



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

(21) PI 1014063-8 A2



(22) Data do Depósito: 01/04/2010

(43) Data da Publicação Nacional: 18/08/2020

(54) Título: SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE DISPOSITIVO.

(51) Int. Cl.: H02J 7/00; H02J 7/35.

(30) Prioridade Unionista: 01/04/2009 US 61/165,851.

(71) Depositante(es): EAGLEPICHER TECHNOLOGIES, LLC.

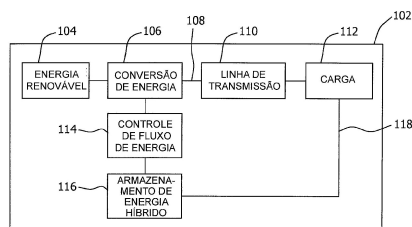
(72) Inventor(es): RANDY MOORE; RON NOWLIN; VIET VU; MICHAEL PARROT; JEFF DERMOTT; GREGORY MILLER.

(86) Pedido PCT: PCT US2010029643 de 01/04/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/115006 de 07/10/2010

(85) Data da Fase Nacional: 30/09/2011

(57) Resumo: SISTEMA DE HÍBRIDO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA, SISTEMA DE ENERGIA, RENOVÁVEL INCLUINDO O SISTEMA DE ARMAZENAMENTO E MÉTODO DE USO DO MESMO. A presente invenção refere-se genericamente à energia de estabilização proporcionada por uma fonte de energia, e mais particularmente a sistemas métodos para usar múltiplos tipos de dispositivos para armazenamento de energia para capturar e proporcionar energia seletivamente. Uma fonte de energia proporciona energia, e os dispositivos para de energia capturam seletivamente energia proporcionada pela fonte de energia que ultrapassam a necessidade imediata de energia de uma carga e proporcionam energia seletivamente quando a necessidade imediata de energia da carga ultrapassa a energia proporcionada pela fonte de energia.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"SISTEMA HÍBRIDO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA, SISTEMA DE ENERGIA RENOVÁVEL INCLUINDO O SISTEMA DE ARMAZENAMENTO E MÉTODO DE USO DO MESMO"**.

5 REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

Este pedido reivindica a prioridade do Pedido de Patente Provisório U.S. de No. US 61/165.851 (depositado em 1 de abril de 2009), cujo conteúdo é incorporado integralmente neste documento por referência.

CAMPO DA INVENÇÃO

10 Esta invenção refere-se em geral a sistemas e métodos para estabilizar energia fornecida por uma fonte de energia, e mais particularmente a sistemas e métodos para usar múltiplos tipos de dispositivos de armazenamento de energia para capturar seletivamente e fornecer energia fornecida por fontes de energia, incluindo fontes de energia renováveis e não renováveis.

15 ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Conforme a população mundial aumenta, a demanda de consumo por energia elétrica também aumenta. Combustíveis fósseis (por exemplo, carvão, óleo, e gás natural) têm sido usados como uma fonte de energia in usinas de energia elétrica por muitos anos. Queimar combustíveis fósseis gera poluentes do ar tais como dióxido de carbono. Estas emissões podem ter um efeito negativo no ambiente e podem contribuir para a mudança climática. Adicionalmente, para reduzir poluentes do ar, alguns países têm passado leis que limitam poluentes do ar permitidos. Estas leis geralmente aumentam o custo de geração de energia elétrica a partir de combustíveis fósseis. Depósitos de combustível fóssil ao redor do mundo estão sendo es-
20 xauridos porque os mesmos não estão sendo replanejados a uma taxa proporcional ao consumo. O acesso aos combustíveis fósseis também é frequentemente dependente da política mundial e condições econômicas. Estes fatores se combinam para provocar aumento e instabilidade dos preços da energia gerada a partir de combustíveis fósseis.

Uma solução para os problemas de poluição a partir de produ-

ção de energia através de combustíveis fósseis, diminuição de depósitos de combustível fóssil, aumento de preços de combustível fóssil, volatilidade de preços de combustível fóssil, e regulamentação governamental é usar outras fontes de energia, tais como fontes de energia renováveis, para gerar energia elétrica. Fontes de energia renováveis tais como eólica, solar (por exemplo, fotovoltaica), e geotérmica estão agora disponíveis em bases comerciais, e o custo de eletricidade produzida usando estes métodos está geralmente diminuindo conforme os mesmos se tornam mais predominantes e as tecnologias subjacentes são refinadas, deste modo fontes de energia renováveis proporcionam soluções potenciais para custo, disponibilidade, e questões ambientais associados com o uso de combustíveis fósseis para a produção de energia elétrica.

Um problema associado com fontes de energia renováveis é que sua produção de energia pode ser afetada por fatores além do controle de qualquer operador tais como escuridão, falta de vento, ou clima. Por exemplo, o sol não brilha o dia inteiro todos os dias, e o vento não sopra firmemente o dia inteiro todos os dias. Portanto, células solares e turbinas de vento não podem produzir uma saída de energia estável o dia inteiro todos os dias. Entretanto, é desejável obter uma saída de energia relativamente estável a partir destas fontes de energia. Ao contrário, fontes de energia acionadas por combustíveis fósseis tais como geradores de turbina a gás tem um pico de eficiência obtido a um nível de saída determinado pelo projeto do gerador de modo que é desejável operar o gerador a um nível de saída específico associado com o pico de eficiência. Entretanto, como descrito acima, a demanda de energia pode variar significativamente. Em cada um destes cenários, é desejável um sistema para aumentar a energia fornecida pela fonte de energia para a carga.

SUMÁRIO

A presente invenção é dirigida a um método de estabilizar energia fornecida por uma fonte de energia a uma carga. Um primeiro dispositivo de armazenamento de energia captura energia produzida por uma fonte de energia ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga a menos que

um nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia esteja em um primeiro limite máximo. Um segundo dispositivo de armazenamento de energia captura energia produzida por uma fonte de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga se o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia estiver no primeiro limite máximo, a menos que um nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia esteja em um segundo limite máximo. Em uma modalidade, outro aspecto de estabilizar energia fornecida pela fonte de energia para a carga inclui fornecer energia a partir do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para a carga quando a necessidade imediata de energia da carga excede a energia produzida por uma fonte de energia a menos que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia esteja em um primeiro limite mínimo. Se o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia está no primeiro limite mínimo e a necessidade imediata de energia da carga excede a energia produzida por uma fonte de energia, o segundo dispositivo de armazenamento de energia fornece energia para a carga a menos que o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia esteja em um segundo limite mínimo.

A invenção é adicionalmente dirigida para um sistema para fornecer energia a uma carga. O sistema inclui uma fonte de energia, um primeiro dispositivo de armazenamento de energia, um segundo dispositivo de armazenamento de energia, e um controlador de fluxo de energia. A fonte de energia fornece energia e o primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia capturam seletivamente energia da fonte de energia e fornecem energia seletivamente para a carga. O controlador de fluxo de energia inclui um monitor de energia, um primeiro monitor de nível de energia, um segundo monitor de nível de energia, um conversor de energia, e um controlador. O monitor de energia monitora uma diferença entre energia fornecida por uma fonte de energia e uma necessidade imediata de energia da carga e produz, for o controlador, um sinal de energia indicativo da diferença monitorada. O primeiro monitor de nível de energia monitora um nível de

energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia e fornece, para o controlador, um sinal de primeiro nível de energia indicativo do nível de energia do primeiro dispositivo de energia. O segundo monitor de nível de energia monitora um nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia e fornece, para o controlador, um sinal de segundo nível de energia indicativo do nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia. O conversor de energia é responsivo a um sinal de captura do controlador para converter seletivamente energia da fonte de energia em energia para pelo menos um de primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia e responsivo a um sinal de comutação do controlador para direcionar a energia convertida para pelo menos um do primeiro dispositivo de armazenamento de energia e o segundo dispositivo de armazenamento de energia. O controlador determina a partir do sinal de energia que a energia fornecida pela fonte de energia excede a necessidade imediata de energia da carga e fornece o sinal de captura para o conversor de energia de modo que a energia fornecida pela fonte de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga é capturada no primeiro dispositivo de armazenamento de energia a menos que o sinal de primeiro nível de energia indique que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia esteja em um primeiro limite máximo. Se o sinal de primeiro nível de energia indique que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia estiver no primeiro limite máximo, então o controlador altera o sinal de comutação de modo que o conversor de energia direciona a energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga para o segundo dispositivo de armazenamento de energia a menos que o sinal de segundo nível de energia indique que o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia esteja em um segundo limite máximo.

A invenção é adicionalmente dirigida para outro método de estabilizar energia fornecida por uma fonte de energia a uma carga. Um primeiro dispositivo de armazenamento de energia captura energia produzida por uma fonte de energia ultrapassa a necessidade imediata de energia da car-

ga para uma primeira quantidade de tempo predeterminada a menos que um nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia exceda um primeiro limite máximo. Um segundo dispositivo de armazenamento de energia captura energia produzida por uma fonte de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga quando a fonte de energia continua a produzir energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga após a expiração da primeira quantidade de tempo predeterminada ou quando o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia estiver no primeiro limite máximo, a menos que um nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia esteja em um segundo limite máximo. Em uma modalidade, outro aspecto de estabilizar energia fornecida pela fonte de energia para a carga inclui fornecer energia a partir do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para a carga por uma segunda quantidade de tempo predeterminada em consequência de a necessidade imediata de energia da carga exceder a energia produzida pela fonte de energia a menos que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento esteja em um primeiro limite mínimo. O segundo dispositivo de armazenamento de energia fornece energia para a carga quando a necessidade imediata de energia da carga continua a exceder a energia produzida por uma fonte de energia que segue a segunda quantidade de tempo predeterminada ou quando o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia estiver no primeiro limite máximo, a menos que o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia esteja em um segundo limite mínimo.

25 A invenção é adicionalmente dirigida para outro sistema para fornecer energia a uma carga. O sistema inclui uma fonte de energia, um primeiro dispositivo de armazenamento de energia, um segundo dispositivo de armazenamento de energia, e um controlador de fluxo de energia. A fonte de energia fornece energia e o primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia capturam seletivamente energia da fonte de energia e fornecem energia seletivamente para a carga. O controlador de fluxo de energia inclui um monitor de energia, um primeiro monitor de nível de energia,

um segundo monitor de nível de energia, um conversor de energia, e um controlador. O monitor de energia monitora uma diferença entre energia fornecida pela fonte de energia e uma necessidade imediata de energia da carga e produz, para o controlador, um sinal de energia indicativo da diferença monitorada. O primeiro monitor de nível de energia monitora um nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia e fornece, para o controlador, um sinal de primeiro nível de energia indicativo do nível de energia do primeiro dispositivo de energia. O segundo monitor de nível de energia monitora um nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia e fornece, para o controlador, um sinal de segundo nível de energia indicativo do nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia. O conversor de energia é responsivo a um sinal de captura do controlador para converter seletivamente energia da fonte de energia em energia para pelo menos um de primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia e responsivo a um sinal de comutação do controlador para direcionar a energia convertida para pelo menos um de primeiro dispositivo de armazenamento de energia e segundo dispositivo de armazenamento de energia. O controlador determina a partir o sinal de energia que a energia fornecida pela fonte de energia excede a necessidade imediata de energia da carga e fornece o sinal de captura para o conversor de energia de modo que a energia fornecida pela fonte de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga é capturada no primeiro dispositivo de armazenamento de energia para uma primeira quantidade de tempo predeterminada a menos que o sinal de primeiro nível de energia indique que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia esteja em um primeiro limite máximo. Se o sinal de primeiro nível de energia indicar que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia está no primeiro limite máximo ou a fonte de energia continua a produzir energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga após a expiração do primeiro período de tempo predeterminado, então o controlador altera o sinal de comutação de modo que o conversor de energia direciona a energia que ultrapassa a necessidade imediata de ener-

gia da carga para o segundo dispositivo de armazenamento de energia a menos que o sinal de segundo nível de energia indique que o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia esteja em um segundo limite máximo.

- 5 A invenção também é dirigida para outro método de estabilizar energia fornecida por uma fonte de energia a uma carga. Um primeiro dispositivo de armazenamento de energia captura energia produzida por uma fonte de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga até um limite de taxa de entrada da primeira fonte de energia. Um segundo
- 10 dispositivo de armazenamento de energia captura energia produzida por uma fonte de energia que ultrapassa a soma da necessidade imediata de energia da carga e o limite de taxa de entrada do primeiro dispositivo de energia. Em uma modalidade, o primeiro dispositivo de armazenamento de energia fornece energia para a carga quando a necessidade imediata de
- 15 energia da carga excede a energia produzida por uma fonte de energia até um limite de taxa de descarga do primeiro dispositivo de energia. O segundo dispositivo de armazenamento de energia fornece energia para a carga quando a necessidade imediata de energia da carga excede a soma da energia produzida por uma fonte de energia e o limite de taxa de descarga do
- 20 primeiro dispositivo de armazenamento de energia até um limite de taxa de descarga do segundo dispositivo de armazenamento de energia.

- A invenção também é dirigida para outro método de estabilizar energia fornecida por uma fonte de energia a uma carga. Um primeiro dispositivo de armazenamento de energia captura energia produzida por uma fonte de energia que ultrapassa uma necessidade imediata de energia da carga
- 25 a menos que a energia produzida que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga excede um limite de taxa de entrada do primeiro dispositivo de energia. Um segundo dispositivo de armazenamento de energia captura energia produzida por uma fonte de energia que ultrapassa a necessidade
- 30 imediata de energia da carga se a energia produzida que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga excede uma energia limite de taxa de entrada do primeiro dispositivo de energia. Em uma modalidade, o primei-

ro dispositivo de armazenamento de energia fornece energia para a carga quando a necessidade imediata de energia da carga excede a energia fornecida pela fonte de energia e uma diferença entre a necessidade imediata de energia da carga e a energia produzida por uma fonte de energia é menor do que um limite de taxa de descarga do primeiro dispositivo de energia. O segundo dispositivo de armazenamento de energia fornece energia para a carga quando a diferença entre a necessidade imediata de energia da carga e a energia fornecida pela fonte de energia excede o limite de taxa de descarga do primeiro dispositivo de energia.

Uma ou mais das características adicionais detalhadas abaixo pode ser incorporada em uma ou mais das modalidades observadas acima, sem se afastar do escopo da presente invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

A figura 1 é um diagrama de blocos de uma modalidade de um sistema para estabilizar energia fornecida a uma carga que inclui uma fonte de energia renovável, um conversor de energia, linhas de transmissão, um controlador de fluxo de energia, e um sistema de armazenamento de energia híbrido.

A figura 2 é um diagrama de blocos de uma configuração do sistema da figura 1, em que o controlador de fluxo de energia utiliza funções de sentido e controle de armazenamento.

A figura 3 é um diagrama de blocos de uma configuração do sistema da figura 1 que tem componentes de conversão de energia associados com cada dispositivo de armazenamento de energia.

A figura 4 é um diagrama de blocos de uma configuração do sistema da figura 2, em que o controle de armazenamento inclui um conversor analógico para digital, um temporizador, uma unidade de processamento central, e um componente de comunicação.

A figura 5 é um fluxograma de um método para usar e controlar um sistema de armazenamento de energia híbrido, de acordo com várias modalidades e configurações.

A figura 6 é um diagrama de blocos de outra modalidade de um

sistema para estabilizar energia fornecida por uma fonte de energia a uma carga.

A figura 7 é um diagrama de blocos do sistema da figura 6 que detalha uma configuração do controlador de fluxo de energia.

5 A figura 8 é um fluxograma de uma modalidade de um método de selecionar um dispositivo de armazenamento de energia para capturar energia fornecida por uma fonte de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia como uma função de um nível de energia e capacidade dos dispositivos de armazenamento de energia.

10 A figura 9 é um fluxograma de outra modalidade de um método de selecionar um dispositivo de armazenamento de energia para capturar energia fornecida por uma fonte de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia como uma função de uma duração da fonte de energia produzindo energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da
15 carga.

A figura 10 é um fluxograma de uma modalidade de um método de selecionar um dispositivo de armazenamento de energia para fornecer energia a uma carga como uma função de um nível de energia e capacidade dos dispositivos de armazenamento de energia.

20 A figura 11 é um fluxograma de uma modalidade de um método de selecionar um dispositivo de armazenamento de energia para fornecer energia a uma carga como uma função de uma duração de uma necessidade imediata de energia de uma carga que excede a energia fornecida por uma fonte de energia.

25 A figura 12 é um fluxograma de uma modalidade de um método de capturar energia fornecida por uma fonte de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia como uma função de um limite de taxa de entrada de um dispositivo de armazenamento de energia.

A figura 13 é um fluxograma de outra modalidade de um método
30 de selecionar um dispositivo de armazenamento de energia para capturar energia fornecida por uma fonte de energia ultrapassa a necessidade imediata de energia como uma função de um limite de taxa de entrada de um dis-

positivo de armazenamento de energia.

A figura 14 é um fluxograma de uma modalidade de um método de balancear energia armazenada entre múltiplos dispositivos de armazenamento de energia.

- 5 A figura 15 é um diagrama de blocos de uma modalidade de um sistema para estabilizar energia fornecida a partir de uma fonte de energia a uma carga.

DESCRIÇÃO DETALHADA

- 10 A descrição a seguir não tem a intenção de limitar o escopo ou aplicabilidade da invenção em qualquer sentido. Em vez disso, a descrição a seguir tem a intenção de fornecer ilustrações convenientes para implementar várias modalidades da invenção. Como ficará evidente, podem ser feitas várias mudanças nos métodos, estruturas, dispositivos, sistemas, componentes, e composições descritas netas modalidades sem se afastar do espírito e escopo da invenção.
- 15

- O termo "energia renovável" como usado nesta invenção se refere energia que é obtida a partir de recursos naturais que não exauridas quando energia é obtida a partir dos mesmos. Exemplos de fontes de energia renováveis incluem vento, solar, hidroelétrica, biomassa, e recursos geotérmicos naturais. Como apresentado em maiores detalhes abaixo, várias modalidades da presente invenção fornecem sistemas e métodos para integrar fontes de energia renováveis dentro de sistemas elétricos existentes.
- 20

- Várias modalidades da invenção incluem dispositivos para monitoração rápida e acurada da perda de uma fonte de energia renovável ou a perda de uma linha de transmissão para impedir ou mitigar qualquer interrupção do fornecimento de energia elétrica aos usuários. Monitoração de parâmetros físicos bem como técnicas de controle estocásticas e / ou adaptativas podem proporcionar ótimo controle, seleção, comutação, sincronização e outras funções necessárias para selecionar e unitizar um dos dispositivos de armazenamento de energia diferentes disponíveis para fornecer energia para um usuário. Por exemplo, uma tensão de um dispositivo de armazenamento de energia pode ser percebida a fim de determinar um estado
- 25
- 30

de carga ou nível de energia do dispositivo de armazenamento de energia. Adicionalmente, múltiplos parâmetros físicos tais como temperatura, ciclo de vida, e tensão podem ser usados para determinar o estado de carga ou nível de energia do dispositivo de armazenamento de energia.

5 O termo "sistema de armazenamento de energia híbrido" como usado dentro desta invenção se refere a um único dispositivo de armazenamento de energia (ESD) ou múltiplos dispositivos de armazenamento de energia conectados (por exemplo, uma matriz de dispositivos de armazenamento de energia conectadas em um arranjo em série e / ou paralelo) que
10 armazenam energia em diferentes formas e diferentes modos liberar em tempo posterior. Exemplos de dispositivos de armazenamento de energia adequados para uso em dispositivos de armazenamento de energia híbridos incluem células eletroquímicas, baterias, células combustíveis, capacitores, tanques de ar comprimido, baterias eletromecânicas, sistemas hidro-
15 bombeados, baterias de fluxo, sistemas de armazenamento térmico, e assim por diante. Um indivíduo versado na técnica reconhece que diferentes dispositivos de armazenamento de energia têm diferentes características úteis ao projetar sistemas de armazenamento de energia híbridos compreendidos de uma combinação de dispositivos de armazenamento de energia. Por exemplo,
20 baterias baseadas em lítio ou íon de lítio são relativamente caras para uma capacidade, têm uma densidade de energia relativamente alta, e tem um ciclo de vida relativamente alto. De maneira similar, baterias eletromecânicas (baterias eletromecânicas) geralmente tem um ciclo de vida ainda maior, mas têm uma taxa de auto-descarga relativamente alta. Ao contrário, baterias de chumbo-ácido são relativamente baratas para uma dada capacidade,
25 têm uma densidade de energia relativamente baixa, e têm um ciclo de vida relativamente curto. Baterias baseadas em sódio / enxofre têm um balanço de preço para uma dada capacidade, densidade de energia e ciclo de vida. Quando se projeta um sistema de armazenamento de energia híbrido, os dispositivos de armazenamento de energia disponíveis e seus atributos
30 relativos podem ser misturados em várias proporções para alcançar os objetivos do sistema de armazenamento de energia híbrido dentro das restrições

determinadas pela localização do sistema e seu uso pretendido.

Alguns dispositivos de armazenamento de energia híbridos podem ser limitados pela localização do sistema. Por exemplo, ar comprimido tipicamente requer grandes cavernas sob a terra ou algo semelhante para armazenar ar comprimido, enquanto sistemas hidro-bombeados geralmente requerem montanhas, morros, barragens, ou algo semelhante para utilizar massa e gravidade para armazenar energia. Outros dispositivos de armazenamento de energia híbridos podem ser portáteis. Por exemplo, células eletroquímicas, baterias, baterias eletromecânicas, e células combustíveis podem ser rebocadas ou montadas em caminhões para distribuição rápida para essencialmente qualquer localização.

De acordo com várias modalidades da invenção, sistemas de armazenamento de energia híbridos têm seções, partes ou dispositivos de armazenamento de energia separados, que tem densidades de energia diferentes. Para alguns sistemas de armazenamento de energia híbridos, densidade de energia é a relação de capacidade de armazenamento para unidade de peso do sistema de armazenamento. Outros sistemas de armazenamento de energia híbridos são melhor descritos pela relação de capacidade de armazenamento para unidade de volume. Ambos os métodos podem ser formas eficazes de a densidade de armazenamento de energia de um sistema de armazenamento de energia híbrido.

Sistemas de armazenamento de energia híbridos exemplificativos podem adicional ou alternativamente incluir seções, partes ou dispositivos de armazenamento de energia separados, que têm diferentes capacidades de armazenamento de energia. "Capacidade de armazenamento" se refere a quanta energia pode ser armazenada em um dado dispositivo de armazenamento de energia ou sistema. Capacidade de armazenamento e densidade de armazenamento de energia podem largamente determinar quanta energia está disponível a partir de um determinado sistema de armazenamento de energia híbrido ao longo de um determinado período de tempo.

A quantidade de energia requerida por uma carga em um dado

momento depende de diversos fatores. Por exemplo, uma residência pode requerer quantidades variáveis de energia elétrica durante as horas do dia, mas podem requerer quantidades reduzidas e sustentadas de energia elétrica durante as horas da noite. Igualmente, uma fábrica pode requerer substancialmente mais energia elétrica do que uma residência e a energia requerida pode ser relativamente constante independentemente da hora do dia. Além disso, a título de exemplo, o uso de um computador ou usar um telefone celular pode requerer menores quantidades de energia elétrica por períodos de tempo mais curtos. Um gráfico da quantidade de energia ou energia elétrica requerida por uma carga versus tempo é referenciado neste documento como o perfil de necessidade de energia esperado da carga.

Como usado neste documento, "energia" se refere ao produto de energia e tempo. A otimização de um sistema de armazenamento de energia híbrido para uso com uma fonte de energia pode ser dependente das características físicas e aplicação da carga incluindo (mas não limitado a) um perfil de necessidade de energia esperado da carga, uma densidade de energia do sistema de armazenamento de energia híbrido, a localização da fonte de energia, o tipo da fonte de energia, a localização do sistema de armazenamento de energia híbrido, e a portabilidade do sistema de armazenamento de energia híbrido.

Com referência a figura 1, um sistema de energia renovável 102 inclui uma fonte de energia renovável 104, um conversor de energia 106, energia elétrica AC 108, linhas de transmissão 110, uma carga 112, um controlador de fluxo de energia 114, e um sistema de armazenamento de energia híbrido 116.

O sistema de energia renovável 102 é configurado para fornecer energia elétrica de corrente alternada (AC) 108 a uma carga 112 a partir da fonte de energia renovável 104. Energia a partir da fonte de energia renovável 104 é convertida para energia elétrica AC 108 e sua fase e frequência são corrigidas pelo conversor de energia 106. A energia elétrica AC 108 é transmitida a uma carga 112 através das linhas de transmissão 110. A carga 112 pode ser um único usuário, consumidor, fábrica, comunidade, ou uma

rede elétrica usada para distribuir energia elétrica AC para qualquer quantidade de usuários, consumidores, fábricas ou comunidades. De maneira similar, a carga 112 pode ser uma parte de um domicílio tal como uma residência ou fábrica (por exemplo, um único circuito dentro do domicílio) ou múltiplos domicílios tais como múltiplas residências ou fábricas.

Quando a fonte de energia renovável 104 não está fornecendo energia devido ao clima ou outros distúrbios, a carga 112 recebe a energia elétrica AC 118 do sistema de armazenamento de energia híbrido 116. De maneira similar, quando a linha de transmissão 110 se torna inoperante devido ao clima ou outros distúrbios, a carga 112 recebe energia elétrica AC 118 do sistema de armazenamento de energia híbrido 116. O sistema de armazenamento de energia híbrido 116 pode ser localizado ou próximo a uma carga 112 ou a alguma distância da carga 112. Se o sistema de armazenamento de energia híbrido 116 é localizado a alguma distância da carga 112, ou as linhas de transmissão 110 podem ser configuradas e conectadas ao sistema de energia híbrido 116 para fornecer a energia elétrica AC 118 a uma carga 112 ou outro dispositivo de transmissão adequado pode ser usado. Quando o sistema de armazenamento de energia híbrido 116 é exaurido, a carga 112 pode não receber energia elétrica AC 118 a partir do sistema de armazenamento de energia híbrido 116 a menos que ou até que o sistema de armazenamento de energia híbrido 116 tenha sido reabastecido. O sistema de armazenamento de energia híbrido 116 pode ser reabastecido pelo controlador de fluxo de energia 114 através da fonte de energia renovável 104 ou alguma outra fonte de energia (não mostrada) gerenciada pelo controlador de fluxo de energia 114.

Com referência a figura 2, um diagrama de blocos mais detalhado do sistema de energia renovável 102 ilustra um componente sensor 120 e controle de armazenamento 122 do controlador de fluxo de energia 114. No exemplo ilustrado, o controlador de fluxo de energia 114 inclui um componente sensor 120 e um controle de armazenamento 122 configurado para sentir, determinar, reagir a, e controlar a perda da fonte de energia renovável 104 e / ou perda da função das linhas de transmissão 110.

O componente sensor 120 pode ser configurado para facilitar a determinação de uma saída de energia fornecida pela fonte de energia renovável 104 e / ou perda das linhas de transmissão 110 monitorando um ou mais parâmetros físicos da fonte de energia renovável 104 e / ou das linhas de transmissão 110. Estes parâmetros físicos podem incluir (mas não estão limitados a) tensão, corrente, tempo, temperatura, e deformação.

Contato físico direto entre o componente sensor 120 e / ou a fonte de energia renovável 104 e / ou as linhas de transmissão 110 pode ser utilizado para facilitar medição acurada dos parâmetros físicos. Por exemplo, medição de tensão pode utilizar uma conexão direta do(s) voltímetro(s) à fonte de energia renovável 104 e / ou às linhas de transmissão 110, e medição de temperatura pode utilizar contato físico direto de um termistor ou termômetro à fonte de energia renovável 104 e / ou às linhas de transmissão 110. Métodos de contato físico direto de medição incluem (mas não estão limitados a) analógico, digital e / ou outras técnicas de comparação.

Métodos indiretos também podem ser utilizados para medir os parâmetros físicos associados com a fonte de energia renovável 104 e / ou as linhas de transmissão 110. Por exemplo, medir os parâmetros físicos pode não ser possível usando técnicas de medição direta porque a fonte de energia renovável 104 e / ou as linhas de transmissão 110 podem ser isoladas ou em uma localização remota (ou inacessível). Técnica de medição indireta podem incluir (mas não estão limitadas a) acoplamento indutivo, acoplamento capacitivo, e acoplamento ótico.

O controle de armazenamento 122 pode ser implementado como hardware, software ou uma combinação de ambos. O controle de armazenamento 122 pode ser programável, e pode receber entrada do componente sensor 120. O controle de armazenamento 122 pode aplicar lógica de aplicação ao(s) sinal(is) de entrada(s), por exemplo, sinais recebidos do componente sensor 120, e podem fornecer sinal(is) de saída para uso adicional do sistema, incluindo fornecer energia para o armazenamento de energia híbrido 116. O controle de armazenamento 122 pode usar técnicas de controle estocásticas e / ou adaptativas (ou seja, algoritmos de aprendizado) para

fornecer ótimo controle, seleção, comutação, sincronização e quaisquer outras funções necessárias para selecionar e usar um dos diversos dispositivos de armazenamento de energia diferentes disponíveis para capturar (ou seja, armazenar) energia e fornecer a energia elétrica AC a uma carga 112.

5 Com referência a figura 3, um diagrama de blocos mais detalhado do sistema de energia renovável 102, ilustra uma modalidade do sistema de armazenamento de energia híbrido 116 em detalhes. Na modalidade exemplificativa da figura 3, o sistema de armazenamento de energia híbrido 116 compreende a conversão de energia 124, os dispositivos de armazenamento
10 mento de energia 126, e a conversão de energia 128.

A conversão de energia 124 fornece conversão de energia elétrica AC em uma forma de energia compatível para armazenamento ou captura em um meio ou dispositivo particular de armazenamento de energia. A conversão de energia 124 pode facilitar o reabastecimento de energia em
15 armazenamento de energia 126 após o esgotamento, ou em qualquer nível de carga do armazenamento de energia 126. Vários componentes podem fornecer sistemas e métodos para converter energia para armazenamento nos dispositivos de armazenamento de energia 126. Por exemplo, energia elétrica AC pode ser usada para acionar um compressor de ar para produzir
20 ar comprimido para armazenamento em uma caverna ou tanque. Além disso, a título de exemplo, energia elétrica pode ser usada para acionar um carregador de bateria, alternador, ou outro equipamento elétrico para carregar uma célula eletroquímica ou bateria.

25 Os dispositivos de armazenamento de energia 126 armazenam ou capturam energia fornecida pela conversão de energia 124 para posteriormente fornecer a energia armazenada para a conversão de energia 128 de modo que a energia armazenada pode ser fornecida pela conversão de energia 128 a uma carga 112 como energia elétrica AC (ou seja, energia). Por
30 exemplo, um primeiro dispositivo de armazenamento de energia pode ser uma célula eletroquímica, bateria, ou matriz das mesmas; um segundo dispositivo de armazenamento de energia pode ser um grupo de células com-

bustíveis; e um terceiro dispositivo de armazenamento de energia dos dispositivos de armazenamento de energia 126 pode ser um meio de armazenamento hidro-bombeado. A quantidade (número) e tipos de meios de armazenamento de energia usados nos dispositivos de armazenamento de energia 126 é dependente da localização e configuração do sistema de energia renovável, de uma densidade de energia desejável do sistema de energia renovável 102, e de uma capacidade desejável do sistema de energia renovável 102. Um indivíduo versado na técnica avalia que estas considerações de projeto irão variar de sistema para sistema. Por exemplo, um sistema de energia renovável 102 pode utilizar dois meios de armazenamento de energia diferentes em dispositivos de armazenamento de energia 126, enquanto um sistema de energia renovável 102 diferente pode utilizar quatro meios de armazenamento de energia diferentes em dispositivos de armazenamento de energia 126. Dispositivos de armazenamento de energia são geralmente selecionados para minimizar o custo operacional total do sistema de armazenamento de energia híbrido. O custo operacional total inclui compra inicial de materiais, instalação, e manutenção durante a vida útil do sistema de armazenamento de energia híbrido. Em uma modalidade de um sistema de armazenamento de energia híbrido escalável para a maior parte das instalações, 10% da capacidade de armazenamento de energia são obtidos através de bateria de lítio íon de lítio, 30% da capacidade de armazenamento de energia são obtidos através de bateria sódio enxofre, e 60% da capacidade de armazenamento de energia são obtidos através de bateria chumbo ácido. A bateria de íon de lítio é usada para a maior parte dos ciclos (ou seja, armazenamento ou descarga para estabilizar a energia fornecida a partir de uma fonte de energia 104 a uma carga 112) devido ao seu maior ciclo de vida e alto preço para uma dada capacidade. A bateria sódio enxofre é usada para ciclos mais longos ou mais intensos devido ao seu balanço entre ciclo de vida e preço para uma dada capacidade. A bateria chumbo ácido é usada para ciclos muito longos devido ao seu baixo custo para uma dada capacidade e curto ciclo de vida. Combinando as potencialidades destes vários tipos de dispositivo de armazenamento de energia em várias propor-

ções, os custos de compra e de instalação inicial podem ser reduzidos juntamente com os custos de manutenção, e a vida útil total pode ser maximizada para as restrições apresentadas pela dada instalação.

A conversão de energia 124 converte a energia armazenada nos dispositivos de armazenamento de energia 126 em energia elétrica AC 118 para transmissão para a carga 112. Geralmente, a energia armazenada no sistema de armazenamento de energia híbrido 116 não está em uma forma compatível com uma rede elétrica (por exemplo, linhas de transmissão 110) ou em fase e na mesma frequência de energia que está sendo distribuída para um usuário. Vários sistemas e métodos são utilizados para converter energia de um meio particular de armazenamento de energia em energia elétrica AC 118 para transmissão a uma carga 112. Por exemplo, liberar energia a partir de um reservatório hidro-bombeado envolve liberar água do reservatório e permitir que a gravidade puxe a água liberada através de uma turbina que gira um Gerador elétrico que produz energia elétrica AC 118. Em uma modalidade, este sistema também deve incluir um dispositivo para compatibilizar a fase e frequência da energia elétrica AC 118 a energia que já está sendo distribuída a uma carga 112. Como outro exemplo, uma célula combustível pode ser a entrada de energia para um inversor que produz energia elétrica AC como uma saída. Como outro exemplo, um inversor é usado para converter energia de uma célula eletroquímica em energia elétrica AC 118.

Com referência a figura 4, uma modalidade do controle de armazenamento 122 compreende vários elementos funcionais, tais como um conversor analógico para digital 130, uma função de temporizador 132, uma função de unidade de processamento central (CPU) 134 e uma função de comunicação 136.

Elementos do controle de armazenamento 122 podem ser implementados como hardware, software ou uma combinação de ambos. Técnicas de controle estocástico e / ou adaptativo podem fornecer ótimo controle, seleção, comutação, sincronização outras funções para selecionar e utilizar um de vários dispositivos de armazenamento de energia 126 diferentes

disponíveis para fornecer energia para conversão em energia elétrica AC 118 para a carga 112. Adicionalmente, energia elétrica AC é fornecida quando disponível para o sistema de armazenamento de energia híbrido 116 para reabastecer e manter níveis de energia desejado ou ótimo nos dispositivos de armazenamento de energia 126. Outras funções podem estar presentes no controle de armazenamento 122 em se afastar do escopo desta invenção tais como balanceamento de energia entre os dispositivos de armazenamento de energia 126.

Comunicação e controle entre os componentes do sistema 102 pode ser obtida através de quaisquer canais de comunicação adequados, tais como, por exemplo, uma rede de telefone, uma extranet, uma intranet, Internet, dispositivo de ponto de interação (dispositivo de ponto de vendas, assistente pessoal digital (por exemplo, Palm Pilot®, Blackberry®, telefone celular, quiosque, etc.), comunicações em linha, comunicações por satélite, comunicações em modo autônomo, comunicação sem fio, comunicações por transponder, rede de área local (LAN), rede de área ampla (WAN), rede privada virtual (VPN), dispositivos em rede ou conectados, teclado, mouse e / ou qualquer modalidade de entrada de dados ou comunicação adequada. Adicionalmente, o protocolo de comunicação entre os componentes pode incluir tanto transmissão de dados serial e paralela.

Com referência a figura 5, é mostrado um método 500 para usar uma pluralidade de meios de armazenamento de fonte de energia híbrida e dispositivos de capacidade variável para estabilizar energia fornecida pela fonte de energia renovável. Em 138, a função de CPU 134 determina se a fonte de energia renovável 104 está disponível. Se a fonte de energia renovável não está disponível, a função de CPU 134, na etapa 150, seleciona um dispositivo de armazenamento de energia híbrido ou sistema para fornecer energia para conversão em energia elétrica AC na etapa 152. A energia elétrica AC da etapa 152 é transmitida para a carga 112 na etapa 148. Se a fonte de energia renovável está disponível na etapa 138, então a energia renovável é convertida em energia elétrica AC na etapa 140. Na etapa 142, a CPU 134 determina se o sistema de armazenamento de energia híbrido

116 deve ser reabastecido. Se o sistema de armazenamento de energia híbrido 116 é para ser reabastecido, energia elétrica AC é fornecida na etapa 144 para o sistema de armazenamento de energia híbrido 116 e a função de CPU 134 prossegue para a etapa 146. Se o armazenamento de energia híbrido 116 não é para ser reabastecido, então o processo avança para a etapa 146 da etapa 142. Na etapa 146, a disponibilidade da linha de transmissão 110 é determinada pela função de CPU 134. Se a linha de transmissão 110 não está disponível, a função de CPU 134 avança para a etapa 150 onde o dispositivo de armazenamento de energia ótimo é selecionado. Se a linha de transmissão 110 está disponível na etapa 146, energia elétrica AC é transmitida a uma carga 122 na etapa 148 a partir do dispositivo de armazenamento de energia ótimo a partir de uma conversão de energia apropriada.

Deve ser entendido que o processo ilustrado acima pode ser de ciclo fechado e iterativo, e que os processos ou métodos podem incluir outras etapas opcionais sem se afastar do escopo da invenção. Vários elementos funcionais em um controle de fluxo de energia 114, tais como o conversor analógico para digital 130, a função de temporizador 132, a função de CPU 134, e a função de comunicação 136 são usadas para facilitar monitoração, controle e comunicações dentro do sistema de energia renovável 102.

Com referência a figura 6, um sistema 600 fornece energia a uma carga 602. O sistema 600 inclui uma fonte de energia 604, um controlador de fluxo de energia 606, um primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608, e um segundo dispositivo de armazenamento de energia 610. O primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 e segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 compõem um sistema de armazenamento de energia híbrido 612. Uma fonte de energia 604 pode ser uma fonte de energia renovável tal como uma turbina de vento ou um painel solar proporcionando um fornecimento de energia relativamente variável, ou uma fonte de energia não renovável tal como uma turbina a gás proporcionando um fornecimento de energia relativamente constante. Em todo caso, uma necessidade imediata de energia da carga 602 varia, e o controlador de fluxo de energia 606 armazena energia nos dispositivos de armazenamento de

energia eletivamente e fornece energia a partir dos dispositivos de armazenamento de energia de modo que a necessidade imediata de energia da carga 602 é alcançada.

Um indivíduo versado na técnica reconhecerá que o controlador de fluxo de energia 606 pode conectar diretamente uma fonte de energia 604 a uma carga 602 e capturar seletivamente e fornecer energia para esta conexão, ou o controlador de fluxo de energia 606 pode conter dispositivos com fase, frequência e amplitude compatíveis necessários para conectar uma fonte de energia 604 a uma carga. Adicionalmente, em uma modalidade, o controlador de fluxo de energia 606 gerencia múltiplas fontes de energia para atender a necessidade imediata de energia da carga 602. Por exemplo, em uma modalidade, uma turbina a gás é conectada diretamente a uma carga 602, uma turbina de vento e conectada a uma carga 602 através do controlador de fluxo de energia 606, e o controlador de fluxo de energia armazena energia seletivamente a partir da turbina de vento e turbina a gás como uma função da energia que está sendo fornecida para cada fonte de energia e a necessidade imediata de energia da carga 602. Um indivíduo versado na técnica também reconhecerá que o sistema 600 pode incluir qualquer quantidade e tipo de fontes de energia e dispositivos de armazenamento de energia como descrito acima. Em uma modalidade, um primeiro dispositivo de armazenamento de energia é uma célula eletroquímica baseada em lítio que corresponde a 10% da capacidade total de armazenamento dos dispositivos de armazenamento de energia, um segundo dispositivo de armazenamento de energia é uma célula eletroquímica baseada em sódio enxofre ou NiCad que corresponde a 30% da capacidade total de armazenamento dos dispositivos de armazenamento de energia, e um terceiro dispositivo de armazenamento de energia é uma célula eletroquímica chumbo ácido que corresponde a 60% da capacidade total de armazenamento dos dispositivos de armazenamento de energia.

Com referência a figura 7, o controlador de fluxo de energia 606 compreende um conversor de energia 702, um controlador 704, um monitor de energia 706, um primeiro monitor de nível de energia 708, e um segundo

monitor de nível de energia 710. O conversor de energia 702 recebe energia da fonte de energia 604 e converte a energia para armazenamento em qualquer um de primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 e segundo dispositivo de armazenamento de energia 610, ou fornece a energia para
5 uma carga 602. Em uma modalidade, pelo menos um dos dispositivos de armazenamento de energia 608, 610 é uma célula eletroquímica, e o conversor de energia 702 compreende um retificador para converter energia da fonte de energia 604 em energia para armazenamento em pelo menos um dos dispositivos de armazenamento de energia 608, 610, e um inversor para
10 converter energia de pelo menos um dos dispositivos de armazenamento de energia 608, 610 em energia para a carga 602. Opcionalmente, o conversor de energia compatibiliza a amplitude, frequência, e fase da energia a uma carga 602. O conversor de energia também converte energia armazenada no primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 e segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 em energia para uso por uma carga 602. Adicionalmente, o conversor de energia contém uma matriz ou conjunto de dispositivos de conversão de energia para transferir energia entre os dispositivos de armazenamento de energia (por exemplo, primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia 608 e 610). Em uma modalidade, os dispositivos de armazenamento de energia, 608, 610 incluem
15 componentes de conversão de energia para converter energia armazenada em um dispositivo de armazenamento de energia e uma forma útil para o conversor de energia 702.
20

Os monitores 706, 708, 710 ou sensores fornecem sinais indicativos de certas condições para o controlador 704. O monitor de energia 706
25 (ou seja, sensor de energia) fornece um sinal de energia indicativo de uma necessidade imediata de energia da carga 602 para o controlador 704. Em uma modalidade, o sinal de energia é indicativo de uma diferença entre a energia fornecida pela fonte de energia 604 e a necessidade imediata de energia da carga 604. Em outra modalidade, o sinal de energia é indicativo
30 de uma tensão na carga 602. O primeiro monitor de nível de energia 708 fornece um sinal de primeiro nível de energia para o controlador 704 indicati-

vo de um nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608. O segundo monitor de nível de energia 710 fornece um sinal de segundo nível de energia para o controlador 704 indicativo de um nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia 610. Em uma

5 modalidade, o primeiro e segundo nível de sinais de energia são indicativos de uma tensão dos respectivos dispositivos de armazenamento de energia. Em outra modalidade, o primeiro e segundo níveis de sinal de energia são indicativos de um estado de carga dos respectivos dispositivos de armazenamento de energia determinados como uma função de pelo menos um de:

10 uma tensão dos respectivos dispositivos de armazenamento de energia, uma capacidade dos respectivos dispositivos de armazenamento de energia, uma temperatura dos respectivos dispositivos de armazenamento de energia, uma força dos respectivos dispositivos de armazenamento de energia, e uma corrente dos respectivos dispositivos de armazenamento de energia.

15 O controlador 704 é responsivo ao sinal de energia, sinal de primeiro nível de energia, e sinal de segundo nível de energia para instruir o conversor de energia 702 para capturar seletivamente e / ou armazenar energia em cada um dos dispositivos de armazenamento de energia (por exemplo, primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia 608

20 e 610). Em uma modalidade, o controlador 704 instrui o conversor de energia 702 fornecendo seletivamente um sinal de captura, um sinal de comutação, um sinal de descarga, um primeiro sinal de transferência, e um segundo sinal de transferência para o conversor de energia 702. Um indivíduo versado na técnica reconhecerá que estes sinais podem ser fornecidos por meio

25 de um sistema de comunicação serial ou paralelo. Ou seja, cada sinal pode ser fornecido em uma linha dedicada para o conversor de energia 702, ou os sinais podem ser transmitidos para o conversor de energia 702 como um conjunto de estados dos sinais através de um pacote de informação em um formato de transmissão serial. O conversor de energia 702 é responsivo ao

30 sinal de captura para armazenar energia fornecida pela fonte de energia 604 em pelo menos um dos dispositivos de armazenamento de energia 608, 610. O conversor de energia 702 é responsivo ao sinal de comutação para operar

uma matriz ou arranjo de comutadores de dispositivos de conversão de energia dentro do conversor de energia 702 para direcionar energia que está sendo armazenada para pelo menos um dispositivo de armazenamento de energia selecionado pelo controlador 704 ou para determinar de qual dos dispositivos de armazenamento de energia extrair energia para conversão e fornecimento para uma carga 602. O conversor de energia 702 é responsivo ao sinal de descarga para extrair energia de pelo menos um dos dispositivos de armazenamento de energia 608, 610, converter a energia extraída para energia para a carga 602, e fornecer a energia para uma carga. O conversor de energia 702 é responsivo ao primeiro sinal de transferência para transferir energia a partir do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 para o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610. O conversor de energia 702 é responsivo ao segundo sinal de transferência para transferir energia a partir do segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 para o primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608.

Com referência a figura 8, um método de selecionar um dispositivo de armazenamento de energia para capturar energia fornecida pela fonte de energia 604 que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga 602 começa em 802. Em 804, o controlador 704 determina se a energia fornecida pela fonte de energia 604 excede a necessidade imediata de energia da carga 602. Se a energia fornecida pela fonte de energia 604 não excede a necessidade imediata de energia da carga 602, então o método termina em 806. Se a energia fornecida pela fonte de energia 604 excede a necessidade imediata de energia da carga 602, então o controlador 704 determina se o primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 está disponível em 808. Em uma modalidade, determinar se o primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 está disponível compreende pelo menos um de: determinar se o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 está em um limite máximo do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608, determinar se a temperatura do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 excede o limite de temperatura predeterminado, determinar se uma quantidade de ciclos do primeiro dis-

positivo de armazenamento de energia 608 excede um limite de ciclos predeterminado, determinar se uma eficiência de descarga de armazenamento do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 diminuiu abaixo de um mínimo predeterminado, e determinar se a força do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 excede uma força predeterminada. Se nenhuma destas condições adversas estiver presente (ou uma condição não é testada) no primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608, o controlador determina que o primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 está disponível e prossegue para armazenar energia no primeiro dispositivo de armazenamento de energia em 810 e continua de volta em 804. Se o primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 não está disponível então o controlador 704 prossegue para determinar se o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 está disponível em 812. Em uma modalidade, o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 is uma célula eletroquímica sódio enxofre e a disponibilidade é determinada em condições similares àquelas do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608. Se o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 está disponível em 812, então o controlador instrui o conversor de energia 702 para capturar (ou seja, armazenar) energia no segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 em 814 e prossegue de volta para 804. Se o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 não está disponível em 812, então o controlador 704 termina em 806. Opcionalmente, o controlador 704 pode instruir o conversor de energia 704 para reduzir o fluxo de energia de uma fonte de energia 604 para uma carga 602 para proteger a carga 602 de energia excessiva. Um indivíduo versado na técnica reconhecerá que o controlador 704 pode ser configurado para interromper o método da figura 8 instantaneamente em resposta a uma necessidade imediata de energia da carga 602 excedendo a energia fornecida pela fonte de energia 604.

Com referência a figura 9, um método de selecionar um dispositivo de armazenamento de energia para capturar energia fornecida pela fonte de energia 604 que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga 602 começa em 902. Em 904, o controlador 704 determina se energia

fornecida pela fonte de energia 604 excede a necessidade imediata de energia da carga 602. Se a energia fornecida pela fonte de energia 604 não excede a necessidade imediata de energia da carga 602, então o método termina em 906. Se a energia fornecida pela fonte de energia 604 excede a

5 necessidade imediata de energia da carga 602, então o controlador 704 determina se o primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 está disponível em 908. Se o controlador determina que o primeiro dispositivo de armazenamento 608 está disponível em 908, o controlador 704 prossegue para capturar energia no primeiro dispositivo de armazenamento de energia

10 em 910 e continua para 912. Em 912, o controlador 704 determina se energia foi capturada no primeiro dispositivo de armazenamento de energia por uma primeira quantidade de tempo predeterminada. Se energia ainda não foi capturada no primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 pela primeira quantidade de tempo predeterminada, então o controlador 704 volta

15 para 912. Alternativamente, se energia foi capturada no primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 pela primeira quantidade de tempo predeterminada, então o controlador 704 prossegue para determinar se o segundo dispositivo de armazenamento de energia está disponível em 914. De maneira similar, se o controlador 704 determina que o primeiro dispositivo de

20 armazenamento de energia 608 não está disponível em 908, então o controlador prossegue para 914. Em 914, o controlador 704 determina se o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 está disponível. Se o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 está disponível em 914, então o controlador 704 instrui o conversor de energia 702 a capturar

25 (ou seja, armazenar) energia no segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 em 916 e volta para 904. Se o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 não está disponível em 914, então o controlador 704 encerra o processo em 906. Opcionalmente, o controlador 704 pode instruir o conversor de energia 704 a reduzir o fluxo de energia de uma fonte

30 de energia 604 para uma carga 602 para proteger a carga 602 de energia excessiva. Um indivíduo versado na técnica reconhecerá que o controlador 704 pode ser configurado para interromper instantaneamente o método da

figura 9 em resposta a uma necessidade imediata de energia da carga 602 que excede a energia fornecida pela fonte de energia 604.

Com referência a figura 10, um método de selecionar um dispositivo de armazenamento de energia para extrair energia para subseqüentemente converter e fornecer para uma carga 602 começa em 1002. Em 1004, o controlador 704 determina se a necessidade imediata de energia da carga 602 excede a energia fornecida pela fonte de energia 604. Se a necessidade de energia imediata da carga 602 não excede a energia que está sendo fornecida pela fonte de energia 604, então o processo termina em 1006. Se a necessidade imediata de energia da carga 602 excede a energia que está sendo fornecida pela fonte de energia 604, então o controlador 704 continua em 1008 e determina se o primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 está disponível. A disponibilidade do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 para descarga é determinada baseada nas mesmas condições que para capturar energia no primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 exceto pelo fato de que o controlador 704 determina se o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 está em um primeiro limite mínimo em vez de um primeiro limite máximo. Se o primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 está disponível em 1008, então o controlador 704 fornece os sinais apropriados para o conversor de energia 702 de modo que o conversor de energia extrai energia a partir do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608, converte a energia para energia para a carga 602 e fornece a energia convertida para uma carga 602 em 1010. Se o primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 não está disponível em 1008, então o controlador prossegue para 1012 e determina se o segundo dispositivo de armazenamento de energia está disponível. Se o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 não está disponível, então o processo termina em 1006. Se o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 está disponível, então o controlador 704 fornece os sinais apropriados para o conversor de energia 702 de modo que o conversor de energia 702 extrai energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia 610, converte a energia em

energia para a carga 602 e fornece a energia convertida para uma carga 602 em 1014. O controlador 704 então volta para 1004. Um indivíduo versado na técnica reconhecerá que o controlador 704 pode ser configurado para interromper instantaneamente o método da figura 10 em resposta à energia fornecida pela fonte de energia 604 alcançar e / ou exceder a necessidade imediata de energia da carga 602.

Com referência a figura 11, um método de selecionar um dispositivo de armazenamento de energia para extrair energia para subsequentemente converter e fornecer para uma carga 602 começa em 1102. Em 1104, o controlador 704 determina se a necessidade imediata de energia da carga 602 excede a energia fornecida pela fonte de energia 604. Se a necessidade de energia imediata da carga 602 não excede a energia que está sendo fornecida pela fonte de energia 604, então o processo termina em 1106. Se a necessidade imediata de energia da carga 602 excede a energia que está sendo fornecida pela fonte de energia 604, então o controlador 704 continua em 1108 e determina se o primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 está disponível. A disponibilidade do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 para descarga é determinada baseada nas mesmas condições que para capturar energia no primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 exceto pelo fato de que o controlador 704 determina se o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 está em um primeiro limite mínimo em vez de um primeiro limite máximo. Se o primeiro dispositivo de armazenamento de energia está disponível em 1108, então em 1110, o controlador 704 determina se foi fornecida energia a partir do primeiro dispositivo de armazenamento de energia por uma segunda quantidade de tempo predeterminada. Se o controlador 704 determina que o primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 está disponível em 1108 e que energia não foi fornecida a partir do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 a uma carga 602 por uma segunda quantidade de tempo predeterminada, então o controlador 704 fornece os sinais apropriados para o conversor de energia 702 de modo que o conversor de energia 702 extraia energia a partir do primeiro dispositivo de armaze-

ramento de energia 608, converte a energia em energia para a carga 602 e fornece a energia convertida para uma carga 602 em 1010. Se o controlador 704 determina que o primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 não está disponível em 1108 ou que foi fornecida energia a partir do primeiro

5 dispositivo de armazenamento de energia 608 para uma carga 602 pela segunda quantidade de tempo predeterminada em 1110, então o processador 704 prossegue para determinar se o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 está disponível em 1114. Se o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 não está disponível, então o processo termina

10 em 1106. Se o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 está disponível, então o controlador 704 fornece os sinais apropriados para o conversor de energia 702 de modo que o conversor de energia 702 extrai energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia 610, converte a energia em energia para a carga 602 e fornece a energia convertida para

15 uma carga 602 em 1116. O controlador 704 então volta para 1104. Um indivíduo versado na técnica reconhecerá que o controlador 704 pode ser configurado para interromper instantaneamente o método da figura 11 em resposta à energia fornecida pela fonte de energia 604 alcançar e / ou exceder a necessidade imediata de energia da carga 602.

20 Com referência a figura 12, um método de capturar energia fornecida pela fonte de energia 604 que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga 602 começa em 1202. Em 1204, o controlador 704 determina se a energia fornecida pela fonte de energia 604 excede a necessidade imediata de energia da carga 602, e se não, o processo termina em 1206.

25 Se a energia fornecida pela fonte de energia 604 excede a necessidade imediata de energia da carga 602, então o controlador 704 determina se o primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 está disponível para capturar energia em 1208. Se o primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 está disponível, então o controlador 704 envia os sinais apropriados para o conversor de energia 702 de modo que energia é capturada no

30 primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 até um limite de taxa de entrada do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 em

1210. Em 1212, o controlador 704 determina se a diferença entre a energia fornecida pela fonte de energia 604 e a necessidade imediata de energia da carga 602 excede o limite de taxa de entrada do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608. Se a diferença entre a energia fornecida pela

5 fonte de energia 604 e a necessidade imediata de energia da carga 602 não excede o limite de taxa de entrada do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608, então o controlador 704 volta para 1204. Se a diferença entre a energia fornecida pela fonte de energia 604 e a necessidade imediata de energia da carga 602 excede o limite de taxa de entrada do primeiro

10 dispositivo de armazenamento de energia 608, então o controlador 704 prossegue para determinar se o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 está disponível em 1214. Se o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 não está disponível, então o controlador 704 volta para 1204. Se o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 está

15 disponível, então o controlador 704 envia os sinais apropriados para o conversor de energia 702 de modo que o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 captura a energia fornecida pela fonte de energia 604 que ultrapassa a soma da necessidade imediata de energia da carga 602 e o

20 limite de taxa de entrada do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 em 1216, e o controlador volta para 1204. Um indivíduo versado na técnica reconhecerá que o método da figura 12 também pode ser aplicado descarregando um dispositivo de armazenamento de energia 608, 610 a fim de compatibilizar a saída de energia do controlador de fluxo de energia 606 com a necessidade imediata de energia da carga 602. Em uma modalidade,

25 o controlador 704 varia o limite de taxa de entrada do primeiro dispositivo de energia, o limite de taxa de entrada do segundo dispositivo de armazenamento de energia, o limite de taxa de descarga do primeiro dispositivo de energia, e o limite de taxa de descarga do segundo dispositivo de armazenamento de energia como uma função de pelo menos um de: uma capacidade de refrigeração associada com um dispositivo de armazenamento de

30 energia, um coeficiente de dissipação de calor do dispositivo de armazenamento de energia, um perfil de temperatura de ar ambiente esperado, uma

- necessidade de energia esperada da carga, um perfil de taxa de ciclo esperado, e um perfil de produção de energia para uma fonte de energia. O controlador 704 varia os limites de taxa de entrada e descarga como uma função destes dados obtidos específicos da instalação a fim de maximizar a
- 5 eficiência global do sistema 600. Um indivíduo versado na técnica reconhecerá que o controlador 704 pode ser configurado para interromper instantaneamente o método da figura 12 em resposta a uma necessidade imediata de energia da carga 602 que excede a energia fornecida pela fonte de energia 604.
- 10 Com referência a figura 13, um método de capturar energia fornecida pela fonte de energia 604 que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga 602 começa em 1302. Em 1304, o controlador 704 determina se a energia fornecida pela fonte de energia 604 excede a necessidade imediata de energia da carga 602, e se não, o processo termina em 1306.
- 15 Se a energia fornecida pela fonte de energia 604 excede a necessidade imediata de energia da carga 602, então o controlador 704 determina se o primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 está disponível para capturar energia em 1308. Se o primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 está disponível, então o controlador 704 determina se a diferença
- 20 entre a energia fornecida pela fonte de energia 604 e a necessidade imediata de energia da carga 602 excede o limite de taxa de entrada do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 em 1310. Se não, o controlador 704 envia os sinais apropriados para o conversor de energia 702 de modo que energia é capturada no primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 em 1312 e então volta para 1304. Se a diferença entre a energia
- 25 fornecida pela fonte de energia 604 e a necessidade imediata de energia da carga 602 excede o limite de taxa de entrada do primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 em 1310 ou o primeiro dispositivo de armazenamento de energia não está disponível em 1308, então o controlador 704
- 30 prossegue para determinar se o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 está disponível em 1314. Se o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 não está disponível, então o processo termina em

1306. Se o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 está disponível, então o controlador 704 envia os sinais apropriados para o conversor de energia 702 de modo que o segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 captura a energia fornecida pela fonte de energia 604 que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga em 1316, e o controlador volta para 1304. Um indivíduo versado na técnica reconhecerá que o método da figura 13 também pode ser aplicado quando descarregando um dispositivo de armazenamento de energia 608, 610 a fim de compatibilizar a saída de energia do controlador de fluxo de energia 606 com a necessidade imediata de energia da carga 602. Um indivíduo versado na técnica reconhecerá que o controlador 704 pode ser configurado para interromper instantaneamente o método da figura 13 em resposta a uma necessidade imediata de energia da carga 602 que excede a energia fornecida pela fonte de energia 604.

Com referência a figura 14, um método de balancear o nível de energias do primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia 608, 610 começa em 1402. Em 1404, o controlador 704 determina se um intervalo de tempo predeterminado passou. Se o intervalo de tempo predeterminado tiver sido alcançado, então em 1406, o controlador 704 envia os sinais de transferência apropriados para o conversor de energia 702 de modo que energia é transferida entre o primeiro dispositivo de armazenamento de energia 608 e segundo dispositivo de armazenamento de energia 610 até o primeiro dispositivo de armazenamento de energia alcançar um primeiro nível predeterminado, e o controlador volta para 1402. Se o intervalo de tempo predeterminado não tiver sido alcançado, então o controlador 704 prossegue para determinar se um nível de energia de qualquer um dos dispositivos de armazenamento de energia alcançou um limite máximo ou um limite mínimo em 1408. Se não, então o processador 704 volta para 1402. Se sim, em 1410, o processador 704 envia os sinais apropriados para o conversor de energia 702 de modo que energia é transferida de um dispositivo de armazenamento de energia que tenha alcançado o seu limite máximo ou de modo que energia seja transferida para um dispositivo de armazenamen-

to de energia que tenha alcançado seu limite mínimo. O processador 704 interrompe a transferência de energia quando um dispositivo de armazenamento de energia que tenha alcançado seu limite máximo ou mínimo alcança um nível predeterminado do dispositivo de armazenamento de energia.

- 5 Em uma modalidade, os níveis predeterminados associados com cada dispositivo de armazenamento de energia variam como uma função de um perfil de necessidade de energia esperado da carga e como uma função de um perfil de saída de energia esperado da fonte de energia. Ou seja, é coletada informação sobre as necessidades de energia da carga e saída de energia
- 10 da fonte de energia por um dado período de tempo são usadas para adaptar os algoritmos de captura e extração de energia a fim de maximizar a eficiência global do sistema 600, e os níveis predeterminados (ou seja, primeiro e segundo níveis predeterminados) são estados alvos de carregamento (por exemplo, percentual de capacidade) para seus respectivos dispositivos de
- 15 armazenamento de energia.

Com referência a figura 15, um exemplo de um sistema 1500 estabiliza energia fornecida a partir de uma fonte de energia para uma carga. O sistema 1500 conecta a um barramento 1502 entre uma fonte de energia e a carga através de um transformador 1504. Neste exemplo, uma fonte de e-

- 20 nergia é uma mistura de energia de turbina a gás e energia de vento em que a mistura de energia do vento varia de 15 por cento a 35 por cento da energia fornecida e a carga varia de aproximadamente 85 MW a 210 MW no total. Neste exemplo, o perfil de necessidade de energia da carga é um perfil de 24 para cada estação, e o perfil de saída de da fonte de energia também
- 25 é um perfil de 24 para cada estação. Como discutido acima, os perfis de energia são usados para determinar variáveis dentro do sistema (por exemplo, níveis mínimo e máximo de energia para cada dispositivo de armazenamento de energia, níveis de energias alvo predeterminados para cada dispositivo de armazenamento de energia, etc.). Neste sistema, quase 90%
- 30 dos ciclos são na amplitude de 2 a 4 MW/minuto. O transformador 1504 é um transformador 480Y/277V- 22900Δ 250OkVA disponível por uma quantidade de fornecedores comerciais conhecidos de um indivíduo versado na

técnica. O barramento 1502 é 22.9kV a aproximadamente 60Hz.

O sistema 1500 inclui uma primeira bateria sódio enxofre 1506, uma segunda bateria sódio enxofre 1508, uma bateria de íon de lítio 1510, e uma bateria chumbo ácido 1512. A bateria de íon de lítio 1510 responde por 10% da capacidade de armazenamento deste sistema 1500. As baterias sódio enxofre 1506 e 1508 respondem por 30% da capacidade de armazenamento deste sistema 1500. A bateria chumbo ácido responde por 60% da capacidade de armazenamento deste sistema 1500. Neste exemplo, um sistema que emprega apenas baterias chumbo ácido deve ter uma expectativa de vida de 3 a 4 anos enquanto esta mistura de dispositivos de armazenamento fornece uma expectativa de vida de 10 a 15 anos.

Cada uma das baterias tem um conversor de corrente contínua (DC) associado 1514, 1516, 1518, e 1520 e um carregador associado 1522, 1524, 1526, e 1528. Quando o sistema 1500 está fornecendo energia para o barramento 1502, o primeiro e / ou segundo conversores DC 1514 e 1516 regulam energia da primeira e / ou segunda baterias de sódio enxofre 1506 e 1508 para um primeiro inversor 1530. O primeiro inversor 1530 converte a energia DC do primeiro e / ou segundo conversores DC 1514 e 1516 para um sinal de corrente alternada (AC) 480V a 60Hz. Um primeiro filtro 1534 remove qualquer ruído harmônico do sinal de 60Hz 480V e fornece o mesmo para um primeiro medidor 1538. O primeiro medidor 1538 monitora o fluxo de energia para e do sistema 1500 para o barramento 1502 para coletar dados para uso no refinamento dos algoritmos de determinação de qual das baterias para armazenar energia e fornecer energia dependendo de outras condições do sistema. De maneira similar, quando o sistema 1500 está fornecendo energia para o barramento 1502, o terceiro e / ou quarto conversores DC 1518 e 1520 regulam a energia da bateria de íon de lítio 1510 e / ou a bateria chumbo ácido 1512 para o segundo inversor 1532. O segundo inversor 1532 fornece um sinal de 480V 60Hz para o segundo filtro harmônico 1536 que filtra o sinal para o segundo medidor 1540. A energia do primeiro e segundo medidores 1538 e 1540 passa através do transformador 1504 para o barramento 1502.

Quando o sistema 1500 está armazenando energia a partir do barramento 1502, o primeiro e / ou segundo medidores 1538 e 1540 recebem energia do transformador 1504 e fornecem a energia para qualquer um dos primeiro, segundo, terceiro, e / ou quarto carregadores 1522, 1524, 1526, e 1528. Cada carregador converte a energia 480V 60HZ recebido em energia DC para sua respectiva bateria. Um indivíduo versado na técnica reconhecerá que as baterias 1506, 1508, 1510, e 1512 podem receber energia de seus respectivos carregadores 1522, 1524, 1526, e 1528 em diferentes tensões e armazenar energia em diferentes tensões DC. Adicionalmente, os carregadores podem ser configurados para fornecer carregamento em massa e carregamento de célula individual e equalização para células dentro de cada uma das respectivas baterias.

Em outro exemplo, um sistema para estabilizar energia fornecida pela usina de energia baseada em turbina a gás para uma carga utiliza uma mistura de 10% baterias de íon de lítio, 30% baterias sódio enxofre, e 60% baterias chumbo ácido. Neste exemplo, um perfil de necessidade de energia da carga é um perfil de 24 horas para cada estação. Embora os geradores de turbina a gás operar a um nível de saída quase constante, e sejam ótimos para fazê-lo, a necessidade imediata de energia da carga varia. Deste modo, a usina de energia é solicitada a variar o nível de saída dos geradores da turbina a gás ao mesmo tempo em que mantém geradores a diesel em espera para qualquer variação na necessidade de energia além da capacidade de operação dos geradores de turbina a gás. Neste exemplo, o sistema de armazenamento de energia híbrido permite que turbina a gás opere em uma eficiência ótima enquanto reduz ou elimina a necessidade de a usina manter os geradores a diesel em espera o que reduz as emissões e custos da usina de energia.

Em outro exemplo, um sistema portátil para estabilizar energia fornecida pela turbina de vento inclui uma bateria eletromecânica, baterias de íon de lítio, e baterias chumbo ácido. Neste exemplo, o perfil de necessidade de energia da carga pode ser desconhecido devido à natureza portátil do sistema enquanto o perfil de saída de energia da fonte de energia (ou

seja, turbina ou turbinas de vento) varia em um ciclo de 24 horas. Em uma modalidade, o sistema aprende o perfil de necessidade de energia de 24 horas da carga e ajusta as variáveis de controle para otimizar a eficiência de energia do sistema. A turbina de vento ser qualquer turbina oferecida, por exemplo, Vestas Wind Systems ou General Electric Company (por exemplo, a V47-660kW da Vestas Wind Sistemas). Neste exemplo, o sistema é projetado para densidade de armazenamento de energia máxima e facilidade de uso de modo que o mesmo é portátil e pode fornecer energia constante para uma carga pequena a moderada usando energia renovável. Este sistema pode substituir ou aumentar em campo a geração de energia atualmente fornecida por pequenos geradores de motor a combustão interna ou geradores a diesel. O sistema também pode utilizar células solares para fornecer energia para uma carga.

Em outro exemplo, um sistema inclui uma ou mais, grandes turbinas de vento, tais como aquelas disponíveis pela Vestas Wind Systems ou General Electric Company (por exemplo, a turbina de vento General Electric 2.5MW ou a VI 12-3. OMW da Vestas Wind Systems) para fornecer energia para uma fábrica. Uma fábrica geralmente tem um uso de energia relativamente constante por um dado período de tempo enquanto que a turbina de ventos varia em sua saída de energia. Por exemplo, o sistema pode usar um perfil de necessidade de energia de 24 horas para a carga que não muda com a estação enquanto usa um perfil de energia de 24 horas para a turbina de ventos para cada estação. Neste exemplo, o sistema de armazenamento de energia híbrido compreende uma matriz de baterias eletromecânicas e uma matriz de baterias chumbo ácido. As baterias eletromecânicas operam para responder a diferenças abruptas entre energia fornecida pela turbina de ventos e energia requerida pela fábrica enquanto a matriz de baterias chumbo ácido é usada para fornecer energia para a fábrica durante períodos de pouco vento. O sistema também pode ter entrada a partir de uma usina de energia ou ser capaz de usar geradores diesel na fábrica em caso de uma falta de vento ultrapassar a capacidade da matriz de baterias chumbo ácido para fornecer a energia requerida continuamente para a fábrica.

Em uma modalidade, um método de estabilizar energia fornecida por uma fonte de energia para uma carga compreende determinar um limite de taxa de entrada de cada um dos primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia e um limite de taxa de descarga de cada um dos

5 primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia como uma função de pelo menos um de: um tipo de dispositivo de armazenamento de energia, uma capacidade inicial do dispositivo de armazenamento de energia, uma resistência interna característica do dispositivo de armazenamento de energia, uma resistência química do dispositivo de armazenamento de energia, um eletrólito do dispositivo de armazenamento de energia, uma

10 temperatura do dispositivo de armazenamento de energia, um estado de carga do dispositivo de armazenamento de energia, uma perda de capacidade do dispositivo de armazenamento de energia, uma eficiência de entrada do dispositivo de armazenamento de energia, e uma eficiência de descarga do dispositivo de armazenamento de energia.

15

Em uma modalidade, um método de estabilizar energia fornecida por uma fonte de energia para uma carga compreende variar um limite de taxa de entrada de um primeiro dispositivo de armazenamento de energia, um limite de taxa de entrada de um segundo dispositivo de armazenamento

20 de energia, um limite de taxa de descarga do primeiro dispositivo de energia, e um limite de taxa de descarga do segundo dispositivo de armazenamento de energia como uma função de pelo menos um de: uma capacidade de refrigeração associada com um dispositivo de armazenamento de energia, um coeficiente de dissipação de calor do dispositivo de armazenamento de energia, um perfil de temperatura do ar, uma necessidade de energia da carga, um perfil de taxa de ciclo, e um perfil de produção de energia para uma

25 fonte de energia.

Em uma modalidade, um método de estabilizar energia fornecida por uma fonte de energia para uma carga compreende capturar energia em

30 um de um primeiro dispositivo de armazenamento de energia, um segundo dispositivo de armazenamento de energia e um terceiro dispositivo de armazenamento de energia. O método adicionalmente compreende capturar em

- um terceiro dispositivo de armazenamento de energia, energia produzida por uma fonte de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga se um nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia estiver em um segundo limite máximo. O primeiro dispositivo de armazenamento de energia compreende uma matriz células eletroquímicas baseadas em lítio. O segundo dispositivo de armazenamento de energia compreende pelo menos um de uma matriz de células eletroquímicas sódio enxofre e uma matriz de células eletroquímicas níquel cádmio. O terceiro dispositivo de armazenamento de energia uma matriz de células eletroquímicas chumbo ácido. O terceiro dispositivo de armazenamento de energia tem uma capacidade de armazenamento de energia maior do que o segundo dispositivo de armazenamento de energia. O segundo dispositivo de armazenamento de energia tem uma capacidade de armazenamento de energia maior do que o primeiro dispositivo de armazenamento de energia.
- 15 Em uma modalidade, um sistema para fornecer energia para uma carga compreende uma fonte de energia, um primeiro dispositivo de armazenamento de energia, um segundo dispositivo de armazenamento de energia, e um controlador de fluxo de energia que compreende um monitor de energia, um primeiro monitor de nível de energia, um segundo monitor de nível de energia, um conversor de energia, e um controlador. Um limite de taxa de entrada de cada um dos primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia e um limite de taxa de descarga de cada um dos primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia são determinados através do controlador de fluxo de energia como uma função de pelo menos
- 25 um de: um tipo de dispositivo de armazenamento de energia, uma capacidade inicial do dispositivo de armazenamento de energia, uma resistência interna característica do dispositivo de armazenamento de energia, uma resistência química do dispositivo de armazenamento de energia, um eletrólito do dispositivo de armazenamento de energia, uma temperatura do dispositivo de armazenamento de energia, um estado de carga do dispositivo de armazenamento de energia, uma perda de capacidade do dispositivo de armazenamento de energia, uma eficiência de entrada do dispositivo de armazena-
- 30

mento de energia, uma eficiência de descarga do dispositivo de armazenamento de energia.

Em uma modalidade, um sistema para fornecer energia para uma carga compreende uma fonte de energia, um primeiro dispositivo de armazenamento de energia, um segundo dispositivo de armazenamento de energia, e um controlador de fluxo de energia que compreende um monitor de energia, um primeiro monitor de nível de energia, um segundo monitor de nível de energia, um conversor de energia, e um controlador. O controlador de fluxo de energia varia um limite de taxa de entrada do primeiro dispositivo de energia, um limite de taxa de entrada do segundo dispositivo de armazenamento de energia, um limite de taxa de descarga do primeiro dispositivo de energia, e um limite de taxa de descarga do segundo dispositivo de armazenamento de energia como uma função de pelo menos um de: uma capacidade de refrigeração associada com um dispositivo de armazenamento de energia, um coeficiente de dissipação do dispositivo de armazenamento de energia, um perfil de temperatura do ar ambiente, uma necessidade de energia da carga, um perfil de taxa de ciclo, e um perfil de produção de energia para uma fonte de energia.

Em uma modalidade, um sistema para fornecer energia para uma carga compreende uma fonte de energia, um primeiro dispositivo de armazenamento de energia, um segundo dispositivo de armazenamento de energia, e um controlador de fluxo de energia que compreende um monitor de energia, um primeiro monitor de nível de energia, um segundo monitor de nível de energia, um conversor de energia, e um controlador. O sistema adicionalmente compreende um terceiro dispositivo de armazenamento de energia para capturar energia seletivamente e fornecer seletivamente a energia capturada. O primeiro dispositivo de armazenamento de energia compreende uma matriz de células eletroquímicas baseadas em lítio. O segundo dispositivo de armazenamento de energia compreende pelo menos um de uma matriz de células eletroquímicas sódio enxofre e uma matriz de células eletroquímicas de cádmio. O terceiro dispositivo de armazenamento de energia compreende uma matriz de células eletroquímicas chumbo ácido. O

terceiro dispositivo de armazenamento de energia tem uma capacidade de armazenamento de energia maior do que o segundo dispositivo de armazenamento de energia, e o segundo dispositivo de armazenamento de energia tem uma capacidade de armazenamento de energia maior do que o primeiro dispositivo de armazenamento de energia.

Vários princípios da invenção foram descritos em modalidades ilustrativas. Entretanto, muitas combinações e modificações das etapas, formulações, proporções, elementos, materiais e componentes descritos acima, usados na prática da invenção, em adição àqueles não descritos especificamente, podem ser variados e adaptados particularmente a ambientes e necessidades de operação específicos sem se afastar destes princípios. Outras variações e modificações da presente invenção ficarão aparentes para os indivíduos com conhecimentos básicos na técnica, e estas modificações e variações estão dentro do escopo da invenção. Mais particularmente, os métodos ilustrados nas FIGSURAS 8 a 14 podem ser usados em qualquer combinação uns com os outros.

Adicionalmente, a descrição de várias modalidades neste documento faz referência às figuras em anexo, que mostram modalidades da invenção para fim de ilustração e não de limitação. Embora estas modalidades sejam descritas em detalhes suficientes para permitir que os indivíduos versados na técnica pratiquem a invenção, deve ser entendido que outras modalidades podem ser realizadas e que outras mudanças lógicas, de rotina ou mecânicas podem ser feitas sem se afastar do espírito e escopo da invenção. Deste modo, a invenção neste documento é apresentada apenas para propósitos de ilustração e não de limitação. Por exemplo, as etapas descritas em quaisquer descrições de método ou processo podem ser executadas em qualquer ordem e não são limitadas a ordem apresentada a menos que especificado em Além disso. Além disso, qualquer das funções ou etapas pode ser terceirizada ou executada por um ou mais terceiros. Além disso, qualquer referência a um componente singular pode incluir componentes plurais, e qualquer referência a mais do que um componente pode incluir um único componente.

Um indivíduo versado na técnica com rede de dados convencional, desenvolvimento de aplicações e circuitos elétricos tradicionais dos sistemas (e componentes de componentes de operação individual dos sistemas) descritos neste documento, de modo que uma descrição detalhada
5 deste componentes, aplicações, e redes conhecidos é desnecessária neste documento. Além disso, as linhas de conexão mostradas nas várias figuras contidas neste documento tem a intenção de representar relacionamentos funcionais e / ou acoplamentos físicos exemplificativos entre os vários elementos. Deve ser observado que muitos relacionamentos funcionais ou co-
10 nexões físicas alternativos ou adicionais podem estar presentes em um sistema na prática.

Adicionalmente, blocos funcionais do diagrama de blocos e ilustrações de fluxograma neste documento suportam combinações de meios para executar funções especificadas, combinações de etapas para executar
15 as funções especificadas e meios de instruções de programas para executar as funções especificadas. Também deve ser entendido que cada bloco funcional do diagrama de blocos e ilustrações de fluxograma, e combinações de blocos funcionais no diagrama de blocos e ilustrações de fluxograma, pode ser implementado tanto por circuitos eletrônicos baseados em hardware de
20 propósito especial e / ou sistemas de computador que executam as funções ou etapas especificadas, ou combinações adequadas de hardware de propósito especial e instruções de computador.

Benefícios, outras vantagens, e soluções para os problemas foram descritos neste documento com respeito a modalidades específicas.
25 Entretanto, os benefícios, vantagens, soluções para problemas, e quaisquer elementos que possam fazer com que qualquer benefício, vantagem, ou solução ocorram ou se tornem mais pronunciados não devem ser interpretados como características ou elementos críticos, requeridos ou essenciais da invenção. O escopo da invenção, consequentemente é para ser limitado por
30 nada além das reivindicações que podem ser incluídas em um pedido que reivindica o benefício do presente pedido, no qual referência a um elemento no singular não deve ser entendido com o significado de "um e apenas um"

a menos que expresse explicitamente, mas em vez disso "um ou mais." Além disso, onde uma frase similar a "pelo menos um de A, B, e C" pode ser usada nas reivindicações, é entendido que a frase seja interpretada para significar que A sozinho pode estar presente em uma modalidade, B sozinho

5 pode estar presente em uma modalidade, C sozinho pode estar presente em uma modalidade, ou qualquer combinação dos elementos A, B, e C sozinho pode estar presente em uma única modalidade; por exemplo, A e B, A e C, B e C, ou A e B e C. Embora certas modalidades possam ser descritas como um método, é contemplado que o método possa ser incorporado como ins-

10 truções de um programa de computador em um portador e / ou meio tangível legível por computador, tal como um disco de memória ótico ou magnético. Todos os equivalentes estruturais, químicos e funcionais aos elementos das modalidades descritas acima que são conhecidas dos indivíduos com conhecimentos básicos na técnica são contemplados dentro do escopo desta

15 invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de estabilizar energia proporcionada por uma fonte de energia para uma carga, o referido método compreendendo:

5 capturar, em um primeiro dispositivo de armazenamento de energia, energia produzida pela fonte de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga a menos que um nível de energia do primeiro dispositivo de energia esteja em um primeiro limite máximo; e

10 capturar, em um segundo dispositivo de energia, a energia produzida pela fonte de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga se o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia estiver no primeiro limite máximo, a menos que um nível de energia do segundo dispositivo de energia esteja em um segundo limite máximo.

15 2. Método, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo ainda:

20 transferir energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para o segundo dispositivo de armazenamento de energia quando o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia atinge o primeiro limite máximo; e

25 interromper a transferência de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para o segundo dispositivo de armazenamento de energia quando o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia atinge um primeiro limite predeterminado ou o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia atinge o segundo limite máximo.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo ainda:

30 proporcionar energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para a carga quando a necessidade imediata de energia da carga ultrapassa a energia produzida pela fonte de energia a menos que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento esteja em um primeiro limite mínimo; e

proporcionar energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia para a carga quando a necessidade imediata de energia da carga ultrapassa a energia produzida pela fonte de energia e o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento está no primeiro limite mínimo; a

5 menos que um nível de energia do segundo dispositivo de energia esteja em um segundo limite mínimo.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo ainda:

transferir energia do segundo dispositivo de armazenamento de

10 energia para o primeiro dispositivo de armazenamento de energia quando o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento atinge um primeiro limite mínimo; e

interromper a transferência de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia para o primeiro dispositivo de armazenamento

15 de energia quando o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia atinge um primeiro limite predeterminado ou o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia atinge um segundo limite mínimo.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo ainda:

20

transferir energia entre o primeiro dispositivo de armazenamento de energia e o segundo dispositivo de armazenamento de energia em um intervalo de tempo predeterminado, a referida transferência compreendendo:

proporcionar energia do primeiro dispositivo de armazenamento

25 de energia para o segundo dispositivo de armazenamento de energia se o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia for maior que o primeiro nível predeterminado;

proporcionar energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia para o primeiro dispositivo de armazenamento de energia se o

30 nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia for menor que o primeiro nível predeterminado; e

interromper o fornecimento de energia do primeiro dispositivo de

armazenamento de energia para o segundo dispositivo de armazenamento de energia ou do segundo dispositivo de armazenamento de energia para o primeiro dispositivo de armazenamento de energia quando o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia atinge o primeiro nível predeterminado ou o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento atinge o segundo limite mínimo ou o segundo limite máximo.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo ainda:

10 variar um primeiro nível predeterminado do primeiro dispositivo de armazenamento de energia e um segundo nível predeterminado do segundo dispositivo de armazenamento de energia em função de um perfil de necessidade de energia da carga;

15 variar o primeiro nível predeterminado do primeiro dispositivo de armazenamento de energia e o segundo nível predeterminado do segundo dispositivo de armazenamento de energia em função de um perfil de saída de energia da fonte de energia; e

20 evitar a captura de energia em pelo menos um dentre o primeiro e o segundo dispositivos de armazenamento de energia em função de uma temperatura do dispositivo de armazenamento de energia, uma eficiência menor de armazenamento ou descarga do dispositivo de armazenamento de energia, uma capacidade diminuída do dispositivo de armazenamento de energia, um número de ciclos do dispositivo de armazenamento de energia, e uma tensão do dispositivo de armazenamento de energia.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, em que:

25 capturar, no primeiro dispositivo de armazenamento de energia, energia produzida pela fonte de energia que ultrapassa uma necessidade imediata de energia da carga compreende ainda capturar energia no primeiro dispositivo de armazenamento de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga até um limite de velocidade de admissão da primeira fonte de energia; e

30 capturar, no segundo dispositivo de armazenamento de energia, energia produzida pela fonte de energia que ultrapassa a necessidade ime-

diata de energia da carga compreende ainda capturar energia no segundo dispositivo de armazenamento de energia que ultrapassa a soma da necessidade imediata de energia da carga e o limite de velocidade de admissão da primeira fonte de energia.

- 5 8. Método, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo ainda:

proporcionar energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para a carga quando a necessidade imediata de energia da carga ultrapassa a energia produzida pela fonte de energia até um limite de velocidade de descarga do primeiro dispositivo de armazenamento de energia; e

- 10 proporcionar energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia para a carga quando a necessidade imediata de energia da carga ultrapassa a soma da energia produzida pela fonte de energia e o limite de velocidade de descarga do primeiro dispositivo de armazenamento de energia até um limite de velocidade de descarga do segundo dispositivo de armazenamento de energia.

- 15 9. Método, de acordo com a reivindicação 7, compreendendo ainda determinar o limite de velocidade de admissão de cada um do primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia e um limite de velocidade de descarga de cada um do primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia como função de pelo menos um dentre: um tipo do dispositivo de armazenamento de energia, uma capacidade inicial do dispositivo de armazenamento de energia, uma resistência interna característica do dispositivo de armazenamento de energia, uma resistência química do dispositivo de armazenamento de energia, um eletrólito do dispositivo de armazenamento de energia, uma temperatura do dispositivo de armazenamento de energia, um estado de carga do dispositivo de armazenamento de energia, uma perda de capacidade do dispositivo de armazenamento de energia, uma eficiência de admissão do dispositivo de armazenamento de energia, e uma eficiência de descarga do dispositivo de armazenamento de energia.

10. Método, de acordo com a reivindicação 7, compreendendo

ainda: variar o limite de velocidade de admissão do primeiro dispositivo de armazenamento de energia, o limite de velocidade de admissão do segundo dispositivo de armazenamento de energia, o limite de velocidade de descarga do primeiro dispositivo de armazenamento de energia, e o limite de velocidade de descarga do segundo dispositivo de armazenamento de energia em função de pelo menos um dentre: uma capacidade de resfriamento associada ao dispositivo de armazenamento de energia, um coeficiente de dissipação de calor do dispositivo de armazenamento de energia, um perfil da temperatura ambiente do ar, uma necessidade de energia da carga, um perfil de velocidade de ciclo, e um perfil de produção de energia para a fonte de energia.

11. Método, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo: capturar em um terceiro dispositivo de armazenamento de energia, a energia produzida pela fonte de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga se o nível de energia do segundo dispositivo de energia estiver em um segundo limite máximo; em que:

o primeiro dispositivo de armazenamento de energia compreende um arranjo de células eletroquímicas com base em lítio;

o segundo dispositivo de armazenamento de energia compreende pelo menos um dentre um arranjo de células eletroquímicas de sódio sulfúrico e um arranjo de células eletroquímicas de níquel cádmio;

o terceiro dispositivo de armazenamento de energia compreende um arranjo de células eletroquímicas de chumbo ácido;

o terceiro dispositivo de armazenamento de energia tem uma capacidade de armazenamento de energia maior que o segundo dispositivo de armazenamento de energia; e

o segundo dispositivo de armazenamento de energia tem uma capacidade de armazenamento de energia maior que o primeiro dispositivo de armazenamento de energia.

12. Sistema para proporcionar força a uma carga compreendendo:

uma fonte de energia para proporcionar força;

um primeiro dispositivo de armazenamento de energia para capturar seletivamente força da fonte de energia e proporcionar seletivamente a força capturada para a carga;

- 5 um segundo dispositivo de armazenamento de energia para capturar seletivamente força da fonte de energia e proporcionar seletivamente a força capturada para a carga;

um controlador de fluxo de energia compreendendo:

- 10 um monitor de força para monitorar uma diferença entre a força proporcionada pela fonte de energia e uma necessidade imediata de energia da carga e produzir um sinal de força indicativo da diferença monitorada;

um primeiro monitor do nível de energia para monitorar um nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia e proporcionar um primeiro sinal de nível de energia indicativo do nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia;

- 15 um segundo monitor do nível de energia para monitorar um nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia e proporcionar um segundo sinal de nível de energia indicativo do nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia;

- 20 um conversor de energia que responde a um sinal de captura para converter força proveniente da fonte de energia em força para pelo menos um dentre o primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia e um sinal de comutação para dirigir a força convertida até pelo menos um dentre o primeiro dispositivo de armazenamento de energia e o segundo dispositivo de armazenamento de energia; e

- 25 um controlador para receber o sinal de força, o primeiro sinal de nível de energia, e o segundo sinal de nível de energia, o referido controlador determinando a partir do sinal de força que a força proporcionada pela fonte de energia ultrapassa uma necessidade imediata de energia da carga e proporcionando o sinal de captura e o sinal de comutação para o conversor de energia de modo que a energia proporcionada pela fonte de energia
30 que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga é capturada no primeiro dispositivo de armazenamento de energia a menos que o primeiro

5 sinal de nível de energia indique que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia está em um primeiro limite máximo a partir do qual o controlador altera o sinal de comutação de modo que o conversor de energia dirige a energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga para o segundo dispositivo de armazenamento de energia a menos que o segundo sinal de nível de energia indique que o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia está em um segundo limite máximo.

10 13. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, em que o conversor de energia compreende um retificador para converter força proveniente da fonte de energia em energia para armazenamento em pelo menos um dentre o primeiro dispositivo de armazenamento de energia e o segundo dispositivo de armazenamento de energia, e um inversor para converter energia a partir de pelo menos um dentre o primeiro dispositivo de armazenamento de energia e o segundo dispositivo de armazenamento de energia em força para a carga.

20 14. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, em que o conversor de energia responde ainda a um primeiro sinal de transferência a partir do controlador para transferir energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para o segundo dispositivo de armazenamento de energia; em que o controlador:

25 proporciona o primeiro sinal de transferência quando o primeiro sinal de nível de energia indica que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia chegou ao primeiro limite máximo; e interrompe o fornecimento do primeiro sinal de transferência quando o primeiro sinal de nível de energia indica que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia chegou a um primeiro nível predeterminado ou o segundo sinal de nível de energia indica que o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia chegou ao segundo limite máximo.

30 15. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, em que o conversor de energia responde a um sinal de descarga para converter energia

proveniente de pelo menos um dentre o primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia em força para a carga e o sinal de comutação para determinar a partir de qual dentre o primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia converter a energia, e em que o controlador proporciona o sinal de descarga e o sinal de comutação para o conversor de energia quando o sinal de força indica que a necessidade imediata de energia da carga ultrapassa a energia produzida pela fonte de energia de modo que a energia é proporcionada a partir do primeiro dispositivo de armazenamento de energia a menos que o primeiro sinal de nível de energia indique que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento está em um primeiro limite mínimo a partir do qual o controlador altera o sinal de comutação de modo que o conversor de energia converte energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia para a carga, a menos que o segundo sinal de nível de energia indique que o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia está em um segundo limite mínimo.

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, em que o conversor de energia responde ainda a um segundo sinal de transferência para transferir energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia para o primeiro dispositivo de armazenamento de energia, e em que o controlador:

proporciona o segundo sinal de transferência para o conversor de energia quando o primeiro sinal de nível de energia indica que o nível de energia do primeiro dispositivo chegou ao primeiro limite mínimo; e
interrompe o fornecimento do segundo sinal de transferência para o conversor de energia quando o primeiro sinal de nível de energia indica que o nível de energia do primeiro dispositivo chegou a um primeiro limite predeterminado ou o segundo sinal de nível de energia indica que o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia chegou ao segundo limite mínimo.

17. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, em que o controlador proporciona seletivamente um dentre o primeiro sinal de transferência

e o segundo sinal de transferência para o conversor de energia em um intervalo de tempo predeterminado, o referido controlador:

proporcionando o primeiro sinal de transferência de energia se o primeiro sinal de nível de energia indica que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia é maior que o primeiro nível predeterminado;

proporcionando o segundo sinal de transferência de energia se o segundo sinal de nível de energia indica que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia é menor que o primeiro nível predeterminado; e

interrompendo o fornecimento do primeiro sinal de transferência ou do segundo sinal de transferência de energia quando o primeiro sinal de nível de energia indica que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia chegou ao primeiro nível predeterminado ou o segundo sinal de nível de energia indica que o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento chegou ao segundo limite mínimo ou ao segundo limite máximo.

18. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, em que:

o controlador varia um primeiro nível predeterminado do primeiro dispositivo de armazenamento de energia e um segundo nível predeterminado do segundo dispositivo de armazenamento de energia em função de um perfil de necessidade de energia da carga;

o controlador varia o primeiro nível predeterminado do primeiro dispositivo de armazenamento de energia e o segundo nível predeterminado do segundo dispositivo de armazenamento de energia em função de um perfil de saída de energia da fonte de energia; e

o controlador evita a captura de energia em pelo menos um dentre o primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia em função de uma temperatura do dispositivo de armazenamento de energia, um armazenamento ou eficiência de descarga reduzidos do dispositivo de armazenamento de energia, uma capacidade diminuída do dispositivo de armazenamento de energia, um número de ciclos do dispositivo de armazena-

mento de energia, e uma tensão do dispositivo de armazenamento de energia.

19. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, em que:

o controlador de fluxo de energia captura energia no primeiro
5 dispositivo de armazenamento de energia produzido pela fonte de energia que ultrapassa uma necessidade imediata de energia da carga até um limite de velocidade de admissão da primeira fonte de energia, e

o controlador de fluxo de energia captura energia no segundo
dispositivo de armazenamento de energia produzido pela fonte de energia
10 que ultrapassa a soma da necessidade imediata de energia da carga e o limite de velocidade de admissão da primeira fonte de energia.

20. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, em que:

o controlador de fluxo de energia proporciona energia do primeiro
dispositivo de armazenamento de energia para a carga quando a neces-
15 sidade imediata de energia da carga ultrapassa a energia produzida pela fonte de energia até um limite de velocidade de descarga do primeiro dispositivo de armazenamento de energia; e

o controlador de fluxo de energia proporciona energia do segun-
do dispositivo de armazenamento de energia para a carga quando a neces-
20 sidade imediata de energia da carga ultrapassa a soma da energia produzi-
da pela fonte de energia e o limite da velocidade de descarga do primeiro
dispositivo de armazenamento de energia até um limite de velocidade de
descarga do segundo dispositivo de armazenamento de energia.

21. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, em que o limite
25 da velocidade de admissão de cada um do primeiro e segundo dispositivos
de armazenamento de energia e um limite de velocidade de descarga de
cada um do primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia
são determinados pelo controlador de fluxo de energia em função de pelo
menos um dentre: um tipo do dispositivo de armazenamento de energia,
30 uma capacidade inicial do dispositivo de armazenamento de energia, uma
resistência interna característica do dispositivo de armazenamento de ener-
gia, uma temperatura do dispositivo de armazenamento de energia, um es-

tado de carga do dispositivo de armazenamento de energia, uma perda de capacidade do dispositivo de armazenamento de energia, uma eficiência de admissão do dispositivo de armazenamento de energia, e uma eficiência de descarga do dispositivo de armazenamento de energia.

5 22. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, em que o controlador de fluxo de energia varia o limite de velocidade de admissão do primeiro dispositivo de armazenamento de energia, o limite de velocidade de admissão do segundo dispositivo de armazenamento de energia, o limite de velocidade de descarga do primeiro dispositivo de armazenamento de energia, e o limite de velocidade de descarga do segundo dispositivo de armazenamento de energia em função de pelo menos um dentre: uma capacidade de resfriamento associada ao dispositivo de armazenamento de energia, um coeficiente de dissipação de calor do dispositivo de armazenamento de energia, um perfil da temperatura ambiente do ar, uma necessidade de energia da carga, um perfil de velocidade de ciclo, e um perfil de produção de energia para a fonte de energia.

 23. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, compreendendo um terceiro dispositivo de armazenamento de energia para capturar força seletivamente e proporcionar seletivamente a força capturada, em que:

20 o primeiro dispositivo de armazenamento de energia compreende um arranjo de células eletroquímicas com base em lítio;

 o segundo dispositivo de armazenamento de energia compreende pelo menos um dentre um arranjo de células eletroquímicas de sódio sulfúrico e um arranjo de células eletroquímicas de níquel cádmio;

25 o terceiro dispositivo de armazenamento de energia compreende um arranjo de células eletroquímicas de chumbo ácido;

 o terceiro dispositivo de armazenamento de energia tem uma capacidade de armazenamento de energia maior que o segundo dispositivo de armazenamento de energia; e

30 o segundo dispositivo de armazenamento de energia tem uma capacidade de armazenamento de energia maior que o primeiro dispositivo de armazenamento de energia.

24. Método de estabilizar energia proporcionada por uma fonte de energia para uma carga, o referido método compreendendo:

capturar, em um primeiro dispositivo de armazenamento de energia, energia produzida pela fonte de energia que ultrapassa uma necessidade imediata de energia da carga por um primeiro período predeterminado de tempo a menos que a menos que um nível de energia do primeiro dispositivo de energia esteja em um primeiro limite máximo; e

capturar, em um segundo dispositivo de armazenamento de energia, a energia produzida pela fonte de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga quando a fonte de energia continua a produzir energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia após expirar o primeiro montante predeterminado de tempo ou quando o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia estiver no primeiro limite máximo, a menos que um nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia esteja em um segundo limite máximo.

25. Método, de acordo com a reivindicação 24, compreendendo ainda:

transferir energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para o segundo dispositivo de armazenamento de energia quando o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia alcança o primeiro limite máximo; e

interromper a transferência de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para o segundo dispositivo de armazenamento de energia quando o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia atinge um primeiro limite predeterminado ou o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia atinge o segundo limite máximo.

26. Método, de acordo com a reivindicação 24, compreendendo:

transferir energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia para o primeiro dispositivo de armazenamento de energia quando o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia alcança o limite máximo; e

interromper a transferência de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia para o primeiro dispositivo de armazenamento de energia quando o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia atinge um segundo limite predeterminado ou o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento atinge um primeiro nível predeterminado.

27. Método, de acordo com a reivindicação 24, compreendendo:
proporcionar energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para a carga por um segundo período predeterminado de tempo quando a necessidade imediata de energia da carga ultrapassa a energia produzida pela fonte de energia a menos que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia esteja em um primeiro limite mínimo; e

proporcionar energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia para a carga quando a necessidade imediata de energia da carga continua a ultrapassar a energia produzida pela fonte de energia após o segundo montante de tempo predeterminado ou quando o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia está no primeiro limite máximo, a menos que o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia esteja em um segundo limite mínimo.

28. Método, de acordo com a reivindicação 24, compreendendo ainda:

transferir energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para o segundo dispositivo de armazenamento de energia quando o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia alcança um segundo limite mínimo; e

interromper o fornecimento de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para o segundo dispositivo de armazenamento de energia quando o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia alcança um segundo nível predeterminado ou o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia atinge o primeiro limite mínimo.

29. Método, de acordo com a reivindicação 24, compreendendo ainda:

transferir energia entre o primeiro dispositivo de armazenamento de energia e o segundo dispositivo de armazenamento de energia em um intervalo de tempo predeterminado, a referida transferência compreendendo:

proporcionar energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para o segundo dispositivo de armazenamento de energia se o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia for maior que um primeiro nível predeterminado;

proporcionar energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia para o primeiro dispositivo de armazenamento de energia se o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia for menor que um primeiro nível predeterminado; e

interromper o fornecimento de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para o segundo dispositivo de armazenamento de energia ou do segundo dispositivo de armazenamento de energia para o primeiro dispositivo de armazenamento de energia quando o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia atinge o primeiro nível predeterminado ou o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento atinge o segundo limite mínimo ou um segundo limite máximo.

30. Método, de acordo com a reivindicação 24, compreendendo ainda:

variar um limite de velocidade de admissão do primeiro dispositivo de armazenamento de energia, o limite de velocidade de admissão do segundo dispositivo de armazenamento de energia, o limite de velocidade de descarga do primeiro dispositivo de armazenamento de energia, e o limite de velocidade de descarga do segundo dispositivo de armazenamento de energia em função de pelo menos um dentre: uma capacidade de resfriamento associada ao dispositivo de armazenamento de energia, um coeficiente de dissipação de calor do dispositivo de armazenamento de energia, um perfil da temperatura ambiente do ar, uma necessidade de energia da carga, um perfil de velocidade de ciclo, e um perfil de produção de energia para a fonte

de energia.

30. Método, de acordo com a reivindicação 24, compreendendo ainda:

5 variar um primeiro nível predeterminado do primeiro dispositivo de armazenamento de energia e um segundo nível predeterminado do segundo dispositivo de armazenamento de energia em função de um perfil de necessidade de energia da carga;

10 variar o primeiro nível predeterminado do primeiro dispositivo de armazenamento de energia e o segundo nível predeterminado do segundo dispositivo de armazenamento de energia em função de um perfil de saída de energia da fonte de energia; e

evitar a captura de energia em pelo menos um dentre o primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia em função de uma temperatura do dispositivo de armazenamento de energia, uma eficiência
15 menor de armazenamento ou descarga do dispositivo de armazenamento de energia, uma capacidade diminuída do dispositivo de armazenamento de energia, um número de ciclos do dispositivo de armazenamento de energia, e uma tensão do dispositivo de armazenamento de energia.

31. Método, de acordo com a reivindicação 24, em que:

20 capturar, no primeiro dispositivo de armazenamento de energia, energia produzida pela fonte de energia que ultrapassa uma necessidade imediata de energia da carga compreende ainda capturar energia no primeiro dispositivo de armazenamento de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga até um limite de velocidade de admissão da
25 primeira fonte de energia; e

capturar, no segundo dispositivo de armazenamento de energia, energia produzida pela fonte de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga compreende ainda capturar energia no segundo
30 dispositivo de armazenamento de energia que ultrapassa a soma da necessidade imediata de energia da carga e o limite de velocidade de admissão da primeira fonte de energia.

32. Método, de acordo com a reivindicação 24, compreendendo

ainda:

- proporcionar energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para a carga quando a necessidade imediata de energia da carga ultrapassa a energia produzida pela fonte de energia até um limite de velocidade de descarga do primeiro dispositivo de armazenamento de energia; e
- 5 proporcionar energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia para a carga quando a necessidade imediata de energia da carga ultrapassa a soma da energia produzida pela fonte de energia e o limite de velocidade de descarga do primeiro dispositivo de armazenamento de fonte de energia até um limite de velocidade de descarga do segundo dispositivo de armazenamento de fonte de energia.
- 10

33. Método, de acordo com a reivindicação 31, compreendendo ainda determinar o limite de velocidade de admissão de cada um do primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia e um limite de velocidade de descarga de cada um do primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia como função de pelo menos um dentre: um tipo do dispositivo de armazenamento de energia, uma capacidade inicial do dispositivo de armazenamento de energia, uma resistência interna característica do dispositivo de armazenamento de energia, uma resistência química do dispositivo de armazenamento de energia, um eletrólito do dispositivo de armazenamento de energia, uma temperatura do dispositivo de armazenamento de energia, um estado da carga do dispositivo de armazenamento de energia, uma perda de capacidade do dispositivo de armazenamento de energia, uma eficiência de admissão do dispositivo de armazenamento de energia, e uma eficiência de descarga do dispositivo de armazenamento de energia.
- 15
- 20
- 25

34. Método, de acordo com a reivindicação 31, compreendendo ainda variar o limite de velocidade de admissão do primeiro dispositivo de armazenamento de energia, o limite de velocidade de admissão do segundo dispositivo de armazenamento de energia, o limite de velocidade de descarga do primeiro dispositivo de armazenamento de energia, e o limite de velocidade de descarga do segundo dispositivo de armazenamento de energia
- 30

em função de pelo menos um dentre: uma capacidade de resfriamento associada ao dispositivo de armazenamento de energia, um coeficiente de dissipação de calor do dispositivo de armazenamento de energia, um perfil da temperatura ambiente do ar, uma necessidade de energia da carga, um perfil de velocidade de ciclo, e um perfil de produção de energia para a fonte de energia.

35. Método, de acordo com a reivindicação 24, em que a energia é capturada no segundo dispositivo de armazenamento de energia por um segundo período predeterminado de tempo, e o método compreende ainda:

capturar, em um terceiro dispositivo de armazenamento de energia, a energia produzida pela fonte de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga quando a fonte de energia continua a produzir energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga após o término do segundo período predeterminado de tempo ou quando o nível de energia do segundo dispositivo de energia estiver no segundo limite máximo, em que:

o primeiro dispositivo de armazenamento de energia compreende um arranjo de células eletroquímicas com base em lítio;

o segundo dispositivo de armazenamento de energia compreende pelo menos um dentre um arranjo de células eletroquímicas de sódio sulfúrico e um arranjo de células eletroquímicas de níquel cádmio;

o terceiro dispositivo de armazenamento de energia compreende um arranjo de células eletroquímicas de chumbo ácido;

o terceiro dispositivo de armazenamento de energia tem uma capacidade de armazenamento de energia maior que o segundo dispositivo de armazenamento de energia; e

o segundo dispositivo de armazenamento de energia tem uma capacidade de armazenamento de energia maior que o primeiro dispositivo de armazenamento de energia.

36. Sistema para proporcionar força a uma carga compreendendo:

uma fonte de energia para proporcionar força;

um primeiro dispositivo de armazenamento de energia para capturar seletivamente força da fonte de energia e proporcionar seletivamente a força capturada para a carga;

5 um segundo dispositivo de armazenamento de energia para capturar seletivamente força da fonte de energia e proporcionar seletivamente a força capturada para a carga;

um controlador de fluxo de energia compreendendo:

um monitor de força para monitorar uma diferença entre a força proporcionada pela fonte de energia e uma necessidade imediata de energia da carga e produzir um sinal de força indicativo da diferença monitorada;

10 um primeiro monitor do nível de energia para monitorar um nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia e proporcionar um primeiro sinal de nível de energia indicativo do nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia;

15 um segundo monitor do nível de energia para monitorar um nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia e proporcionar um segundo sinal de nível de energia indicativo do nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia;

20 um conversor de energia que responde a um sinal de captura para converter força proveniente da fonte de energia em força para pelo menos um dentre o primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia e um sinal de comutação para dirigir a força convertida até pelo menos um dentre o primeiro dispositivo de armazenamento de energia e o segundo dispositivo de armazenamento de energia; e

25 um controlador para receber o sinal de força, o primeiro sinal de nível de energia, e o segundo sinal de nível de energia, o referido controlador determinando a partir do sinal de força que a força proporcionada pela fonte de energia ultrapassa uma necessidade imediata de energia da carga e proporcionando o sinal de captura e o sinal de comutação para o conversor de energia de modo que a energia proporcionada pela fonte de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga é capturada no
30 primeiro dispositivo de armazenamento de energia por um primeiro período

de tempo predeterminado a menos que o primeiro sinal de nível de energia indique que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia está em um primeiro limite máximo a partir do qual o controlador altera o sinal de comutação de modo que o conversor de energia dirige a energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga para o segundo dispositivo de armazenamento de energia a menos que o segundo sinal de nível de energia indique que o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia está em um segundo limite máximo.

37. Sistema, de acordo com a reivindicação 36, em que o conversor de energia compreende um retificador para converter força proveniente da fonte de energia em energia para armazenamento em pelo menos um dentre o primeiro dispositivo de armazenamento de energia e o segundo dispositivo de armazenamento de energia, e um inversor para converter energia a partir de pelo menos um dentre o primeiro dispositivo de armazenamento de energia e o segundo dispositivo de armazenamento de energia em força para a carga.

38. Sistema, de acordo com a reivindicação 36, em que o conversor de energia responde ainda a um primeiro sinal de transferência a partir do controlador para transferir energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para o segundo dispositivo de armazenamento de energia, em que o controlador:

proporciona o primeiro sinal de transferência quando o primeiro sinal de nível de energia indica que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia chegou ao primeiro limite máximo; e

interrompe o fornecimento do primeiro sinal de transferência quando o primeiro sinal de nível de energia indica que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia chegou a um primeiro nível predeterminado ou o segundo sinal de nível de energia indica que o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia chegou ao segundo limite máximo.

39. Sistema, de acordo com a reivindicação 36, em que o conversor de energia responde ainda a um segundo sinal de transferência vindo

do controlador para transferir energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia para o primeiro dispositivo de armazenamento de energia, em que o controlador:

proporciona o segundo sinal de quando o segundo sinal de nível de energia indica que o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia chegou ao segundo limite máximo; e

interrompe o fornecimento do segundo sinal de transferência quando o segundo sinal de nível de energia indica que o nível de energia do segundo dispositivo chegou a um segundo limite predeterminado ou o primeiro sinal de nível de energia indica que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia chegou a um primeiro limite predeterminado.

40. Sistema, de acordo com a reivindicação 36, em que o conversor de energia responde ainda a um sinal de descarga para converter energia proveniente de pelo menos um dentre o primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia em força para a carga e o sinal de comutação para determinar a partir de qual dentre o primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia converter a energia, e em que o controlador proporciona o sinal de descarga e o sinal de comutação para o conversor de energia quando o sinal de força indica que a necessidade imediata de energia da carga ultrapassa a energia produzida pela fonte de energia de modo que a energia é proporcionada a partir do primeiro dispositivo de armazenamento de energia por um segundo montante de tempo predeterminado, a menos que o primeiro sinal de nível de energia indique que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento está em um primeiro limite mínimo a partir do qual o controlador altera o sinal de comutação de modo que o conversor de energia converte energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia para a carga, a menos que o segundo sinal de nível de energia indique que o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia está em um segundo limite mínimo.

41. Sistema, de acordo com a reivindicação 36 em que o conversor de energia responde ainda a um primeiro sinal de transferência a par-

tir do controlador para transferir energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para o segundo dispositivo de armazenamento de energia, em que o controlador:

proporciona o primeiro sinal de transferência quando o segundo
5 sinal de nível de energia indica que o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia chegou a um segundo limite mínimo; e

interrompe o fornecimento do primeiro sinal de transferência em
resposta ao segundo sinal de nível de energia indicando que o nível de energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia chegou a um
10 segundo nível predeterminado ou ao primeiro sinal de nível de energia indicando que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia chegou a um primeiro limite mínimo.

42. Sistema, de acordo com a reivindicação 36, em que o controlador proporciona seletivamente um dentre o primeiro sinal de transferência
15 e o segundo sinal de transferência para o conversor de energia em um intervalo de tempo predeterminado, o referido controlador:

proporcionando o primeiro sinal de transferência de energia se o primeiro sinal de nível de energia indica que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia é maior que o primeiro nível predeterminado;
20 determinado;

proporcionando o segundo sinal de transferência de energia se o segundo sinal de nível de energia indica que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia é menor que o primeiro nível predeterminado; e

25 interrompendo o fornecimento do primeiro sinal de transferência ou do segundo sinal de transferência de energia quando o primeiro sinal de nível de energia indica que o nível de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia chegou ao primeiro nível predeterminado ou o segundo sinal de nível de energia indica que o nível de energia do segundo
30 dispositivo de armazenamento chegou ao segundo limite mínimo ou ao segundo limite máximo.

43. Sistema, de acordo com a reivindicação 36, em que:

o controlador varia um primeiro nível predeterminado do primeiro dispositivo de armazenamento de energia e um segundo nível predeterminado do segundo dispositivo de armazenamento de energia em função de um perfil de necessidade de energia da carga;

- 5 o controlador varia o primeiro nível predeterminado do primeiro dispositivo de armazenamento de energia e o segundo nível predeterminado do segundo dispositivo de armazenamento de energia em função de um perfil de saída de energia da fonte de energia; e

- o controlador evita a captura de energia em pelo menos um dentre o primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia em função de uma temperatura do dispositivo de armazenamento de energia, um armazenamento ou eficiência de descarga reduzidos do dispositivo de armazenamento de energia, uma capacidade diminuída do dispositivo de armazenamento de energia, um número de ciclos do dispositivo de armazenamento de energia, e uma tensão do dispositivo de armazenamento de energia.
- 10
- 15

44. Sistema, de acordo com a reivindicação 36, em que:

- o controlador de fluxo de energia captura energia no primeiro dispositivo de armazenamento de energia produzido pela fonte de energia que ultrapassa uma necessidade imediata de energia da carga até um limite de velocidade de admissão da primeira fonte de energia, e
- 20

- o controlador de fluxo de energia captura energia no segundo dispositivo de armazenamento de energia produzido pela fonte de energia que ultrapassa a soma da necessidade imediata de energia da carga e o limite de velocidade de admissão da primeira fonte de energia.
- 25

45. Sistema, de acordo com a reivindicação 36, em que:

- o controlador de fluxo de energia proporciona energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para a carga quando a necessidade imediata de energia da carga ultrapassa a energia produzida pela fonte de energia até um limite de velocidade de descarga do primeiro dispositivo de armazenamento de energia; e
- 30

o controlador de fluxo de energia proporciona energia do segun-

do dispositivo de armazenamento de energia para a carga quando a necessidade imediata de energia da carga ultrapassa a soma da energia produzida pela fonte de energia e o limite da velocidade de descarga do primeiro dispositivo de armazenamento de energia até um limite de velocidade de
5 descarga do segundo dispositivo de armazenamento de energia.

46. Sistema, de acordo com a reivindicação 44, em que o limite da velocidade de admissão de cada um do primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia e um limite de velocidade de descarga de cada um do primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia
10 são determinados pelo controlador de fluxo de energia em função de pelo menos um dentre: um tipo do dispositivo de armazenamento de energia, uma capacidade inicial do dispositivo de armazenamento de energia, uma resistência interna característica do dispositivo de armazenamento de energia, uma resistência química do dispositivo de armazenamento de energia,
15 um eletrólito do dispositivo de armazenamento de energia, uma temperatura do dispositivo de armazenamento de energia, um estado de carga do dispositivo de armazenamento de energia, uma perda de capacidade do dispositivo de armazenamento de energia, uma eficiência de admissão do dispositivo de armazenamento de energia, e uma eficiência de descarga do dispositivo
20 de armazenamento de energia.

47. Sistema, de acordo com a reivindicação 44, em que o controlador de fluxo de energia varia o limite de velocidade de admissão do primeiro dispositivo de armazenamento de energia, o limite de velocidade de admissão do segundo dispositivo de armazenamento de energia, o limite de
25 velocidade de descarga do primeiro dispositivo de armazenamento de energia, e o limite de velocidade de descarga do segundo dispositivo de armazenamento de energia em função de pelo menos um dentre: uma capacidade de resfriamento associada ao dispositivo de armazenamento de energia, um coeficiente de dissipação de calor do dispositivo de armazenamento de energia, um perfil da temperatura ambiente do ar, uma necessidade de energia da carga, um perfil de velocidade de ciclo, e um perfil de produção de
30 energia para a fonte de energia.

48. Sistema, de acordo com a reivindicação 36, compreendendo ainda um terceiro dispositivo de armazenamento de energia para capturar força seletivamente e proporcionar seletivamente a força capturada, em que:

o primeiro dispositivo de armazenamento de energia compreende um arranjo de células eletroquímicas com base em lítio;

o segundo dispositivo de armazenamento de energia compreende pelo menos um dentre um arranjo de células eletroquímicas de sódio sulfúrico e um arranjo de células eletroquímicas de níquel cádmio;

o terceiro dispositivo de armazenamento de energia compreende um arranjo de células eletroquímicas de chumbo ácido;

o terceiro dispositivo de armazenamento de energia tem uma capacidade de armazenamento de energia maior que o segundo dispositivo de armazenamento de energia; e

o segundo dispositivo de armazenamento de energia tem uma capacidade de armazenamento de energia maior que o primeiro dispositivo de armazenamento de energia.

49. Método de estabilizar energia proporcionada por uma fonte de energia para uma carga, o referido método compreendendo:

capturar, em um primeiro dispositivo de armazenamento de energia, energia produzida pela fonte de energia que ultrapassa uma necessidade imediata de energia da carga até um limite de velocidade de admissão da primeira fonte de energia; e

capturar, em um segundo dispositivo de armazenamento de energia, a energia produzida pela fonte de energia que ultrapassa a soma da necessidade imediata de energia da carga e o limite de velocidade de admissão do primeiro dispositivo de armazenamento de energia.

50. Método, de acordo com a reivindicação 49, compreendendo ainda:

proporcionar energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para a carga quando a necessidade imediata de energia da carga ultrapassa a energia produzida pela fonte de energia até um limite de velocidade de descarga do primeiro dispositivo de armazenamento de energia; e

proporcionar energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia para a carga quando a necessidade imediata de energia da carga ultrapassa a soma da energia produzida pela fonte de energia ao limite de velocidade de descarga do primeiro dispositivo de armazenamento de energia até um limite de velocidade de descarga do segundo dispositivo de armazenamento de energia.

51. Método, de acordo com a reivindicação 49, em que o limite de velocidade de admissão de cada um do primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia e um limite de velocidade de descarga de cada um do primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia são determinados como função de pelo menos um dentre: um tipo do dispositivo de armazenamento de energia, uma capacidade inicial do dispositivo de armazenamento de energia, uma resistência interna característica do dispositivo de armazenamento de energia, uma resistência química do dispositivo de armazenamento de energia, um eletrólito do dispositivo de armazenamento de energia, uma temperatura do dispositivo de armazenamento de energia, um estado de carga do dispositivo de armazenamento de energia, uma perda de capacidade do dispositivo de armazenamento de energia, uma eficiência de admissão do dispositivo de armazenamento de energia, e uma eficiência de descarga do dispositivo de armazenamento de energia.

52. Método, de acordo com a reivindicação 49, compreendendo ainda variar o limite de velocidade de admissão do primeiro dispositivo de armazenamento de energia, o limite de velocidade de admissão do segundo dispositivo de armazenamento de energia, o limite de velocidade de descarga do primeiro dispositivo de armazenamento de energia, e o limite de velocidade de descarga do segundo dispositivo de armazenamento de energia em função de pelo menos um dentre: uma capacidade de resfriamento associada ao dispositivo de armazenamento de energia, um coeficiente de dissipação de calor do dispositivo de armazenamento de energia, um perfil da temperatura ambiente do ar, uma necessidade de energia da carga, um perfil de velocidade de ciclo, e um perfil de produção de energia para a fonte de energia.

53. Método de estabilizar energia proporcionada por uma fonte de energia para uma carga, o referido método compreendendo:

capturar, em um primeiro dispositivo de armazenamento de energia, energia produzida pela fonte de energia que ultrapassa uma necessidade imediata de energia da carga a menos que a energia produzida no primeiro que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga ultrapasse um limite de velocidade de admissão da primeira fonte de energia; e

capturar, em um segundo dispositivo de armazenamento de energia, energia produzida pela fonte de energia que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga se a energia produzida que ultrapassa a necessidade imediata de energia da carga ultrapassar um limite de velocidade de admissão de energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia.

54. Método, de acordo com a reivindicação 53, em que o segundo dispositivo de armazenamento de energia tem um limite de velocidade de admissão maior que o limite de velocidade de admissão do primeiro dispositivo de armazenamento de energia.

55. Método, de acordo com a reivindicação 53, compreendendo ainda:

proporcionar energia do primeiro dispositivo de armazenamento de energia para a carga quando a necessidade imediata de energia da carga ultrapassa a energia proporcionada pela fonte de energia e uma diferença entre a necessidade imediata de energia da carga e a energia produzida for menor que um limite de velocidade de descarga do primeiro dispositivo de armazenamento de energia; e

proporcionar energia do segundo dispositivo de armazenamento de energia para a carga quando a diferença entre a necessidade imediata de energia da carga e a energia proporcionada pela fonte de energia ultrapassar o limite de velocidade de descarga do primeiro dispositivo de armazenamento de energia.

56. Método, de acordo com a reivindicação 53, em que o limite de velocidade de admissão de cada um do primeiro e segundo dispositivos

de armazenamento de energia e um limite de velocidade de descarga de cada um do primeiro e segundo dispositivos de armazenamento de energia são determinados como função de pelo menos um dentre: um tipo do dispositivo de armazenamento de energia, uma capacidade inicial do dispositivo de armazenamento de energia, uma resistência interna característica do dispositivo de armazenamento de energia, uma resistência química do dispositivo de armazenamento de energia, um eletrólito do dispositivo de armazenamento de energia, uma temperatura do dispositivo de armazenamento de energia, um estado de carga do dispositivo de armazenamento de energia, uma perda de capacidade do dispositivo de armazenamento de energia, uma eficiência de admissão do dispositivo de armazenamento de energia, e uma eficiência de descarga do dispositivo de armazenamento de energia.

57. Método, de acordo com a reivindicação 53, compreendendo ainda variar o limite de velocidade de admissão do primeiro dispositivo de armazenamento de energia, o limite de velocidade de admissão do segundo dispositivo de armazenamento de energia, o limite de velocidade de descarga do primeiro dispositivo de armazenamento de energia, e o limite de velocidade de descarga do segundo dispositivo de armazenamento de energia em função de pelo menos um dentre: uma capacidade de resfriamento associada ao dispositivo de armazenamento de energia, um coeficiente de dissipação de calor do dispositivo de armazenamento de energia, um perfil da temperatura ambiente do ar, uma necessidade de energia da carga, um perfil de velocidade de ciclo, e um perfil de produção de energia para a fonte de energia.

FIG. 1

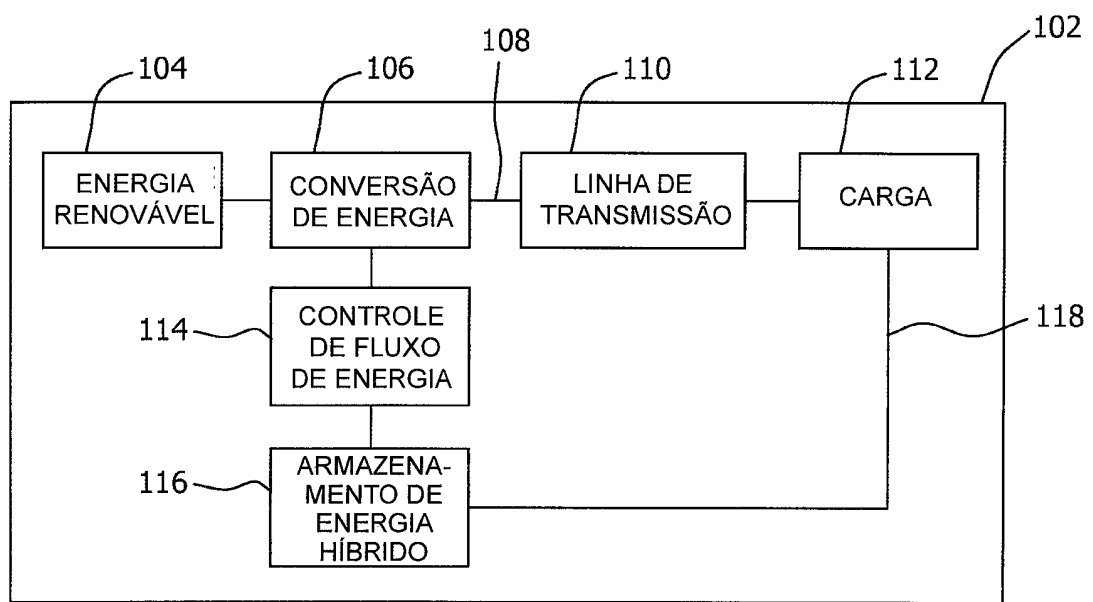


FIG. 2

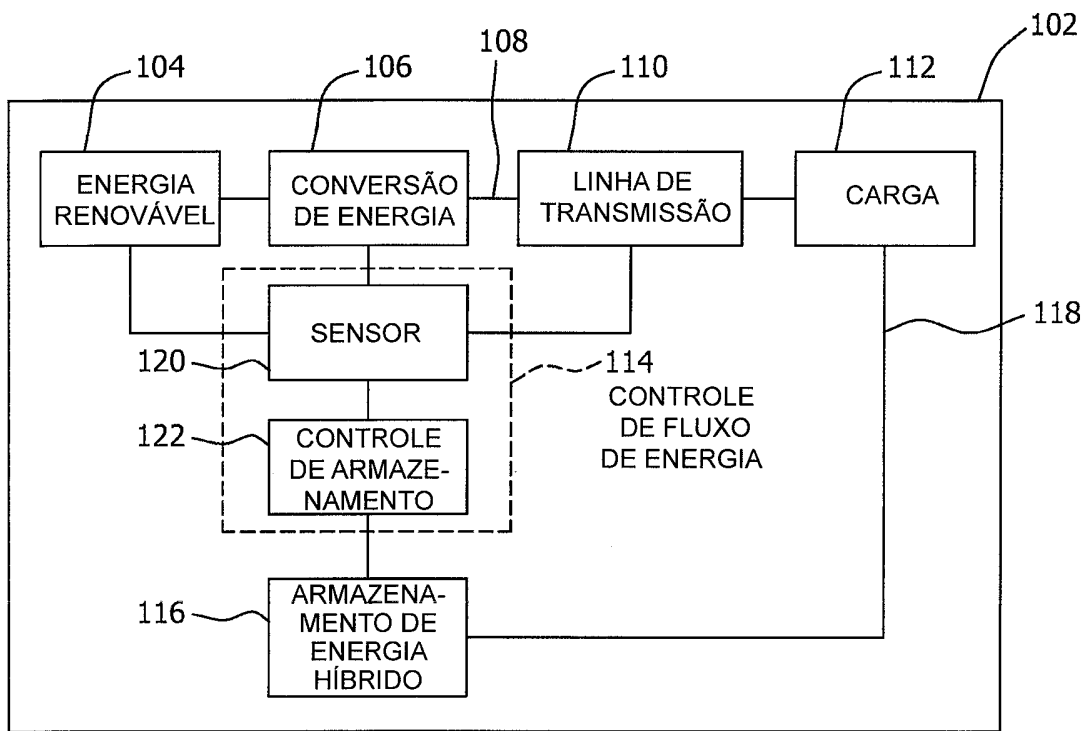


FIG. 3

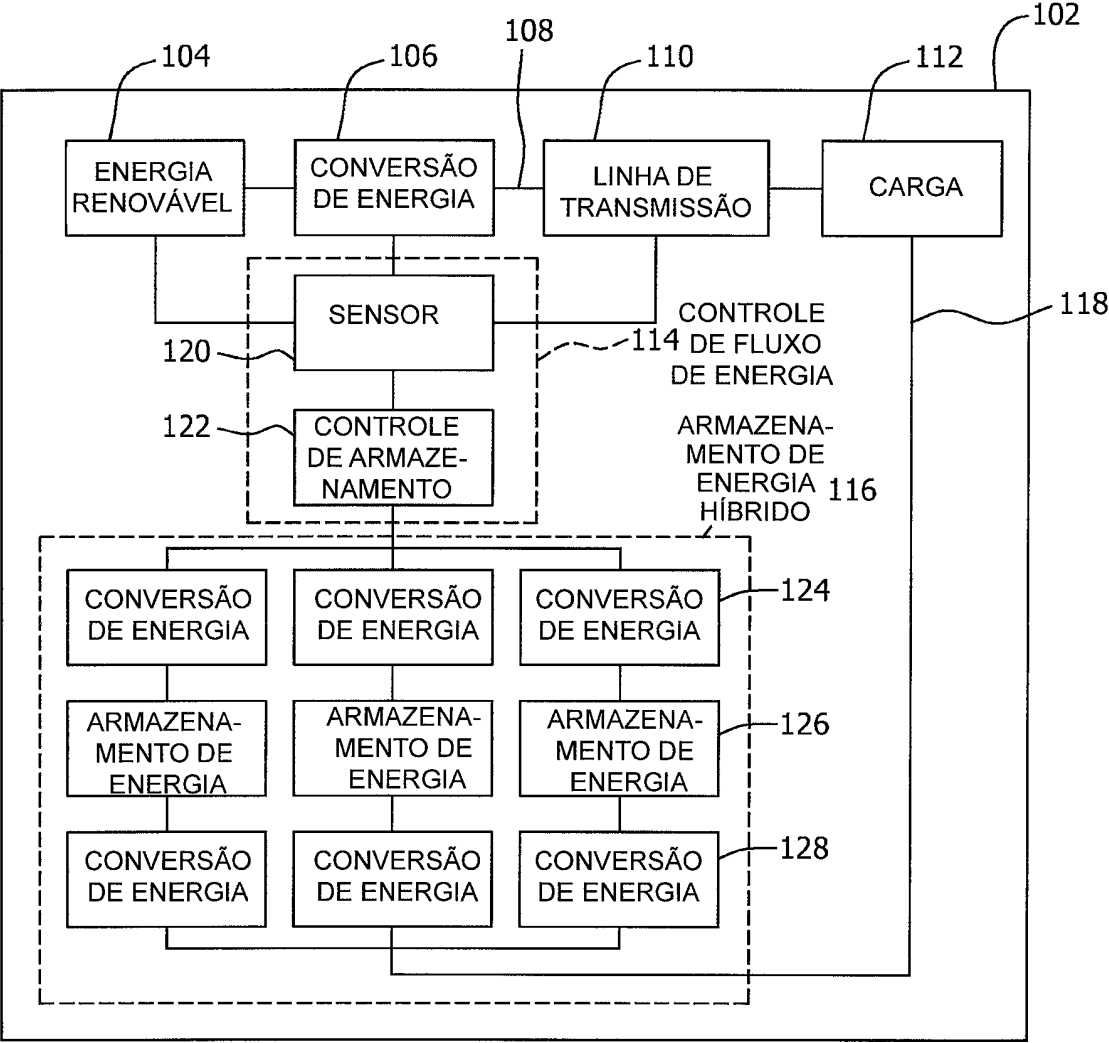


FIG. 4

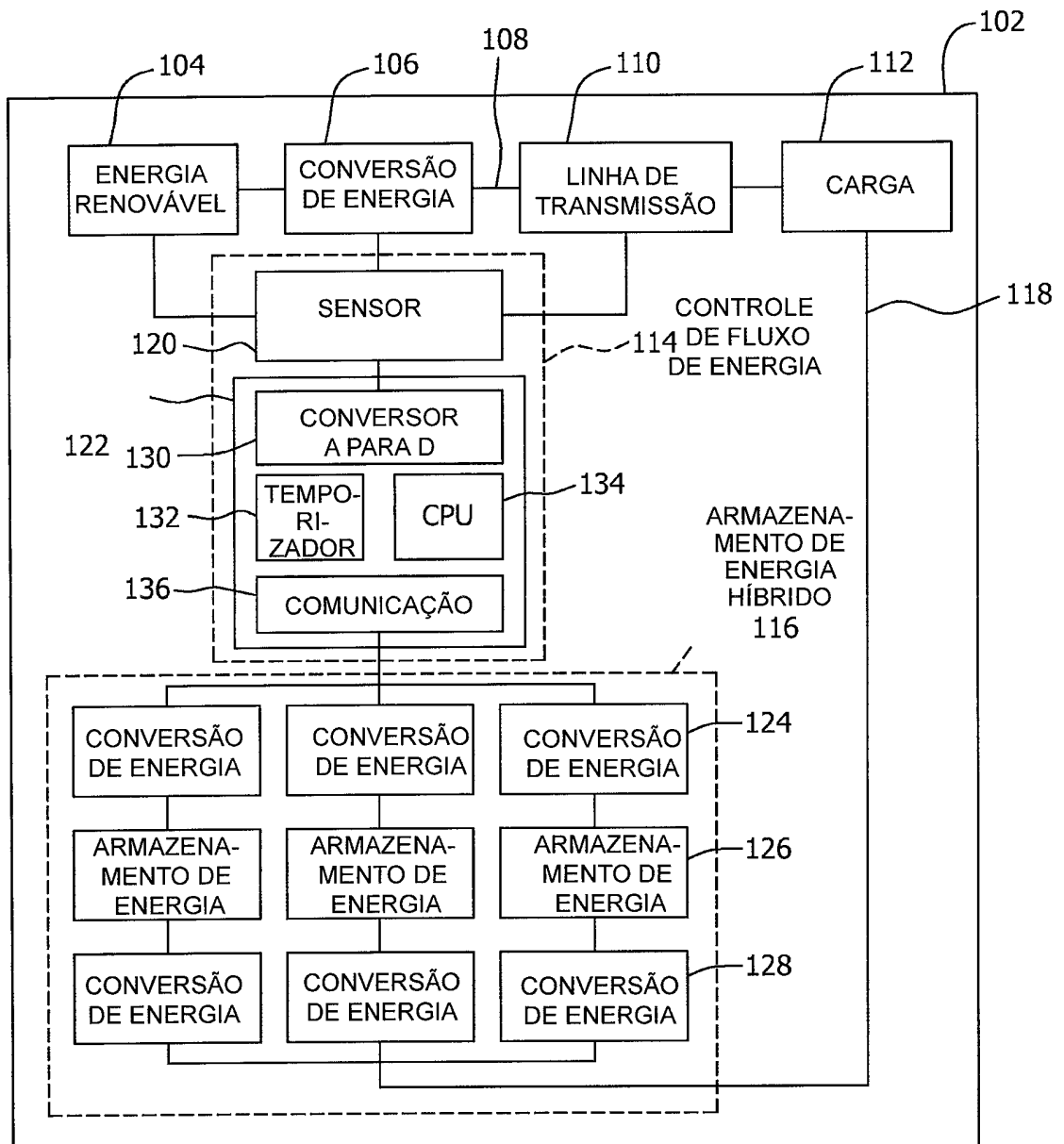


FIG. 5

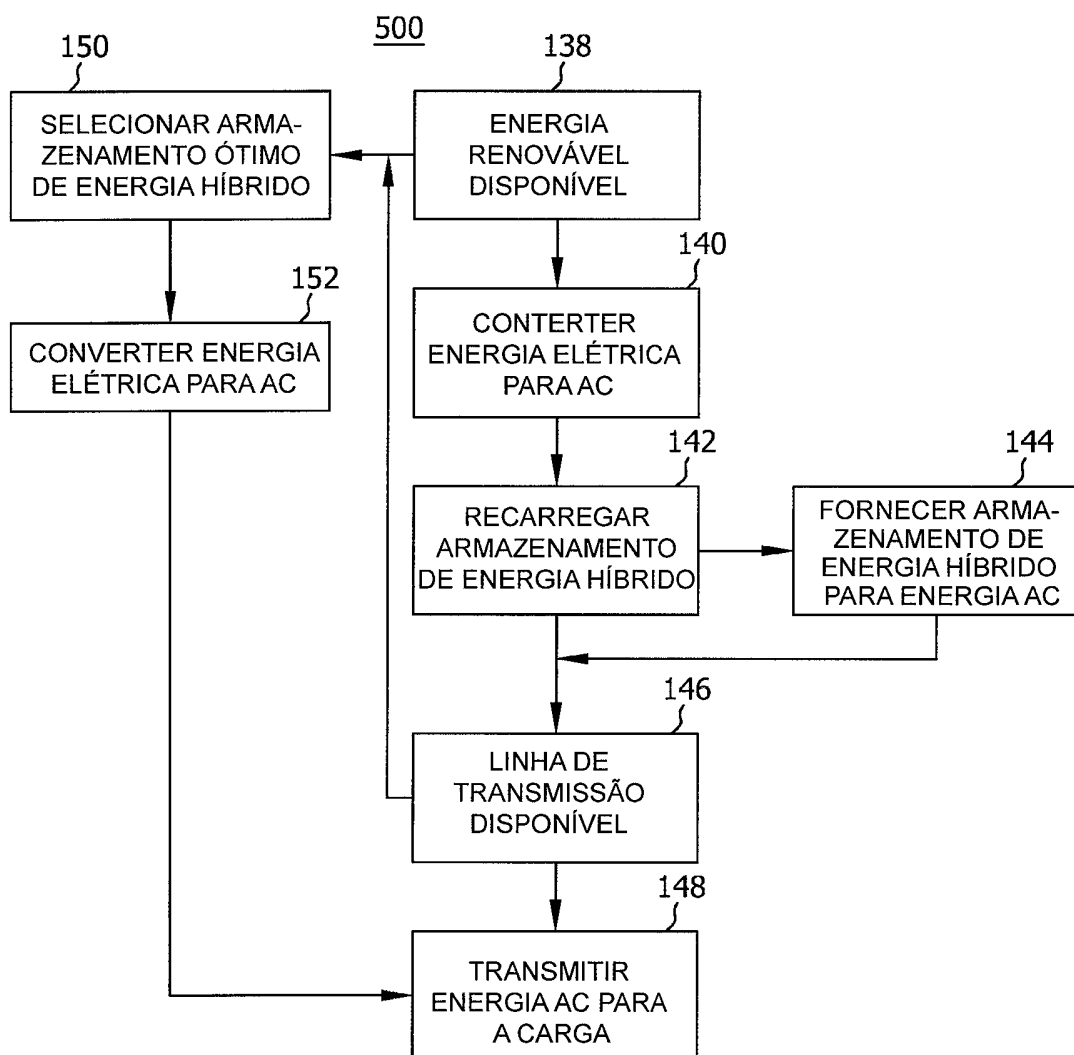


FIG. 6

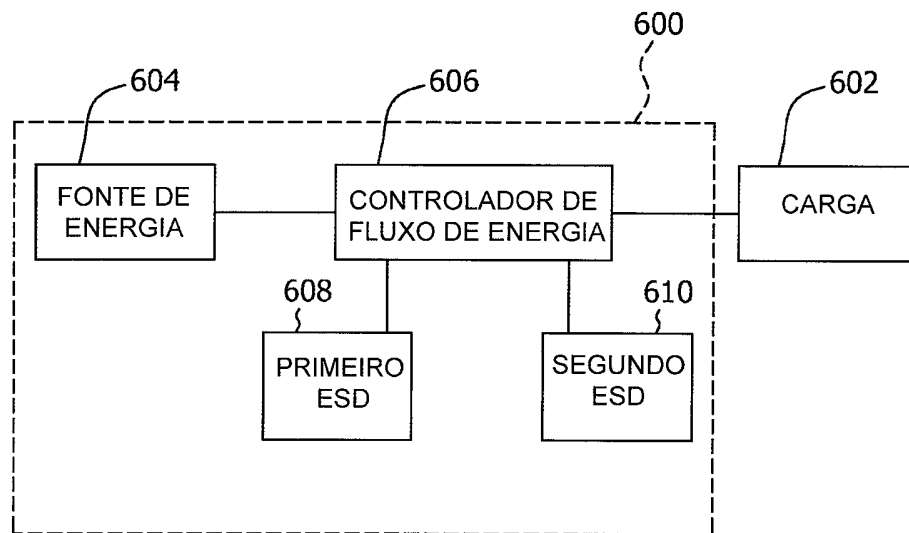


FIG. 7

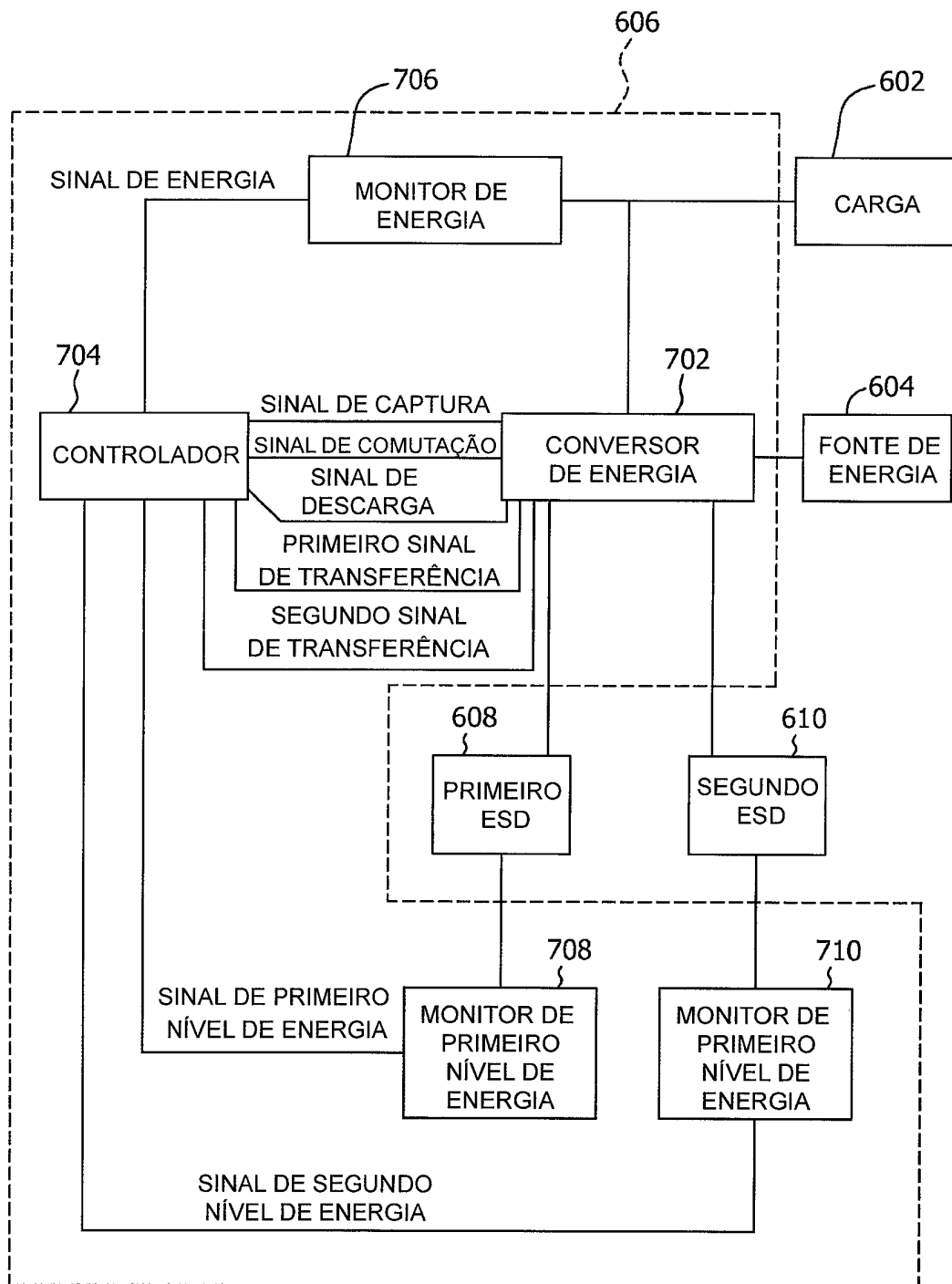


FIG. 8

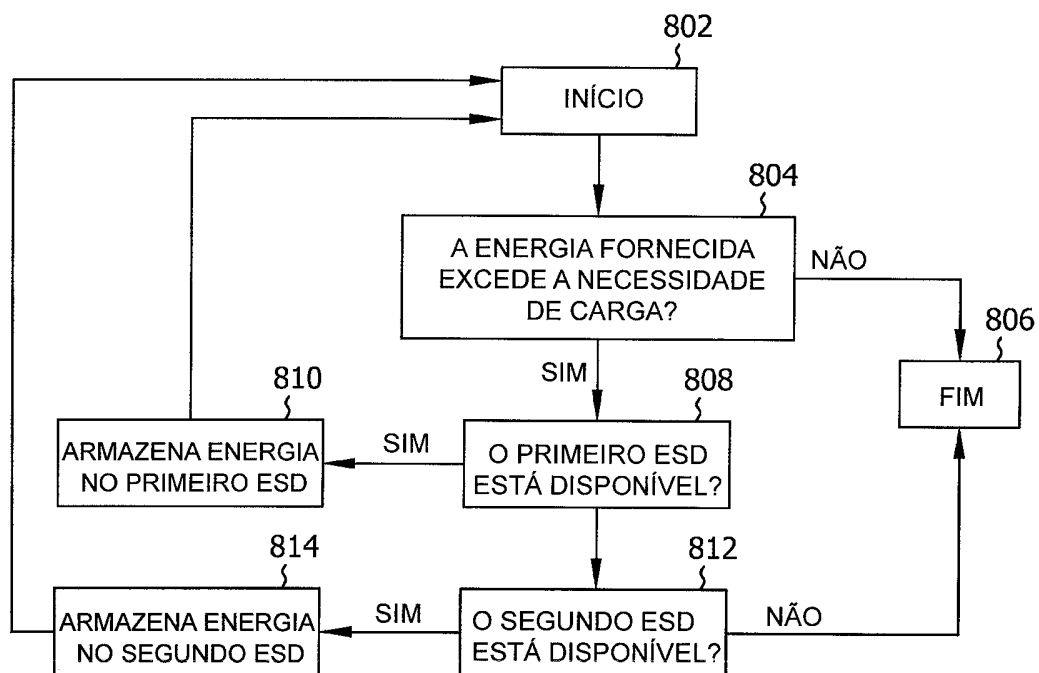


FIG. 9

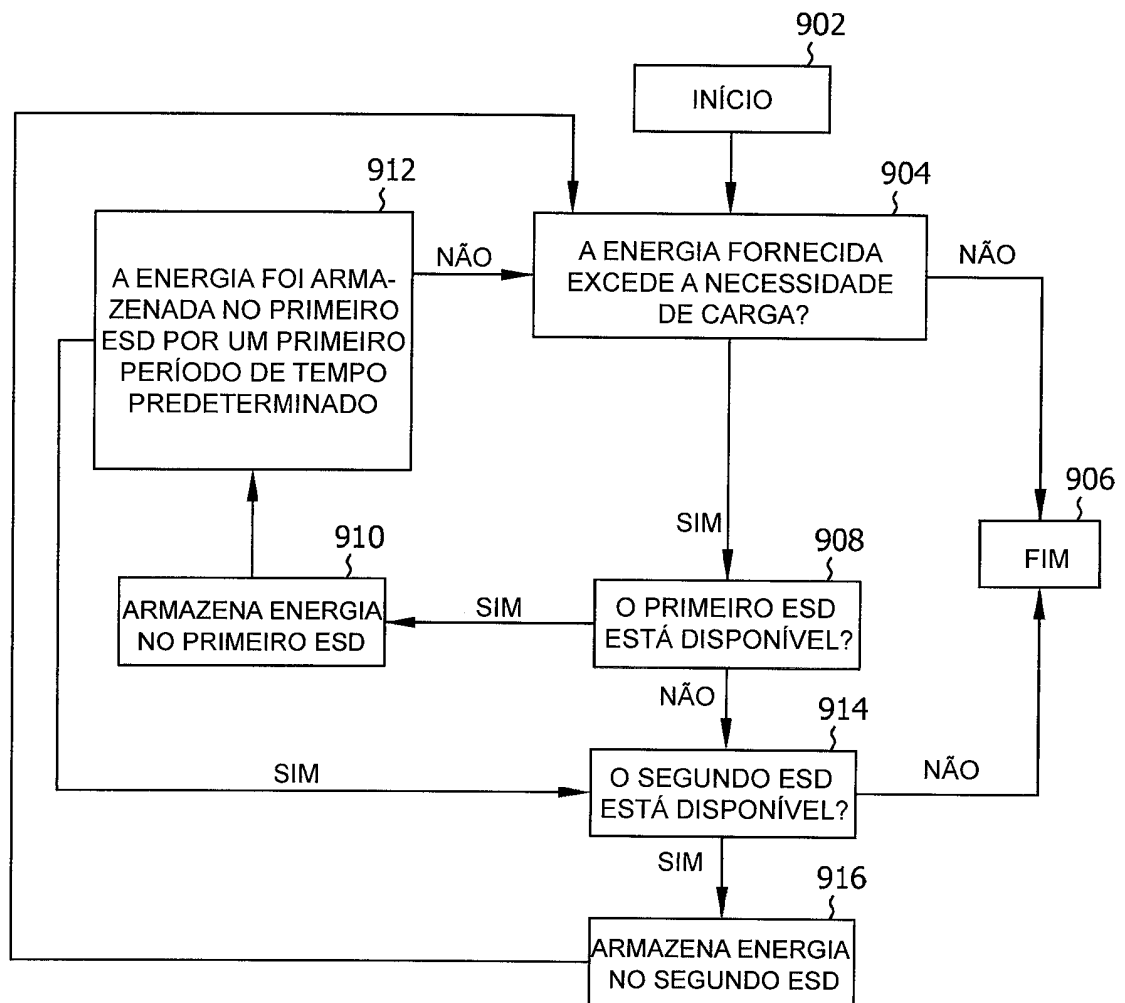


FIG. 10

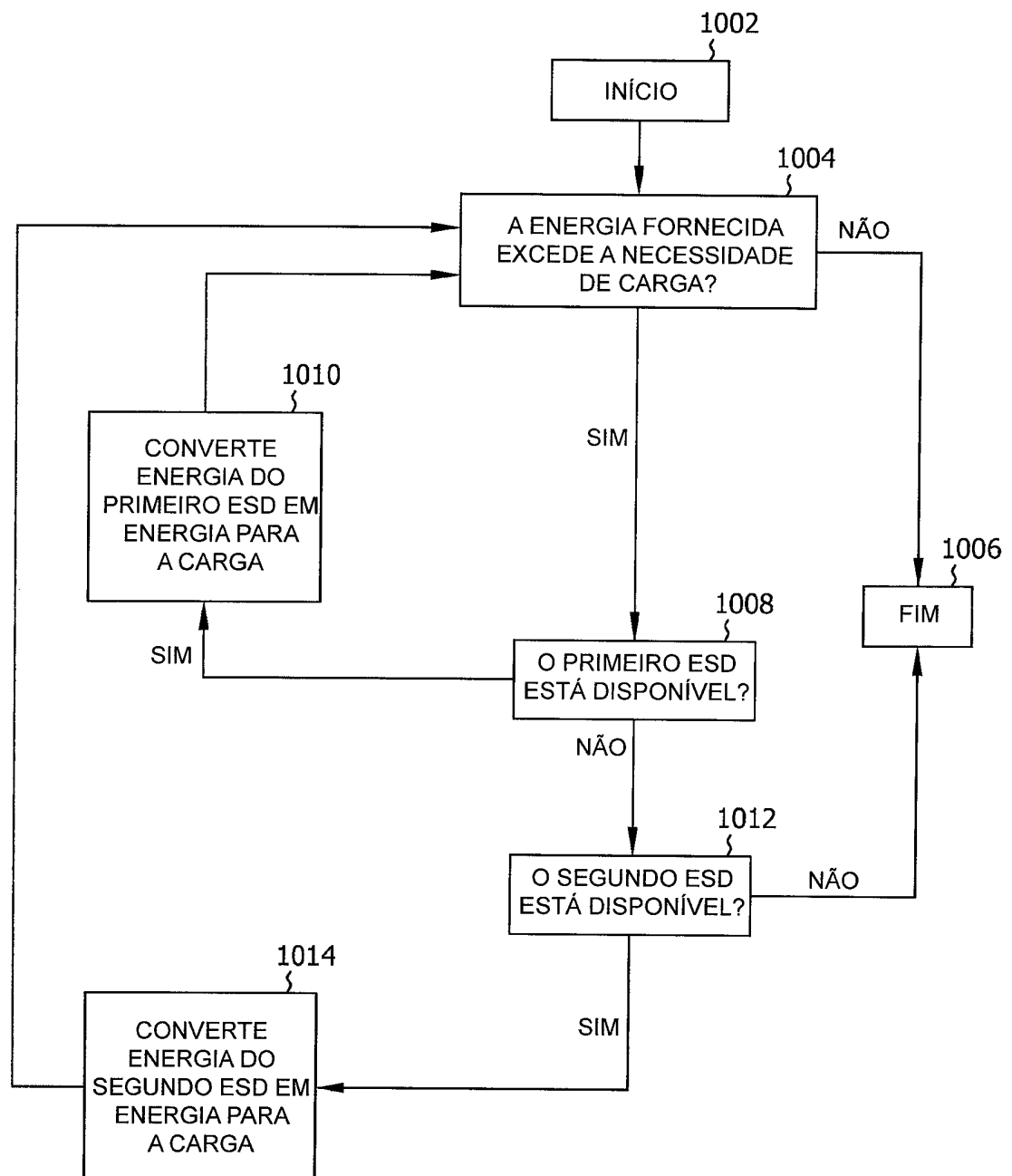


FIG. 11

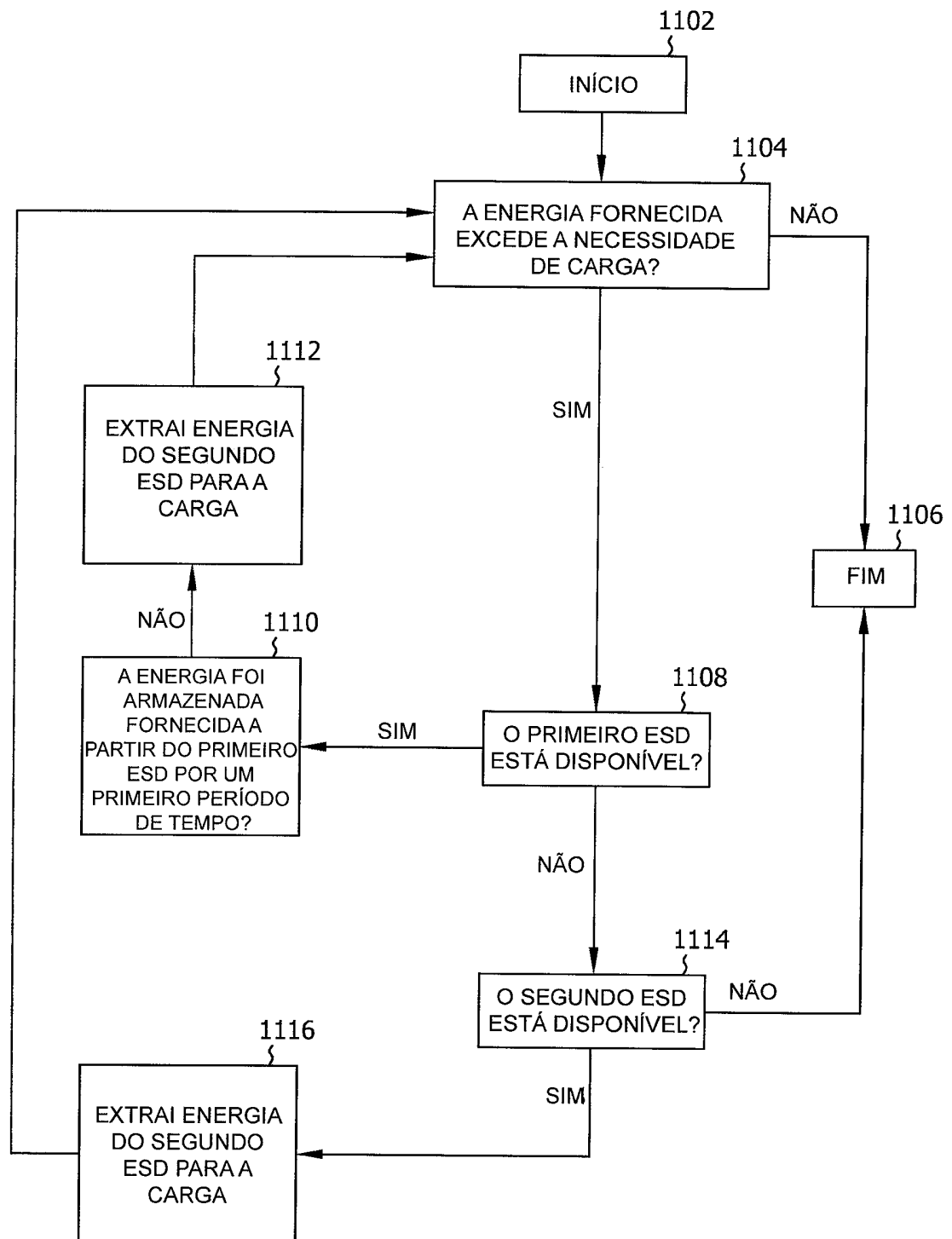


FIG. 12

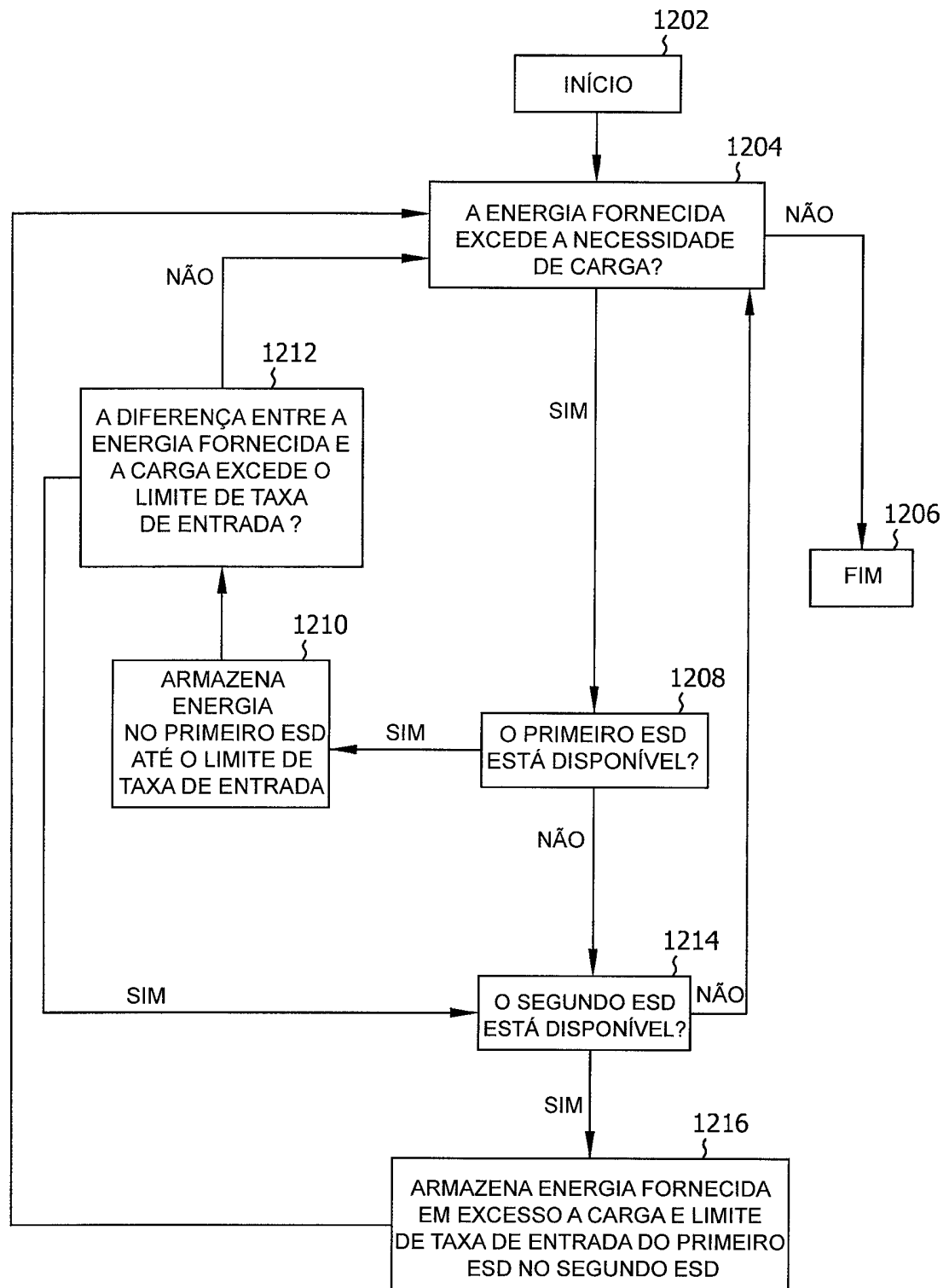


FIG. 13

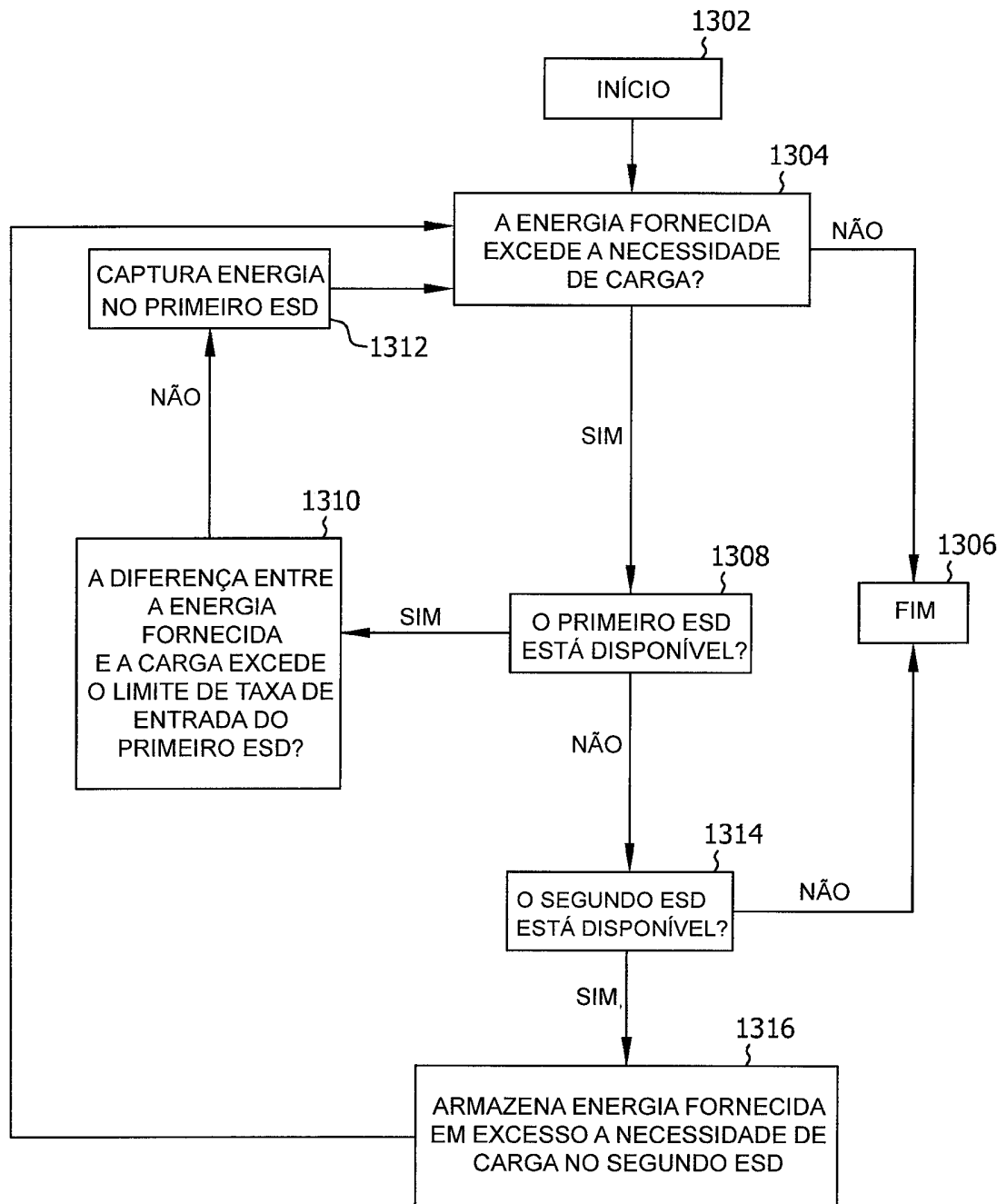


FIG. 14

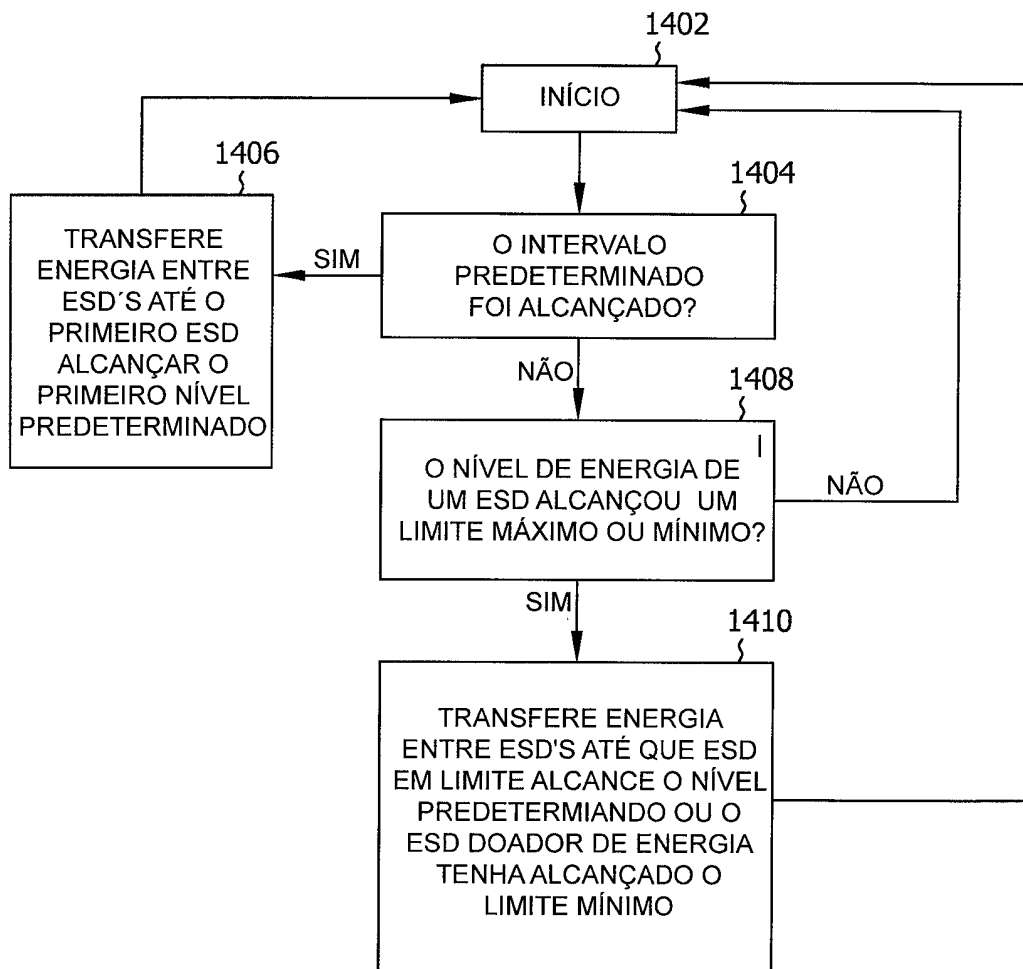
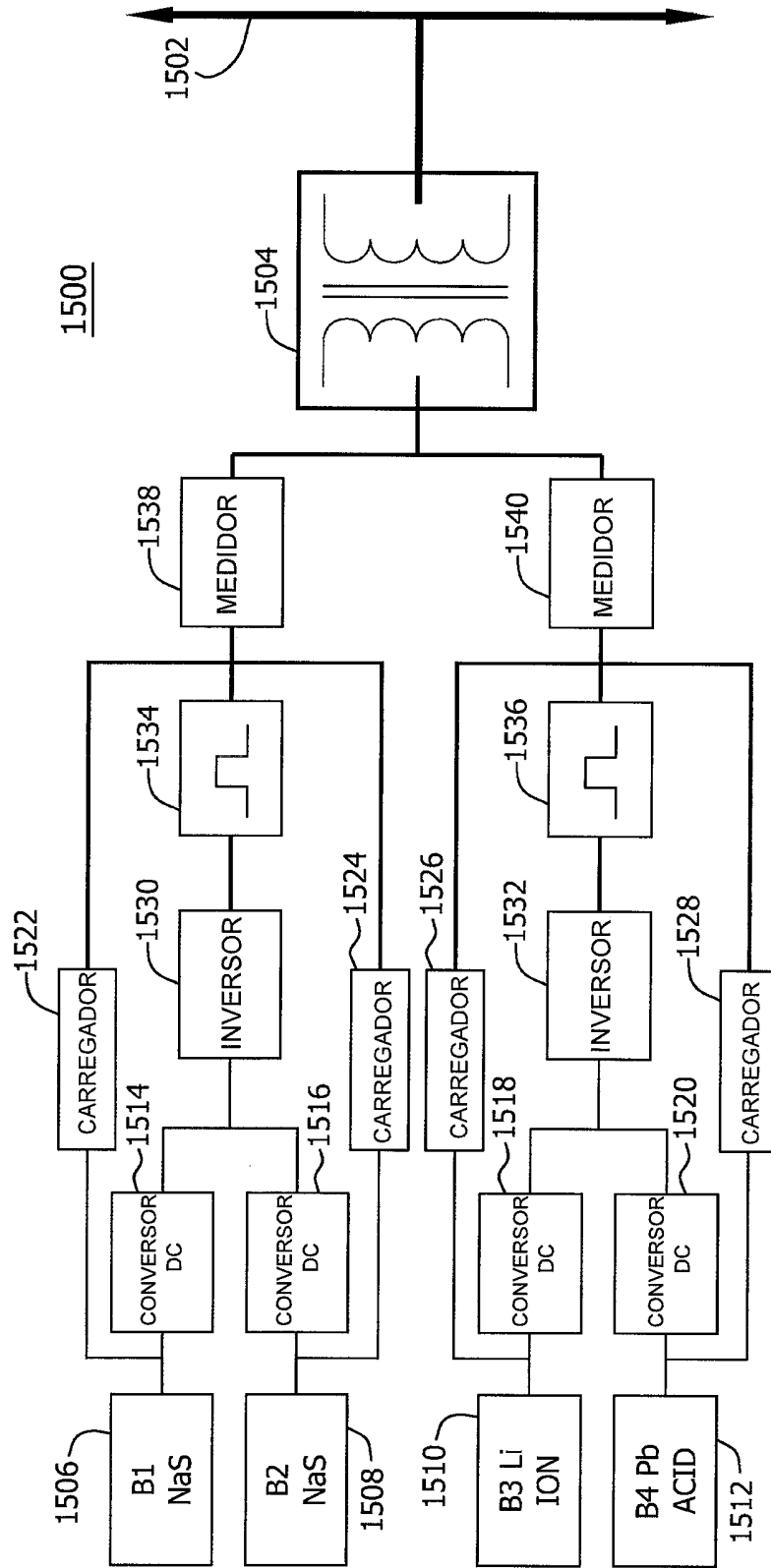


FIG. 15



RESUMO

Patente de Invenção: **"SISTEMA HÍBRIDO DE ARMAZENAMENTO DE ENERGIA, SISTEMA DE ENERGIA RENOVÁVEL INCLUINDO O SISTEMA DE ARMAZENAMENTO E MÉTODO DE USO DO MESMO"**.

- 5 A presente invenção refere-se genericamente à energia de estabilização proporcionada por uma fonte de energia, e mais particularmente a sistemas métodos para usar múltiplos tipos de dispositivos para armazenamento de energia para capturar e proporcionar energia seletivamente. Uma fonte de energia proporciona energia, e os dispositivos para armazenamento
- 10 de energia capturam seletivamente energia proporcionada pela fonte de energia que ultrapasse a necessidade imediata de energia de uma carga e proporcionam energia seletivamente quando a necessidade imediata de energia da carga ultrapassa a energia proporcionada pela fonte de energia.