidade da invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA

5 A Figura 1 ilustra uma modalidade de um veículo elétrico híbrido (HEV) ou veículo elétrico (EV) 10, tal como um automóvel, caminhão ônibus ou veículo para rodar fora de estradas, por exemplo, incorporando modalidades da invenção. O veículo 10 inclui um sistema de armazenamento e controle de energia (ESMS) 1, motor de combustão interna ou térmico 12, uma
10 transmissão 14 acoplada ao motor 12, um diferencial 16, e um conjunto de eixo de acionamento de eixo 18 acoplado entre a transmissão 14 e o diferencial 16. E, embora o ESMS 11 esteja ilustrado em um veículo elétrico híbrido para ser ligado na tomada (PHEV), entende-se que o ESMS é aplicável a qualquer veículo elétrico, tal como um HEV ou EV ou outros acionadores eletrônicos de
15 força usados para operar cargas pulsadas, de acordo com modalidades da invenção. De acordo com várias modalidades, o motor 12 pode ser um motor a gasolina de combustão interna, um motor a diesel de combustão interna, um motor de combustão interna, ou um motor de turbina a gás, como exemplos. O ESMS 11 inclui um controlador de motor 20 proporcionado para controlara
20 operação do motor 12. De acordo com uma modalidade, o controlador 20 do motor inclui um ou mais sensores 22 que estão configurados para captar as condições de operação 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. Assim, o controlador de motor 20 está configurado
25 para transmitir ou receber dados do motor 12. O veículo 10 também inclui um sensor de velocidade de motor (não ilustrado) que mede uma velocidade de 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 ilustrado) em pulsos por segundo, que pode ser convertido em um sinal de revoluções por minuto (rpm).

O veículo 10 também inclui pelo menos duas rodas 24 que estão acopladas a extremidades respectivas do diferencial 16. Em uma modalidade, o veículo 10 é configurado como um veículo com tração na roda traseira de modo que o diferencial 16 está posicionado próximo a uma extremidade traseira do veículo 10 e está configurado para acionar pelo menos uma das rodas 24. Opcionalmente, o veículo pode ser configurado como um veículo com tração na roda dianteira.

Em uma modalidade, a transmissão 14 é uma transmissão operada manualmente que inclui uma pluralidade de engrenagens de modo que o torque alimentado recebido do motor 12 é multiplicado por uma pluralidade de relações de engrenagem e transmitido para o diferencial 16 através do conjunto de eixo acionador 18. De acordo com esta modalidade, o veículo 10 inclui uma embreagem (não ilustrada) configurada para conectar e desconectar seletivamente o motor 12 e a transmissão 14.

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

Um sistema de controle de acionamento ou controlador de torque

híbrido 28 é proporcionado para controlar a operação do motor elétrico 26 e está acoplado à unidade 26 de motor/gerador. Um sistema 30 de armazenamento de energia está acoplado ao controlador de torque 28 e compreende uma bateria 32 de energia ou de armazenamento de energia de baixa tensão, uma bateria 34 de força ou de armazenamento de energia de alta tensão, e um ultracapacitor 36, como exemplos. Entretanto, embora sejam ilustrados um armazenamento de energia de baixa tensão 32, um armazenamento de energia de alta tensão 34, e um ultracapacitor 36, deve ser entendido que o sistema de armazenamento de energia 30 pode incluir uma pluralidade de unidades de armazenamento de energia como são compreendidas na técnica, tais como baterias de haleto metálico de sódio, baterias de cloreto de níquel e sódio, baterias de íon de lítio, baterias de polímero de lítio, baterias de cádmio e níquel, uma pluralidade de células de ultracapacitor, uma combinação de ultracapacitores e baterias, ou uma célula de combustível, como exemplos. Um pedal de acelerador 38 e um pedal de freio 40 também estão incluídos no veículo 10. O pedal de acelerador 38 é configurado para evitar sinais de comando de regulação ou sinais de pedal de acelerador para o controlador de motor 20 e para o controle de torque 28.

O sistema 10 inclui um carregador 42 acoplado a unidades de armazenamento de energia 32 – 36 do sistema de armazenamento de energia 30, de acordo com modalidades da invenção. O carregador 42 pode ser acoplado a múltiplos sistemas de armazenamento de energia 32 – 36, como ilustrado, e o carregador 42 pode ser acoplado a uma ou múltiplas linhas de entrada de força 44, duas das quais estão ilustradas, de acordo com modalidades da invenção. Isto é, o carregador 42 ilustra uma modalidade da invenção, e o carregador 42 pode estar acoplado a um ou a diversos sistemas de armazenamento, e o carregador 42 pode estar acoplado a um ou a múltiplos sistemas de alimentação de força 44, de acordo com modalidades que ilustram

o uso da invenção. O carregador 42 inclui um controlador 46 que está configurado para engatar e desengatar seletivamente em dispositivos elétricos de CC ou módulos conversores de tensão do carregador 42 como será discutido.

5 E, embora o carregador 42 seja ilustrado como estando acoplado aos sistemas 32-36, e o carregador seja ilustrado como acoplado a uma ou múltiplas linhas de entrada de força 44, deve ser entendido que modalidades da invenção não devem ser entendidas como limitadas a esta ilustração. Ao contrário, deve ser entendido que o carregador 42 pode estar acoplado a
10 múltiplos e variáveis tipos de sistemas de armazenamento de energia e entradas de força, alguns dos quais estão ilustrados nas figuras que se seguem. Além disso, deve ser entendido que pode haver sistemas de força aplicados a cada roda 24 do veículo 10, cada um tendo um carregador 42 acoplado ao mesmo.

15 Ao operar, é sabido na técnica que pode ser proporcionada energia para amplificar o conjunto de eixo 18 a partir do motor de combustão interna ou térmico 12 pela transmissão 14, e pode ser proporcionada energia para amplificar o conjunto de eixo 18 pelo sistema de controle de acionamento 28 que possui energia puxada do sistema de armazenamento de energia 30
20 que pode incluir sistemas de energia 32 – 36. Assim, como sabido na técnica, a energia para amplificar ou acelerar o veículo 10 pode ser puxada, por exemplo, de um dispositivo de armazenamento de alta tensão 34 que pode incluir, por exemplo, uma bateria, ou do ultracapacitor 36. Durante o percurso (isto é, geralmente uma operação que não envolve aceleração), a energia pode ser
25 puxada para o veículo 10 por um dispositivo de armazenamento de baixa tensão como um armazenamento energia de baixa tensão 32.

E, durante a operação, energia pode ser puxada do motor de combustão interna ou térmico 12 para que o armazenamento de energia 30 ou

para proporcionar força para conjunto de eixo de acionamento 18 como sabido na técnica. Além disso, alguns sistemas incluem uma operação regenerativa em que a energia pode ser recuperada de uma operação de frenagem e usada para recarregar o armazenamento de energia 30. Além disso, alguns sistemas podem não proporcionar a recuperação de energia regenerativa da frenagem e alguns sistemas podem não proporcionar um motor térmico como o motor de combustão interna ou térmico 12. No entanto, e a despeito da capacidade de alguns sistemas em recarregar o armazenamento de energia 30, o armazenamento de energia 30 requer periodicamente um recarregamento a partir de uma fonte externa tal como um dispositivo doméstico de 115 V ou uma fonte trifásica de 230 V, como nos exemplos. A exigência de recarregar o armazenamento de energia 30 é particularmente acentuada em um veículo elétrico híbrido que pode ser ligado na tomada (PHEV) que não possui motor térmico para proporcionar força e uma ampla faixa de operação de acionamento.

Assim, modalidades da invenção são flexíveis e configuráveis tendo uma pluralidade de entradas de energia, e podem ser acopladas a múltiplas fontes de força e tipos de força a fim de carregar um ou mais tipos de armazenamento de energia. Além disso, como será ilustrado, modalidades da invenção permitirão o carregamento de uma unidade de armazenamento de energia que está completamente esgotada e obter-se uma tensão inicial que está abaixo de uma tensão de uma fonte de força, e modalidades da invenção permitirão o carregamento de uma unidade de armazenamento de energia a tensões que estão acima de uma tensão na fonte de força.

Para atender as demandas de PHEVs e EVs modernos, a infraestrutura deve proporcionar tipicamente 7 kW para atingir um ganho de estado de carga (SOC) de 80% (presumindo-na hipótese de uma bateria de 25 kW) para um tempo de carregamento de 2 ou 3 horas (carregamento

doméstico). Para uma situação mais dinâmica de carregamento rápido em uma breve parada (por exemplo, um “posto de gasolina”) níveis de força significativamente mais altos podem ser requeridos para se atingir um SOC desejado de 80% em 10 minutos. A interface do veículo precisa ser projetada de acordo com os padrões existentes. Um sinal piloto determina por seu ciclo de trabalho a força máxima que se permite. Além de um alto grau de integração o sistema proposto também proporciona entrada de CA mono e trifásica, alta eficiência, baixa harmônica, fator de força muito próximo da unidade, baixo custo, baixo peso e uma associação segura do equipamento. A exigência da correção do fator de força (PFC) pode ser governada pelos regulamentos correntes quanto à harmônica na linha IEC/ISSO/IEEE, como é sabido na técnica.

Nas figuras a seguir, está ilustrado um sistema de controle de energia com uma unidade de carregador integrada que consiste em três estágios bidirecionais para conversão de tensão e uma extremidade frontal de carregador. O sistema inclui também um módulo carregador para CC de alta tensão e carregamento padrão de saída de CA.

43 Essa invenção é aplicável a veículos elétricos convencionais (EVs), bem como a veículos elétricos carregados pela rede (PHEVs). HEVs carregados pela rede dão a opção de dirigir o veículo por um determinado número de milhas (isto é, PHE20, PHE40, PHE60). Tradicionalmente, o objetivo de PHEVs é proporcionar uma alta capacidade para todas as faixas elétricas (AER) de diminuir o custo de operação e poderem otimizar a estratégia de operação. Em termos dos estágios conversores de tensão, da extremidade frontal do carregador e da interface, geralmente não faz diferença se o projeto se destina a uma aplicação em EV ou em PHEV. O papel do conversor CC/CC é desempenhar uma transferência eficiente de energia entre duas ou mais fontes, confiável para demandas contínuas e que envolvem picos

de força. A integração da unidade carregadora é o próximo passo na direção um projeto com densidade de força mais alta com menos componentes e, portanto, maior confiabilidade. Desta maneira, modalidades da invenção são aplicáveis a diversos veículos elétricos, incluindo veículos totalmente elétricos e
5 veículos elétricos híbridos, por exemplo, designados genericamente e amplamente como “EVs”. Esses EVs podem incluir, mas não se limitam a veículos para a estrada, carrinhos de golfe, trens, e similares, capazes de possuir sistemas de força que incluem um componente elétrico para provocar o movimento do veículo.

10 Em modalidades convencionais, muitas unidades separadas coexistem, para incluir genericamente um carregador separado, um controle de bateria e uma unidade de controle que estão interconectados. Em um meio automotriz com baterias desenvolvidas, as comunicações entre o carregador e a bateria ou outros sistemas do veículo a partir de uma integração uniforme de
15 diferentes fornecedores são consideradas importantes. O sistema de controle de energia com carregador integrado é vantajoso no aspecto de que é requerido um menor esforço de integração e menos componentes aumentam a confiabilidade.

Com referência agora à Figura 2, um sistema de armazenamento
20 e controle de energia com formato configurável de carregador integrado com múltiplas entradas (ESMS, também chamado de sistema de controle de energia (EMS)) ESMS 100, como o carregador 42 é ilustrado com quatro entradas de energia 102 e três dispositivos de conversão elétrica de CC ou conversores de tensão respectivamente como módulos 1, 2 e 3 104, 106, 108.
25 Como é sabido na técnica, os conversores de tensão 104 – 108 podem ser configurados para operar em um modo encurtado fazendo-se fluir a energia elétrica pelos mesmos em uma primeira direção 110 (ilustrada com relação ao conversor de tensão 104, mas igualmente aplicável aos conversores 106 e

108), ou uma modalidade elevada fazendo-se fluir a energia elétrica em uma segunda direção 112 (ilustrada novamente com relação ao conversor de tensão 104, mas igualmente aplicável aos conversores 106 e 108). Como ilustrado, as entradas de energia 102 compreendem uma primeira entrada de energia 114 configurada para ter uma primeira unidade 116 fixada ou acoplada na mesma. Da mesma forma, as entradas de energia 102 e entradas de energia 118, 120, 122 são configuráveis para ter uma respectiva segunda unidade 124, terceira unidade 126 e quarta unidade 128 fixadas ou acopladas eletricamente nas mesmas.

De acordo com a invenção o carregador é inteiramente parte do desenho do veículo e montado internamente. O carregador interno integrado é capaz de ajustar continuamente uma corrente de entrada como resultado de, por exemplo, um estado de carga (SOC) de um dispositivo conectado ao mesmo para carregamento. O sistema de controle de energia do carregador integrado é equipado com um número mínimo de componentes padrões e assim pode carregar eficientemente uma pluralidade de sistemas de armazenamento de energia e tipos de sistema tendo ao mesmo tempo um baixo custo. Em uma modalidade, cada um dos módulos básicos mostrados é equipado com apenas um interruptor adicional para desempenhar as diferentes funções prescritas a seguir e permitir isolamento das entradas. A configuração dos três módulos individuais M1 a M3 na Figura 2 em conjunto com o algoritmo de carregamento adequado permite transferência de energia de uma CA retificada ou diretamente de uma fonte de CC para diferentes unidades de armazenamento de energia conectadas às entradas do ESMS.

Como será ilustrado, o ESMS 100 da Figura 2 pode ser configurado para carregar até três fontes de energia (incluindo, por exemplo, baterias com energia de baixa tensão, baterias com energia de alta tensão, ultracapacitores) ao mesmo tempo ou simultaneamente. O ESMS 100 pode ter

configurados em si módulos de energia podem ser intercalados a fim de diminuir a corrente oscilante. O ESMS 100 também é capaz de ter múltiplos perfis de carregamento em função do SOC e da temperatura, por exemplo, para diferentes tecnologias de bateria e tipos de dispositivo de
5 armazenamento. O ESMS 100 inclui um controle de fluxo de energia centralizado que é controlado centralmente por um controlador como o controlador 46 da Figura 1, e o ESMS é capaz de controlar uma ampla variedade de tensões de entrada e saída.

O EMS 100 das Figuras 1 e 2 é configurável em múltiplas
10 configurações como ilustrado na Figura 3 na forma da tabela 200. Cada configuração de ESMS 100 pode ser selecionável por interruptores (não ilustrado), como sabido na técnica, e o fluxo de energia é controlado por algoritmos de controle de ESMS, implementados no controlador 46 do veículo híbrido 10, que pode captar as presenças de ambos os dispositivos de
15 armazenamento de energia e dispositivos de carregamento conectados às entradas 102 e ajustam um fluxo de direção de energia, consequentemente. Por exemplo, os algoritmos de controle podem determinar uma tensão de cada entrada à qual um dispositivo de armazenamento de energia ou um sistema de carregamento elétrico (CC ou CA retificada, por exemplo) está acoplado, e
20 operar o ESMS 100 de acordo e com base nas tensões determinadas, com base em uma frequência medida, ou ambos (como exemplos). E, um benefício por incluir um retificador é que mesmo se a CC está conectada tendo a polaridade errada, o retificador proporciona proteção, mesmo se um retificador monofásico for usado para duas das entradas para um retificador trifásico.

25 BATERIA ÚNICA COM CARREGADOR DE AMPLA FAIXA DE ENTRADA

De acordo com uma primeira configuração 202, ilustrada na Figura 4, o EMS ou ESMS inclui uma bateria de baixa tensão 204 que é ilustrada conectada à entrada 1 e a uma sede de ultracapacitor 206 que está

conectada à entrada 2. Nesta configuração uma única bateria de baixa tensão, que representa a unidade de armazenamento de energia principal para o EV, está conectada na entrada 1. A entrada de alta tensão 2 está conectada a uma sede de ultracapacitor ou apenas aos capacitores do link de CC que abastecem o inversor do motor. Uma unidade de carregamento 208 está conectada na entrada 3, que pode incluir uma fonte de CA retificada, de acordo com modalidades da invenção. Para esse caso se uma tensão de alimentação de carga na entrada 3 for maior que a bateria seca 204 na entrada 1, o módulo 2 opera no modo encurtado.

Dois casos podem ser considerados. Primeiro, se a tensão nominal da bateria seca na entrada 1 for mais baixa que a tensão de entrada mais baixa do carregador, então o algoritmo de carregamento opera como foi descrito. Em segundo lugar, se a tensão nominal da bateria 204 for mais alta que a tensão de entrada 208 do carregador, o módulo 2 210 é permanentemente condutor, o módulo 1 212 opera no modo de amplificação e o módulo 3 214 opera em modo encurtado para carregar a bateria 204.

Em uma segunda configuração para essa seção (não ilustrada), uma bateria seca/de força pode ser conectada na entrada 2 alternativamente. As entradas restantes do ESMS são deixadas flutuando. Nesta situação dois casos são considerados dependendo do nível de tensão instantâneo (SOC). Para níveis normais de SOC, em que V_2 (tensão na entrada 2) é maior que V_3 (tensão na entrada 3, entrada do carregador) o módulo 2 é permanentemente condutor e o módulo 1 opera no modo de amplificação. Para o caso em que a bateria é baixa quanto ao SOC ($V_2 < V_3$) o módulo 2 opera no encurtado e o módulo 1 no modo de amplificação.

BATERIA DUPLA INTEGRADO COM CARREGADOR DE AMPLA FAIXA DE ENTRADA.

Com referência agora à Figura 5, nessa configuração uma bateria seca 250 na entrada 1 representa a principal unidade de armazenamento de

energia para o EV, e uma bateria de alta tensão ou bateria seca 252 está conectada na entrada 2. O carregador com ampla faixa de tensão de alimentação integrado permite carregamento independente ou simultâneo de ambas as baterias 250, 252. A bateria seca na entrada 1 tem tipicamente tensões nominais mais baixas que a bateria seca (amplificadora) 252. Entretanto, nessa configuração o carregamento também é possível mesmo que a tensão na entrada 1 ou entrada 2 seja muito baixa. Este seria o caso se qualquer uma das duas baterias (a do lado da energia 250 ou a do lado da força 252) estivesse completamente descarregada. O módulo 2 254 opera em modo encurtado e o módulo 1 256 no modo de amplificação. Se a tensão de entrada de carregamento 250 (CC ou CA retificada) for menor que a tensão de entrada 1, o módulo 2 210 vai estar ligado o tempo todo, o módulo 1 256 amplifica para a entrada 2 níveis de tensão e o módulo 3 260 carrega a bateria seca 250 na entrada 1.

E, embora a Figura 5 ilustre uma configuração de carregamento de uma fonte de CA retificada, pode ser falso que apenas tensões relativamente baixas possam ser usadas para o carregamento. Na verdade, a entrada utilizada (para o carregamento, a entrada 3) tem poucas restrições em termos de níveis de tensão. A entrada 4, por exemplo, permite a tensão até o máximo do sistema carregador 62 como um todo, o qual também pode ser dependente de dispositivo. Sendo assim, a configuração ilustrada da Figura 5 é capaz de carregamento com tensão relativamente alta (por exemplo, modo IEC 4: 400 VDC).

Modalidades da invenção permitem carregamento simultâneo dos dispositivos de armazenamento de energia a partir de mais de uma fonte de carregamento. Em um exemplo, um segundo sistema de carregamento pode ser interfaceado com um ESMS, como ilustrado na Figura 6A. Assim, a Figura 6A ilustra uma porção inferior destacada de um ESMS. Nas modalidades

ilustradas acima, aplicações em EV incluem duas unidades de armazenamento de energia, em que a entrada 4 não está em uso, e uma fonte de CC ou CA retificada 264. Entretanto, de acordo com modalidades, uma fonte de CA retificada 266 pode ser acoplada ao orifício 4, como ilustrado, que permite um

5 carregamento mais rápido a partir de uma segunda saída. Assim, de acordo com modalidades da invenção, entradas 3 e 4 podem ser configuradas tendo respectivas fontes elétricas acopladas nas mesmas a fim de carregar dispositivos de armazenamento que estão acoplados, por exemplo, nas entradas 1 e 2 das Figuras 4 e 5, por exemplo. Entretanto, a Figura 6B ilustra

10 uma modalidade alternativa tendo uma fonte de CA retificada 266 acoplada e uma fonte de CC 268 acoplada na entrada 3.

Uma vantagem do carregamento simultâneo com fontes múltiplas como uma fonte de CA e uma fonte de CC é que um carregamento rápido de alta potência pode ser realizado sem a necessidade de aumentar

15 potencialmente o conector de carga além ao que já é o padrão (ou que se espera que venha a se tornar um padrão). Por exemplo, se a fonte de CA e os conectores correspondentes associados são designados para nível 2, por exemplo, 22 kW, e a fonte de CC e conectores correspondentes associados são designados para carga rápida nível 3 ou talvez nível 4 a, por exemplo,

20 aproximadamente 50 kW, então um carregamento simultâneo de ambas as fontes de CA e CC utilizando-se modalidades da invenção pode ser realizado a 72 kW utilizando-se unidades de conector carregador padrões (supondo-se que a estação de carga seja capaz de suportar esses níveis de força). Sem essa característica a carga máxima pode ser aproximadamente 22kW através

25 do conector de carga nível 2 AC ou 50 kW através do conector de carga de CC nível 3 ou nível 4. Além disso, se o veículo está equipado apenas com um conector de carga trifásico fase nível 2, o controle dentro do ESMS poderia ser implementado para permitir que a entrada de CC seja conectada a dois dos

três terminais de entrada e controlada para operar no nível 2 a até 22 kW de nível de carga, dependendo da capacidade específica de corrente para o conector. Para outro caso em que o veículo é equipado apenas com conectores de carga de CA, por exemplo, uma entrada de CA trifásica nível 2 a 22 kW e uma CA monofásica nível 2 a aproximadamente 7,4 kW, carregamento simultâneo utilizando ambos os conectores de CA o poderia ser proporcionado a níveis de aproximadamente 29,4 kW.

BATERIA TRIPLA COM CARREGADOR DE FAIXA DE ENTRADA AMPLA INTEGRADO

Com referência à Figura 7, é ilustrada uma configuração de armazenamento de energia triplo que permite o carregamento a partir de uma entrada com ampla faixa de tensão, de acordo com uma modalidade. De acordo com a configuração ilustrada, o EMS ou ESMS 300 inclui uma primeira bateria de baixa tensão 302 acoplada na entrada 1, uma segunda bateria de baixa tensão 304 acoplada na entrada 4, uma bateria de amplificação 306 acoplada à entrada 2, e uma fonte de CC ou fonte de AC retificada 308 acoplada à entrada 3. Em um exemplo, a fonte 308 é uma fonte de CC retificada que pode evitar que ocorra inadvertidamente uma conexão através da entrada 3 que apresente uma polaridade incorreta. Em um exemplo, a segunda bateria de baixa tensão 304 pode ser uma bateria seca reserva que permite um nível mais alto de redundância para aplicações críticas quanto à segurança.

BATERIA AMPLIFICADORA COM CARREGADOR DE BAIXA TENSÃO

Com referência à Figura 8, duas baterias amplificadoras 310, 312 podem ser conectadas às respectivas entradas 2 e 3, as quais podem ser carregadas utilizando-se uma fonte de CC ou uma fonte de CA retificada 314 acoplada à entrada 4. Assim, duas unidades de armazenamento podem ser conectadas em paralelo para que se consiga um desempenho máximo de amplificação ao mesmo tempo em que se mantém um determinado grau de

5 BATERIA DUPLA CARREGADOR INTEGRADO COM AMPLA FAIXA DE ENTRADA E

10

15

A Figura 11 ilustra um diagrama de blocos de um ESMS com múltiplas entradas de acordo com uma modalidade da invenção. Assim, nas modalidades mencionadas, interruptores ilustrados na Figura 11 podem ser

controlados se acordo com a tabela ilustrada na Figura 12.

Referindo-se primeiramente à Figura 11, para simplificar, os componentes eletrônicos de controle são omitidos. Assim, ESMS 400 ilustra um primeiro módulo conversor de tensão 404, e um terceiro módulo conversor de tensão 406, O ESMS 400 também ilustra a entrada 1 408 apresentando uma bateria de baixa tensão acoplada na mesma, a entrada 3 412 apresentando uma CA retificada ou tensão de CC acoplada na mesma, e a entrada 4 414 apresentando um ultracapacitor de baixa tensão acoplado na mesma. Assim, no exemplo ilustrado, os dispositivos de armazenamento de energia e um carregador de energia estão acoplados ao ESMS 400 a fim de ilustrar a operação de acordo com uma configuração. Entretanto, como argumentado, o ESMS 400 pode ser configurado em diversos arranjos a fim de comportar múltiplos arranjos de armazenamento de carregador/energia. Sendo assim, o ESMS 400 inclui interruptores KU 416, KV 418, KW 420, UPOS 422, e M 424 que podem ser seletivamente engatados ou desengatados a fim de obter configurações para carregamento, de acordo com as ilustrações acima.

17,67 Cada um dos módulos conversores de tensão 402, 404, 406 inclui uma perna IGBT (comutador superior e inferior) e um indutor. A CC de alta tensão é compensada por alguns capacitores de força. Cada saída de estágio conversor de tensão está equipada com um sensor de de corrente, o qual mede uma corrente de indutor. Os limites de tensão mostrados na entrada 3 são originados por típicas tensões de saída monofásica de CA tanto nos EUA quanto na Europa.

O ESMS 400 usa interruptores como principais comutadores de módulo de transmissão e individuais. O circuito pré-carregador é posto em prática utilizando-se dois resistores de força (por exemplo, 120 ohm, 100 W, RH-50) e um interruptor ou FET. Um interruptor a mais (UPOS 422 na Figura 11) é útil em dois casos. Um é sob uma determinada condição de SOC de uma

bateria na entrada 1, e a segunda se é possibilitada a intercalação do módulo 1 e do módulo 3. A Figura 11 ilustra pontos de tensão e de captação de corrente do ESMS 400 apresentando um carregador integrado.

Assim, com referência à Figura 12, o especialista na técnica vai
5 reconhecer que o controle de operações específicas de carregamento pode se dar por engate e desengate seletivo de interruptores 416 – 424.

Será reconhecido que nas configurações ilustradas aqui, o controle de energia de múltiplas entradas é totalmente funcional. Mesmo se por alguma razão se desejar equipar o sistema com um carregador separado, o
10 ESMS de múltiplas entradas ainda desempenha sua função, a qual está a um controle de energia mínima entre as entradas 1, 2 e 4. Após se completar a pré-carga dos capacitores de link de CC, o ESMS programa cada uma das máquinas de estado de fase para o modo manual e programa os comandos de corrente e começa a regular após uma verificação da integridade dos estados
15 de interruptor.

Com referência agora à Figura 13, a entrada 3 do ESMS 450 pode ser carregada a partir de uma fonte de CA monofásica 452, assim um simples pré-regulador de amplificação de fator com alta potência pode ser realizado de acordo com uma modalidade da invenção. Se o ESMS 450 estiver
20 conectado a um retificador monofásico na entrada 3 454, por exemplo, como mostrado na Figura 13, o módulo 1 456 e o módulo 2 458 são usados pelo fato de se operar em um modo regulador de fator de alta potência. Assim, a Figura 13 ilustra uma abordagem simples de uma fonte de CA retificada tendo um pré-regulador de correção DE fator de potência (PFC), C_{in} é um pequeno capacitor de desvio de alta frequência, e C_{out} é um capacitor de armazenamento de
25 carga ou capacitor de barra de transmissão de CC.

Assim, existem duas funções básicas que o controle do modo de CA está desempenhando. A primeira é limitar a corrente de carga máxima

extraída da rede elétrica ao máximo especificado que é limitado pelo disjuntor de linha ou de circuito. A segunda, o estágio de amplificação do PFC conforma a corrente para minimizar o ângulo de fase entre a corrente de entrada e a tensão de entrada. O circuito ilustrado é essencialmente um conversor
 5 amplificador com uma ampla faixa de entrada que é capaz de controlar com precisão uma corrente de entrada (conformação de corrente). A corrente é controlada instantaneamente no que se refere à forma de onda e à fase para a tensão de entrada. Um capacitor relativamente grande na saída do estágio de amplificação proporciona pequenas demandas de energia-pico, ao passo que o
 10 capacitor de entrada é reduzido a alguns poucos microfarads.

Nenhum filtro de EMI desejado está ilustrado nas figuras anteriores. Os componentes de filtro EMI são componentes padrões e serão conectados entre a extremidade frontal correspondente e a interface mecânica ao HVSE, como sabido na técnica.

15 Com referência agora à Figura 14, o ESMS 450 pode incluir uma extremidade frontal de retificador 460 para uma entrada de carregador trifásica 462 designada em um modo semelhante àquele ilustrado na Figura 13.

Em uma modalidade adicional, uma configuração de carregador integrado da entrada ESMS 3 das Figuras 13 e 14 pode ser usada como
 20 entrada de carregador. Um controle típico de carregamento depende de um nível de tensão como indicado na Figura 12, tendo correspondentes estados de interruptor KU = fechado, KV = aberto, KW = aberto, UPOS = aberto, e M = fechado.

Com referência às Figuras 15 e 16, é ilustrado o fluxo de energia
 25 para duas configurações de carregamento. Com referência primeiramente à Figura 15, a energia vai fluir de um carregador (não ilustrado) posicionado na entrada 3 464, até o módulo 2 466, e até o módulo 1 460 que operam no modo de amplificação. Sendo assim, uma fonte de CC pode ser aplicada até uma

saída de alta tensão na entrada 2 470, assegurando-se que KV e KW estejam abertos.

Em outro exemplo ilustrado na Figura 16, a entrada 1 472 e a entrada 4 474 podem ser carregadas simultaneamente a partir de uma fonte de CC (não ilustrada) acoplada à entrada 3 476. Dois casos podem ser considerados com relação à Figura 16, como exemplos.

Caso 1: A tensão de entrada na entrada 3 476 é maior que a tensão de bateria na entrada 1 472. Nesse caso o módulo 2 478 opera no modo encurtado e a IL4480 em LU é regulada. Os conectores KU 482 e KV 484 são fechados, enquanto M 486, KW 488 e UPOS 490 são abertos.

Caso 2: A tensão de entrada na entrada 3 476 é menor que a tensão de bateria na entrada 1 472. Nesse caso os interruptores KU 482, M 486 e UPOS 490 são fechados, enquanto KV 484 e KW 488 estão abertos. O módulo 2 478 está inativo (M2U está permanentemente ligado), o módulo opera no modo amplificado para amplificar a tensão de entrada baixa até algum nível mais alto. O módulo 3 494 encurta essa tensão de volta à tensão programada da bateria seca na entrada 1 472. O IL2 496 em LW é controlado ao modo circuito fechado.

Nos veículos EV e PHEV atualmente disponíveis comercialmente trens de acionamento de motores à base de energia e eletrônicos incluem tipicamente componentes de diferentes fornecedores. O resultado é que muitas unidades são duplicadas, com muitas possibilidades de falha em um só ponto no sistema. Assim, a integração de funções em uma ao invés de três ou quatro unidades de controle irão resultar em uma melhora na confiabilidade, de acordo com modalidades da invenção. Da perspectiva de um fabricante de baterias, por exemplo, em que um bom conhecimento do comportamento da célula da bateria está disponível, é desejável uma integração de ESMS e função de carregador. Além disso, embora um EV seja especificamente

mencionado, como mencionado, modalidades da invenção podem ser usadas para um híbrido PHEV ou em série também. Nesse caso uma das entradas à esquerda poderia ser usada para transferir energia de uma Unidade de Força Auxiliar (APU) que pode operar em um modo de sustentação de carga. Em
5 outra modalidade, modalidades da invenção também poderiam ser usadas em uma verdadeira configuração híbrida em série, onde a ICE APU é grande o bastante para acionar o veículo (modo híbrido em série). Assim, com referência agora à Figura 17, de acordo com uma modalidade, o ESMS 500 inclui uma saída elétrica a partir de um motor de combustão interna (ICE) 502 acoplado à
10 entrada 1, e ou uma bateria LV 506 ou uma fonte de CA retificada 506 acoplada na entrada 4. Por exemplo, a saída elétrica do motor de combustão interna 502 pode ser um alternador que libera força elétrica de CC, em uma modalidade. Uma bateria de força 508 está acoplada à entrada 2 e a uma fonte de CA ou fonte de CC 510 pode ser acoplada à entrada 3. Sendo assim, uma
15 faixa de veículo estendida pode ser experimentada apresentando energia elétrica derivada do ICE 502, e assim ESMS proporciona flexibilidade para a faixa de veículo estendida ao mesmo tempo em que proporciona capacidade de carregar o sistema de armazenamento de energia a partir de entradas separadas.

20 Uma contribuição técnica do aparelho descrito é que ele garante uma técnica implementada por controlador para carregar todos os dispositivos de armazenamento de um veículo elétrico.

De acordo com uma modalidade da invenção, um sistema de controle de armazenamento de energia (ESMS) inclui um ou mais dispositivos
25 de armazenamento de energia acoplado(s) a um trem de acionamento de veículo e configurado(s) para armazenar energia de CC, um sistema de conversão eletrônica de força tendo uma pluralidade de entradas de energia, o sistema de conversão eletrônica de força compreendendo uma pluralidade de

conversores elétricos de CC, cada conversor elétrico de CC configurado para
 aumantar em um ponto ou diiminuir em um ponto uma tensão de CC, em que
 cada uma da pluralidade de entradas de energia é acoplável a cada um ou a
 mais de um dos dispositivos de armazenamento de energia e cada uma da
 5 pluralidade de entradas de eenergia é acoplável aum sistema de carregamento
 elétrico. O EV inclui um controlador configurado para determinar uma tensão de
 cada entrada de energia tendo ou um dispositivo de armazenamento de
 energia ou um sistema de carregamento elétrico de CC acoplado ao mesmo, e
 conectar eletricamente uma primeira entrada de energia a uma segunda
 10 entrada de energia de pelo menos duas das entradas de energia de modo que
 pelo menos um dos conversores elétricos de CC ou diminuia em um ponto ou
 diminua uma tensão de CC com base na tensão determinada de cada entrada
 de energia.

De acordo com outra modalidade da invenção, um método de
 15 fabricar um sistema para controle e armazenamento de energia (ESMS) inclui
 acoplar um ou mais dispositivos de armazenamento de energia a um trem de
 força de um veículo, fabricar um dispositivo de carregamento tendu uma
 pluralidade de conversores de tensão, fixar o dispositivo de carregamento ao
 veículo, o dispositivo de carregamento compreendendo uma pulralidade de
 20 entradas de energia, cada uma da pluralidade de entradas de energia
 acoplável a cada um do dispositivo ou dos dispositivos de armazenamento de
 energia, captando uma tensão através de cada uma da pluralidade de entradas
 de energia, determinando se um dispositivo de armazenamento de energia e
 um sistema de carregamento elétrico estão acoplados a qualquer uma da
 25 pluralidade de entradas de energia com base na tensão captada, e conectar
 eletricamente o sistema de carregamento elétrico a qualquer uma da
 pluralidade de entradas de energia tendo um dispositivo de armazenamento de
 energia pelo direcionamento seletivo da corrente elétrica fazendo a mesma fluir

através de um ou mais da pluralidade de conversores de tensão.

De acordo com mais outra modalidade da invenção, um meio de armazenamento legível por computador não-transitório posicionado em um sistema para controle e armazenamento de energia (ESMS) e tendo
5 armazenado no mesmo um programa de computador compreendendo instruções que quando executadas por um computador fazem o computador determinar uma tensão de cada entrada de energia de um sistema de conversão de força com múltiplas entradas que está posicionado no ESMS, e conectam eletricamente pelo menos duas das entradas de energia, de modo
10 que a energia elétrica passe de uma primeira das pelo menos duas entradas de energia para uma segunda das pelo menos duas entradas de energia e através de pelo menos dois conversores de tensão, um primeiro conversor de tensão dos pelo menos dois conversores de tensão configurado para operar em modo amplificado, e um segundo conversor de tensão dos pelo menos dois
15 conversores de tensão configurado para operar em modo encurtado.

Embora a invenção tenha sido descrita em detalhe com relação apenas a um número limitado de modalidades, deve ser prontamente entendido que a invenção não está limitada a tais modalidades descritas. Ao contrário, a invenção pode ser modificada para incorporar qualquer número de
20 variações, alterações, substituições ou arranjos equivalentes não descritos até aqui, mas que estão em acordo com o espírito e escopo da invenção. Além disso, embora várias modalidades da invenção tenham sido descritas, deve ser entendido que aspectos da invenção podem incluir apenas algumas das modalidades descritas. Consequentemente, a invenção não deve ser vista
25 como limitada pela descrição anterior, mas é limitada apenas pelo escopo das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. SISTEMA DE CONTROLE DE ENERGIA E ARMAZENAMENTO (ESMS), compreendendo:

um ou mais dispositivos de energia (32, 34, 36) acoplado(s) a um trem de força de um veículo (18, 26, 14,24) e configurado para armazenar energia de CC,

um sistema de conversão eletrônica de força (42) tendo uma pluralidade de entradas de energia (102), o sistema de conversão eletrônica de força compreendendo uma pluralidade de conversores elétricos de CC (104, 106, 108), cada conversor elétrico de CC (104, 106, 108) configurado para aumentar e diminuir uma tensão de CC, em que:

cada uma da pluralidade de entradas de energia (102) pode é acoplável a cada um do dispositivo ou dispositivos de armazenamento de energia (32, 34, 36); e

cada uma da pluralidade de entradas de energia (102) é acoplável a um sistema de carregamento elétrico (44); e

um controlador (46) configurado para:

determinar uma tensão de cada entrada de energia (102) tendo ou um dispositivo de armazenamento de energia (32, 34, 36) ou um sistema de carregamento elétrico (44) acoplado à mesma; e

conectar eletricamente uma primeira entrada de energia a uma segunda entrada de energia de pelo menos duas da pluralidade de entradas de energia (102) de modo que pelo menos um dos conversores elétricos de CC (104, 106, 108) aumente ou diminua uma tensão de CC de entrada com base na tensão determinada de cada entrada de energia (102).

2. ESMS, de acordo com a reivindicação 1, em que o controlador (46) é configurado para determinar qual dentre a pluralidade de entradas de energia (102) tem um sistema de carregamento elétrico de CC ou

CA (266, 268) acoplado à mesma com base em uma medição elétrica de cada entrada de energia (102).

3. ESMS, de acordo com a reivindicação 2, em que a medição elétrica inclui pelo menos um dentre uma medição de tensão e uma medição de frequência.

4. ESMS, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo uma primeira fonte de energia (264) acoplada a uma primeira entrada (114) da pluralidade de entradas de energia (102), e uma segunda fonte de energia (266) acoplada a uma segunda entrada (122) da pluralidade de entradas de energia (102) de modo que seja proporcionada energia elétrica para cada um do dispositivo ou dispositivos de armazenamento de energia (32, 34, 36) simultaneamente a partir da primeira fonte de energia (264) e da segunda fonte de energia (266).

5. ESMS, de acordo com a reivindicação 4, em que a primeira fonte de energia é uma fonte de CA retificada.

6. ESMS, de acordo com a reivindicação 5, em que a segunda fonte de energia é uma fonte de CA retificada, uma fonte de CC retificada, e uma fonte de CC.

7. ESMS, de acordo com a reivindicação 1, em que o controlador (46) é configurado para passar energia elétrica da primeira entrada de energia (476) para a segunda entrada de energia (472) através de um primeiro conversor elétrico de CC (478) de pelo menos dos conversores elétricos de CC (104, 106, 108), o primeiro conversor elétrico de CC (478) configurado para diminuir a tensão de CC de entrada.

8. ESMS, de acordo com a reivindicação 7, em que o controlador (46) é configurado para passar a energia elétrica simultaneamente da primeira entrada de energia (476), através do primeiro conversor elétrico de CC (478), e para um segundo conversor elétrico de CC (472) que está

configurado para aumentar uma tensão de entrada, e a um terceira entrada de energia.

9. ESMS, de acordo com a reivindicação 1, em que pelo menos um da pluralidade de conversores elétricos de CC (102) é um conversor de tensão.

10. ESMS, de acordo com a reivindicação 1, em que um dos dispositivos de armazenamento de energia (32, 34, 36) compreende um dentre uma bateria seca, uma bateria de força, e um ultracapacitor.

11. ESMS, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo uma saída elétrica a partir de um motor de combustão interna (502) acoplado a uma entrada de energia do ESMS (114).

12. ESMS, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo um motor de combustão interna (ICE) (12) acoplado a uma transmissão (14), em que a transmissão (14) é acoplada a uma ou mais rodas de tração (24) do trem de acionamento do veículo.

13. ESMS, de acordo com a reivindicação 1, em que o controlador (46) é configurado para: determinar qual dentre a pluralidade de entradas de energia (102) tem um dispositivo ou dispositivos de armazenamento de energia (32, 34, 36) acoplado(s) à mesma; e
determinar qual da pluralidade de entradas de energia (102) tem um sistema de carregamento elétrico acoplado à mesma.

14. ESMS, de acordo com a reivindicação 1, em que o controlador (46) é configurado para carregar simultaneamente dois dos dispositivos ou dispositivo de armazenamento de energia (32, 34, 36) direcionando-se a energia para que ela vá simultaneamente até uma primeira entrada de energia e uma segunda entrada de energia da pluralidade de entradas de energia (102).

15. ESMS, de acordo com a reivindicação 1, em que o

controlador (46) é configurado para passar energia através de dois da pluralidade de conversores elétricos de CC de modo que um dos dois conversores elétricos de CC opera para aumentar uma tensão aplicada ao mesmo, e o outro dos dois conversores elétricos de CC opera para diminuir
5 uma tensão aplicada ao mesmo.

Fig. 1

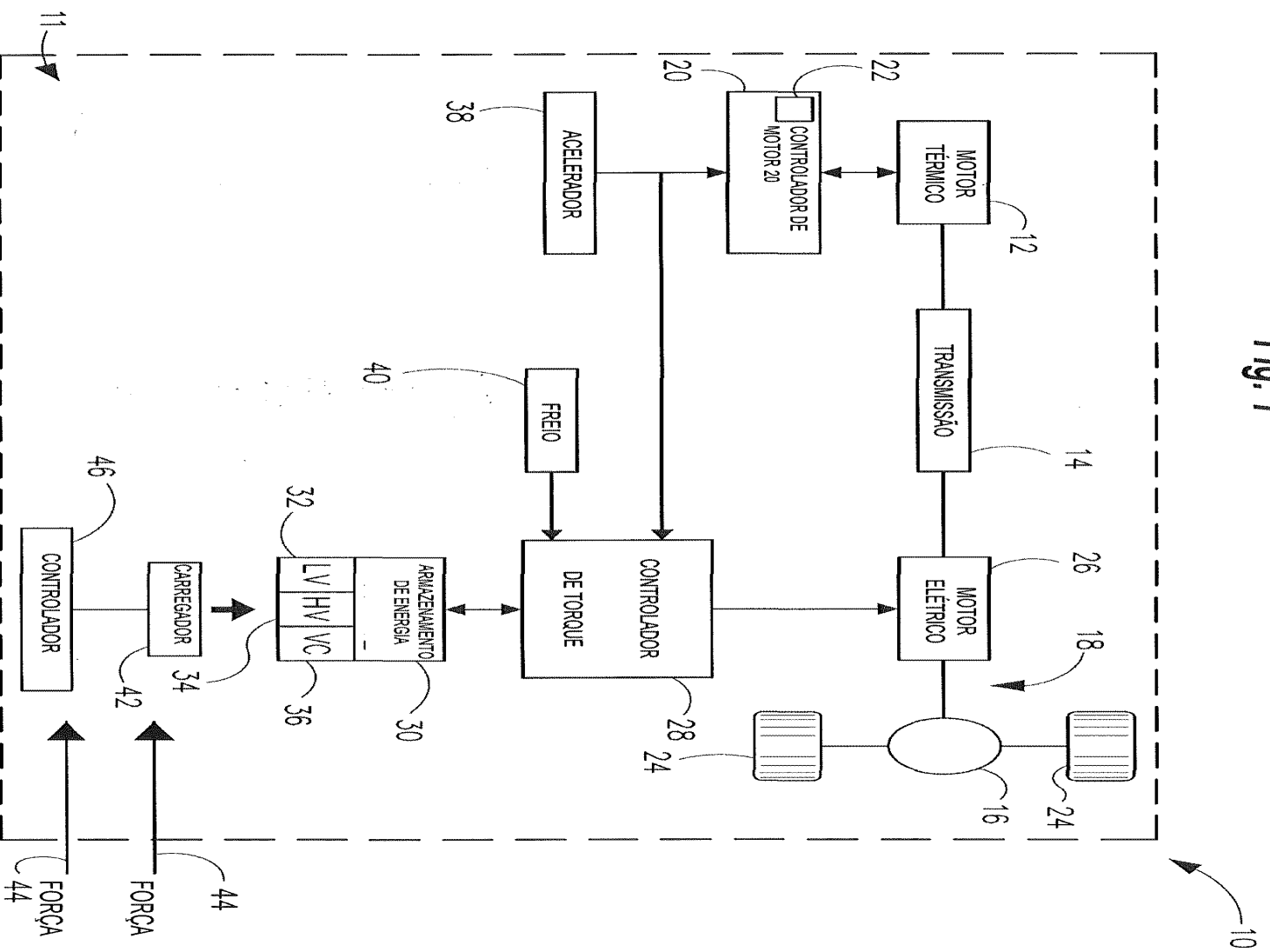


Fig. 2

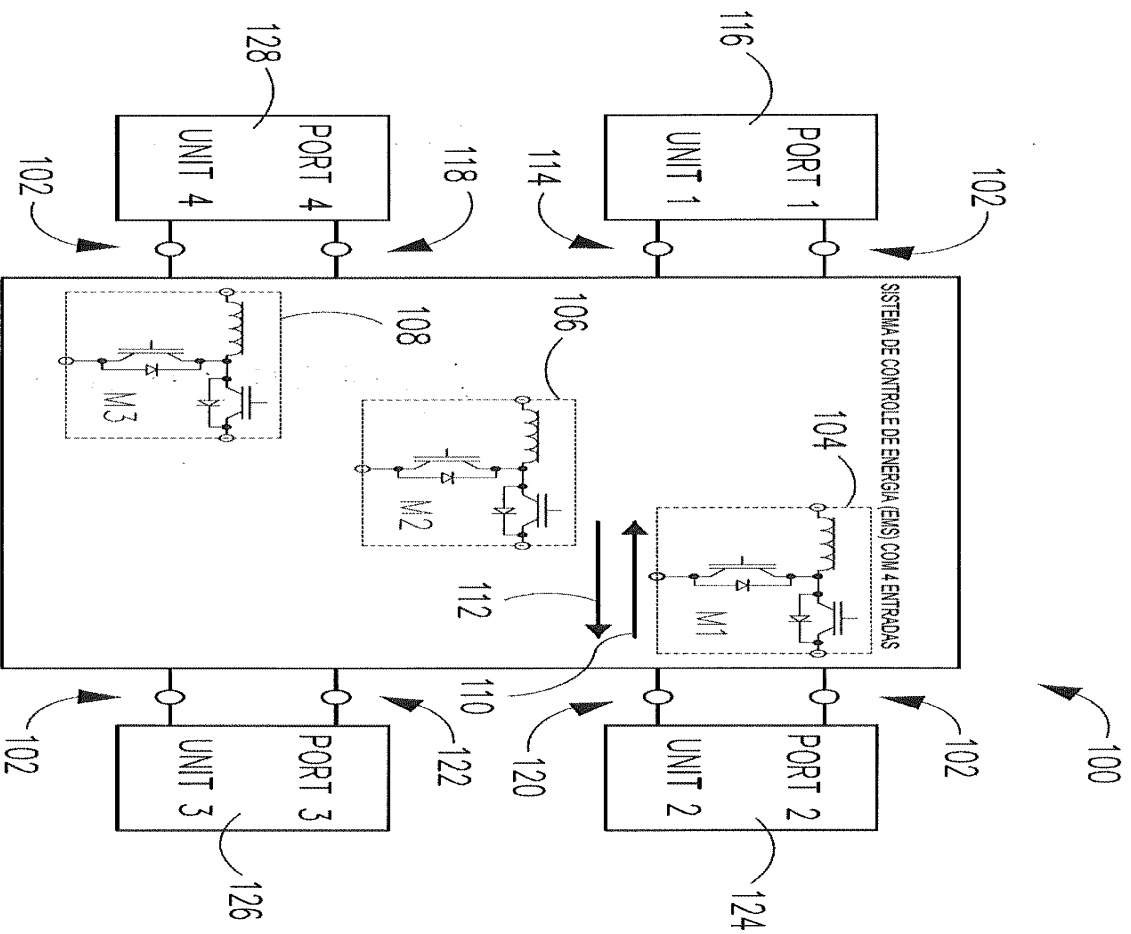


Fig. 3

200

202

CONFIGURAÇÕES DE CARREGADOR

FUNÇÃO	ENTRADA 1	ENTRADA 2	ENTRADA 3	ENTRADA 4
1 UMA BATERIA C/ CARREGADOR INTEGRADO COM AMPLA FAIXA DE ENTRADA / BATERIA SECA/ SEDE DE U/C / ENTRADA DE CARREGADOR (CC OU AC RETIF.) / NÃO DISPONÍVEL	ENERGIA DE BATERIA	U/C BANK	ENTRADA DO CARREGADOR (DC OR RECT. AC)	N.A.
2 BATERIA DUPLA C/ CARREGADOR INTEGRADO COM AMPLA FAIXA DE ENTRADA / BATERIA SECA/ BATERIA DE FORÇA / ENTRADA DE CARREGADOR (CC OU AC RETIF.) / NÃO DISPONÍVEL FUNÇÃO (ULTRACAPAC.)	ENERGIA DE BATERIA	BATERIA DE ENERGIA	ENTRADA DO CARREGADOR (DC OR RECT. AC)	N.A.
3 BATERIA TRÍPLA C/ CARREGADOR INTEGRADO COM AMPLA FAIXA DE ENTRADA / BATERIA SECA / BATERIA DE FORÇA / ENTRADA DE CARREGADOR (CC OU AC RETIF.) / BATERIA SECA II (ULTRACAPAC.)	ENERGIA DE BATERIA	BATERIA DE ENERGIA	ENTRADA DO CARREGADOR (DC OR RECT. AC)	BATERIA DE ENERGIA II (ULTRACAP)
4 BATERIA AMPLIFICADORA C/ CARREGADOR DE BAIXA TENSÃO / BATERIA SECA / BATERIA DE FORÇA / BATERIA DE FORÇA / ENTRADA DE CARREGADOR	ENERGIA DE BATERIA	BATERIA DE ENERGIA	BATERIA DE ENERGIA	ENTRADA DO CARREGADOR
5 BATERIA DUPLA C/ CARREGADOR INTEGRADO COM AMPLA FAIXA DE ENTRADA E INTERLAÇÃO EM OPERAÇÃO NORMAL/ BATERIA SECA / BATERIA DE FORÇA / ENTRADA DE CARREGADOR (CC OU AC RETIF.) / CONECTADO EM PARALELO À ENTRADA 1	ENERGIA DE BATERIA	BATERIA DE ENERGIA	ENTRADA DO CARREGADOR (DC OR RECT. AC)	PARALLEL CONNECTED TO PORT 1

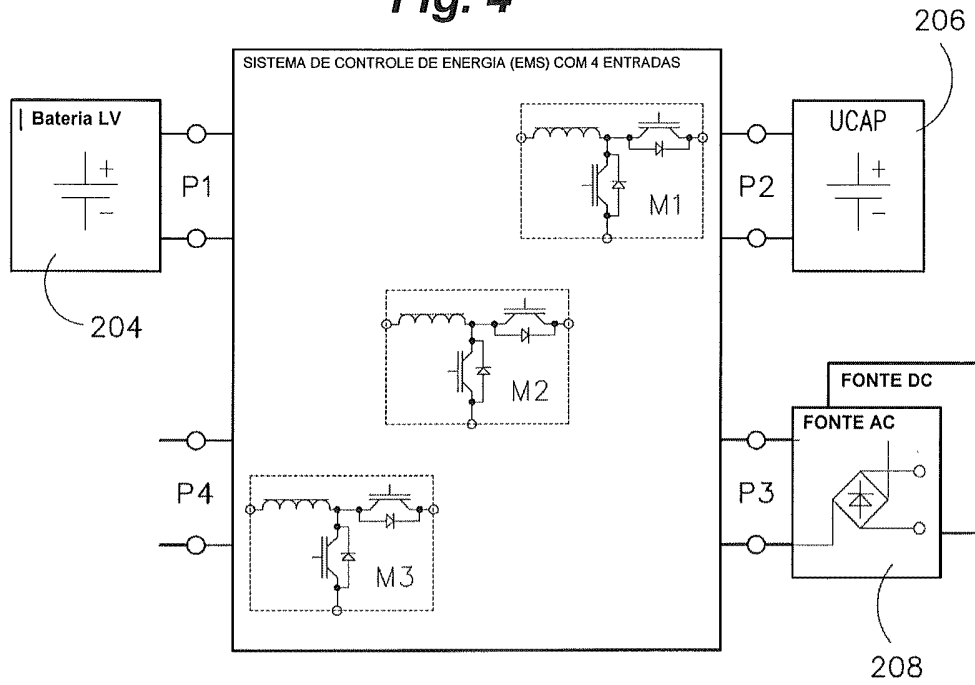
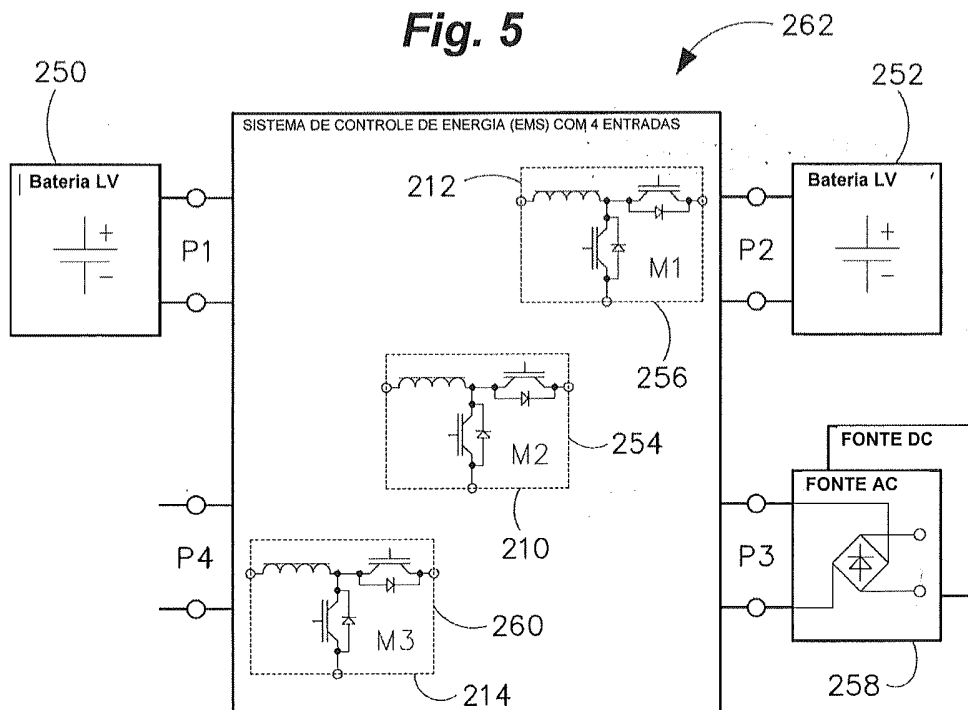
Fig. 4**Fig. 5**

Fig. 6A

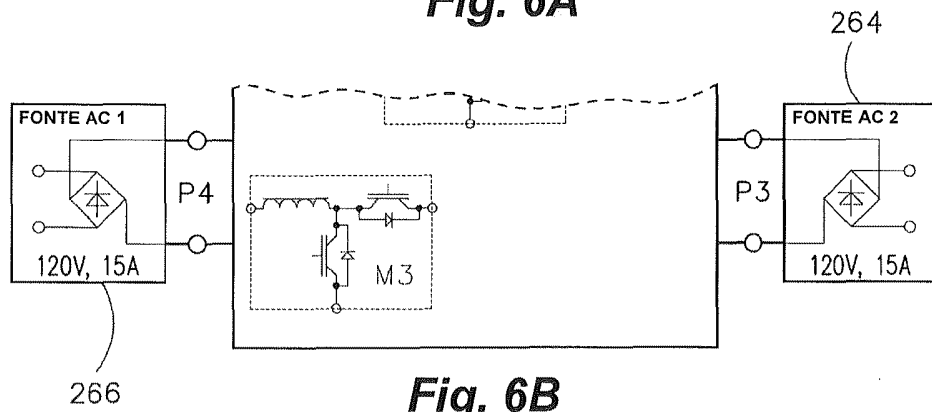


Fig. 6B

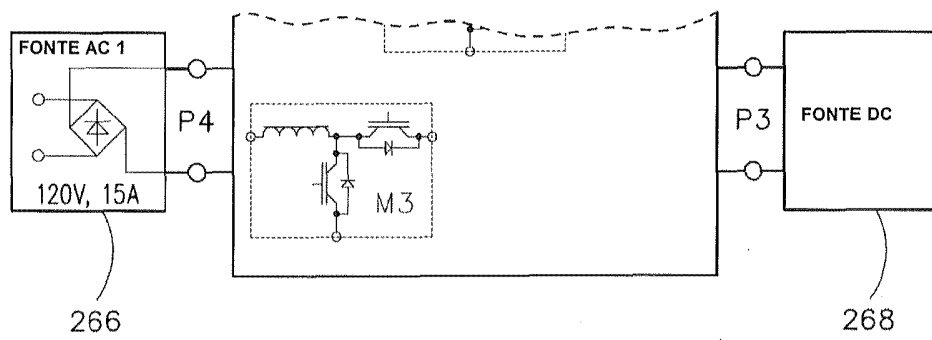


Fig. 7

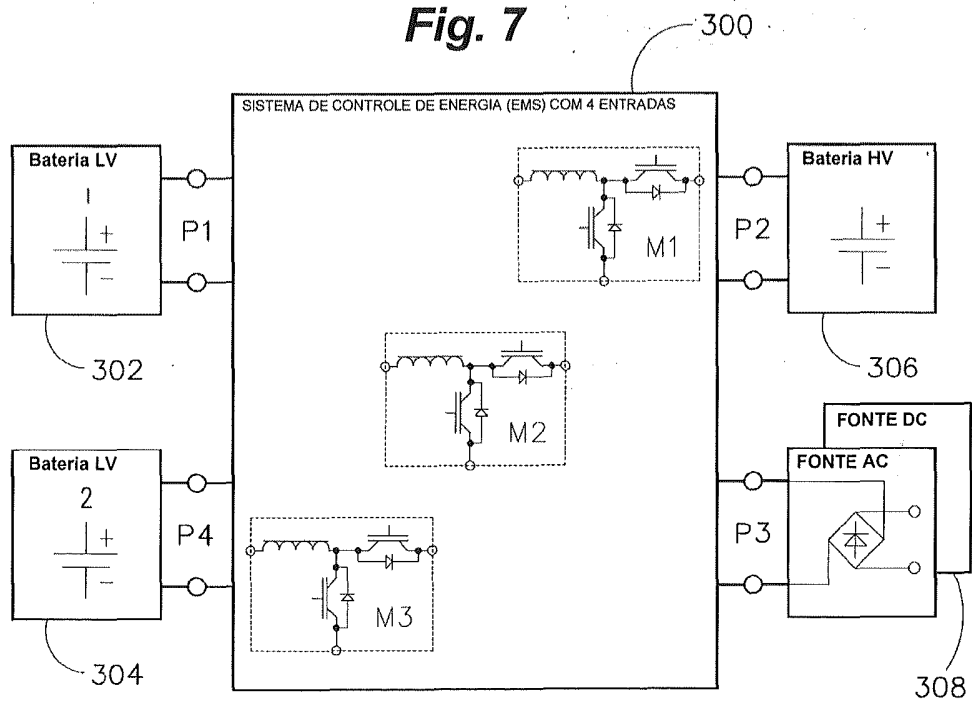


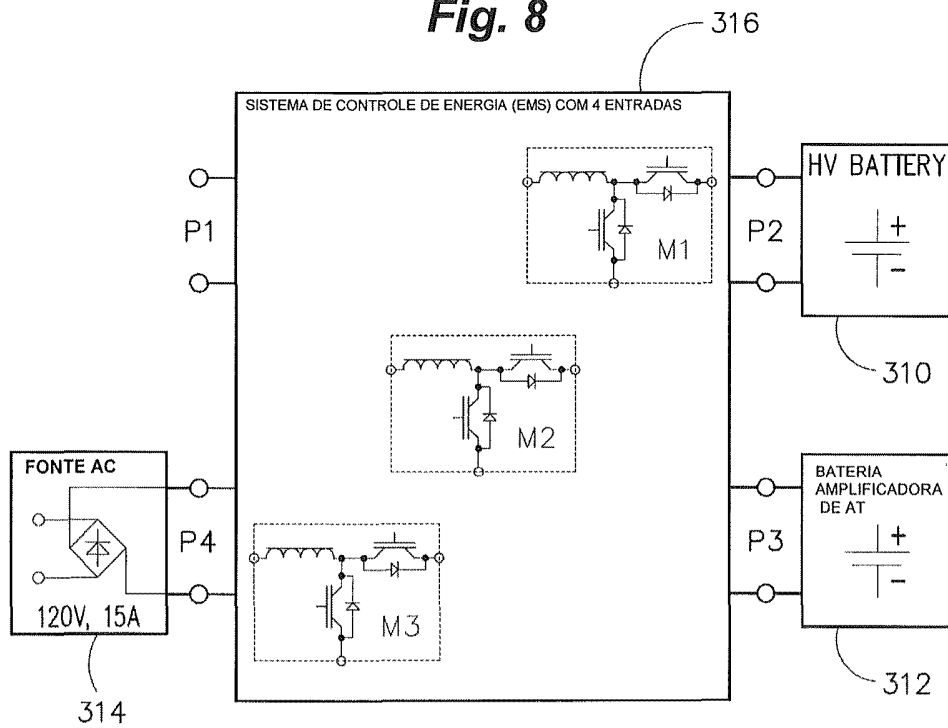
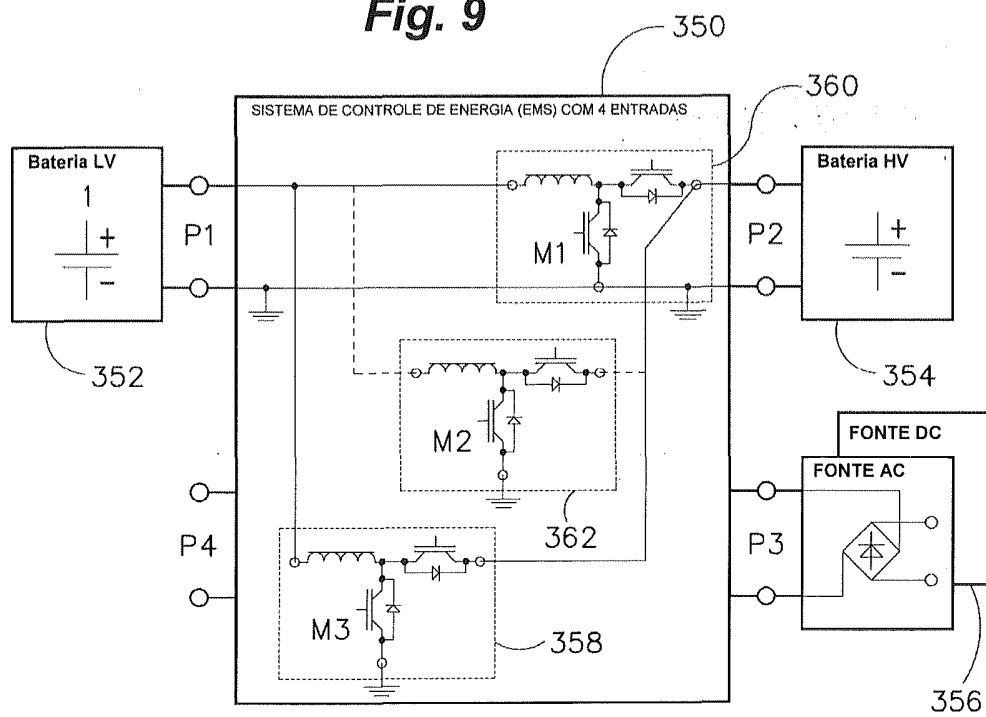
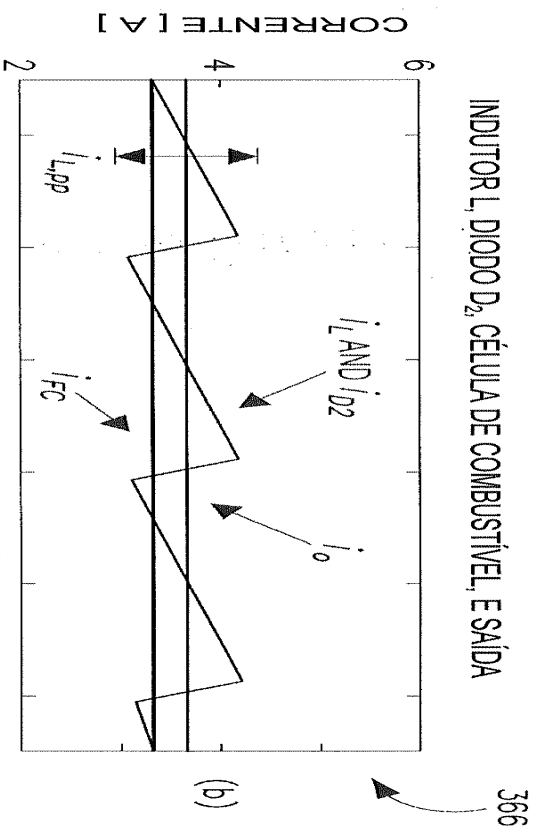
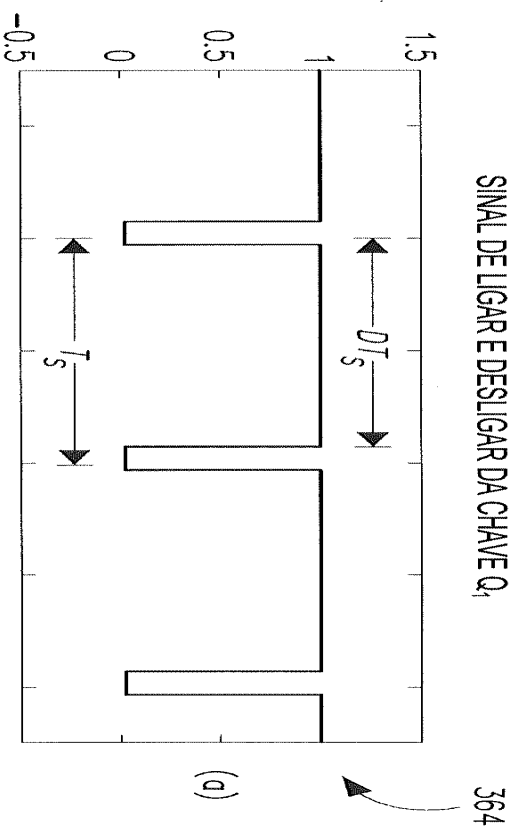
Fig. 8**Fig. 9**

Fig. 10



CHAVE Q_1 , E DIODO D_1

Fig. 11

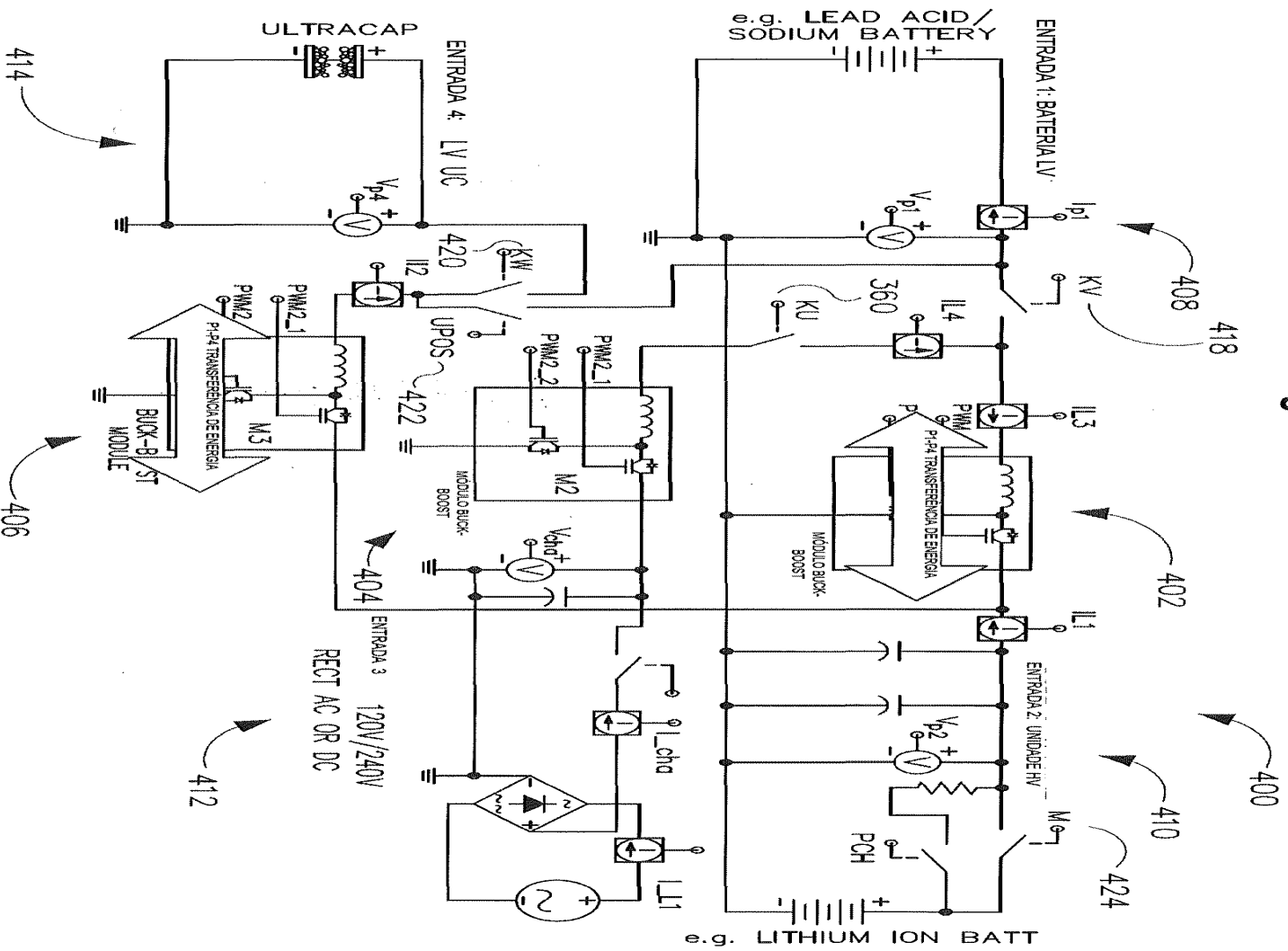


Fig. 12

V_1	V_2	V_3	V_4	OPERAÇÃO DE CARREGAMENTO	KU	KV	KW	UPOS	M
N/A	$V_3 < V_2$		N/A	M2U ¹ LIGADO, M1 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE AMPLIFICADA ENTRADA 2	1	0	0	0	1
N/A	$V_2 < V_3$		N/A	M2 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ENCURTADA, UTILIZAR D EM M1 PARA CARREGAR ENTRADA 2	1	0	0	0	1
$V_1 < V_3 < V_2$			N/A	M2 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ENCURTADA, M1 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE AMPLIFICADA CARREGAM SIMULTANEAMENTE ENTRADA 1 & 2	1	1	0	0	1
$V_3 < V_1 < V_2$			N/A	M2U LIGADO, M1 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE AMPLIFICADA CARREGA ENTRADA 2, M3 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ENCURTADA CARREGA ENTRADA 1	1	0	0	1	0
$V_2 < V_3 < V_1$			N/A	M2 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ENCURTADA, UTILIZAR D EM M1 PARA CARREGAR ENTRADA 2, ATÉ QUE $V_2 > V_1$ ENTÃO, UPOS=1, M3 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ENCURTADA CARREGA ENTRADA 1	1	0	0	0 1	1
$V_3 < V_2 < V_1$			N/A	M2 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ENCURTADA, UTILIZAR D EM M1 PARA CARREGAR ENTRADA 2, ATÉ QUE $V_2 > V_1$ ENTÃO UPOS=1, M3 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ENCURTADA CARREGA ENTRADA 1	1	0	0	0 1	1
$V_1 < V_2 < V_3$			N/A	M2 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ENCURTADA, UTILIZAR D EM M1 PARA CARREGAR ENTRADA 2	1	1	0	0	1
$V_2 < V_1 < V_3$			N/A	M2 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ENCURTADA, UTILIZAR D EM M1 PARA CARREGAR ENTRADA 2, ATÉ QUE $V_2 > V_1$ ENTÃO UPOS=1, M3 EM MODO DE CONTROLE DE CORRENTE ENCURTADA CARREGA ENTRADA 1	1	0	0	0 1	1

¹M2U: CHAVE SUPERIOR NO MÓDULO 2

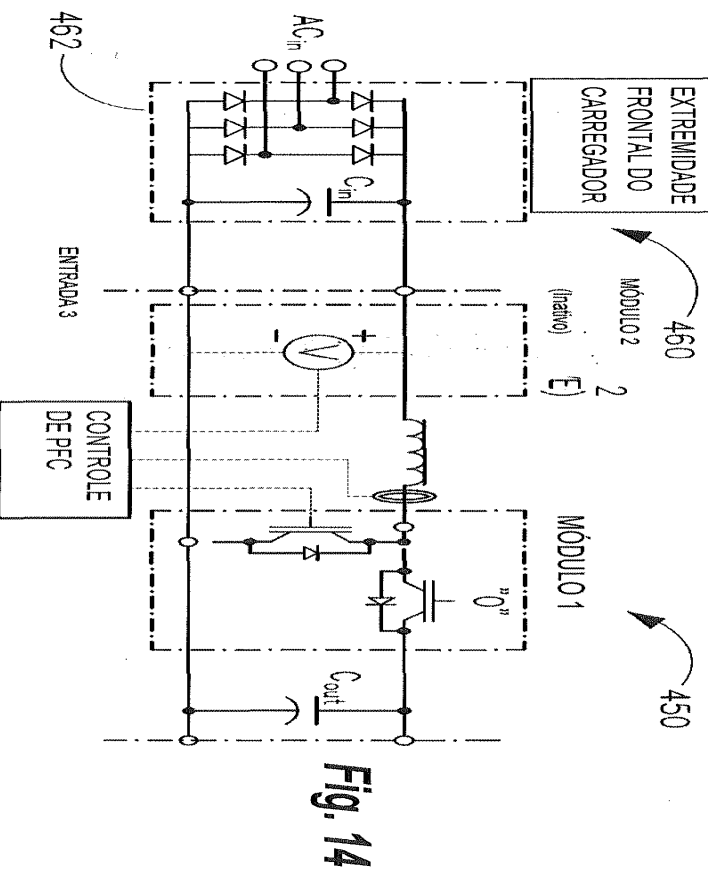
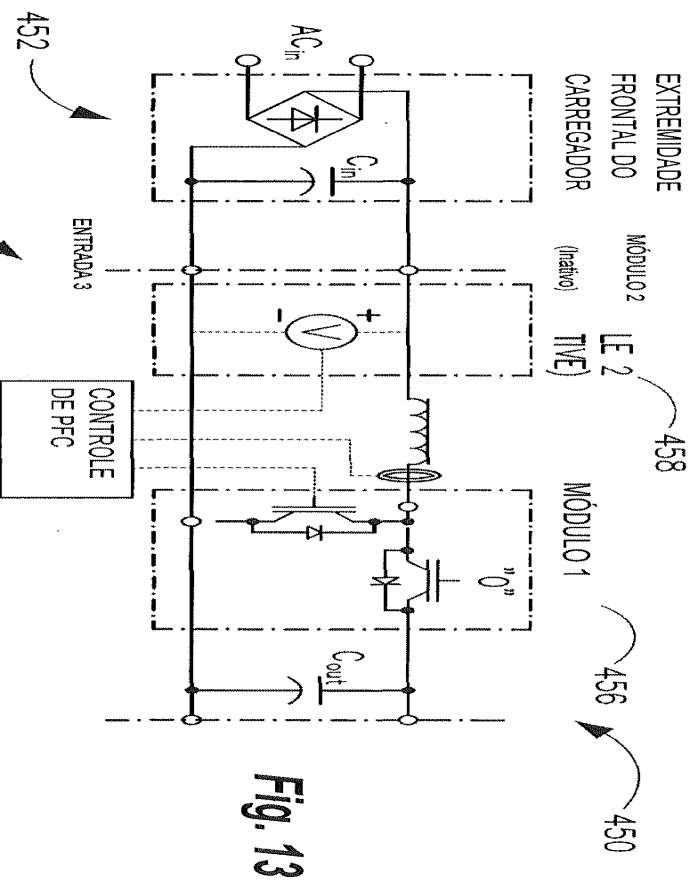


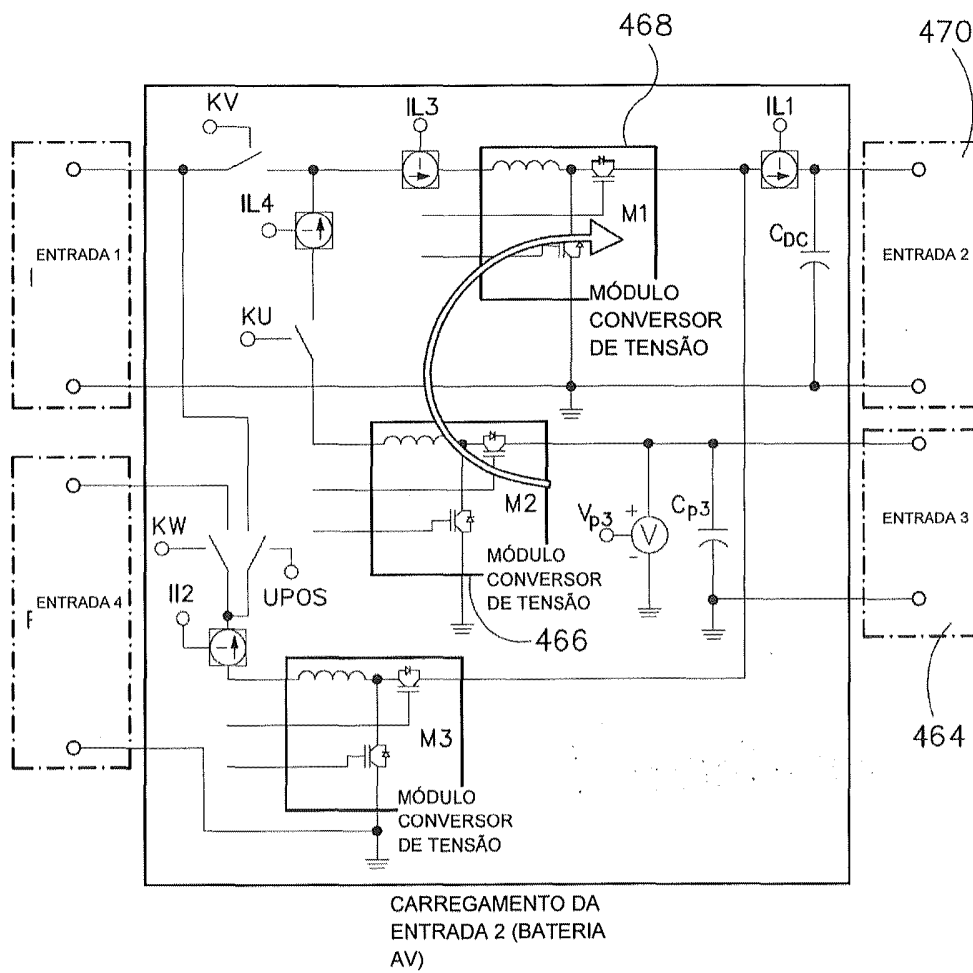
Fig. 15

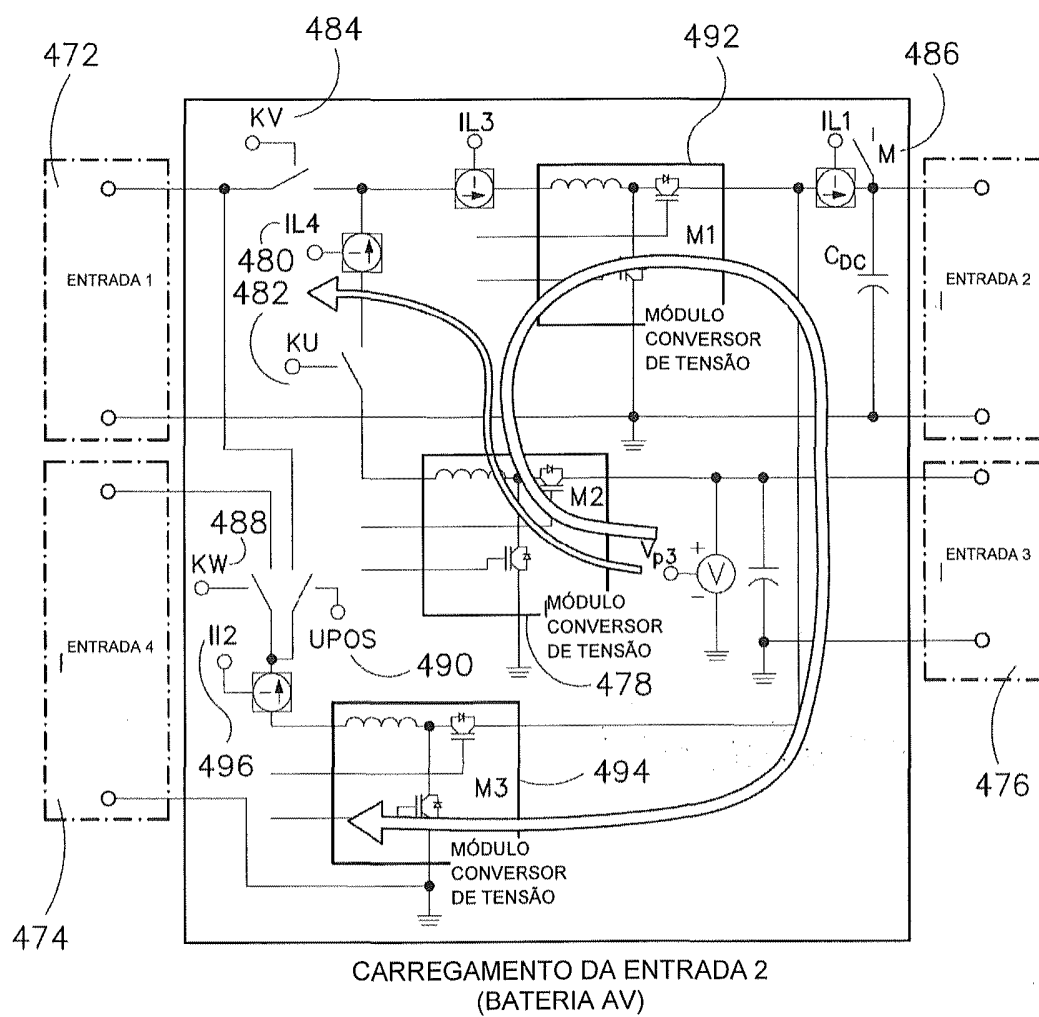
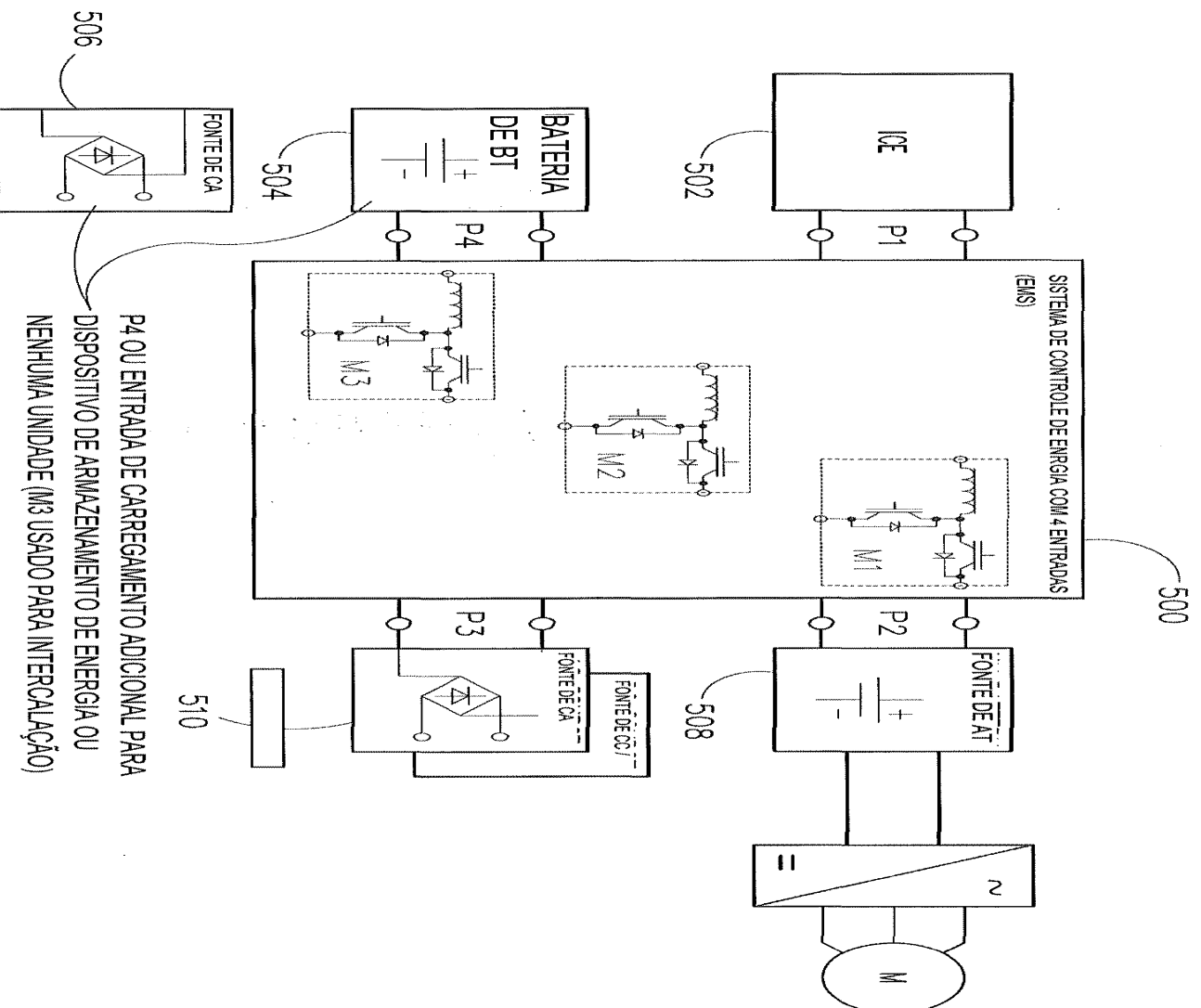
Fig. 16

Fig. 17



RESUMO

“SISTEMA DE CONTROLE DE ENERGIA E ARMAZENAMENTO (ESMS)”

Sistema de controle de energia e armazenamento (ESMS) (11) inclui dispositivos de energia (32, 34, 36) acoplados a um trem de força de veículo (18, 26, 14, 24) e configurado para armazenar energia de CC, um
5 sistema de conversão eletrônica de força (42) tendo entradas de energia (102), o sistema de conversão eletrônica de força (42) compreendendo conversores elétricos de CC (104, 106, 108), cada conversor elétrico (104, 106, 108) configurado para aumentar e diminuir uma tensão de CC, em que cada uma
10 das entradas de energia (102) é acoplável a cada um dos dispositivos ou dispositivo de armazenamento de energia (32, 34, 36); e cada uma das entradas de energia (102) é acoplável a um sistema de carregamento elétrico (44). O ESMS (11) inclui um controlador (46) configurado para determinar uma tensão de cada entrada de energia (102) tendo ou um dispositivo de
15 armazenamento de energia (32, 34, 36) ou um sistema de carregamento elétrico de CC (44) acoplado à mesma; e conectar eletricamente uma primeira entrada de energia a uma segunda entrada de energia de modo que pelo menos um dos conversores elétricos de CC (104, 106, 108) aumente ou diminua uma tensão de CC de entrada com base na tensão determinada de
20 cada entrada de energia (102).