



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0810747-5 B1

(22) Data do Depósito: 08/05/2008

(45) Data de Concessão: 10/10/2023

(54) Título: SISTEMA CONVERSOR DE ENERGIA E E MÉTODOS DE REGULAÇÃO DA LIBERAÇÃO DE ENERGIA POR SISTEMA DE LIBERAÇÃO DE ENERGIA

(51) Int.Cl.: H02J 9/06; H02J 3/14.

(30) Prioridade Unionista: 08/05/2007 US 60/916,764.

(73) Titular(es): SCHNEIDER ELECTRIC IT CORPORATION.

(72) Inventor(es): VISHWAS M. DEOKAR; LANCE P. HAINES.

(86) Pedido PCT: PCT US2008063132 de 08/05/2008

(87) Publicação PCT: WO 2008/138016 de 13/11/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 09/11/2009

(57) Resumo: Sistema Conversor de Energia e Métodos de Regulação da Liberação de energia por Sistema de Liberação de Energia. Um sistema conversor de energia inclui um Sistema Conversor de energia que inclui: um conversor de energia DC para AC; uma primeira saída configurada para ser acoplada a uma grade de energia; uma primeira entrada configurada para ser acoplada à grade de energia; segundas saídas, cada uma configurada para ser acoplada a uma carga AC correspondente; um comutador de grade de energia acoplado ao conversor e à primeira saída; comutadores de carga acoplados ao conversor, às segundas saídas e à primeira entrada; e uma controladora acoplada aos comutadores de carga e à primeira saída e configurada para determinar se a energia a partir da grade de energia satisfaz pelo menos um critério, sendo a controladora, além disso, configurada para controlar o comutador de grade de energia e os comutadores de carga para acoplar o conversor à primeira saída e acoplar a primeira entrada às segundas saídas, se pelo menos um critério for satisfeito e, de outra forma, para controlar o comutador de grade de energia e os comutadores de carga para isolar o conversor a partir da primeira saída e acoplar o (...).

**“SISTEMA CONVERSOR DE ENERGIA E
E MÉTODOS DE REGULAÇÃO DA LIBERAÇÃO DE ENERGIA
POR SISTEMA DE LIBERAÇÃO DE ENERGIA”
RELATÓRIO DESCRITIVO**

REFERÊNCIAS REMISSIVAS A PEDIDOS CORRELATOS

[0001] Este Pedido reivindica o benefício do Pedido Provisório US 60/916.764 depositado em 8 de maio de 2007, que é aqui incorporado na sua totalidade.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[0002] Atualmente, as empresas e as pessoas confiam eletrônicos mais do que nunca em ter um suprimento consistente de energia para equipamentos. Sem energia, as companhias podem ficar incapazes de fabricar os produtos ou de operar de qualquer maneira, tal como se a companhia estiver no negócio de suprimento de informações através da Internet. Sem energia, os negócios ou os indivíduos podem ficar completamente incapacitados em relação a atividades críticas, tais como fabricar produtos, fornecer serviços e transacionar finanças pessoais (por exemplo, depositar retorno de taxas e pagar contas). Com essa confiança tão pesada sobre a energia, os indivíduos e as empresas frequentemente apreciam ser capazes de ter interrupções de energia corrigidas rapidamente e/ou ter suprimento de energia de reserva de forma que os seus assuntos e/ou negócios não sejam significativamente afetados.

[0003] As fontes alternativas de energia, tais como a energia solar, são fontes desejáveis de energia tanto para uso doméstico como uso comercial. Para uso doméstico, os usuários podem necessitar de fontes alternativas de energia devido a seus lares não estarem conectados a

uma rede elétrica ou podem desejar fontes alternativas de energia para suplementar a energia a partir de uma rede elétrica. Para casas não conectadas a uma rede, podem ser usados painéis solares para receber energia solar, converter a energia solar em energia elétrica e armazenar a energia elétrica em baterias para uso futuro. Por exemplo, as baterias podem ser utilizadas para fornecer energia à noite ou em outros momentos quando a energia solar está indisponível. Estes sistemas não conectados a uma rede podem ser complexos, caros e fisicamente grandes. Para casas conectadas a uma rede, os sistemas de conversão de energia solar não usam baterias e funcionam em paralelo com a rede elétrica. Se a rede elétrica estiver dentro das especificações, então, a energia obtida através do sistema solar é utilizada localmente conforme desejado, com o excesso de energia fornecida pelos sistemas solares sendo enviado para a rede e a energia acima daquela fornecida pelo sistema solar sendo usada para energizar as cargas que estão sendo extraídas da rede.

[0004] Para sistemas de energia solar conectados em rede, existem aspectos de segurança com respeito à prestação de serviço de rede elétrica durante falhas de energia ou interrupção completa de energia. Quando a energia para uso está fora de especificação (por exemplo, uma falha ou interrupção completa de energia), a energia precisa ser impedida de entrar na rede durante o reparo da mesma, de modo que os trabalhadores que estejam reparando a rede não sejam eletrocutados, quando trabalham a jusante de uma fonte de energia.

SUMÁRIO

[0005] Um sistema de conversão de energia exemplificativo de acordo com a descrição inclui um sistema de conversão de energia incluindo: um conversor de energia DC para AC; uma primeira saída configurada para ser acoplada à rede elétrica; uma primeira entrada configurada para ser acoplada à rede elétrica; segundas saídas, cada

uma configurada para ser acoplada a uma carga AC correspondente; um comutador de rede elétrica acoplado ao conversor e à primeira saída; comutadores de carga acoplados ao conversor, às segundas saídas e à primeira entrada; e um controlador acoplado aos comutadores de carga e à primeira saída e configurado para determinar se a energia da rede elétrica satisfaz a pelo menos uma condição, sendo o controlador ainda configurado para controlar o comutador da rede elétrica e os comutadores de carga para acoplar o conversor à primeira saída e para acoplar a primeira entrada às segundas saídas, se pelo menos uma condição for satisfeita e de outra forma para controlar o comutador da rede elétrica e os comutadores de carga para isolar o conversor da primeira saída e para acoplar o conversor pelo menos uma das segundas saídas.

[0006] As modalidades desses sistemas de conversão de energia podem incluir um ou mais dos seguintes aspectos. O controlador é configurado para fornecer um sinal de indicação de modo para o conversor dependendo se pelo menos uma condição é satisfeita. O conversor é configurado para operar em um modo CSI ou modo VSI de acordo com o sinal de indicação de modo recebido do controlador. No modo CSI, o conversor é configurado para fornecer energia na voltagem da primeira saída com uma corrente correspondente de acordo com a quantidade de energia disponível do conversor e, quando no modo VSI, o conversor é configurado para fornecer energia a uma voltagem pré-determinada com uma corrente determinada pelas cargas AC acopladas às segundas saídas. A voltagem pré-determinada é aproximadamente a mesma da voltagem fornecida pela rede elétrica quando a rede elétrica está operando. Pelo menos uma condição inclui pelo menos uma de uma faixa aceitável de voltagem e uma faixa aceitável de frequência. O controlador é ainda configurado para determinar que o sistema não seja isolado não intencionalmente. O controlador é acoplado às segundas saídas e é configurado para controlar os comutadores de carga AC para modificar uma distribuição de energia fornecida pelo conversor a partes

da segunda saída, se a energia fornecida às segundas saídas estiver acima de uma quantidade de energia disponível para o conversor. O controlador é configurado para fazer o comutador de carga AC associado com a carga AC de mais baixa prioridade, atualmente conectada, não defasada para isolar o conversor da correspondente segunda saída se a energia fornecida para as segundas saídas está acima da quantidade de energia disponível para o conversor. Os comutadores de carga são configurados para serem posicionados em um primeiro estado conectando as segundas saídas ao conversor, em um segundo estado conectando as segundas saídas à primeira entrada e em um terceiro estado conectando as segundas saídas nem ao conversor nem a primeira entrada. Os sistemas podem incluir uma segunda entrada configurada para ser acoplada a uma fonte de energia AC separada da rede elétrica, onde comutadores de carga são ainda acoplados à segunda entrada. Os comutadores de carga são configurados para serem posicionados em um primeiro estado conectando as segundas saídas ao conversor, em um segundo estado conectando as segundas saídas à primeira entrada, em um terceiro estado conectando as segundas saídas à segunda entrada e em um quarto estado conectando as segundas saídas nem ao conversor, nem a primeira entrada, nem a segunda entrada.

[0007] Um sistema conversor de energia exemplificativo adicional de acordo com o revelado inclui um sistema conversor de energia incluindo: uma primeira entrada configurada para receber uma voltagem DC de uma primeira fonte de energia DC; uma segunda entrada configurada para acoplar a uma rede elétrica; uma primeira saída configurada para acoplar à rede elétrica; segundas saídas, cada uma configurada para acoplar a uma carga AC correspondente; um módulo roteador de energia acoplado à primeira saída e às segundas saídas; e um conversor DC para AC acoplado a primeira entrada e o módulo roteador de energia, o conversor sendo configurado para seletivamente operar em um primeiro ou um segundo modo, no

primeiro modo o conversor atua como fonte de corrente para converter a voltagem DC recebida da primeira entrada e para fornecer uma corrente AC ao módulo roteador de energia e, no segundo modo, o conversor atua como fonte de voltagem para converter a voltagem DC recebida da primeira entrada e fornecer uma voltagem AC de um nível pré-determinado.

[0008] As modalidades desses sistemas conversores de energia podem incluir um ou mais dos seguintes aspectos. O conversor é configurado para efetuar o primeiro e segundo modos em resposta a uma primeira indicação de que a rede de energia está conectada a primeira saída e em um estado aceitável e um estado inaceitável, respectivamente. Os sistemas podem incluir um controlador acoplado à primeira saída e ao conversor e configurado para determinar pelo menos um dentre se uma voltagem a partir de uma rede elétrica é aceitável, se uma frequência de energia da rede elétrica é aceitável e se o sistema estiver isolado não intencionalmente e fornecer a primeira indicação ao conversor. O controlador é acoplado ao módulo roteador de energia e configurado para fornecer uma segunda indicação de uma aceitação de energia recebida pelo sistema a partir da rede elétrica e o módulo roteador de energia é configurado para rotear energia a partir do conversor para a primeira saída se a energia da rede recebida for aceitável e para seletivamente rotear energia do conversor para as segundas saídas, se a energia da rede recebida for inaceitável. O módulo roteador de energia é acoplado e configurado para seletivamente rotear energia da segunda entrada para as segundas saídas, se a energia da rede recebida for aceitável. Os sistemas podem incluir um módulo de desconexão DC acoplado a primeira entrada e configurado para ser manualmente operado para seletivamente conectar/desconectar uma fonte de voltagem DC ao/do conversor. Os sistemas podem incluir uma terceira entrada configurada para acoplar a uma fonte de energia AC separada da rede elétrica. Os sistemas podem incluir: uma segunda fonte de energia DC incluindo um dispositivo de

armazenagem de energia; e um conversor bidirecional DC para DC acoplado ao dispositivo de armazenagem de energia e ao conversor DC para AC.

[0009] Um sistema conversor de energia exemplificativo adicional de acordo com o revelado inclui um sistema conversor de energia incluindo: um conversor de energia DC para AC configurado para receber energia DC de pelo menos uma fonte de energia DC; um comutador de rede acoplado ao conversor e configurado para se acoplar a uma rede elétrica; acoplamentos seletivos acoplados ao conversor, incluindo os acoplamentos seletivos linhas de carga configuradas para serem acopladas a cargas AC, sendo os acoplamentos seletivos configurados para seletivamente acoplar o conversor às linhas de carga; e um controlador acoplado aos acoplamentos seletivos e configurado para ser acoplado à rede elétrica, sendo o controlador configurado para determinar se a energia da rede elétrica satisfaz pelo menos uma condição e para controlar o comutador da rede para isolar o conversor da rede elétrica e para controlar os acoplamentos seletivos para acoplar o conversor a pelo menos uma das linhas de carga, se pelo menos uma condição for insatisfeita, sendo o controlador ainda configurado para controlar os acoplamentos seletivos para mudar uma distribuição de energia fornecida pelo conversor para as linhas de carga se a energia fornecida para as linhas de carga estiver acima de uma quantidade de energia disponível para o conversor.

[00010] As modalidades desses sistemas conversores de energia podem incluir um ou mais dos seguintes aspectos. O controlador é configurado para fazer os acoplamentos seletivos mudarem uma distribuição de energia fornecida pelo conversor para as linhas de carga dependente de pelo menos uma condição além da energia retirada das linhas de carga. O controlador é configurado para fazer o acoplamento seletivo associado a uma carga AC atualmente conectada, de menor prioridade, não defasada, para isolar o conversor da respectiva linha de carga, se a energia fornecida para as linhas de carga estiver acima de

uma quantidade de energia disponível para o conversor. Os sistemas podem incluir um módulo de armazenamento de energia acoplado ao conversor e ao controlador, onde o controlador é configurado para desconectar uma carga atualmente conectada defasada do conversor antes de tentar usar energia do módulo de armazenagem de energia para energizar cargas atualmente conectadas, se a energia disponível a partir do conversor a partir de pelo menos um painel solar for insuficiente para energizar as cargas atualmente conectadas. Cada um dos acoplamentos seletivos é configurado para ser posicionado em um primeiro estado conectando uma linha respectiva das linhas de carga para o conversor, em um segundo estado conectando uma linha respectiva das linhas de carga à rede elétrica, e em um terceiro estado conectando uma linha respectiva das linhas de carga nem ao conversor nem a rede elétrica. Os acoplamentos seletivos são ainda configurados para se acoplarem a uma fonte de energia AC separada da rede elétrica. Cada um dos acoplamentos seletivos é configurado para ser posicionado em um primeiro estado conectando uma linha respectiva das linhas de carga ao conversor, em um segundo estado conectando uma linha respectiva das linhas de carga à rede elétrica, em um terceiro estado conectando uma linha respectiva das linhas de carga à fonte de energia AC e em um quarto estado não conectando uma linha respectiva das linhas de carga nem ao conversor, nem à rede elétrica, nem à fonte de energia AC. O conversor de energia DC para AC é configurado para receber energia DC a partir de uma primeira fonte de energia DC através de uma conexão unidirecional e o sistema pode incluir: uma segunda fonte de energia DC incluindo um dispositivo de armazenamento de energia; e um conversor DC para DC bidirecional acoplado ao dispositivo de armazenagem de energia e ao conversor de energia DC para AC. O controlador é configurado para conectar e desconectar cargas para e a partir do conversor com base nas fontes permitidas de energia para cargas respectivas.

[00011] Um sistema conversor de energia exemplificativo adicional

de acordo com o revelado inclui um sistema conversor de energia incluindo: um conversor de energia DC para AC; saídas cada uma configurada para ser acoplada a uma carga AC; comutadores de carga acoplados ao conversor e às saídas; e um controlador acoplado aos comutadores de carga e às saídas e configurado para controlar os comutadores de carga para seletivamente acoplar o conversor às saídas para seletivamente fornecer energia AC a partir do conversor de energia DC para AC para as saídas dependentes pelo menos de uma característica associada com as saídas outras que energia retirada das saídas.

[00012] As modalidades desses sistemas conversores de energia podem incluir um ou mais dos seguintes aspectos. Os sistemas podem incluir uma primeira fonte DC que é unidirecionalmente acoplada ao conversor de energia DC para AC para suprir energia DC ao conversor de energia DC para AC e o sistema pode incluir: uma segunda fonte DC incluindo um dispositivo de armazenamento de energia; e um conversor DC para DC bidirecional acoplado ao dispositivo de armazenagem de energia e ao conversor de energia DC para AC. Os sistemas podem incluir um conversor DC para DC bidirecional acoplado ao conversor DC para AC e configurado para se acoplar a um dispositivo de armazenamento de energia. A primeira fonte DC inclui pelo menos um gerador de saída DC e pelo menos um painel solar. Pelo menos uma característica é pelo menos uma dentre se uma saída particular é permitida para receber energia de uma fonte particular e se uma saída particular é associada a uma carga AC defasada. Os sistemas podem incluir um gerador AC, acoplado aos comutadores de carga.

[00013] Um método exemplificativo de regular a entrega de energia por um sistema de distribuição de energia inclui: determinar se uma rede elétrica com aceitável primeira energia AC disponível está conectada ao sistema de distribuição de energia; receber primeira energia DC em um conversor DC para AC a partir de uma primeira fonte de energia DC outra que um dispositivo de armazenamento de

energia e converter a primeira energia DC recebida a partir da primeira fonte de energia DC para segunda energia AC; fornecer a segunda energia AC à rede elétrica se for determinado que a rede elétrica com energia aceitável disponível está conectada ao sistema de distribuição de energia; e fornecer a segunda energia AC para uma primeira carga AC, de múltiplas cargas AC, conectadas ao sistema de distribuição de energia, se for determinado que nenhuma rede elétrica com energia aceitável disponível está conectada ao sistema de distribuição de energia; em que a segunda energia AC é fornecida a primeira carga AC dependente de pelo menos uma característica da primeira carga AC em adição à energia retirada da carga AC.

[00014] As modalidades desse método podem incluir um ou mais dos seguintes aspectos. Pelo menos uma característica inclui a possibilidade de atraso da carga respectiva. Pelo menos uma característica inclui permissão da carga respectiva para receber energia derivada da primeira fonte DC. Fornecer a segunda energia AC à primeira carga AC inclui fornecer a segunda energia AC em uma quantidade até uma quantidade de limiar. Os métodos podem incluir fornecer terceira energia AC a uma segunda carga AC das cargas AC dependendo se a segunda carga AC é permitida receber energia derivada de uma fonte da terceira energia AC. Os métodos podem incluir receber segunda energia DC no conversor DC para AC a partir de uma segunda fonte de energia DC, incluindo um dispositivo de armazenamento de energia, e converter a segunda energia DC recebida da segunda fonte de energia DC para a terceira energia AC. Os métodos podem incluir receber a terceira energia AC de um gerador AC. Os métodos podem incluir: receber segunda energia DC no conversor DC para AC a partir de uma segunda fonte de energia DC, incluindo um dispositivo de armazenamento de energia, e converter segunda energia DC recebida da segunda energia fonte DC para a quarta energia AC; receber quinta energia AC de um gerador AC; e combinar a quarta e a quinta energia AC para formar a terceira energia AC. A primeira e a

segunda cargas AC estão fisicamente separadas de forma que a segunda e terceira energias AC são fornecidas a cargas fisicamente separadas.

[00015] Um método exemplificativo de regular a entrega de energia por um sistema de distribuição de energia inclui: fornecer características de cargas AC; fornecer indicações de fontes alternativas de energia, as quais das fontes alternativas de energia são permitidas para energizar as quais das cargas AC, e prioridade de uso das fontes de energia alternativas, onde as fontes de energia alternativas são conectadas ao sistema de distribuição de energia, em que as fontes de energia alternativas diferentes de uma rede elétrica; e energizando pelo menos uma das cargas AC utilizando pelo menos uma das fontes de energia alternativas, sem utilizar uma rede elétrica, com base nas características das cargas AC, a prioridade do uso das fontes de energia alternativas e quais das fontes de energia alternativas são permitidas para energizar as quais das cargas AC.

[00016] As modalidades desse método podem incluir um ou mais dos seguintes aspectos. As características incluem possibilidade de atraso. As fontes de energia alternativas incluem uma fonte de energia DC renovável e os métodos podem incluir: determinar se uma rede elétrica com energia AC aceitável disponível está conectada ao sistema de distribuição de energia; e fornecer energia à rede elétrica a partir da fonte de energia DC renovável se for determinado que a rede elétrica com energia aceitável disponível está conectada ao sistema de distribuição de energia. Energizar as cargas AC inclui energizar as cargas AC sem exceder o limiar de energia. Energizar as cargas AC inclui descontinuar para energizar uma carga particular das cargas AC se uma retirada de energia pelas cargas energizadas exceder uma energia disponível atualmente fornecida pelas fontes de energia alternativas para as cargas AC. A descontinuação inclui a seleção da carga particular das cargas AC baseada pelo menos em uma das características da carga. A descontinuação inclui a seleção da carga

particular das cargas AC baseada na prioridade de uso das fontes de energia alternativas.

[00017] Várias modalidades discutidas aqui neste documento podem fornecer uma ou mais das seguintes capacidades. A energia solar pode ser usada em um conversor fotovoltaico preso a rede (PV) para fornecer a um usuário (por exemplo, uma casa) durante o tempo em que a energia da rede estiver fora de especificação. Um sistema de energia solar pode atuar tanto como sistema ligado à rede como sistema fora da rede, isto é atuando tanto em um modo fora da rede ou em um modo na rede. A energia a partir de uma fonte de energia limitada pode ser efetivamente alocada em uma ou mais cargas. A eletrocussão de pessoas trabalhando a jusante de uma rede elétrica de uma casa ou outra entidade usando um sistema de energia solar pode ser inibida. Um sistema ligado à rede e fotovoltaico pode ser feito mais robusto do que sistemas anteriores. A eficiência de energia pode ser aumentada em um sistema fotovoltaico ligado à rede.

[00018] Esta e outras capacidades serão mais completamente compreendidas após uma revisão das Figuras seguintes, do Relatório Descritivo detalhado e das Reinvindicações.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[00019] A **Fig. 1** é um diagrama de uma disposição com uma casa conectada para receber energia a partir tanto de uma rede elétrica como de painéis solares.

[00020] A **Fig. 2** é um diagrama de bloco do sistema conversor fotovoltaico ligado à rede de fase dividida.

[00021] A **Fig. 3** é um diagrama de bloco do sistema mostrado na Figura 2.

[00022] A **Fig. 4** é um diagrama de fluxo em bloco de energia fornecida na disposição mostrada na Figura 1 usando o sistema mostrado nas Figuras 2-3.

[00023] A **Fig. 5** é um diagrama de bloco de um sistema conversor fotovoltaico ligado à rede de fase única.

[00024] A **Fig. 6** é um diagrama de bloco de um sistema conversor fotovoltaico ligado à rede de fase dividida com um dispositivo de armazenagem de energia de reserva.

[00025] A **Fig. 7** é um diagrama de fluxo de bloco de partes do diagrama de fluxo mostrado na Figura 4.

[00026] A **Fig. 8** é um diagrama de bloco de outro sistema conversor fotovoltaico ligado à rede.

[00027] A **Fig. 9A** é um diagrama de bloco de um comutador de carga alternativa.

[00028] A **Fig. 9B** é um diagrama de bloco de um comutador de energia, de um gerador AC e de um conversor DC para AC para uso em um sistema de distribuição de energia.

[00029] A **Fig. 10** é um diagrama de fluxo de bloco de partes do diagrama de fluxo mostrado na Figura 4.

[00030] A **Fig. 11** é um diagrama de fluxo de bloco de partes do diagrama de fluxo mostrado na Figura 4.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS

[00031] A revelação aqui fornecida neste documento descreve, entre outras coisas, técnicas, incorporadas em métodos e/ou equipamentos, para fornecer energia solar a uma construção ligada à rede. Por exemplo, podem ser conectados painéis solares a um DC para AC (isto é, um inversor) via uma desconexão DC. O conversor é seletivamente acoplado, via comutadores, a cargas AC da construção e seletivamente acoplado à rede elétrica. Quando a rede elétrica estiver dentro das especificações, o conversor fornece energia dos painéis solares para a rede e enquanto a rede estiver fora de especificação, o conversor é acoplado através dos comutadores respectivos para fornecer energia a partir dos painéis solares para as cargas. Um controlador monitora o

status da voltagem da rede e controla os comutadores acoplando o conversor à rede e as cargas, de modo que o conversor é isolado da rede e conectado às cargas, quando a rede estiver fora de especificação, e o conversor fica conectado à rede, quando a rede estiver dentro das especificações. Além disso, o controlador pode regular os comutadores acoplando o conversor às cargas para efetivamente usar a energia dos painéis solares, se estiver disponível energia insuficiente para energizar apropriadamente todas as cargas. Outras modalidades estão dentro do escopo do Relatório Descritivo e das Reivindicações.

[00032] Referindo-se à Figura 1, uma disposição de lar energizado 10 inclui uma casa 12 e uma rede elétrica 14. A rede elétrica 14 está conectada às cargas dentro da casa 12 para energizar as cargas (não mostradas). Na casa existe um conjunto de painéis solares 16, configurado para converter energia solar em energia elétrica para energizar as cargas da casa 12. Os painéis solares 16 podem também converter energia solar em energia elétrica para suprir à rede elétrica 14 para reduzir as contas de energia que precisam ser pagas pelo proprietário da casa 12 pela energia da rede 14. Por exemplo, a energia suprida pelo painel solar 16 via circuito apropriado na casa 12 à rede elétrica 14 pode fazer que o medidor de energia ligado a casa 12 para monitorar a energia recebida da rede elétrica 14 retroceda de volta, indicando que está sendo suprida energia a partir da casa 12 para a rede elétrica 14.

[00033] Referindo-se à Figura 2, um sistema de distribuição de energia 20 inclui um circuito de desconexão DC 22, um módulo de distribuição de energia e conversão 24, e painel elétrico principal 26. O sistema 20 pode estar total ou parcialmente dentro da casa 12. Como mostrado, a desconexão DC 22 está acoplada via a linha 28 aos painéis solares 16. A desconexão DC 22 está ainda acoplada ao módulo de distribuição de energia e conversão 24, que está conectado via uma linha 30 ao painel elétrico 26. A linha 30 pode de fato conter múltiplas linhas elétricas e pode estar contida num conduto mecânico único. O

painel elétrico principal 26 está conectado à via uma ou mais linhas 32 a cargas apropriadas AC dentro da casa 12 e via linhas apropriadas 33 à rede elétrica.

[00034] Referindo-se também à Figura 3, o circuito de desconexão DC 22 contém um comutador 34. O comutador 34 é um comutador multipolo configurado para seletivamente conectar os painéis solares 16 ao módulo 24. O comutador 34 é mecanicamente operado usando uma manivela 35 para conectar o painel 16 ao módulo 24 ou para isolar o painel 16 a partir do módulo 24, por exemplo, para conserto do módulo 24. Em seu modo de operação típico, todavia, o comutador 34 está fechado, desta forma conectando o painel 16 ao módulo 24, e deste modo é suposto para discussão adicional abaixo.

[00035] O módulo 24 inclui um conversor DC para AC 36, um comutador de rede 40, comutadores de carga 42-45, um controlador combinado e um sensor de voltagem da rede 46, e fusíveis 48, e o painel elétrico 26 inclui linhas 50, 52, 54, conectadas à rede elétrica 14, linhas 62-65 conectadas às cargas AC, e disjuntores 72-77. O controlador e o sensor 46 são referidos abaixo como o controlador 46 ou o sensor 46. Também, embora sejam mostrados apenas quatro comutadores 42-45 e fusíveis correspondentes 48 e linhas de carga 62-65, podem ser usadas outras quantidades. Cada um dos comutadores 42-45 pode ser colocado em qualquer dos três estados, conectando a sua linha de carga 62-65 correspondente à linha de energia correspondente 50, 52, conectando a sua linha de carga 62-65 ao conversor 36 ou conectando a sua linha de carga 62-65 a um terminal/posição de desconexão 92-95 (por exemplo, um circuito aberto, não conectado ao conversor 36 ou qualquer das linhas de energia 50, 52). O controlador/sensor 46 pode incluir um ou mais processadores (e podem dividir um processador) que pode ler e executar instruções do código do programa, armazenado na memória, para realizar funções descritas aqui neste documento. O conversor 36 está conectado ao comutador de desconexão DC 34 e configurado para converter energia DC recebida dos painéis solares 16

para energia AC de acordo com um sinal recebido do sensor da rede elétrica 46. O conversor 36 é configurado para operar tanto como um inversor de fonte de corrente (CSI) em um modo CSI ou um inversor de fonte de tensão (VSI) em um modo VSI conforme o sensor de rede 46 forneça um sinal CSI ou VSI, respectivamente. O sensor 46 fará o conversor 36 operar no modo CSI, se uma rede elétrica com energia aceitável estiver conectada, e fará o conversor 36 operar no modo VSI, se nenhuma rede com energia aceitável estiver conectada. O modo VSI pode ser usado durante períodos longos ou curtos de falta de energia elétrica na rede elétrica e mesmo nos casos em que nenhuma rede elétrica está conectada. O conversor 36 tem sua linha de neutro conectada à linha 54 no painel elétrico 26 que está conectado à linha de neutro da rede elétrica 14. Uma primeira linha 82 (por exemplo, fase elétrica de 0°) do conversor 36 está conectada a um contato do comutador 40 e aos comutadores 42, 44, a uma segunda linha 84 (por exemplo, fase elétrica 180°) está conectada a outro contato do comutador 40 e aos comutadores 43, 45. Os comutadores 42-45 são configurados para seletivamente acoplar tanto as linhas de energia 50, 52 da rede elétrica 14 (via o disjuntor 72-75) ou as linhas de energia 82, 84 do conversor 36 (via os fusíveis 48) para as linhas de carga AC 62-65 conectadas às cargas AC dentro da casa 12. O comutador 40 é configurado para seletivamente acoplar ou desacoplar as linhas de energia 82,84 do conversor 36 às linhas de energia 50, 52 conectadas à rede elétrica 14 (via os disjuntores 76, 77). No modo CSI, o conversor 36 fornece tanta corrente quanto disponível da energia recebida dos painéis solares 16 e fornece a corrente, com a tensão ditada pela tensão da rede elétrica às linhas de energia 50, 52, e opcionalmente 54. No modo VSI, o conversor 36 é configurado para fornecer uma tensão pré-determinada tal como 120 volts da linha ao neutro, isto é, da linha 82 ou 84 para o neutro 54, e 240 volts de linha a linha, isto é, da linha 82 para a linha 84, para imitar a rede elétrica 14 ou de outro modo aparecer como substituto para a rede elétrica 14. Para

apropriadamente imitar a rede elétrica 14 no modo VSI, a voltagem na linha neutra 54 é regulada para estar aproximadamente em um ponto médio entre as voltagens de saída 82 e 84 do conversor DC-AC 36. A voltagem de entrada para o conversor 36 pode vir diretamente dos painéis solares 16 ou dos painéis 16 via um conversor DC-DC, o qual poderia ser parte do próprio conversor 36. A regulação pode ser feita por meios passivos (por exemplo, um grande banco de capacitador dividido) ou por meio ativo. O circuito regulando a voltagem da linha de neutro pode ser parte do conversor 36 ou uma unidade separada no módulo 24.

[00036] O controlador/sensor de rede elétrica 46 é configurado para determinar se a rede elétrica 14 está dentro das especificações de energia, para controlar o comutador 40 e para fornecer o sinal CSI/VSI ao conversor 36 de acordo. O controlador/sensor 46 está conectado, via os disjuntores 76, 77, às linhas de energia 50, 52 conectadas à rede elétrica 14. Este sensor 46 é configurado para perceber a energia fornecida pela rede elétrica 14. O controlador/sensor 46 é ainda configurado para determinar se a energia fornecida pela rede elétrica 14 está dentro das especificações desejadas (por exemplo, dentro de faixas aceitáveis de voltagem e frequência tais como aquelas fornecidas em IEEE 1547 ou UL 1741) ou está fora de especificação, por exemplo, durante uma falha de energia ou ausência completa de energia. O controlador/sensor 46 é ainda configurado para determinar se o módulo 24 está isolado não intencionalmente, criando, assim, possíveis falhas de segurança (por exemplo, ver a Patente US. 7.015.597 para técnicas de determinação, isolamento não intencional). O controlador/sensor 46 é ainda configurado e acoplado ao comutador 40 para controlar se o comutador 40 está aberto ou fechado. O controlador/sensor 46 é configurado de modo que se a energia da rede elétrica está dentro das especificações, o sensor 46 controlará o comutador 40 para ser fechado desta forma conectando o conversor 36 às linhas de energia 50, 52 e enviará o sinal CSI/VSI ao conversor 36

indicando para o conversor 36 para operar no modo CSI. O controlador/sensor 46 é configurado de modo que se a energia da rede elétrica 14 está fora de especificação, então, o comutador 40 será aberto e o sensor 46 enviará o sinal CSI/VSI ao conversor 36 indicando para o conversor 36 para operar no modo VSI. O controlador/sensor 46 é ainda acoplado e configurado para controlar os comutadores 42-45 de modo que, se a rede elétrica 14 estiver dentro da especificação, então, os comutadores 42-45 conectam as linhas 50, 52 às linhas de carga AC 62-65 e, se a rede elétrica 14 estiver fora de especificação, então, os comutadores 42-45 conectam o conversor 36 às linhas de carga AC 62-65.

[00037] O controlador 46 é configurado para regular os comutadores 42-45 para acomodar diferentes prioridades de carga. O controlador 46 é configurado para controlar o estado dos comutadores 42-45 dependendo do modo do conversor 36 (isto é, o estado da rede elétrica, dentro ou fora da especificação, como indicado pelo sensor de rede elétrica 46). O controlador 46 é ainda acoplado às linhas de carga AC 62-65 e é ainda configurado para controlar o estado dos comutadores 42-45 dependendo da energia disponível do conversor 36 dos painéis solares 16, das quantidades de energia desejadas pelas cargas AC conectadas às linhas de carga AC 62-65, e das prioridades associadas com as cargas AC. O controlador 46 tem armazenado dentro dele prioridades associadas com cargas conectadas às linhas 62-65. O controlador 46 é programável, por exemplo, por um usuário, para armazenar as prioridades com base em várias condições, por exemplo, a existência ou ausência de controlador de ciclos fechados nas cargas associado com as linhas 62-65. O controlador 46 pode ser programado para receber indicações de cargas em resposta às quais o controlador 46 pode atribuir uma prioridade. O controlador 46 pode atribuir uma prioridade mais alta a uma carga que não tenha um controlador de ciclo fechado (por exemplo, um abridor de porta de garagem) e atribuir uma prioridade mais baixa a uma carga que tenha um controlador de ciclo

fechado (por exemplo, um refrigerador, ou uma fornalha). O controlador 46 pode monitorar a energia sendo fornecida às cargas via as linhas 62-65 e comparar a energia sendo fornecida com as prioridades associadas com as linhas 62-65 e energias pretendidas associadas com aquelas linhas 62-65, as quais estão também armazenadas no controlador 46. O controlador 46 pode determinar se mais energia é desejada para ser fornecida a uma carga de mais alta prioridade do que está atualmente sendo fornecida enquanto a energia está disponível em uma linha conectada a uma carga de mais baixa prioridade. Cargas de mais alta prioridade são tipicamente cargas que não estão defasadas ou não tem seus próprios controladores (por exemplo, luzes, abridores de porta de garagem) enquanto cargas de mais baixa prioridade são tipicamente defasadas e/ou tem seus próprios controladores (por exemplo, aquecedores, refrigeradores) e podem assim compensar pela perda temporária de energia. O controlador 46 pode controlar os comutadores apropriados 42-45 para abrir as conexões entre o conversor 36 e os comutador(es) de mais baixa prioridade 42-45 para manter a disponibilidade de energia para a carga(as) de mais alta prioridade. O controlador 46 fará os comutador(es) mais baixos 42-45 se conectarem a(s) linha(s) de carga(s) 62-65 aos terminal(ais) de desconexão 92-95. Isto proporcionará um circuito aberto entre o conversor 36 e a(s) linha(s) de carga(s) 62-65 cujo (s) comutador(es) correspondente(s) 42-45 está (estão) na posição de desconexão e provê um circuito aberto entre as linha da rede elétrica 50, 52 e a(s) linha(s) de carga(s) 62-65 de modo que nem o conversor 36 nem as linhas da rede elétrica 50, 52 fiquem conectadas à(s) linha(s) de carga(s) correspondente (s) 62-65. Um exemplo dessa configuração está descrito no Pedido de Patente US pendente de número de série 10/952.565. Preferivelmente, o controlador 46 fará apenas um ou mais dos comutadores 42-45 serem aberto se as cargas estiverem tentando retirar mais energia para as linhas 62-65 do que está atualmente disponível do conversor 36 e dos painéis solares 16. O controlador 46, então, fornece gerenciamento de

carga inteligente para energizar as cargas AC.

[00038] Em operação, referindo-se à Figura 4, com ainda referência adicional às Figuras 1-3, um processo 110 para seletivamente fornecer energia dos painéis solares 16 à rede elétrica 14 ou às cargas residenciais usando o sistema 20 inclui os estágios mostrados. O processo 110, contudo, é apenas exemplificativo e não limitativo. O processo 110 pode ser alterado, por exemplo, para ter estágios adicionados, removidos ou rearranjados.

[00039] No estágio 112, os painéis solares 16 convertem energia solar em energia elétrica. A energia elétrica é conduzida através da desconexão DC 20 para o módulo 24, e especificamente para o conversor DC para AC 36.

[00040] No estágio 114, é se a determinado se a rede elétrica 14 está fornecendo energia dentro da especificação e se o módulo 24 está isolado não intencionalmente. O sensor de rede elétrica 46 monitora a energia nas linhas 50, 52 da rede elétrica 14 via disjuntores 76, 77. O sensor 46 determina se a energia está dentro de faixas aceitáveis de voltagens e frequências para a rede elétrica 14. É também determinado se um dispositivo parecendo ser a rede elétrica 14 está conectado ao módulo 24. É, então, determinado se uma rede elétrica de energia aceitável está conectada ao módulo 24. Se o sensor 46 determinar que não está sendo recebida energia dentro da especificação, então, o processo 110 segue para o estágio 122 e, se o sensor 46 determinar que está sendo recebida energia dentro da especificação, então, o processo 110 segue para o estágio 116.

[00041] No estágio 116, a rede elétrica 14 é conectada às linhas de carga AC 62-65. O controlador/sensor 46 controla os comutadores 42-45 para conectar as linhas da rede elétrica 52-54 às linhas de carga AC 62-65.

[00042] No estágio 118, o conversor 36 é conectado à rede elétrica 14. O controlador/sensor 46 controla o comutador 40 de modo que o comutador 40 fecha para acoplar o conversor 36 às linhas da rede

elétrica 50, 52. O conversor 36 pode, então, fornecer energia via as linhas 82, 84 e o comutador 40 para as linhas da rede elétrica 50, 52.

[00043] No estágio 120, o controlador/sensor 46 envia o sinal CSI/VSI ao conversor 36 indicando que a voltagem da rede elétrica está dentro das faixas aceitáveis de voltagens e frequências. O sinal CSI/VSI indica ao conversor 36 para operar no modo CSI. Este sinal pode, então, ser chamado de um sinal CSI. O conversor 36 responde ao sinal CSI para operar no modo CSI para converter energia dos painéis solares 16 para energia AC e fornecer a energia AC à rede elétrica 14.

[00044] No estágio 122, com o sensor de rede 46 determinando que a rede elétrica 14 não está dentro da especificação, o conversor 36 está desacoplado da rede elétrica 14. O controlador/sensor 46 controla o comutador 40 para abrir o comutador 40 para isolar o conversor 36 das linhas da rede elétrica 50, 52.

[00045] No estágio 124, o controlador 46 indica ao conversor 36 para operar no modo VSI. O controlador 46 envia o sinal VSI ao conversor 36 para operar no modo VSI. Este sinal pode ser então chamado de um sinal VSI.

[00046] No estágio 126, o conversor 36 responde ao sinal VSI para operar no modo VSI e é conectado às cargas AC. O controlador 46 envia sinais de controle para fazer os comutadores 42-45 conectarem as linhas de saída 82, 84 do conversor 36 às linhas de carga AC 62-65, respectivamente. A energia do conversor 36 na voltagem pré-determinada (por exemplo, 120V) é fornecida do conversor 36 para as cargas AC via as linhas de carga AC 62-65. Se a retirada de corrente excede um limite aceitável ou limiar de corrente (por exemplo, devido a uma falha em uma carga) em qualquer dos comutadores 42-45, então, o fusível 48 correspondente é desta maneira estourado desconectando o conversor 36 da linha de carga AC 62-65 correspondente.

[00047] No estágio 128, o controlador 46 determina se energia suficiente está disponível para energizar as cargas AC. O controlador 46 monitora a energia disponível, a qual depende dos painéis solares 16 e

do conversor 36, para as linhas de carga AC 62-65 e compara esta disponibilidade de energia com valores armazenados no controlador 46 com a energia aceitável, desejada para cada uma das cargas. Se o controlador 46 determina que energia suficiente está disponível para as cargas, então, o processo 110 retorna ao estágio 114. Se o controlador 46 determinar que menos energia está disponível do que desejada para operar completamente as cargas conectadas às linhas de carga 62-65, então, o processo 110 segue para o estágio 130.

[00048] No estágio 130, o controlador 46 gerencia como a energia disponível é distribuída para as cargas. O controlador 46 determina se a energia sendo fornecida para a carga de mais alta prioridade é suficiente. Se a carga de mais alta prioridade não está sendo suficientemente energizada, então, o controlador 46 faz os comutadores 42-45 correspondentes à carga de mais baixa prioridade serem abertos para desconectar o conversor 36 a partir da carga de mais baixa prioridade. Esta análise continua com a próxima carga de mais baixa prioridade sendo desconectada até que energia suficiente seja fornecida à carga de mais alta prioridade. O controlador 46, então, determina se a próxima carga de mais alta prioridade está sendo suficientemente energizada e desconecta a próxima carga de mais baixa prioridade do conversor 36 se ela não está sendo suficientemente energizada. Isto continua até que cada uma das cargas conectadas tenha sido suficientemente energizada. O processo 110 retorna ao estágio 114 para determinar novamente se a rede elétrica 14 está, agora, fornecendo voltagem dentro das faixas aceitáveis de voltagens e frequências. Se a voltagem e a frequência da rede elétrica 14 retornam ou ficam dentro das faixas aceitáveis, então, o processo 110 segue para 116 e a conexão do conversor 36 às linhas de carga AC 62-65 é terminada e não é efetuada a regulação dos comutadores 42-45.

[00049] Outras modalidades estão dentro do escopo do relatório descritivo e reivindicações. Por exemplo, diferentes arranjos de rede elétrica podem ser acomodados. Por exemplo, enquanto o sistema 20

mostrado na Figura 3 é para uso com uma rede elétrica de fase dividida, referindo-se à Figura 5, pode ser usado um sistema de distribuição de energia de fase única 510 com uma rede elétrica AC de fase única. Como com o conversor 36 na Figura 3, um conversor DC-AC 512 é configurado para operar tanto quanto um inversor de fonte de corrente (CSI) em um modo CSI ou como inversor de fonte de voltagem (VSI) em um modo VSI de acordo com o fato de que o sensor de rede 546 fornece um sinal CSI ou um sinal VSI, respectivamente. No sistema 510, o conversor DC-AC 512 tem sua linha de neutro conectada à linha 554 que está conectada à linha de neutro da rede elétrica. O conversor 512 tem sua linha de saída 514 conectada a um comutador 540 e a comutadores 542-545. Os comutadores 542-545 são configurados para seletivamente acoplar tanto uma linha de energia 550 da rede elétrica quanto a linha de saída 514 do conversor 512 para as linhas de carga AC 521-524. O comutador 540 é configurado para seletivamente acoplar/desacoplar a linha de saída 514 do conversor 512 para/de a linha de energia 550 conectada à rede elétrica. No modo CSI, o conversor 512 preferivelmente fornece tanta corrente quanta está disponível da energia recebida dos painéis solares e fornece a corrente, com a voltagem ditada pela voltagem da rede elétrica, para a linha de energia 550. No modo VSI, o conversor 512 fornece uma voltagem pré-determinada, tal como 230 volts da linha para o neutro, para imitar a rede elétrica ou de outra forma aparecer como um substituto para a rede elétrica. Como com o sensor/controlador 46 da Figura 3, o controlador/sensor da rede elétrica 546 é configurado para determinar se a rede elétrica está dentro das especificações, para controlar o comutador 540, e para fornecer o sinal CSI/VSI ao conversor 512 de acordo. Também similar ao sensor/ controlador 46, o controlador 546 é ainda acoplado e configurado para controlar os comutadores 542-545, dependendo do *status* da rede elétrica e dependendo da disponibilidade de energia dos painéis solares *versus* a prioridade das cargas AC 521-524.

[00050] Além disso, pode ser usada uma reserva de armazenagem de energia. Referindo-se à Figura 6, um sistema de distribuição de energia 230 inclui um conversor bidirecional DC-DC 232, um dispositivo de armazenamento de energia 234, aqui uma bateria e um controlador 236. O conversor bidirecional 232 é configurado para converter energia para a voltagem DC apropriada para transferir energia a partir dos painéis solares para a bateria 234 ou da bateria 234 para o conversor 238. O conversor bidirecional 232 é acoplado ao controlador 236 e controlado pelo controlador 236 para fornecer energia da bateria 234 para o conversor DC-AC 238 se a rede elétrica estiver fora de especificação e os painéis solares estão fornecendo menos energia, como convertido pelo conversor DC-AC 238, do que é desejado pelas cargas AC. O conversor 232 é ainda controlado pelo controlador 236 para fornecer energia a partir dos painéis solares para a bateria 234 para carregar a bateria 234 se a rede elétrica está fora de especificação e os painéis solares estão fornecendo mais energia, como convertido pelo conversor DC-AC 238, do que é desejado pelas cargas AC. O controlador 236 é ainda configurado para regular distribuição de energia para as cargas AC para manter disponibilidade de energia para as cargas, como descrito acima. O conversor 232 pode ter seu próprio processador, independente do processador no controlador 236.

[00051] Em operação, referindo-se à Figura 7, com referência adicional às Figuras 1-4 e 6, um processo 710 para determinar quais cargas para conectar/desconectar para/de receber energia e conectar/desconectar as cargas apropriadas, por exemplo, estágios 126, 128, 130 da Figura 4, usando o sistema 20 ou o sistema 230, como apropriado, inclui os estágios mostrados. O processo 710, contudo, é apenas exemplificativo e não limitativo. O processo 710 pode ser alterado, por exemplo, ao ter estágios adicionados, removidos, ou rearranjados. Também, como a descrição acima se refere à energia solar, o processo 710 é igualmente aplicável ao uso com outras fontes de energia, particularmente outras fontes de energia renováveis (por

exemplo, vento, geotermal, água, biocombustível, digestão anaeróbica etc.).

[00052] No estágio 712, são determinadas uma ou mais características das cargas AC. As características são preferivelmente em adição à carga (retirada de energia) de cada uma das cargas AC. Por exemplo, o controlador 46 determina a defasagem de cada uma das cargas AC. Esta determinação pode tomar uma variedade de formas, tais como um usuário programando o controlador 46.

[00053] No estágio 714, as fontes de energia disponíveis, suas prioridades, e permissões de fonte/carga são determinadas. Por exemplo, o controlador 46 determina a existência dos painéis solares 16 e o dispositivo de armazenagem de energia 234. O controlador 46 também determina a prioridade da ordem desejada de uso das fontes. Além disso, o controlador 46 determina as combinações admissíveis de cargas e fontes. Estas determinações podem ser feitas de uma variedade de maneiras, tais como pela programação do controlador 46. Algumas cargas podem apenas ser permitidas usar energia derivada de algumas fontes (por exemplo, um abridor de porta de garagem pode ser permitido usar energia solar, mas não energia de bateria, enquanto um refrigerador poderia usar qualquer fonte de energia disponível). Também as permissões de fonte/carga podem mudar, por exemplo, como função do tempo (por exemplo, um forno de microondas pode ser permitido ser conectado ao conversor DC para AC durante o dia, mas não à noite). Como exemplo adicional, uma carga particular pode apenas ser permitida ser acoplada à rede elétrica, uma fonte de energia alternativa AC (se comutadores de carga alternativa são usados (ver a Figura 9)) ou um tipo de fonte particular DC, por exemplo, painéis solares, mas não um dispositivo de armazenamento de energia (por exemplo, uma bateria).

[00054] No estágio 716, uma ou mais das cargas AC é energizada baseada nas características das cargas, energia disponível, prioridade das fontes e combinações permitidas de carga/fonte. O controlador 46

tenta energizar as cargas com base nas suas características. Por exemplo, o controlador 46 tenta energizar todas as cargas AC não defasadas antes de tentar e energizar qualquer das cargas defasadas. As cargas podem ser priorizadas dentro das categorias de defasada e não defasada. Além disso, estas categorias são exemplificativas de características que podem ser usadas e não exaustivas. Se existir energia suficiente disponível a partir da fonte ou fontes permitidas para energizar uma carga particular que o controlador autoriza receber energia, então, o controlador 46 energiza a carga particular usando o menor número de fontes permitidas, em ordem de prioridade. Além disso, se a retirada de energia das cargas atualmente conectadas excede a energia disponível (por exemplo, energia disponível diminuída e/ou energia retirada aumentada), então, o controlador desconecta uma ou mais cargas com base nas suas características e a prioridade da fonte até que a energia disponível alcance ou exceda a energia retirada. Antes de conectar uma carga particular a uma fonte de energia particular ou decidir se desconecta uma carga particular de uma fonte particular, um questionamento pode ser feito sobre se este acoplamento é permitido, com o acoplamento feito/continuado, se permitido, e não feito/interrompido, se não permitido.

[00055] No estágio 718, energia em excesso é armazenada. Se as fontes são capazes de fornecer mais energia do que atualmente retirada por todas as cargas AC, então, energia em excesso é fornecida ao dispositivo de armazenagem de energia 234, se presente, particularmente energia de fontes de energia renovável, por exemplo, os painéis solares 16.

[00056] Outras modalidades estão dentro do escopo e espírito das reivindicações anexadas. Por exemplo, devido à natureza do programa, as funções descritas acima podem ser implementadas usando programa, equipamento, programa residente, conexões ou combinações de qualquer destes. As funções de implementação de aspectos podem também estar fisicamente localizadas em várias posições, incluindo o

serem distribuídas de modo que parte de funções sejam implementadas em diferentes posições físicas. Além disso, um ou mais dos fusíveis 48 podem ser substituídos por disjuntores. Também, enquanto monitorando se a voltagem da rede elétrica está dentro da especificação foi descrita sequencialmente (por exemplo, estágio 114 após estágio 120 ou 130), isto pode ser feito em paralelo intermitentemente, periodicamente ou continuamente (por exemplo, estágio 114 em paralelo com estágios de números maiores na Figura 4). Também, enquanto o termo “comutador” tem sido usado, este termo não é limitativo e inclui várias formas de acopladores seletivos controláveis.

[00057] O controlador pode ser configurado para regular a disponibilidade de energia para as cargas AC com base em outros fatores do que aqueles descritos e/ou durante o tempo em que a rede energia está dentro da especificação. Por exemplo, o controlador poderia receber um sinal (por exemplo, de uma companhia de energia suprimindo a rede energia) para controlar o gerenciamento dos comutadores de carga para desligar ares condicionados ou outros itens, durante os períodos de pico. Como outro exemplo, o controlador poderia controlar os comutadores de carga para gerenciar a disponibilidade de energia dependendo do período do dia (por exemplo, pico: *versus* fora do pico) para gerenciar retirada de energia da rede, por exemplo, com base na taxa presente de energia.

[00058] Outras modalidades estão dentro do escopo do relatório descritivo e reivindicações. Por exemplo, referindo-se à Figura 8, um sistema de distribuição de energia 410 inclui um módulo de comunicação 412, um transmissor convencional 414, nós de medição 416, 418, e um sensor de rede e controlador gerenciador de carga 420. Os nós 416, 418 são configurados e conectados para medir/monitorar linhas conectadas a cargas de modo que as cargas sejam cargas monitoradas. Os nós 416, 418 e o transmissor 414 são preferivelmente configurados para comunicação sem fio (por exemplo, usando sinais de radio frequência (RF), sinais ZigBee etc.) de modo que o transmissor

convencional 414 pode receber informação dos nós 416, 418 em relação a energia entregue às cargas monitoradas. Alternativamente, os nós 416, 418 podem comunicar com o transmissor 414 através de uma ou mais conexões com fio. Os nós 416, 418 podem ser de várias formas, por exemplo, monitores “*clamp-on*”, monitores “*feed-through*”, “*smart breakers*” etc. Por exemplo, poderiam ser usados monitores “*clamp-on*” para alimentações de uma utilidade para um painel principal de usuário. O transmissor 414 é preferivelmente ligado por fio ao sensor/controlador 420 e o módulo de comunicação 412 e configurado para enviar informação, por exemplo, digitalmente, para o controlador 420 e o módulo 412. O módulo de comunicação 412, por exemplo, um cartão sem fio, é configurado preferivelmente para comunicação sem fio com dispositivos localizados remotamente para fornecer informação em relação ao sistema 410, embora uma conexão de comunicação ligada por fio possa ser usada. O sistema 410 pode ser monitorado remotamente recebendo informação do módulo 412 e remotamente gerenciado fornecendo comandos para o controlador 420 através do módulo 412. Por exemplo, um usuário tal como um usuário final/proprietário de casa, um instalador/fornecedor de garantia, um operador proprietário terceirizado, uma companhia de utilidades, um “agregador” terceirizado vendendo informação a uma companhia de utilidades etc. pode monitorar o sistema 410. O usuário pode gerenciar cargas para eficiência de energia, por exemplo, controlando um aquecedor de água elétrico ainda que o aquecedor tivesse um termostato programável. Uma interface de usuário gráfica (GUI) pode ser fornecida para o usuário via o módulo de comunicação 412, por exemplo, em uma página na rede, para mostrar o uso de energia, produção de energia renovável etc. pelo sistema 410. Um terminal remoto (por exemplo, fisicamente similar a um termostato programável) poderia ser fornecido a um usuário para mostrar o uso de energia, produção de energia renovável etc. pelo sistema 410. Informação relacionada ao sistema 410 pode ser fornecida de várias formas, por

exemplo, como um percentual da operação ótima como unidades científicas (por exemplo, “O sistema produziu 13.4kWh hoje.”) etc. Um usuário pode também ser informado dos benefícios ambientais do sistema 410 (por exemplo, “O sistema economizou X gramas de CO2 hoje.”).

[00059] Ainda outras modalidades estão dentro do escopo do relatório descritivo e reivindicações. Por exemplo, enquanto a descrição acima discutiu a conexão de cargas defasadas baseada na energia disponível e energia usada pelas cargas, outros fatores podem ser usados, sozinhos ou em combinação, nos estágios 316, 334 para determinar quais cargas defasadas para energizar que podem resultar no uso diferente da energia disponível, por exemplo, não maximizando a quantidade de energia disponível usada. Por exemplo, as cargas defasadas podem ter prioridades associadas a elas, máximo tempo desligado e/ou mínimo tempo ligado etc. Então, usando o exemplo de cargas não defasadas de Carga1 de 10 W, Carga2 de 20 W (com Carga1 tendo prioridade maior do que Carga2), e cargas defasadas Carga3 de 30 W, e Carga4 de 40 W, com 72 W de energia solar disponível, Carga1, Carga2, e Carga4 são inicialmente conectadas, maximizando a utilização da energia disponível (usando 70 de 72 W dos watts disponíveis). Se a Carga3 tiver um máximo tempo desligado de 45 minutos e um mínimo tempo ligado de 10 minutos, então, estes tempos podem exceder a maximização do uso de energia nos estágios 316, 334. Após 45 minutos de Carga1, Carga2, e Carga4 sendo conectadas (70 W total), o controlador 236 desconectará Carga4 e conectará Carga3 de forma a se adequar com o máximo tempo desligado da Carga3, apesar da carga agregada ser apenas 60 W de 72 W disponíveis. O controlador 236 manterá Carga3 conectada por seu mínimo tempo ligado de 10 minutos, então, reverterá para maximização da carga total desconectando Carga3 e conectando Carga4 (restaurando 70W de carga). Se fossem atribuídas prioridades às cargas defasadas, estas poderiam também exceder maximização de energia entregue. Por

exemplo, se Carga3 tivesse uma maior prioridade do que Carga4, então, o controlador 46 conectaria Carga1, Carga2, e Carga3 para um agregado de 60W, independente da combinação de 70W da Carga 1, Carga2 e Carga4 ser maior.

[00060] Ainda outras modalidades estão dentro do escopo do relatório descritivo e reivindicações. Por exemplo, uma fonte de energia auxiliar poderia tomar outras formas do que um dispositivo de armazenamento de energia e um conversor DC-DC, tal como um gerador de saída DC. Além disso, os comutadores de carga podem ter ainda outras configurações. Por exemplo, como mostrado na Figura 9, um comutador de carga alternativa 900, para uso em sistemas revelados aqui neste documento, tem quatro terminais selecionáveis onde um quarto terminal 902 é conectado a uma fonte AC 904 outra que a rede, tal como um gerador AC. Um comutador de carga 900 é preferivelmente fornecido para cada carga AC. Outras configurações do comutador de energia são também possíveis. Como mostrado na Figura 9B, um comutador de energia 910 pode acoplar tanto a rede elétrica quanto o gerador AC 904 aos Comutadores de carga AC. A energia do gerador AC 904 pode ser combinada com energia AC do conversor DC-AC e fornecida aos comutadores de carga AC. Um sensor/controlador 914 é conectado e configurado para medir a energia da rede e o gerador AC 904, controla o estado do comutador 910 e controla o modo do conversor DC-AC 912. Se o sensor/controlador 914 determinar que uma rede elétrica com energia AC aceitável disponível é conectada ao comutador 910, então, o controlador 914 ativa o comutador 910 de modo que o conversor DC-AC 912 seja conectado à rede e envie um sinal CSI ao conversor DC-AC 912 para fazer o conversor 912 operar no modo CSI. Se o sensor/controlador 914 determinar que não existe rede elétrica com energia AC aceitável disponível conectada ao comutador 910 e o gerador AC 904 estiver fornecendo energia aceitável, então, o controlador 914 ativa o comutador 910 de modo que o gerador AC 904 é conectado ao conversor DC-AC 912 e envia o sinal CSI ao conversor

912. Se o sensor/controlador 914 determinar que não existe rede elétrica com energia AC aceitável disponível conectada ao comutador 910 e o gerador AC 904 não estiver fornecendo energia aceitável, então, o controlador 914 ativa o comutador 910, de modo que o conversor DC-AC 912 seja isolado tanto da rede elétrica como do gerador 904 e envie um sinal VSI ao conversor 912. Além disso, a energia de entrada DC pode ser ainda recebida a partir de outras fontes que não sejam painéis solares, tal como a partir de fontes que fornecem energia elétrica derivada de vento, fontes geotérmicas, água (por exemplo, represas, maré, onda), digestão anaeróbica e/ou biocombustíveis etc.

[00061] Em operação, referindo-se à Figura 10, com referência adicional as Figuras 1-4 e 6, um processo 300 inclui os estágios mostrados. O processo 300 é uma modalidade exemplificativa de partes do processo 710 mostrado na Figura 7. No processo 300, cargas defasadas não são permitidas serem energizadas a partir de um dispositivo de armazenamento de energia. O processo 300 fornece para controle que conexões de carga fazer ou quebrar dependendo das quantidades de carga, energia disponível e capacidade de armazenamento de energia. Os estágios 302, 304, 306, 308, 310, 312, 314, 316 são direcionados para tentar energizar mais cargas, os estágios 318, 320, 322 são direcionados para lidar com energia em excesso e os estágios 318, 324, 326, 328, 330, 332, 334, 336 são direcionados para gerenciar as conexões, quando a carga exceder a energia disponível. O processo 300, contudo, é apenas exemplificativo e não limitativo. O processo 300 pode ser alterado, por exemplo, ao ter estágios adicionados, removidos ou rearranjados. Por exemplo, os estágios 306, 308, 320, 322, 328, 332 são preferivelmente omitidos para sistemas tal como o sistema 20 que não tem dispositivos de armazenagem de energia, mas são incluídos de preferência em sistemas tais como o sistema 230 que inclui dispositivos de armazenagem de energia.

[00062] No estágio 302, é feito um questionamento em relação a

quais cargas não defasadas estão conectadas. O controlador 46, 236 determina se todas as cargas não defasadas estão conectadas ao conversor DC-AC 36, 238 para receber energia a partir dos painéis solares 16. Se todas as cargas não defasadas estiverem assim conectadas, então, o processo 300 segue para o estágio 312 descrito abaixo e segue de outra forma para o estágio 304.

[00063] No estágio 304, com menos do que todas as cargas não defasadas conectadas ao conversor 36, é feito um questionamento em relação à quantidade de energia disponível dos painéis solares 16. O controlador 46, 236 determina se está disponível energia solar suficiente para a carga não defasada de mais alta prioridade, atualmente desconectada permitida ser conectada para receber energia solar. Se estiver disponível energia suficiente a partir dos painéis solares 16 para uma carga permitida, então, o processo 300 segue para o estágio 310 descrito abaixo e segue de outra forma para o estágio 306.

[00064] No estágio 306, com energia insuficiente dos painéis solares 16 disponível para carga não defasada de mais alta prioridade, atualmente desconectada, permitida receber energia solar ou para carga não defasada de mais alta prioridade, atualmente desconectada não permitida receber energia solar, é feito um questionamento para saber se existe energia armazenada suficiente disponível para a carga não defasada de mais alta prioridade, atualmente desconectada permitida receber energia da energia armazenada. O controlador 46, 236 determina se existe um dispositivo de armazenamento de energia e tem suficiente armazenamento de energia, quando combinado com a energia solar disponível, para energizar a carga de mais alta prioridade que está atualmente desconectada, é não defasável e é permitida ser conectada para receber energia a partir do dispositivo de armazenamento de energia. Se não estiver disponível energia armazenada suficiente e/ou essa carga permitida não existir, então, o processo 300 segue para o estágio 318 descrito abaixo e segue de outra forma para o estágio 308.

[00065] No estágio 308, é usada energia armazenada para ajudar a

energizar a carga não defasada de mais alta prioridade permitida receber energia de um dispositivo de armazenamento de energia. O controlador 236 faz o comutador apropriado dos comutadores 242-245 conectar a carga não defasada de mais alta prioridade, que foi previamente desconectada, e que tem permissão para receber energia do dispositivo de armazenagem de energia. O controlador 236 faz, além disso, a energia do dispositivo de armazenagem 234 ser introduzida via conversor DC-DC 232 em paralelo com a energia dos painéis solares 16 para energizar a carga recentemente conectada. O processo 300 segue para o estágio 318 descrito abaixo.

[00066] No estágio 310, a carga não defasada de mais alta prioridade, atualmente desconectada, permitida para energia solar é conectada para receber energia a partir dos painéis solares 16. O controlador 46, 236 aciona o comutador apropriado dos comutadores 42-45, 242-245 para conectar a carga não defasada de mais alta prioridade atualmente desconectada, com permissão apropriada, para receber energia a partir dos painéis solares 16, tendo o controlador 46, 236 determinado que está disponível energia suficiente a partir dos painéis solares 16 para energizar esta carga e que a carga está apropriadamente direcionada para essa conexão. O processo 300 segue para o estágio 318 descrito abaixo.

[00067] No estágio 312, com o controlador 46 tendo determinado que estão conectadas todas as cargas não defasadas, é feito um questionamento em relação à conectividade das cargas defasadas. O controlador 46, 236 determina se todas as cargas defasadas estão atualmente conectadas para receber energia. Se assim for, então, o processo 300 segue para o estágio 318 descrito abaixo e segue de outra forma para o estágio 314.

[00068] No estágio 314, com menos do que todas as cargas defasadas conectadas ao conversor 36, 238, é feito um questionamento em relação a se está disponível energia solar suficiente para uma carga defasada desconectada que é permitida receber energia solar. O

controlador 46, 236 determina se está disponível energia solar adicional suficiente para uma carga defasada atualmente desconectada com desembaraço para receber energia solar. Se essa energia não estiver disponível a partir dos painéis solares 16, para uma carga permitida, então, o processo 300 segue para o estágio 318 descrito abaixo e segue de outra forma para o estágio 316.

[00069] No estágio 316, uma ou mais das cargas defasadas que estão atualmente desconectadas e são permitidas receber energia solar são conectadas para receber essa energia solar. O controlador 46, 236 preferivelmente conecta e desconecta (conforme apropriado) a carga ou cargas defasadas de forma que seja maximizada uma carga total no conversor DC-AC 36, 238 e nos painéis solares 16 sem exceder um ponto de energia limiar (TPP, por exemplo, um ponto de energia máxima, MPP). Alternativamente, podem ser usadas condições além da maximização da carga total dentro do TPP para determinar quais carga(s) conectar. O controlador 46, 236 determina preferivelmente quais das cargas defasadas desconectadas com permissão de receber energia solar podem ser conectadas para receber essa energia, de modo que a retirada de energia combinada pelas cargas defasadas, então, conectadas, seja a carga disponível mais alta que é menor do que o TPP no agregado, dadas as cargas defasadas já conectadas e não defasadas. O processo 300 segue para o estágio 318.

[00070] No estágio 318, é feito um questionamento em relação à retirada de energia total pelas cargas conectadas *versus* o TPP. O controlador 46, 236 soma a retirada de energia pelas várias cargas nas linhas 62-65, 262-265 para determinar a retirada de energia total pelas cargas atualmente. O controlador 46, 236 pode determinar o TPP, ou seu equivalente, de muitos modos tal como pelo monitoramento da voltagem dos painéis solares para o conversor 36, 238. O controlador 46, 236 determina se a carga total presente é maior do que o TPP. Se a carga total presente é maior do que o TPP, então, o processo 300 segue para o estágio 324 descrito abaixo, e de outra forma (se a carga total é

menor do que ou igual ao TPP), então, o processo 300 segue para o estágio 320.

[00071] No estágio 320, com a carga total sendo menor do que ou igual ao TPP, é feito um questionamento para saber se existe armazenamento de energia disponível. O controlador 236 determina se existe armazenamento de energia disponível pela determinação se o dispositivo de armazenagem de energia 234 está presente e, se assim for, se este está cheio. Se nenhum armazenamento de energia estiver disponível, por exemplo, porque não existe dispositivo de armazenagem 234 ou o dispositivo de armazenagem de energia 234 está cheio, então, o processo 300 segue para o estágio 302 e segue de outra forma para o estágio 322.

[00072] No estágio 322, tendo sido determinado que o armazenamento de energia está disponível, é armazenada energia em excesso no dispositivo de armazenagem de energia 234. O controlador 236 envia sinais de controle para o conversor DC-DC 232 para ajustar a quantidade de retirada de energia dos painéis solares 16 para o conversor DC-DC 232. Por exemplo, o controlador 236 pode causar um modulador de largura de pulso no conversor DC-DC 232 ajuste o seu ciclo de serviço para retirar mais energia, fazendo mais energia ser enviada ao dispositivo de armazenagem de energia 234. O processo 300 retorna ao estágio 302.

[00073] No estágio 324, com a retirada de energia agregada pelas cargas sendo maior do que o TPP, é feito um questionamento para saber se a carga única é maior do que o TPP e se existe energia armazenada disponível. O controlador 46, 236 determina se existe uma carga única cuja retirada de energia seja maior do que o TPP e nenhuma energia armazenada está disponível. Se este for o caso, então, o processo 300 segue para o estágio 336 descrito abaixo e segue de outra forma para o estágio 326.

[00074] No estágio 326, com a carga única não excedendo o TPP e/ou energia armazenada estando disponível, é feito um

questionamento a respeito da conectividade de cargas defasadas. O controlador 46, 236 determina se qualquer das cargas defasadas está atualmente conectada ao conversor 36, 238. Este questionamento é preferivelmente feito antes de um questionamento em relação à disponibilidade de energia armazenada (veja estágio 328 descrito abaixo), de modo a tirar cargas defasadas antes usando energia armazenada. Se existirem cargas defasadas atualmente conectadas, então, o processo 300 segue para o estágio 334 descrito abaixo e segue de outra forma para o estágio 328.

[00075] No estágio 328, tendo sido determinado que não existem cargas defasadas conectadas, é feito um questionamento em relação a energia armazenada disponível. O controlador 236 determina se existe energia armazenada suficiente disponível no dispositivo 234, em conjunto com a energia dos painéis solares 16, para energizar as cargas não defasadas permitidas receber energia da energia armazenada, isto é, para pelo menos completar a diferença entre a carga presente e a energia disponível dos painéis solares 16. Se assim for, então, o processo 300 segue para o estágio 332 descrito abaixo e de outra forma segue para o estágio 330.

[00076] No estágio 330, com nenhum dispositivo de armazenagem de energia estando presente ou tendo o controlador 236 determinado que existe energia armazenada insuficiente disponível para ser combinada com a energia dos painéis solares 16 para energizar todas as cargas não defasadas atualmente conectadas permitidas receber energia da energia armazenada, o controlador 46, 236 aciona o comutador apropriado dos comutadores 42-45, 242-245 para desconectar carga não defasada, não permitida, de mais baixa prioridade atualmente conectada ou, se não houver nenhuma, a carga não defasada permitida, atualmente conectada, de mais baixa prioridade. O processo 300 retorna ao estágio 302.

[00077] No estágio 332, é usada energia armazenada para ajudar na energização das cargas atualmente conectadas. O controlador 236 faz a

energia do dispositivo de armazenagem de energia 234 ser inserida em paralelo com energia dos painéis solares 16 para completar a diferença entre a carga total e o TPP dos painéis solares 16. Por exemplo, o controlador 236 pode regular um modulador de largura de pulso no conversor DC-DC 232 para retirar o diferencial de energia do dispositivo de armazenagem de energia 234.

[00078] No estágio 334, tendo o controlador 46, 236 determinado que existem cargas defasadas conectadas para receber energia, uma ou mais cargas defasadas está(ao) desconectadas. O controlador 46, 236 atua um ou mais comutadores apropriados dos comutadores 42-45, 242-245 para desconectar e conectar (como apropriado) uma ou mais cargas defasadas de modo que a combinação remanescente de cargas conectadas retire tanta energia quanto possível, dadas as retiradas de energia das cargas defasadas atualmente conectadas, do conversor DC-AC 36, 238 sem exceder o TPP se possível. O processo 300 retorna ao estágio 302.

[00079] No estágio 336, tendo o controlador 46, 236 determinado que a carga única excede o TPP e está disponível energia armazenada suficiente para energizar a carga única quando combinada com a energia solar, a carga que excede o TPP é desconectada do conversor 36, 238. O controlador 46, 236 atua o comutador apropriado dos comutadores 42-45, 242-245 para desconectar a carga única cuja retirada de energia excede o TPP, sem considerar a defasagem ou prioridade desta carga. O processo 300 retorna ao estágio 302.

[00080] O processo 300 repete-se para ajustar continuamente as conexões de carga de forma a ajustar quais cargas estão conectadas com base na energia disponível. O controlador 46, 236 preferivelmente faz todas as cargas não defasadas serem energizadas se estiver disponível energia suficiente. Preferivelmente, são priorizadas cargas não defasadas e energizadas de acordo com as suas prioridades, se estiver disponível energia insuficiente para energizar todas as cargas não defasadas, incluindo energia a partir de um dispositivo de

armazenamento de energia. O controlador 46, 236 ainda preferivelmente faz a energia em excesso ser armazenada, se estiver disponível um dispositivo de armazenamento de energia, e usa a energia armazenada disponível para suportar cargas não defasadas, quando está disponível energia insuficiente a partir dos painéis solares 16. Além disso, o controlador 46, 236 preferivelmente maximiza a retirada de energia da carga defasada dentro dos limites da energia disponível, por exemplo, se energia insuficiente estiver disponível para energizar todas as cargas defasadas.

[00081] Podem ser usadas outras modalidades de processos para determinar quais cargas conectar para receber energia e conectar aquelas cargas para receber energia,. Por exemplo, no processo 300, o estágio 326 é efetuado antes do estágio 328 de forma a sangrar a carga defasada antes de usar a energia armazenada. O questionamento do estágio 328, contudo, poderia ser feito antes do questionamento do estágio 326, por exemplo, se é preferido usar a energia armazenada antes de sangrar a carga defasada. Além disso, em modalidades onde nenhum dispositivo de armazenagem de energia está disponível, podem ser omitidas determinações de energia armazenada disponível, armazenamento de energia disponível ou existência de um dispositivo de armazenamento de energia.

Exemplo 1

[00082] Para este exemplo, partes do processo 300 são explicadas para uma modalidade exemplificativa do sistema 20. Neste exemplo, existem quatro cargas (Carga1 com a carga de 10 W, Carga2 com a carga de 20 W, Carga3 com a carga de 30 W, Carga4 com a carga de 40 W), duas sendo não defasadas (Carga1 sendo de mais alta prioridade que Carga2) e sendo duas defasadas e não existe dispositivo de armazenagem de energia. Além disso, o exemplo começa no ou perto do nascer do sol, de modo que não tenha havido energia solar por algum

tempo, mas os painéis solares 16 estão começando a receber energia solar. É também suposto que a rede elétrica está desativada e que cada um dos comutadores 42-45 está na posição desconectada, conectando as cargas 62-65 nem às linhas de energia 50, 52 nem ao conversor DC-AC 36.

[00083] A energia solar torna-se disponível, o controlador 46 monitora a energia solar relativa à energia da carga para a carga não defasada de mais alta prioridade até que exista energia solar suficiente para energizar esta carga. No estágio 302, o controlador 46 determina que nem todas as cargas não defasadas estão conectadas e, assim, o processo 300 segue para o estágio 304. No estágio 304, o controlador 46 determina que existe energia solar insuficiente, por exemplo, 8 W, para energizar Carga1, levando ao estágio 306, onde o controlador 46 determina que não existe energia armazenada suficiente, aqui 0 W, para energizar a Carga1. O processo 300, então, segue para o estágio 318. Aqui, não existe carga e alguma quantidade menor de energia disponível, por exemplo, 2 W, de forma que a carga é menor do que o TPP. O processo 300 segue para o estágio 320 onde o controlador 46 determina que não existe armazenamento de energia disponível, de forma que o processo 300 retorna ao estágio 302. Este fluxo continua até que exista energia solar suficiente para energizar a carga não defasada de mais alta prioridade.

[00084] Supondo que a energia solar disponível alcança 10+ W, por exemplo, 11 W, a Carga1 é conectada para receber a energia solar. Uma vez que exista esta condição, o controlador 46, no estágio 310, faz o comutador apropriado, por exemplo, o comutador 42, conectar a Carga1 ao conversor 36 para receber energia a partir dos painéis solares 16. No estágio 318, a carga é menor do que o TPP, mas não existe armazenamento de energia, de forma que o processo 300 segue através do estágio 320 e retorna ao estágio 302.

[00085] O fluxo prévio através do processo 300, nominalmente os estágios 302, 304, 306, 318, 320, 302 ... ocorre periodicamente até que

esteja disponível energia suficiente para energizar a próxima carga não defasada de mais alta prioridade, aqui Carga2. Supondo que energia suficiente é finalmente fornecida pelos painéis 16, por exemplo, 32 W, então, o processo 300 seguirá através dos estágios 302, 304, 310 para conectar a Carga2 ao conversor 36. Se existirem cargas adicionais não defasadas, então, os fluxos descritos acima repetiriam para conectar aquelas cargas, supondo que os painéis 16 fornecem energia suficiente.

[00086] Uma vez que todas as cargas não defasadas estão conectadas, o controlador 46 determina se energia suficiente existe para conectar as cargas defasadas, e se assim for, as conectam. Com todas as cargas não defasadas conectadas ao conversor 36, mas nenhuma carga defasada conectada ao conversor 36, o processo 300 se move do estágio 302 para 312 e, então, para o estágio 314. Se não está disponível energia solar excedendo 60 W (energia para Carga1 + Carga2 + Carga3 (a carga defasada que usa a energia mais baixa)) a partir do conversor 36, então, o processo 300 segue para os estágios 318, 320, 302, 312 e retorna ao estágio 314 até que pelo menos 60 W, por exemplo, 64 W, estejam disponíveis, ponto em que o processo 300 segue para o estágio 316. No estágio 316, o controlador 46 determina que a Carga3 pode ser conectada ao conversor 36 sem sobrecarregar o conversor 36 para maximizar o uso da energia disponível. Se 75 W estivessem disponíveis, então, o controlador 46 conectaria a Carga4 ao conversor 36, e desconectaria a Carga3 se atualmente conectada. O controlador 46 faz a carga(s) apropriada(s), aqui Carga3 com 64 W total disponível, para ser conectada ao conversor 36. O processo 300 segue através dos estágios 318, 320, 302, 312, 314 enquanto menos do que todas as cargas defasadas estiverem conectadas e a carga não exceder o TPP. O processo 300 segue para conectar a Carga4, quando a energia total disponível exceder 100 W. Supondo que as todas as cargas defasadas estão também conectadas ao conversor 36 e a carga total não excede o TPP, então, o processo 300 entrará em ciclo através dos estágios 302, 312, 318, 320, 302...

[00087] Se a qualquer ponto a carga total exceder o TPP, então, o processo 300 trabalha para reduzir a carga. A carga total pode exceder o TPP como um resultado da quantidade de energia solar disponível diminuída, por exemplo, devido a tempo nublado, condições do sol etc. e/ou a carga desejada aumentada (por exemplo, uma carga está ligada e/ou aumenta sua demanda de energia, por exemplo, um usuário liga um microondas, um controlador de refrigerador aumenta o uso da energia etc.). Por exemplo, se o TPP diminui de 64 W para 52 W, então, no estágio 318, o controlador 46 determina que a carga excede o TPP e o processo 300 segue para o estágio 324. No estágio 324, o controlador 46 determina se existe uma carga única que exceda a energia disponível, isto é, o TPP e qualquer energia armazenada (uma carga “impossível” sob as circunstâncias). Se assim for, então, o controlador 46 desconecta a carga do conversor 36 no estágio 336 colocando o comutador 42-45 correspondente na sua posição desconectada. Aqui, a carga total excede o TPP, mas a carga única não excede a energia disponível e, então, o controlador 46 determina, no estágio 326, que existe uma carga defasada, Carga3, conectada ao conversor 36 e faz a Carga3 ser desconectada no estágio 334. Se a energia disponível tivesse diminuído de 104 W (com todas as quatro cargas conectadas) para 93 W, então, o controlador 46 desconectaria a Carga3 no estágio 334 e deixaria a Carga4 conectada para maximizar a energia disponível usada. Se a energia disponível diminuir adicionalmente, por exemplo, de 52 W para 26 W, então, o controlador 46 determinará que a carga excede o TPP (estágio 318), que uma carga única não é responsável pela deficiência de energia (estágio 324), que cargas defasadas não estão conectadas (estágio 326), que nenhuma energia armazenada está disponível (estágio 328), e assim faz a carga não defasada atualmente - conectada de menor prioridade, aqui Carga2, ser desconectada no estágio 330 pela movimentação do comutador correspondente, aqui o comutador 43, para sua posição desconectada. Se energia disponível cai abaixo 10 W, então, o controlador 46 também desconectará a Carga1 no

estágio 330. Se a energia aumenta novamente, por exemplo, o tempo nublado limpa, então, mais cargas podem ser conectadas como apropriado através dos estágios 316, 310.

Exemplo 2

[00088] Para este exemplo, são explicadas partes do processo 300 como uma modalidade exemplificativa do sistema 230. Neste exemplo, existem quatro cargas (Carga1 com a carga de 10 W, Carga2 com a carga de 20 W, Carga3 com a carga de 30 W, Carga4 com a carga de 40 W), duas sendo não defasadas (Carga1 sendo de mais alta prioridade que Carga2) e duas sendo defasadas, e um dispositivo de armazenamento de energia, aqui um bateria, 234. Além disso, o Exemplo começa na ou próximo da perda de energia da rede, com a bateria 234 completamente carregada e capaz de fornecer 25 W, e os painéis 16 recebendo energia solar com 200 W de energia sendo disponível dos painéis 16. Assim, cada um dos comutadores 242-245 está conectando as cargas respectivas 262-265 às linhas de energia respectivas 250, 252, não ao conversor 238. Referindo-se à Figura 4, o controlador 236 determina no estágio 114 que a rede elétrica está fora de especificação. Então, no estágio 122, o controlador desacopla o conversor 238 da rede elétrica pela abertura o comutador 240 e, no estágio 124, envia o sinal CSI/VSI ao conversor 238 para entrar no modo VSI. Nos estágios 126, 128, 130, conforme mais completamente ilustrado e explicado pelo processo 300 da Figura 10, o controlador 236 determina quais cargas conectar/desconectar para/de receber energia e conectar/desconectar as cargas apropriadas.

[00089] Referindo-se às Figuras 6 e 10, o controlador 236 atua para conectar cargas ao conversor 238 de acordo com suas retiradas de energia e energia disponível dos painéis 16 e da bateria 234. O controlador 236 determina no estágio 302 que menos do que todas, por enquanto nenhuma, das cargas estão conectadas ao conversor 238,

determina no estágio 304 que está disponível energia solar suficiente para energizar a Carga1 e faz o comutador 262 conectar a Carga1 ao conversor 238 no estágio 310. O controlador 236 determina no estágio 318 que a carga total de 10 W é menor do que 200 W do TPP e determina no estágio 320 que não existe armazenamento de energia disponível, porque a bateria 234 está cheia. O processo 300 retorna aos estágios 302 e o controlador 236 determina no estágio 304 que existe energia solar suficiente para a Carga2 e conecta a Carga2 ao conversor 238 no estágio 310. O processo 300 flui através dos estágios 318 e 320 novamente e retorna ao estágio 302. No estágio 302, o controlador 236 determina que a Carga1 e a Carga2 estão conectadas ao conversor 238 e, então, determina no estágio 312 que menos do que todas, aqui nenhuma, das cargas defasadas Carga3, Carga4 estão conectadas ao conversor 238. O controlador 236 determina no estágio 314 que está disponível energia solar adicional para a Carga3 e a Carga4 ($200\text{ W} - 10\text{ W} - 20\text{ W} > 30\text{ W} + 40\text{ W}$) e conecta a Carga3 e a Carga4 ao conversor 238. Com todas as cargas conectadas, o processo 300 entra em ciclo através dos estágios 302, 312, 318, 320 até que ocorra uma mudança no *status*.

[00090] Se a energia solar disponível diminui e/ou a carga aumenta de modo que a carga total exceda o TPP, então, o controlador 236 avalia se desconecta qualquer carga(s) e, se assim for, qual carga(s). Por exemplo, se a energia solar disponível dos painéis diminui abaixo de 100 W, por exemplo, para 78 W, então, o controlador 236 determina no estágio 318 que a carga excede o TPP, determina no estágio 324 que a carga única não excede o TPP, determina no estágio 326 que cargas defasadas Carga3, Carga4 estão conectadas e desconecta a Carga3 a partir do conversor 238 movendo o comutador 244 para sua posição desconectada. Se a energia solar disponível cair para qualquer energia menor do que a carga não defasada total mais a carga defasada total atualmente conectada, então, o controlador 236 determina novamente quais, se houver, cargas defasadas conectam ao conversor 238. Se a

energia cair, por exemplo, para 63 W, então, o controlador 236 desconecta a Carga4 do conversor 238 movendo o comutador 245 para sua posição desconectada e conecta a Carga3 ao conversor 238 movendo o comutador 244 para conectar a linha de carga 264 ao conversor 238. Se a energia solar diminuir abaixo da carga não defasada total, então, o controlador 236 tentará energizar a cargas não defasadas usando a bateria 234. Por exemplo, se a energia solar diminuir para 27 W, então, o controlador 236 determinará no estágio 318 que a carga excede o TPP, determina no estágio 324 que a carga única não excede o TPP, determina no estágio 326 que nenhuma carga defasada está conectada, determina no estágio 328 que energia armazenada suficiente está disponível para suplementar a energia solar para energizar a carga total presente ($27\text{ W} + 25\text{ W} > 30\text{ W}$) e conecta a bateria 234 em paralelo com os painéis 16 no estágio 332. O controlador 236 controla o ciclo de operação do PWM 233 para enviar a quantidade de energia desejada ao conversor 238 (por exemplo, 3 W positivo, isto é, alimentada do conversor 232). Se as energias solar e armazenada combinadas diminuïrem abaixo da carga total não defasada, por exemplo, 28 W total, então, o controlador 236 desconecta, no estágio 330, a carga não defasada atualmente conectada de mais baixa prioridade, aqui Carga2. Se a energia solar total e a energia armazenada caïrem abaixo da última carga não defasada conectada, por exemplo, cair para 6 W (6 W solar e 0 W bateria), então, o controlador 236 determina no estágio 318 que a carga excede o TPP ($10\text{ W} > 4\text{ W}$), determina no estágio 324 que uma carga única excede o TPP e que está disponível energia armazenada insuficiente para combinar com a energia solar para energizar a carga ($2\text{ W} < 6\text{ W}$ (isto é, $10\text{ W} - 4\text{ W}$)), e desconecta a carga única no estágio 336.

[00091] Se a bateria 234 tiver sido esgotada pelo menos parcialmente, então, o controlador 236 pode carregar a bateria 234 se energia está disponível dos painéis solares 16. Se a energia solar disponível, por exemplo, 72 W, exceder a energia usada pelas cargas

conectadas, aqui 70 W (as duas cargas não defasadas, Carga1 e Carga2, mais a carga defasada, Carga4), então, o controlador 236 pode determinar no estágio 320 que o armazenamento de energia na bateria 234 está disponível e armazena a diferença, aqui 2 W negativo (isto é, arrastada para dentro do conversor 232), entre o TPP e a carga total das cargas conectadas na bateria 234. O controlador 236 pode gerenciar a quantidade de energia armazenada pelo controle do ciclo de operação do PWM 233 no conversor DC-DC bidirecional 232 para retirar quantidade apropriada de energia a partir dos painéis solares 16 ao mesmo tempo em que deixa energia suficiente para energizar a cargas conectadas. O controlador 236 pode armazenar levemente menos do que a diferença entre o TPP e a carga para ajudar a garantir energização apropriada das cargas conectadas.

Exemplo 3

[00092] Para este Exemplo, são explicadas partes do processo 300 para uma modalidade exemplificativa do sistema 230. Neste exemplo, existem quatro cargas (Carga1 com a carga de 10 W, Carga2 com a carga de 20 W, Carga3 com a carga de 30 W, Carga4 com a carga de 40 W), duas sendo não defasadas (Carga1 sendo de mais alta prioridade que Carga2) e duas sendo defasadas, e um dispositivo de armazenamento de energia, aqui uma bateria, 234. Além disso, o Exemplo começa em ou próximo da perda de energia da rede, com a bateria 234 completamente carregada e capaz de fornecer 25 W e os painéis 16 não recebendo nenhuma energia solar e, então, 0 W de energia estando disponível a partir dos painéis 16. Então, cada um dos comutadores 242-245 está conectando as respectivas cargas 262-265 para as respectivas linhas de energia 250, 252, não ao conversor 238. Referindo-se à Figura 4, o controlador 236 determina no estágio 114 que a rede elétrica está fora de especificação. Então, no estágio 122, o controlador desacopla o conversor 238 da rede elétrica pela abertura do

comutador 240, e no estágio 124, envia o sinal CSI/VSI ao conversor 238 para entrar no modo VSI. Nos estágios 126, 128, 130, como mais completamente ilustrado e explicado pelo processo 300 da Figura 10, o controlador 236 determina quais cargas conectar/desconectar para/de receber energia e conectar/desconectar as cargas apropriadas.

[00093] Referindo-se às Figuras 6 e 10, o controlador 236 pode tentar energizar cargas não defasadas usando a bateria 234. O controlador 236 determina no estágio 302 que nenhuma das cargas não defasadas Carga1, Carga2 está conectada ao conversor 238, determina no estágio 304 que energia solar para a carga1 não está disponível, determina no estágio 306 que energia armazenada suficiente na bateria 234 está disponível para energizar a Carga1 e fornece a energia da bateria 234 para energizar a Carga1 pelo controle do PWM 233 para retirar 10 W da bateria 234. De modo semelhante, o controlador 236 poderia energizar a Carga2 se a bateria tivesse pelo menos 30 W de energia disponível. Aqui, contudo, o controlador 236 determina no estágio 306 que a bateria 234 tem energia insuficiente para energizar a carga não defasada atualmente desconectada de mais baixa prioridade, isto é, a Carga2 ($25\text{ W} < 10\text{ W} + 20\text{ W}$).

[00094] Em operação, referindo-se à Figura 11, com referência adicional as Figuras 1-4, 6, 7, e 9, um processo 800 inclui os estágios mostrados. O processo 800 é uma modalidade exemplificativa de partes do processo 710 mostrado na Figura 7, e divide muitos aspectos com o processo 300 mostrado na Figura 10. No processo 800, estágios similares àqueles na Figura 10 têm números idênticos e suas descrições são suplementadas, alteradas para o processo 800 ou omitidas nesta discussão. O processo 800 controla provisão de energia a cargas das fontes de energia alternativas, aqui uma fonte de energia solar, por exemplo, painéis solares 16 (embora o processo 800 não esteja limitado a energia solar), um gerador AC tal como o gerador 904, e um dispositivo de armazenamento de energia tal como o dispositivo 234. O processo 800 é apenas exemplificativo e não limitativo. O processo 800

pode ser alterado, por exemplo, ao ter estágios adicionados, removidos ou rearranjados. Por exemplo, os estágios 326 e 327 discutidos abaixo podem ter suas ordens intercambiadas (junto com os estágios correspondentes 333, 334). O processo 800 mostra que energia é preferivelmente usada, primeiro, de acordo com uma prioridade de energia solar, então, o gerador de energia, então, energia armazenada. O processo 800 também mostra que existe uma preferência para conectar cargas não defasadas antes de cargas defasadas e, se o consumo de energia dever ser reduzido, sangrar cargas defasadas antes de cargas não defasadas e sangrar cargas não permitidas usarem energia armazenada antes de usar ou aumentar o uso de energia armazenada.

[00095] Nos estágios 302 e 312, são feitos questionamentos para saber se todas as cargas não defasadas ou defasadas estão conectadas, respectivamente. Se apenas uma carga não defasada não conectada for permitida receber energia a partir de uma das fontes de energia alternativa o processo 800 seguirá do estágio 302 para o estágio 304. De modo semelhante, apenas se a carga defasada não conectada é permitida receber energia de uma das fontes de energia alternativa o processo 800 seguirá do estágio 312 para o estágio 314.

[00096] Os estágios 304, 305, 306, 308, 309, 310 ilustram que um controlador analisa se energia está disponível das fontes alternativas na ordem de prioridade para energizar as cargas não defasadas de mais alta prioridade atualmente desconectadas. Se existir energia apropriada disponível e a combinação fonte/carga for permitida (autorizada), então, a carga é conectada ao conversor DC para AC apropriado (por exemplo, para as fontes 16, 234) e/ou a gerador. Após os estágios 308, 309 e 310, o processo retorna aos estágios 306, 305 e 304, respectivamente, para determinar se outra carga pode ser conectada devido a suficiente energia armazenada disponível, gerador de energia ou energia solar, respectivamente.

[00097] Os estágios 313, 314, 315, 316, 317, 319, ilustram que um

controlador analisa se energia está disponível das fontes alternativas na ordem de prioridade para energizar as cargas defasadas atualmente desconectadas. No estágio 315, a carga(s) apropriada(s) está(ão) conectadas ao gerador de modo que a carga total no gerador é preferivelmente maximizada sem exceder o limite de energia do gerador. No estágio 319, a energia do dispositivo de armazenagem de energia é introduzida em paralelo com a energia solar, se alguma, fornecida(s) as carga(s) correspondente(s).

[00098] Os estágios de decisão 326, 327, e 329, e seus estágios de operação associados, ilustram que, se a retirada de energia do conversor DC para AC exceder a energia disponível, são desconectadas cargas defasadas antes usando energia armazenada para energizar as cargas. No estágio 334, tendo sido determinado no estágio 326 que pelo menos uma carga defasada está conectada, são selecionadas uma ou mais cargas defasadas conectadas e desconectadas para tentar maximizar a carga no conversor DC para AC sem exceder o TPP. No estágio 327, com nenhuma carga defasada conectada, o controlador questiona para saber se quaisquer cargas conectadas não são permitidas usar energia armazenada. Se existirem essas cargas, então, o processo 800 segue para o estágio 333 onde são desconectadas uma ou mais cargas não defasadas não permitidas usarem energia armazenada para tentar maximizar a carga no conversor DC para AC sem exceder o TPP. No estágio 329, com apenas cargas não defasadas permitidas usarem energia armazenada conectada para retirar energia, o controlador determina se existe energia armazenada suficiente disponível para energizar as cargas conectadas. Se existir energia suficiente, então, o processo 800 segue para o estágio 332 e segue de outra forma para o estágio 331. No estágio 331, o controlador faz a carga não defasada de mais baixa prioridade ser desconectada, cessando, desta forma, a retirada energia.

[00099] No estágio 341, o controlador determina se a carga total no gerador é maior do que o limite de energia do gerador. Se não, então, o

processo 800 retorna ao estágio 302 e segue de outra forma para o estágio 343.

[000100] No estágio 343, o controlador determina se existem quaisquer cargas defasadas conectadas. Se não existem cargas defasadas atualmente conectadas, então, o processo 800 segue para o estágio 347 onde o controlador faz a carga não defasada de mais baixa prioridade ser desconectada, cessando, desta forma, a retirada de energia. Se o controlador determinar no estágio 343 que existem cargas defasadas conectadas, então, o processo 800 segue para o estágio 345.

[000101] No estágio 345, com o controlador tendo determinado que existem cargas defasadas conectadas para receber energia, são desconectadas uma ou mais cargas defasadas. O controlador atua um ou mais comutadores apropriados de carga para desconectar e conectar (como apropriado) uma ou mais cargas defasadas de modo que a combinação remanescente de cargas conectadas retira tanta energia quanto possível, dadas as retiradas de energia das cargas defasadas atualmente conectadas, do gerador sem exceder o limite de energia do gerador se possível. O processo 800 retorna ao estágio 302.

[000102] A Figura 11 é exemplificativa e são possíveis muitas modificações. Por exemplo, o fluxo dos estágios 333 e 334 pode seguir para o estágio 318 ao invés do 341, o qual pode aumentar a velocidade em que é alcançado um estado estacionário de cargas conectadas. Além disso, às cargas podem ser atribuídos tempos de desligamento máximo e/ou tempos de ligação mínimos, e/ou podem ter suas permissões mudadas e/ou podem ter suas características (por exemplo, *status* defasada/não defasada) mudadas. Preferivelmente, se o *status* ou permissão for mudado, ele é mudado numa base temporária. A duração da mudança pode ser constante, ou pode variar dependendo da condição desejada (por exemplo, a hora do dia). Então, por exemplo, à carga defasada pode ser atribuído um tempo de desligamento máximo, que, se excedido, faz o controlador atribuir novamente a carga temporariamente do *status* defasado para o *status* não defasado. Como

outro exemplo, uma carga não permitida usar energia armazenada pode ter sua permissão mudada temporariamente para permitir que ela use energia armazenada, por exemplo, se o seu tempo de desligamento máximo atribuído for excedido. Além disso, estas alternativas aplicam-se a modalidades outras que não aquelas mostradas na Figura 11, por exemplo, outras modalidades da Figura 7 incluindo modalidades da Figura 10.

[000103] Ainda outras modalidades estão dentro do escopo do Relatório Descritivo e Reivindicações. Por exemplo, os conversores DC-AC e comutadores controláveis podem ser fisicamente dispostos num recipiente comum ou caixa. Além disso, o controle o/ou funcionalidade do sensor pode estar contido nos conversores DC-AC. Também, o conversor 238 é mostrado na Figura 6 com um par único de entradas ou portas para receber energia DC de múltiplas fontes DC, mas, na prática, o par único de entradas mostrado na Figura 6 pode ser implementado com múltiplos pares de entrada fisicamente separados. Os múltiplos pares podem ser conectados a diferentes pontos do conversor 238, por exemplo, com linhas dos painéis solares 16 conectadas a um estágio de implementação de voltagem e linhas do dispositivo de armazenagem de energia 234 conectadas entre o estágio de implementação e um estágio de conversão DC para AC. O par único de entrada ou os múltiplos pares de entradas podem ser referidos como uma entrada. De modo semelhante, múltiplas conexões fisicamente separadas entre um sistema de distribuição de energia e uma rede elétrica podem ser referidas como uma entrada. Também a energia DC fornecida a partir de múltiplas fontes pode ser combinada antes da conversão para energia AC ou, de forma equivalente, convertida para energia AC e, então, combinada, com partes da energia AC sendo derivada de suas fontes DC respectivas. A energia AC fornecida a uma ou mais cargas AC pode ser apenas de uma fonte ou de múltiplas fontes (tanto DC e/ou AC). Além disso, uma fonte unidirecional, por exemplo, os painéis solares, é preferivelmente protegida da retroalimentação de

energia (em oposição a DC-DC bidirecional 232), usando técnicas conhecidas tais como diodos nas linhas conectando a fonte unidirecional ao conversor DC-AC.

[000104] Ainda outras modalidades estão dentro do escopo do revelado e Reivindicações. Por exemplo, num sistema conversor ligado à rede incluindo uma fonte de energia alternativa (por exemplo, painéis solares, fontes de energia eólica etc.) e um painel elétrico conectado à uma rede elétrica e a múltiplas cargas AC, um conversor de energia pode ser configurado para atuar como um inversor de fonte de corrente fornecendo corrente AC à rede elétrica, se a rede elétrica estiver fornecendo uma qualidade de energia aceitável e atuar como um inversor de fonte de voltagem fornecendo voltagem AC para as cargas AC, se a rede elétrica estiver fornecendo uma qualidade de energia inaceitável. Como exemplo adicional, um sistema conversor de energia pode incluir um conversor de energia DC para AC; uma primeira saída configurada para ser acoplada a uma rede elétrica; uma primeira entrada configurada para ser acoplada à rede elétrica; segundas saídas cada uma configurada para ser acoplada a uma carga AC; um comutador de rede elétrica acoplado ao conversor e à primeira saída; comutadores de carga acoplados ao conversor, às segundas saídas, e à primeira entrada; um controlador acoplado aos comutadores de carga e à primeira saída e configurado para determinar se a energia da rede elétrica satisfaz pelo menos uma condição, o controlador sendo ainda configurado para controlar o comutador de rede elétrica e os comutadores de carga para acoplar o conversor à primeira saída e para acoplar a primeira entrada às segundas saídas se pelo menos uma condição é satisfeita e de outra forma controlar o comutador da rede elétrica e os comutadores de carga para isolar o conversor da primeira saída e para seletivamente acoplar o conversor às segundas saídas; a fonte DC acoplada ao controlador e ao conversor de energia DC para AC; nós de medição configurados para monitorar a energia fornecida às cargas AC e fornecer primeira informação em relação à energia

monitorada; um transmissor convencional configurado para comunicar com os nós de medição e o controlador para receber a primeira informação dos nós de medição e fornecer segunda informação, relacionada a primeira informação, para o controlador; e um módulo de comunicação acoplado ao controlador e ao transmissor convencional e configurado para enviar terceira informação, relacionada a segunda informação, em direção a um dispositivo e receber quarta informação do dispositivo e enviar comandos relacionados a quarta informação para o controlador.

[000105] Ainda outras modalidades estão dentro do escopo do revelado e Reivindicações. Por exemplo, podem ser usadas modalidades de sistemas de distribuição de energia que não conectem e possivelmente não tenham conexão com uma rede elétrica. O modo VSI do conversor DC para AC é igualmente aplicável, independentemente do sistema poder receber energia a partir ou suprir energia para uma rede elétrica onde nenhuma rede elétrica deve ser conectada ao sistema de distribuição de energia, são possíveis algumas simplificações relacionadas aos sistemas acima descritos. Por exemplo, os comutadores de carga preferivelmente não teriam ponto de conexão para conexão a uma rede elétrica (por exemplo, os comutadores 92-95 na Figura 3 poderiam ter apenas dois terminais para conexão ao terminal de carga), o sensor/ controlador poderia ser simplificado para não incluir conexões e um sensor para medir uma rede e nenhum comutador de rede elétrica é necessário (por exemplo, o comutador 40 na Figura 3 poderia ser eliminado).

[000106] Além disso, mais do que uma invenção pode ser descrita aqui neste documento.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema Conversor de Energia, (20), compreendendo:

um conversor de energia DC para AC (36) configurado para receber energia DC de pelo menos uma fonte DC;

um comutador (34) de rede de energia acoplado ao conversor (36) e configurado para acoplar a uma rede elétrica (14);

acoplamentos seletivos acoplados ao conversor DC para AC (36), os acoplamentos seletivos, incluindo as linhas de carga (32) configuradas para serem acopladas às cargas AC, sendo os acoplamentos seletivos configurados para acoplar seletivamente o conversor DC-AC (36) às linhas de carga; e

uma controladora acoplada aos acoplamentos seletivos e à rede elétrica (14), **caracterizado** por que a controladora é configurada para determinar se a energia a partir da rede de energia satisfaz a pelo menos uma condição, sendo, além disso, a controladora configurada para controlar o comutador (34) de rede de energia para isolar o conversor da rede de energia e controlar os acoplamentos seletivos para acoplar o conversor a pelo menos uma das linhas de carga, se pelo menos uma condição for insatisfeita, sendo o controlador configurado ainda para controlar os acoplamentos seletivos para alterar uma distribuição de energia proporcionada pelo conversor às linhas de carga, se a energia proporcionada às linhas de carga estiver acima de uma quantidade de energia disponível para o conversor alterar dinamicamente quais cargas receberão energia do conversor enquanto pelo menos uma condição estiver insatisfeita.

2. Sistema Conversor de Energia, (20), de acordo com a Reivindicação 1, caracterizado por que a controladora é configurada para proporcionar um sinal de indicação de modo para o conversor

dependendo de que pelo menos uma condição seja satisfeita; e opcionalmente

em que o conversor é configurado para operar num modo de CSI ou num modo de VSI, de acordo com o sinal de indicação de modo recebido a partir da controladora; e opcionalmente

em que, no modo de CSI, o conversor é configurado para proporcionar energia numa tensão de uma primeira saída com uma corrente correspondente de acordo com uma quantidade de energia disponível do conversor e em que, no modo de VSI, o conversor é configurado para proporcionar energia a uma tensão predeterminada com uma corrente determinada pelas cargas AC acopladas às linhas de carga (32) de saídas; e opcionalmente

em que a tensão predeterminada é a mesma que uma tensão proporcionada pela rede de energia, quando a rede de energia estiver operacional.

3. Sistema Conversor de Energia, (20), de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que pelo menos uma condição compreende pelo menos um dentre uma faixa aceitável de tensão e uma faixa aceitável de frequência; ou opcionalmente

em que a controladora é, além disso, configurada para determinar que o sistema deixa de estar ilhado intencionalmente; opcionalmente

em que a controladora é configurada para fazer que o comutador (34) de carga AC associado com a carga incapaz de ser atrasada AC, presentemente conectada, de prioridade mais baixa, para isolar o conversor a partir da correspondente segunda saída, se a energia proporcionada às segundas saídas estiver acima da quantidade de energia disponível para o conversor.

4. Sistema Conversor de Energia, (20), compreendendo:

um conversor de energia DC para AC (36) configurado para receber energia DC a partir de pelo menos uma fonte de energia DC;

um comutador (34) de rede acoplado ao conversor e configurado para acoplar a uma rede de energia;

acoplamentos seletivos acoplados ao conversor, incluindo os acoplamentos seletivos linhas de carga (32) configuradas para serem acopladas a cargas AC, sendo os acoplamentos seletivos configurados para acoplarem seletivamente o conversor às linhas de carga; e

uma controladora acoplada aos acoplamentos seletivos e configurada ser acoplada à rede de energia, **caracterizado** por que a controladora é configurada para determinar se a energia a partir da rede de energia satisfaz a pelo menos uma condição e controlar o comutador (34) de rede para isolar o conversor a partir da rede de energia e para controlar os acoplamentos seletivos para acoplar o conversor a pelo menos uma das linhas de carga, se pelo menos uma condição for insatisfeita, sendo a controladora, além disso, configurada as linhas, se a energia provida às linhas de carga estiver acima de uma quantidade de energia disponível para o conversor, para desconectar uma carga AC de prioridade mais baixa do conversor, se a controladora determinar que uma carga AC de prioridade mais alta está deixando de ser suficientemente alimentada e desconectar uma carga AC de prioridade mais baixa do conversor até que esteja sendo provida energia suficiente à carga AC de prioridade mais alta, se a controladora determinar que a carga AC de prioridade mais alta está deixando de ser suficientemente alimentada depois que a carga AC de prioridade mais baixa é desconectada e desconectar a carga AC de próxima prioridade mais baixa do conversor se a controladora determinar que uma carga

AC de prioridade mais alta próxima está deixando de ser suficientemente alimentada e que continue a desconectar dessa maneira até que todas as cargas AC conectadas estejam sendo suficientemente alimentadas.

5. Sistema Conversor de Energia, (20), de acordo com a Reivindicação 4, **caracterizado** por que a controladora é configurada para fazer que os acoplamentos seletivos mudem uma distribuição de energia (20) proporcionada pelo conversor para as linhas de carga dependendo pelo menos de uma condição diferente da energia retirada sobre as linhas de carga.

6. Sistema Conversor de Energia, (20), de acordo com a Reivindicação 4, **caracterizado** por que compreende, além disso, um módulo de armazenamento de energia acoplado ao conversor e à controladora, em que a controladora é configurada para desconectar uma carga capaz de ser atrasada presentemente conectada a partir do conversor antes de tentar usar energia a partir do módulo de armazenamento de energia para energizar cargas presentemente conectadas, se a energia disponível a partir do conversor de pelo menos um painel solar for insuficiente para energizar as cargas presentemente conectadas; ou opcionalmente

em que cada um dos acoplamentos seletivos é configurado para ficar posicionado num primeiro estado conectando uma respectiva das linhas de carga ao conversor, num segundo estado que conecta uma respectiva das linhas de carga à rede de energia e num terceiro estado que conecta uma respectiva das linhas de carga nem ao conversor nem à rede de energia; ou opcionalmente

em que os acoplamentos seletivos são, além disso, configurados para acoplar a uma fonte de energia AC separada a partir da rede de energia.

7. Sistema Conversor de Energia, (20), de acordo com a Reivindicação 6, **caracterizado** por que cada um dos acoplamentos seletivos é configurado para ser posicionado num primeiro estado que conecta uma respectiva das linhas de carga ao conversor, num segundo estado que conecta uma respectiva das linhas de carga à rede de energia, num terceiro estado que conecta uma respectiva das linhas de carga à fonte de energia AC e num quarto estado que conecta uma respectiva das linhas de carga nem ao conversor nem à rede de energia nem à fonte de energia AC.

8. Sistema Conversor de Energia, (20), de acordo com a Reivindicação 4, **caracterizado** por que o conversor de energia DC para AC (36) é configurado para receber energia a DC a partir de uma primeira fonte de energia DC por uma conexão unidirecional, compreendendo o sistema, além disso:

uma segunda fonte de energia DC que compreende um dispositivo de armazenamento de energia; e

um conversor bidirecional DC para DC (232) acoplado ao dispositivo de armazenamento de energia e ao conversor de energia DC para AC (36); ou opcionalmente

em que a controladora é configurada para conectar e desconectar cargas para e a partir do conversor com base em fontes permitidas de energia para as cargas respectivas.

9. Sistema Conversor de Energia, (20), compreendendo:

um conversor de energia DC para AC (36);

saídas configuradas para serem acopladas a cargas AC, em que cada saída é configurada para ser acoplada a uma respectiva carga AC;

comutadores de carga acoplada ao conversor e às saídas;
e

uma controladora acoplada aos comutadores de carga e às saídas e **caracterizado** por que a mesma é configurada para determinar se uma rede elétrica (14) com energia AC aceitável disponível está conectada ao sistema conversor de energia e em resposta a nenhuma rede elétrica (14) com energia AC aceitável disponível estando conectada ao sistema conversor de energia, se a energia disponível para o sistema conversor de energia for energia insuficiente para as cargas AC, o controlador desconecta uma carga AC de prioridade mais baixa do conversor se a controladora determinar que uma carga AC de prioridade mais alta está deixando de ser suficientemente alimentada e para desconectar uma carga AC de prioridade mais baixa do conversor até que a energia suficiente esteja sendo provida para a carga AC de prioridade mais alta, se o controlador determinar que a carga AC de prioridade mais alta esteja deixando de ser alimentada suficientemente depois que a carga AC de prioridade mais baixa é desconectada e desconectar a carga AC de prioridade mais baixa próxima do conversor, se a controladora determinar que uma carga AC de prioridade mais alta próxima está deixando de ser suficientemente alimentada e continuar a desconectar dessa maneira até que todas as cargas AC conectadas estejam sendo suficientemente alimentadas.

10. Sistema Conversor de Energia, (20), de acordo com a Reivindicação 9, **caracterizado** por que compreende, além disso, uma primeira fonte DC que é unidirecionalmente acoplada ao conversor de energia DC para AC (36) para suprir energia DC para o conversor de energia DC para AC (36), compreendendo o sistema, além disso, uma segunda fonte DC que compreende um dispositivo de armazenamento de energia e um conversor bidirecional DC para DC (232) acoplado ao

dispositivo de armazenamento de energia e ao conversor de energia DC para AC (36); ou opcionalmente

compreendendo, além disso, um conversor bidirecional DC para DC (232) acoplado ao conversor DC para AC (36) e configurado para acoplar a um dispositivo de armazenamento de energia; ou opcionalmente

em que a primeira fonte DC compreende pelo menos um dentre um gerador de saída DC e pelo menos um painel solar; ou opcionalmente

compreendendo, além disso, um gerador AC acoplado aos comutadores de carga.

11. Método de Regulação da Liberação de Energia por Sistema de Liberação de Energia, conforme definido na Reivindicação 4, **caracterizado** por que o método compreende:

determinar se uma rede de energia com primeira energia AC aceitável disponível está conectada ao sistema de liberação de energia;

receber a primeira energia DC num conversor DC para AC a partir de uma primeira fonte de energia DC diferente de um dispositivo de armazenamento de energia e converter a primeira energia DC recebida a partir da primeira fonte de energia DC para uma segunda energia AC;

proporcionar a segunda energia AC para a rede de energia, se for determinado que a rede de energia com energia AC aceitável disponível está conectada ao sistema de liberação de energia; e

proporcionar a segunda energia AC para uma primeira

parte das cargas AC conectada ao sistema de liberação de energia, se for determinado que nenhuma rede de energia com a primeira energia AC aceitável disponível está conectada ao sistema de liberação de energia; e

enquanto nenhuma rede de energia com a primeira energia AC aceitável disponível está conectada ao sistema de liberação de energia e o conversor tem energia insuficiente para as cargas AC isolar a segunda energia AC de uma carga AC de menor prioridade da primeira parte das cargas AC em resposta à determinação de que uma carga AC de prioridade mais alta da primeira parte das cargas AC está sendo insuficientemente energizada e isolar a segunda energia AC de uma carga AC de prioridade mais baixa próxima da primeira parte das cargas AC até que seja fornecida energia suficiente à carga AC de maior prioridade em resposta à determinação de que a carga AC de maior prioridade está insuficientemente energizado após isolar a segunda fonte de energia AC da carga AC de menor prioridade e isolar a segunda fonte de energia AC da próxima carga AC de menor prioridade em resposta à determinação de que uma carga AC de prioridade mais alta da primeira parte das cargas AC está sendo insuficientemente energizada e continua a isolar dessa maneira até que todas as cargas AC conectadas estejam sendo suficientemente energizadas.

12. Método de Regulação da Liberação de Energia por Sistema de Liberação de Energia, de acordo com a Reivindicação 11, **caracterizado** por que proporciona a segunda energia AC para a primeira carga AC compreende proporcionar a segunda energia AC numa quantidade apenas até uma quantidade limite;

compreendendo, além disso, proporcionar terceira energia AC a uma segunda carga AC das cargas AC dependendo se a segunda carga AC é permitida receber energia derivada a partir de uma fonte da terceira energia AC; ou opcionalmente

compreendendo, além disso, receber segunda energia DC no conversor DC para AC (36) a partir de uma segunda fonte de energia DC, compreendendo um dispositivo de armazenamento de energia e converter a segunda energia DC recebida a partir da segunda fonte de energia DC até à terceira energia AC; ou opcionalmente

compreendendo, além disso, receber a terceira energia AC a partir de um gerador AC.

13. Método de Regulação da Liberação de Energia por Sistema de Liberação de Energia, de acordo com a Reivindicação 12, **caracterizado** por que a primeira e a segunda cargas AC são fisicamente separadas de tal modo que a segunda e a terceira energias AC são proporcionadas para cargas fisicamente separadas.

14. Método de Regulação da Liberação de Energia por Sistema de Liberação de Energia, conforme definido na Reivindicação 9, **caracterizado** por que o método compreende:

proporcionar propriedades de carga de cargas AC;

proporcionar indicações de fontes alternativas de energia, quais das fontes alternativas de energia são permitidas energizar quais das cargas AC e prioridade de uso das fontes alternativas de energia, em que as fontes alternativas de energia são conectadas ao sistema de liberação de energia, em que as fontes alternativas de energia são diferentes a partir de uma rede de energia; e

energizar pelo menos uma das cargas AC usando pelo menos uma das fontes alternativas de energia, sem usar uma rede de energia, com base nas propriedades de carga AC, a prioridade de uso das fontes alternativas de energia e quais das fontes alternativas de energia são permitidas energizar quais das cargas AC; e se pelo menos uma das fontes de energia alternativas tiver energia insuficiente para as

cargas AC, isolando uma carga AC de prioridade mais baixa de pelo menos uma das fontes alternativas de energia em resposta à determinação de que uma carga AC de prioridade mais alta é não sendo suficientemente alimentado e isolando uma carga AC de prioridade mais baixa próxima de pelo menos uma das fontes de energia alternativas até que seja fornecida energia suficiente para a carga de prioridade mais alta em resposta à determinação de que a carga AC de prioridade mais alta está sendo insuficientemente alimentado após isolar a carga AC de prioridade mais baixa e isolar a carga AC com a prioridade mais baixa seguinte de pelo menos uma das fontes alternativas de energia em resposta à determinação de que a carga AC com prioridade mais alta próxima está sendo insuficientemente alimentada, e continuar a isolar dessa maneira até que todas as cargas AC conectadas estejam sendo alimentadas.

15. Método de Regulação da Liberação de Energia por Sistema de Liberação de Energia, de acordo com a Reivindicação 14, **caracterizado** por que as fontes alternativas de energia incluem uma fonte de energia DC renovável, compreendendo o método, além disso, determinar se uma rede de energia com energia AC aceitável disponível está conectada ao sistema de liberação de energia; e suprir energia para a rede de energia a partir da fonte de energia DC renovável, se for determinado que uma rede de energia com energia aceitável disponível está conectada ao sistema de liberação de energia; ou opcionalmente

em que energizar as cargas AC compreende energizar as cargas AC sem exceder um limite de energia;

16. Método de Regulação da Liberação de Energia por Sistema de Liberação de Energia, de acordo com a Reivindicação 15, **caracterizado** por que o isolamento da carga AC de prioridade mais baixa e o isolamento da carga AC de prioridade mais baixa próxima seguinte compreende selecionar um particular das cargas AC com base

na prioridade de uso das fontes alternativas de energia.

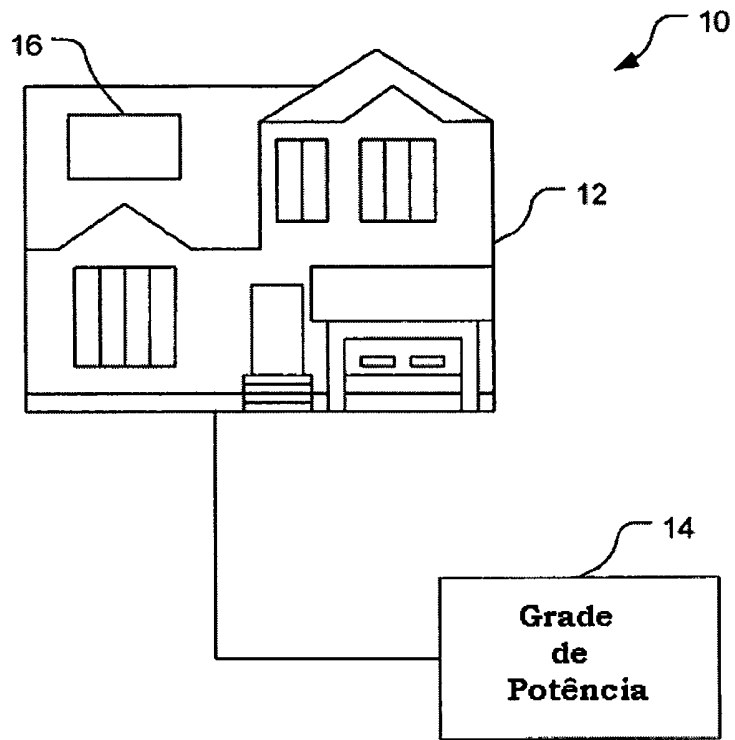


Figura 1

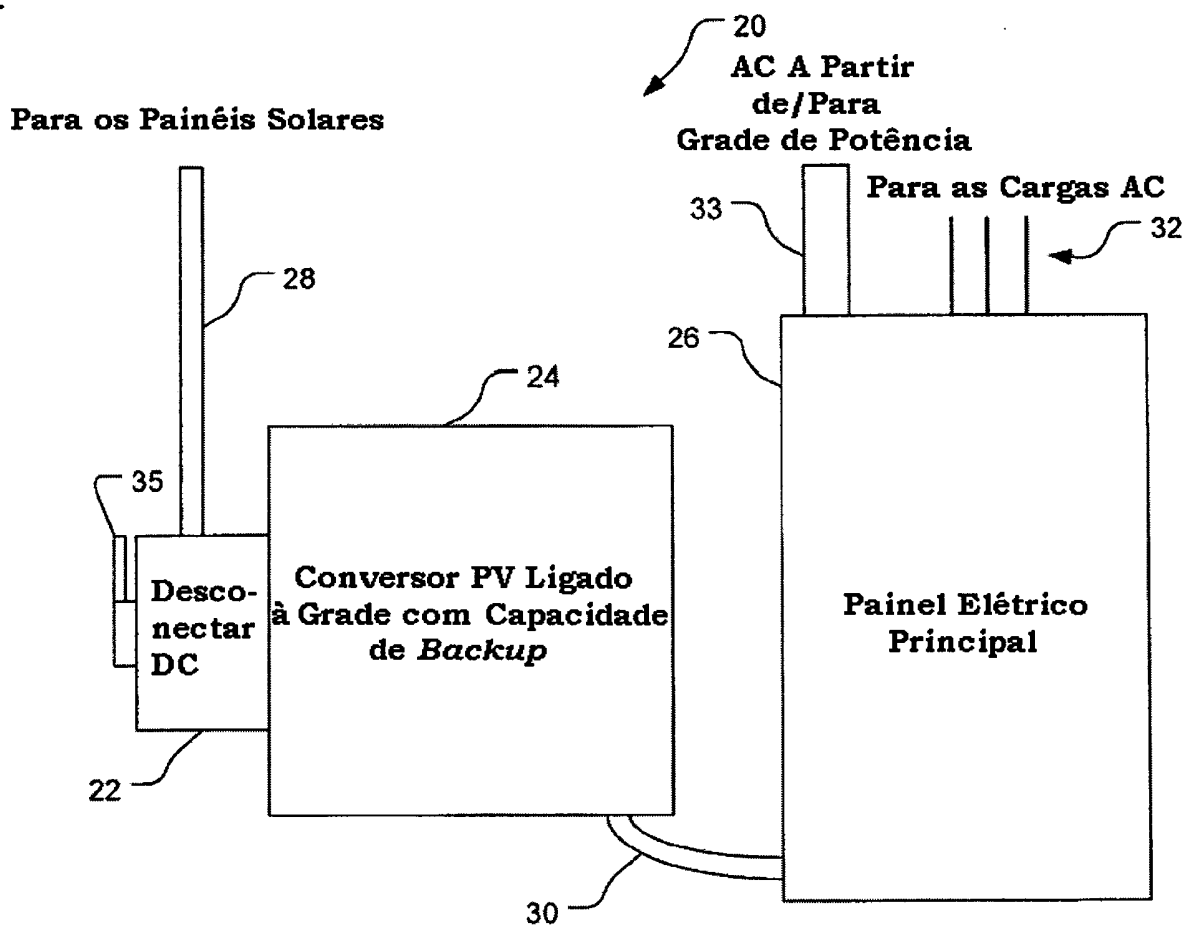


Figura 2

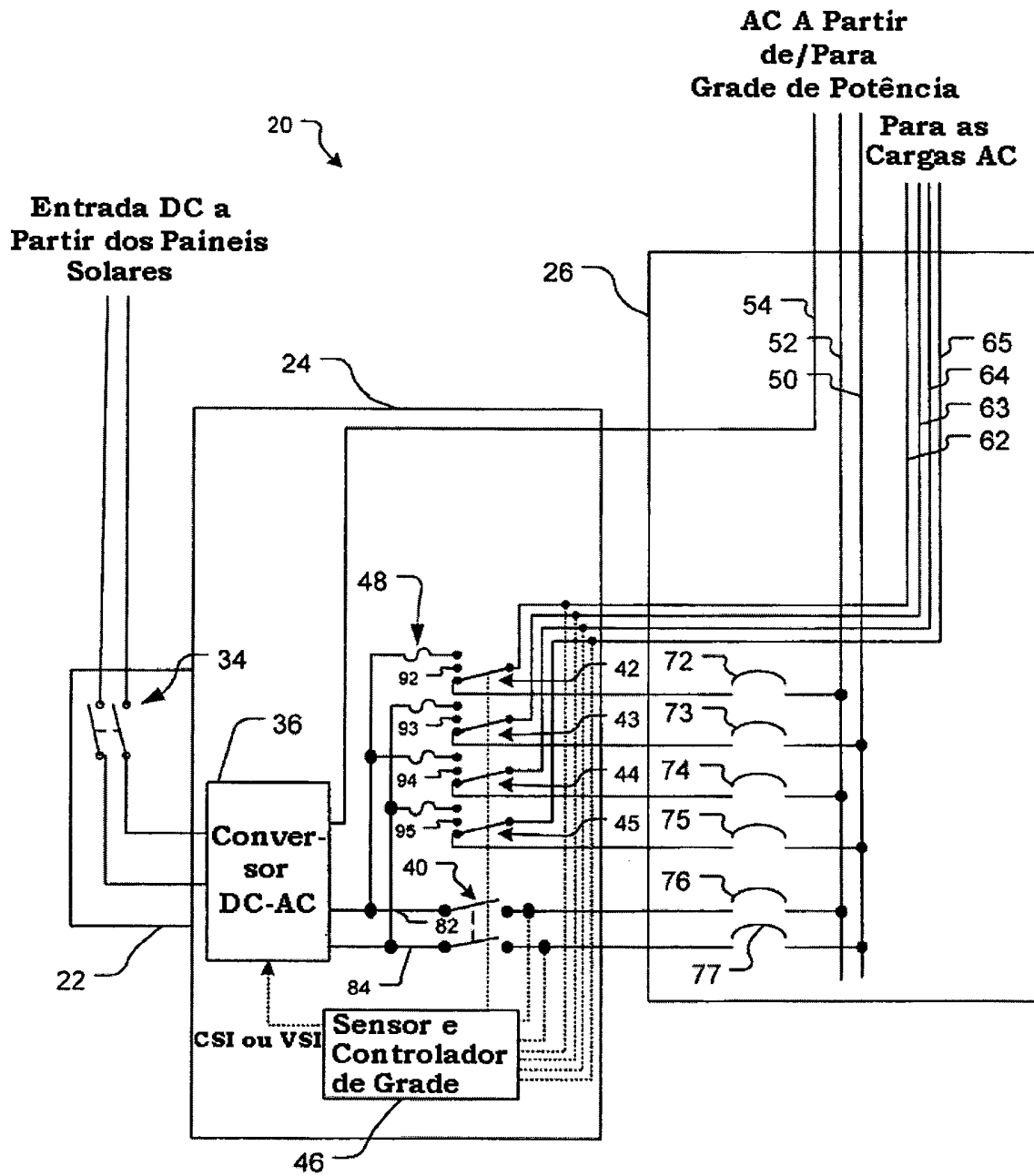


Figura 3

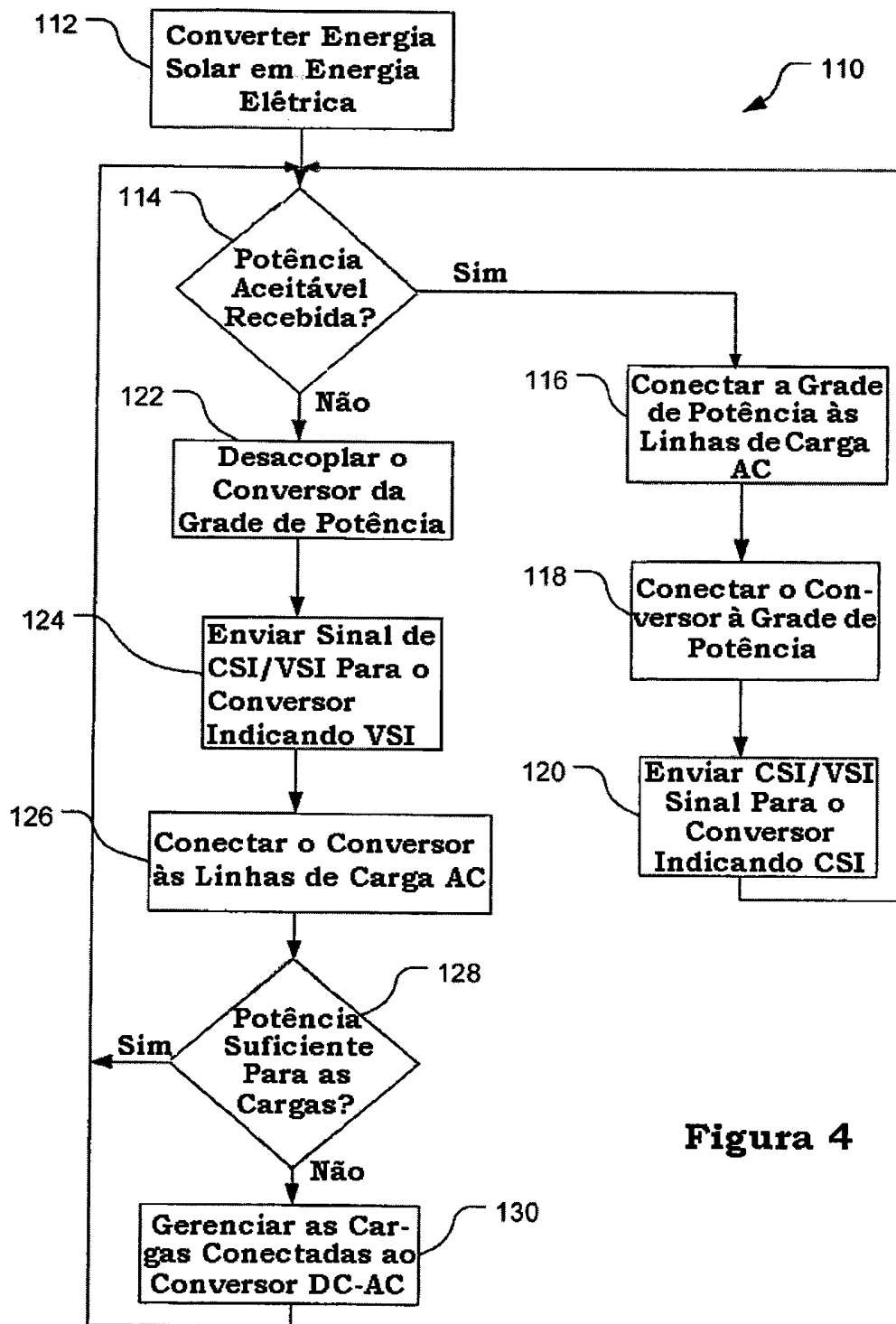
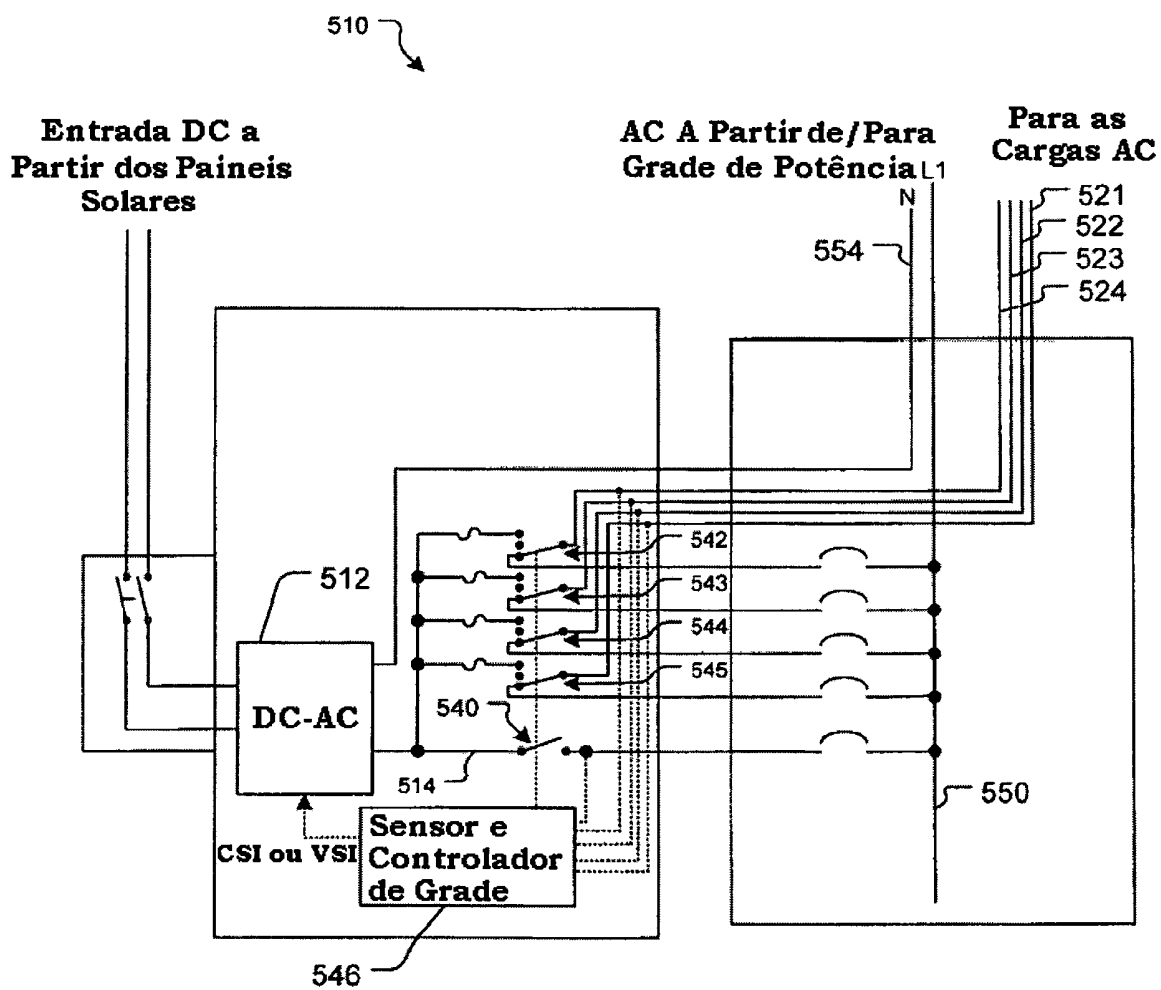


Figura 4

**Figura 5**

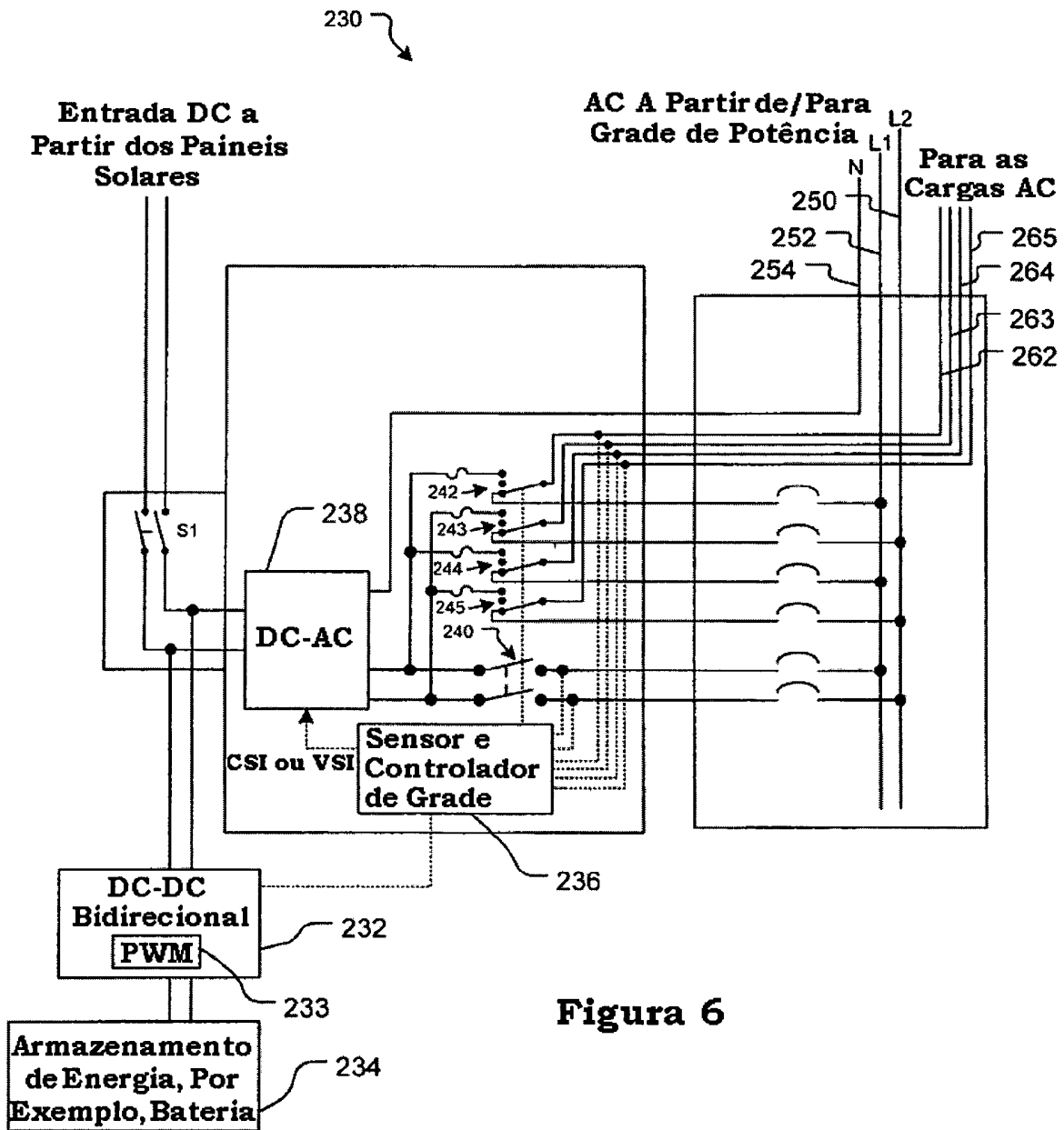
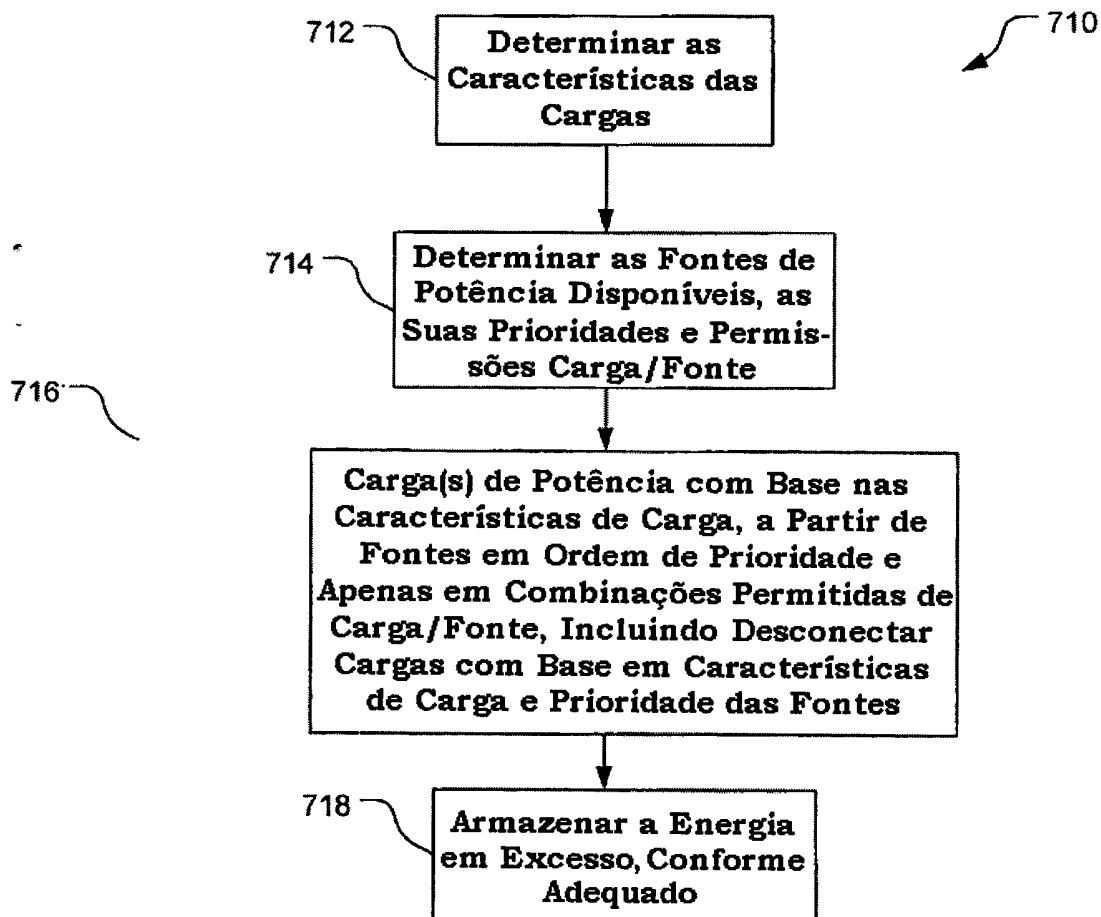
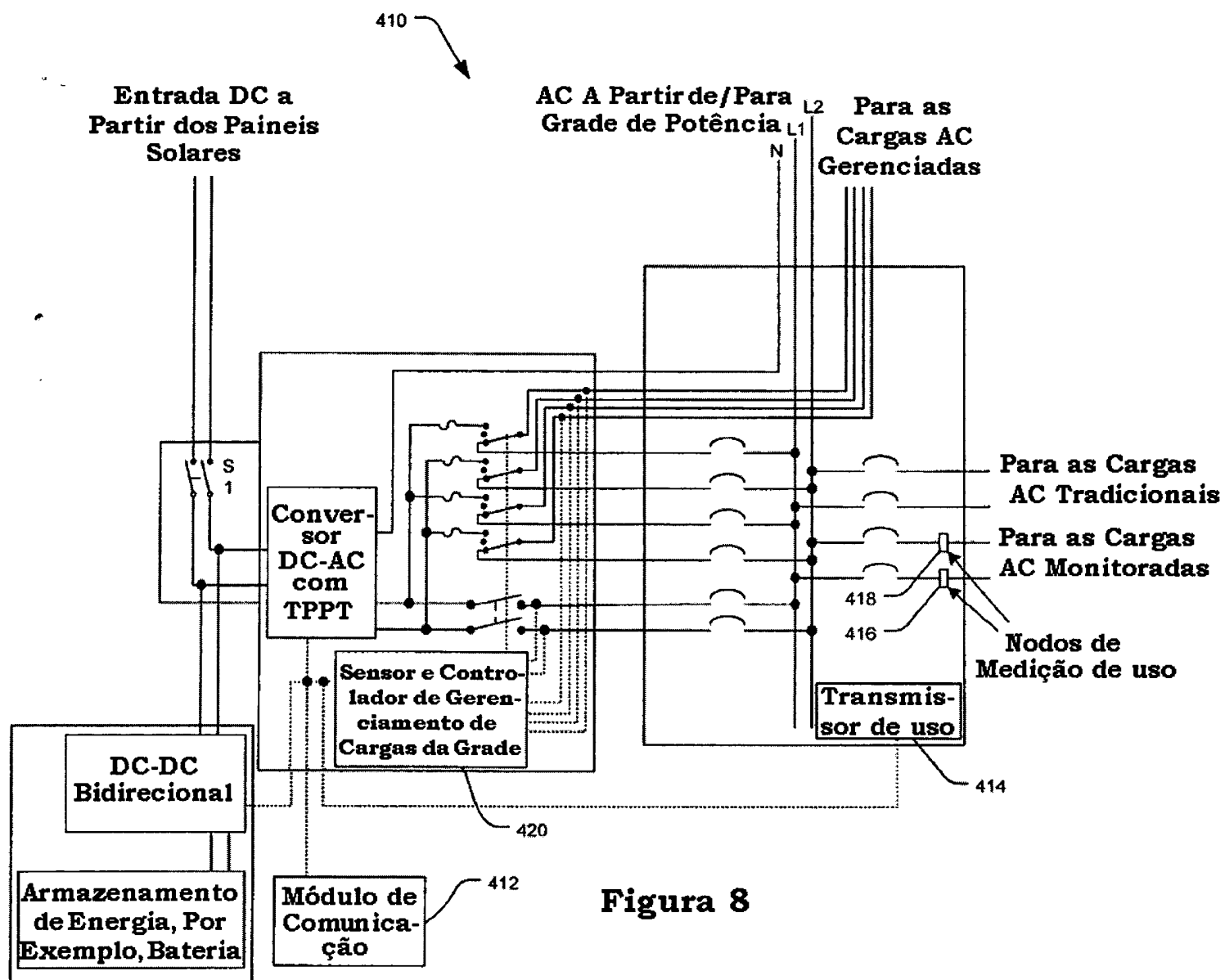


Figura 6

**Figura 7**



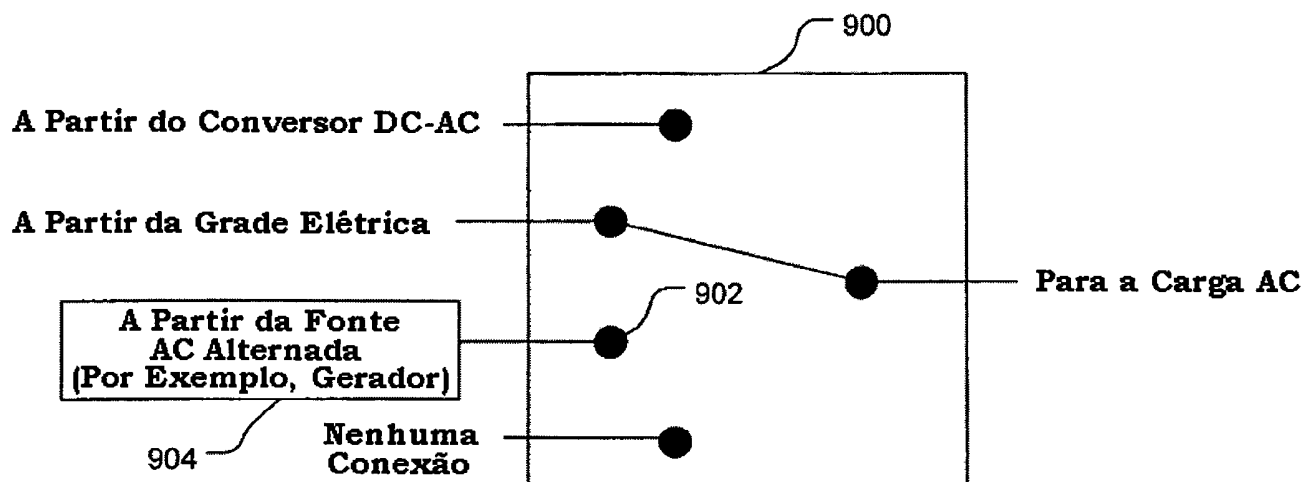
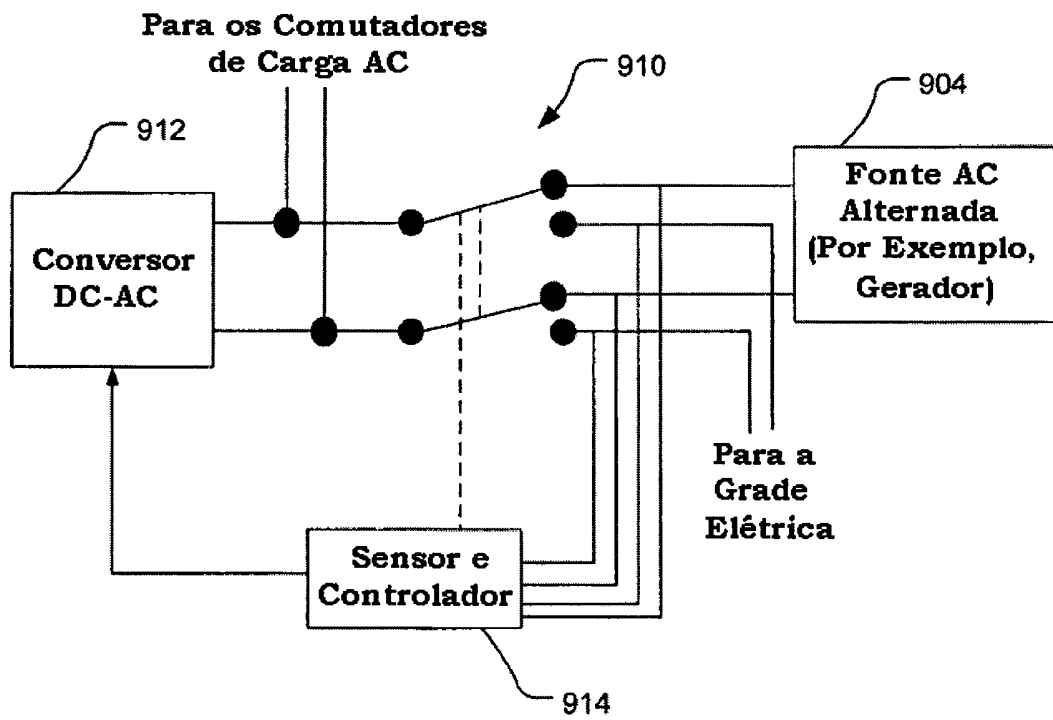


Figura 9A

**Figura 9B**

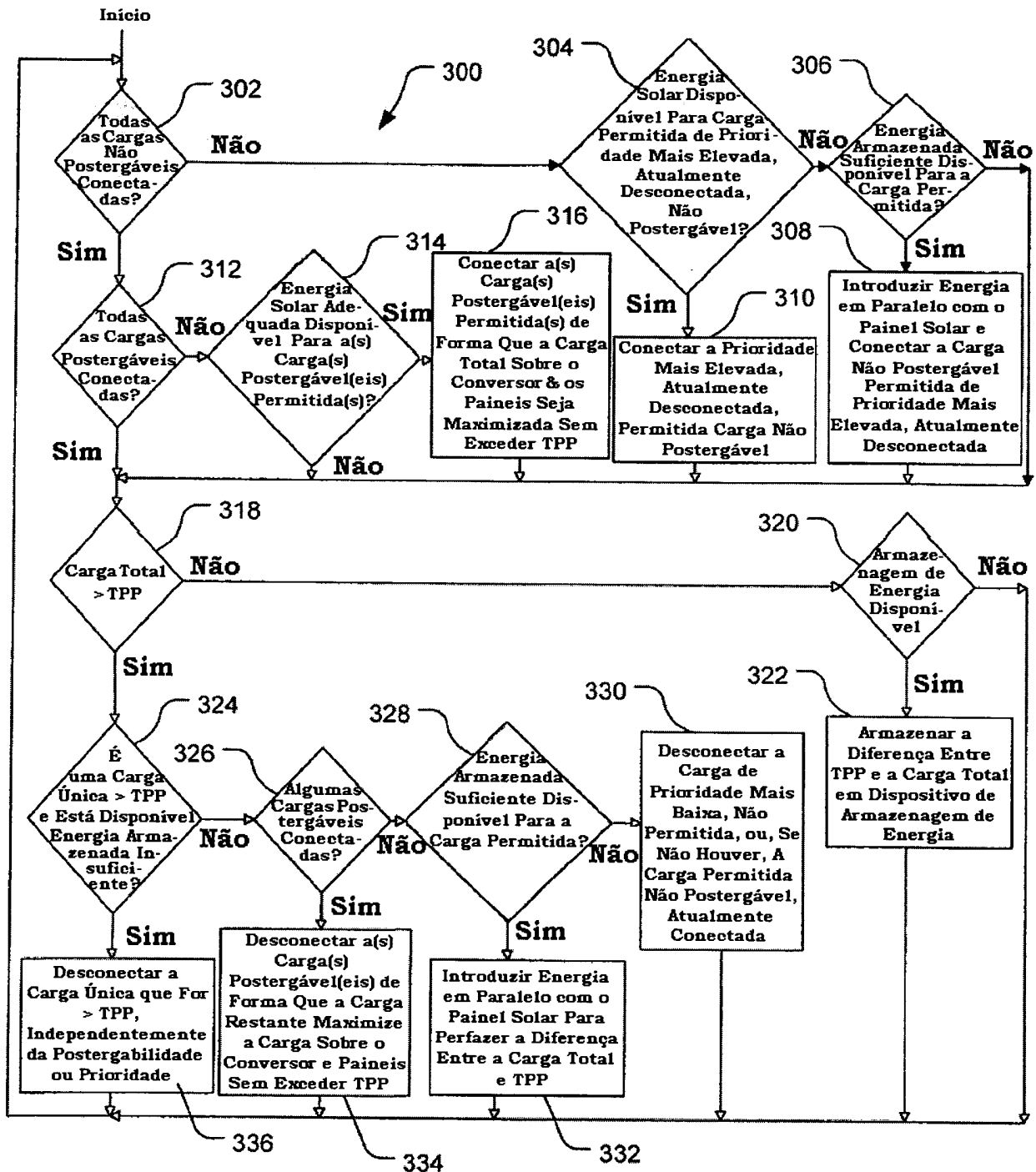


Figura 10

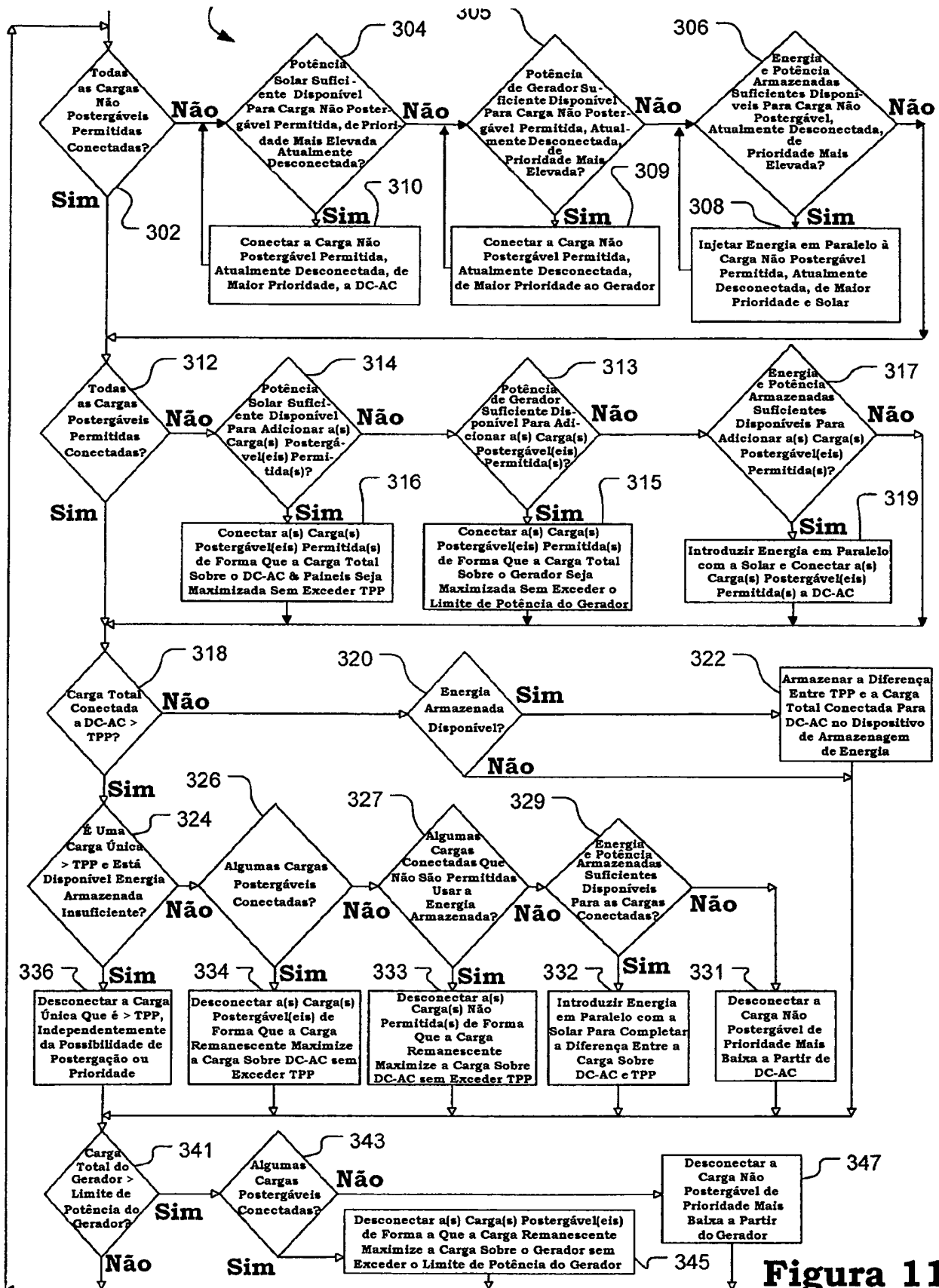


Figura 11