



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

(21) PI 0621491-6 A2



* B R P I O 6 2 1 4 9 1 A 2 *

(22) Data de Depósito: 07/11/2006

(43) Data da Publicação: 15/07/2014
(RPI 2271)

(51) Int.Cl.:

G01R 21/00

(54) Título: SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA
GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE
GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E
ARMAZENAGEM DE ENERGIA

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 16/03/2006 US 11/377,034

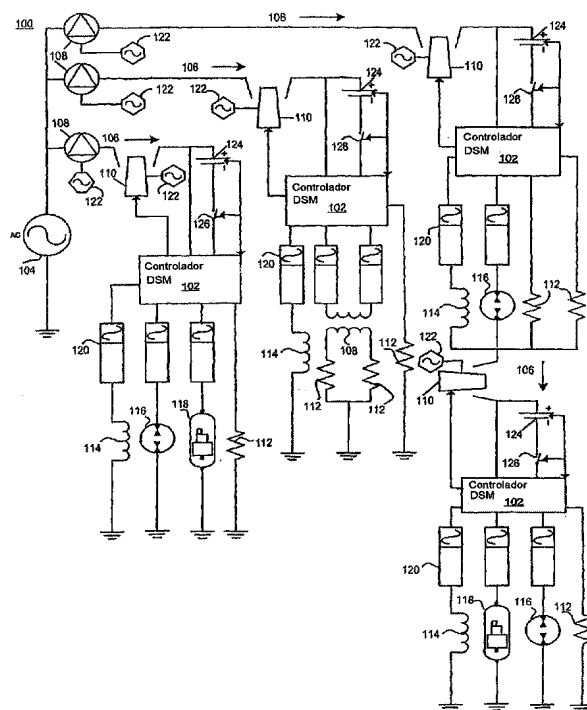
(73) Titular(es): VRB POWER SYSTEMS, INC.

(72) Inventor(es): BRANDLEY, R. WILLIAMS, Timothy David
John Hennessy

(74) Procurador(es): Octávio & Perocco S/C Ltda.

(86) Pedido Internacional: PCT US2006043438 de
07/11/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/108834de
27/09/2007



"SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO
TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E
ARMAZENAGEM DE ENERGIA"

Relatório Descritivo

5 A presente invenção refere-se a
grades de energia de curativo automático, e mais
especificamente, para uso de técnicas de gerenciamento de
demanda lateral com armazenagem de energia de bateria
para auto-curar inteligentemente uma grade.

10 As presentes concretizações ficarão
mais claramente aparentes à partir da descrição seguinte
e das reivindicações anexadas, tomadas em conjunto com os
desenhos que as acompanham. Levando em consideração que
os desenhos anexados apresentam apenas concretizações
15 típicas e não devem, portanto, limitar o escopo da
invenção, as concretizações serão descritas e explicadas
com especificidade e detalhes em referência aos desenhos
anexados, em que:

 A figura 1 é um diagrama em
20 circunferência de uma concretização de uma grade de auto-
cura usando controle de gerenciamento de demanda lateral
e armazenagem de energia;

 A figura 2 é um diagrama em
circunferência de uma concretização de ilhas de divisão
25 de rede de uma grade de energia de rede conectada;

 A figura 3 é um fluxograma de uma
concretização de um método para decidir por ações

corretivas efetivas para auto-curar uma grade de energia de uma irregularidade identificada, para incluir uso de técnicas de gerenciamento de demanda lateral e armazenagem de energia; e

5 A figura 4 é um fluxograma ilustrando uma concretização de um método para otimizar continuamente a energia elétrica para uma grade.

 Será facilmente entendido que os componentes das concretizações como em geral descritas e
10 ilustradas nas presentes figuras poderão ser arranjadas e projetadas numa ampla variedade de diferentes configurações. Portanto, as descrições detalhadas a seguir de várias concretizações, como representadas nas figuras, não tencionam limitar o escopo da invenção, como
15 reivindicados, mas é meramente representativa de várias concretizações. Embora os vários aspectos das concretizações sejam apresentados nos desenhos, os ditos desenhos não são necessariamente desenhados para escala exceto se especificamente indicado.

20 Os termos "conectado a", "acoplado a", e "em comunicação com", se referem a qualquer forma de interação entre duas ou mais entidades, incluindo interação mecânica, elétrica, magnética, eletromagnética, fluida, e térmica. Dois componentes podem ser acoplados
25 um ao outro embora eles não estejam em contato direto um com o outro. O termo "adjacente" se refere aos artigos de rede que estão em comunicação elétrica um com o outro, e

numa seção próxima de uma grade elétrica. O termo "em comunicação elétrica com" não deve ser construído para requerer acoplagem ou conexão física, mas apenas coordenação de sinal elétrico ou a habilidade para
5 "falar" eletricamente entre os componentes através de um circuito ou rede.

De acordo com o Instituto de Pesquisa e Energia Elétrica (EPRI) Electricity Technology Roadmap, até 2020, a demanda por energia premium, atualmente em
10 desenvolvimento, será penetrante em todos os setores da economia. EPRI preliminar estima que a proporção de eletricidade norte-americana que requer 9-noves de confiabilidade (energia disponível 99.9999999% do tempo) crescerá de 0.6% do consumo atual para aproximadamente
15 10% até 2020, e que a proporção que requer 6-noves de confiabilidade crescerá de aproximadamente 8-10% para aproximadamente 60%. Em contraste, a confiabilidade média de energia atual "no plugue" é de apenas 3-noves. Portanto, as grades de energia norte-americanas
20 necessitam de muito aperfeiçoamento na próxima década para atingir as demandas crescentes de confiabilidade.

Em caso de uma falha na grade do sistema, tanto pelas condições de carga base quanto de forças externas tais como relâmpago, vento, ou neve, os
25 movimentos e clientes da rede estão sujeitos a interrupções de durações variáveis dependendo de onde a falha ocorrer e quão difícil para o conserto. Em sistemas

radiais, todas as correntes de cargas de uma falha são igualmente impactadas. Para reduzir a duração de uma interrupção, alguma forma de geração local de energia ou suprimento de uma fonte de energia armazenada pode ser empregada após certificar de que a grade tenha sido primeiramente isolada. O último evita com que a geração ou suprimento se alimentem novamente na rede inteira. Entretanto, seria também útil prever uma irregularidade antes que ela ocorra, e prover o conserto na grade para evitar uma falha do sistema.

Uma grade inteligente, e auto-curante pode automatizar o processo acima de restaurar ou estabilizar efetivamente a energia para uma grade ou uma parte da grade. A automação do processo permite um fluxo de energia responsivo e mais efetivo. Pode também aumentar a confiabilidade quando prover serviço ao cliente durante os períodos de interrupção, bem como reduzir os custos operacionais e de manutenção quando aumentar o congestionamento nas linhas existentes. Uma grade de auto-cura pode também aumentar a segurança da grade em resposta a ameaça de terrorismo porque eliminaria a necessidade de intervenção humana para restaurar a estabilidade de uma grade de energia.

Para atingir estes benefícios, uma grade de auto-cura pode procurar, entre outras coisas, otimizar dinamicamente e continuamente a performance e robustez do sistema, reagir rapidamente aos distúrbios ou

irregularidades desta maneira para minimizar o impacto, e restaurar rapidamente o sistema para uma região de operação estável, para manter a voltagem nominal e níveis de frequência.

5 A figura 1 mostra uma concretização para exemplificar um sistema de grade de auto-cura 100 da invenção, incluindo uma pluralidade de controladores de restauração de grade 102 (ou "controlador de restauração"). Cada controlador de restauração 102 pode
10 controlar a condução de energia de uma fonte principal de energia 104 para uma grade ilha de rede separada 106 com uma pluralidade de tipos de carga, incluindo linear e não linear. Os controladores de restauração de grade 102 podem implementar as técnicas de gerenciamento de demanda
15 lateral ("DSM"), o que será adiante explicado. Uma ilha eletricamente definida de uma grade de energia pode ser variavelmente aqui como "uma ilha", uma "ilha de rede", ou como uma "ilha de grade" 106. A configuração das ilhas de grade 106 será endereçada com referência a figura 2.

20 Uma ilha pode ser localizada diretamente numa fonte principal de energia 104, tal como as três ilhas superiores 106 na figura 1. Uma ilha pode ser também em cadeia localizada numa parte distante de uma grade, como na ilha do canto direito 106 na figura 1.
25 A energia elétrica pode passar inicialmente, por cada ilha 106 ou ramificação de ilhas 106, através de um transformador principal de energia 108 para assegurar

voltagem apropriada e níveis de corrente para condução suficiente de energia para cada ilha 106 ou ramificação de ilhas 106.

A energia elétrica pode então navegar
5 por um quebrador de isolação 110 antes de passar por um controlador de restauração de grade 102, o quebrador de isolação 110 sendo controlável pelo controlador de restauração 102 além de ser ligado em resposta aos surtos de energia e similares. O uso do controlador de
10 restauração 102 pode automatizar o controle de cada ilha 106, e facilitar a auto-cura em tempo real em resposta as irregularidades elétricas, incluindo as falhas elétricas ou distúrbios da grade, ou em antecipação das mesmas.

A energia elétrica pode então passar
15 por uma pluralidade de cargas dentro do circuito, como discutido. Estas cargas podem incluir cargas lineares 112, de maneira que o fator de energia (a fase entre a voltagem e a corrente) através da carga 112 permaneça. As cargas remanescentes são não-lineares, tendo fatores de
20 energia ao contrário daquela cuja corrente conduz ou retarda a voltagem. Tais cargas de interesse particular incluem cargas indutivas 114, motores de bomba 116, compressores 118, e outros que, sob baixa voltagem ou condições de reinício, necessitariam de corrente muito
25 ampla da rede. O último pode incluir outra carga de energia de tempo curto, não crítico, embora comparativamente altas. A energia elétrica pode passar,

antes de passar por uma carga não-linear, através de um rele controlado 120 para que o controlador de restauração 102 possa ligar e desligar a energia para estas cargas como um meio de estabilizar a energia para a ilha em caso
5 de uma irregularidade, incluindo uma falha elétrica.

Tendo um fator de energia próximo a um dentro da ilha como um todo durante uma interrupção ajudará uma fonte de energia auxiliar para conduzir energia estabilizada para uma ilha de grade 106 por um
10 período mais longo. Isso porque desconectar grandes cargas indutivas menos críticas, tais como aquelas usadas para propósito comercial, reduzirá picos de cargas ao operar numa maneira isolada. Isso permite energia auxiliar (incluindo armazenagem de bateria) para suprir
15 as cargas lineares remanescentes de forma mais expansiva e consistente do que de outra forma possível. Para cumprir isso, o controlador de restauração 102 pode calcular o número de porcentagem de cargas não lineares que necessitam para serem desconectadas via reles
20 controlados 120, até cem por cento, para assegurar uma ação efetiva com relação ao fator de energia e demandas de pico de energia possíveis vindos da ilha de grade 106.

Uma pluralidade de sensores 122 pode ser usada na grade de energia para monitorar as
25 características elétricas de cada ilha 106, tais como voltagem, corrente, frequência, harmonias, etc., e também monitorar a condição de componentes elétricos críticos, e

retransmite esta informação para um ou mais controladores de restauração 102. Portanto, cada controlador de restauração 102 está em comunicação elétrica com um ou mais sensores 122. Os sensores 122 podem estar em
5 comunicação elétrica com os componentes elétricos críticos tais como os transformadores 108, quebradores de isolação 110, e alimentadores, entre outros. Adicionalmente, o controlador de restauração 102 pode ter
10 para monitorar a ajuste da rede de cada ilha 106, sentindo assim dinamicamente as cargas nos requisitos de carga.

O controlador de restauração de grade 102 pode então efetuar uma resposta positiva de auto-cura
15 para uma ilha afetada 106 por sinais de monitoramento e recebimento contínuos dos sensores 122, e capacitar uma resposta em tempo real até mesmo para uma irregularidade mais insignificante. Isso permite ao sistema de grade 100 também compensar, ou corrigir, distúrbios menores numa
20 grade elétrica antes que eles causem maior rompimento, incluindo uma falha que pode desconectar a energia principal 104 para uma ilha de grade inteira 106. Os distúrbios potenciais poderiam ser um transformador 108 com atividade incomum de tratamento ou uma terminação de
25 cabo com uma descarga parcial superior ao normal. O sistema de auto-cura 100 pode também se sintonizar continuamente para alcançar um estado adequado com base

em critério predeterminado, independentemente de existirem irregularidades. Para auxiliar o sistema 100 nesta auto-sintonização e auto-cura, um sistema de armazenagem de energia de bateria ("ESS") 124 pode ser
5 empregado numa fonte de suporte de energia.

Em conjunto com cada ilha de rede 106, uma bateria ESS 124 pode ser localizada geralmente entre um quebrador de isolação 110 e um controlador de restauração 102. Adicionalmente, um interruptor 126 pode
10 ser posicionado entre a bateria ESS 124 e o controle de restauração 102 para capacitar o controlador de restauração 102 para acionar a bateria ESS 124, ou para desligá-la. O controlador de restauração 102 pode também controlar a bateria ESS 124 para permitir compensação
15 automática na ilha 106 para os distúrbios, variações de voltagem, desequilíbrios de carga, e similares, que podem ocorrer.

O interruptor 126 e o controlador de restauração 102 e o controle da bateria ESS 124 podem ser
20 opcionais, entretanto, porque algumas baterias ESS foram construídas por sistemas de controle que compensam continuamente os distúrbios, variações de voltagem, e desequilíbrios de carga com base na voltagem e sensores de linha integrados com a bateria ESS 124. Dito sistema é
25 um sistema de armazenagem de energia de bateria redox vanádio 124 ("VRB-ESS"). Um VRB-ESS 124 pode incluir um conversor de energia inteligente programável de quatro

quadrantes (PCS), que é capaz de monitorar continuamente os parâmetros da grade de energia 100 contra os pontos de ajuste de operação, e para ajustar sua energia reativa e produções reais de energia continuamente. Isto provê
5 compensação de qualidade de energia para quedas de voltagem, harmonias, e vacilos de voltagem de, por exemplo, interrupções do motor, e provê suporte de voltagem mesmo quando carregar o elemento de armazenagem do VRB-ESS 124. Nestes aspectos, o VRB-ESS 124 pode atuar
10 com um dispositivo FACTS (Sistema de transmissão AC flexível). Um dispositivo FACTS capacita as utilidades reduzir a congestão de transmissão sem comprometer a confiabilidade e segurança do sistema.

Portanto, o uso de um VRB-ESS 124
15 pode eliminar a necessidade do interruptor 126, ou a necessidade de integrar ao controlador de restauração 102 a voltagem e os sensores de linha e circuito de controle de compensação. Entretanto, mesmo com um VRB-ESS 124 empregado numa ilha de grade 106, a habilidade de um
20 controle de restauração 102 para controlar o VRB-ESS 124 pode externamente ser ainda requerida a fim de auxiliar a compensar, num esforço coordenado, para uma irregularidade numa ilha de grade adjacente 106. Este aspecto de uma grade auto-cura 100 será discutido
25 posteriormente com referência à figura 4.

Os sistemas de armazenamento de energia 124, tais como as baterias recarregáveis, são

benéficas para os sistemas de energia remotos que são supridos por, por exemplo, geradores de turbina eólicas ou relês fotovoltaicos. O VRB-ESSs 124 receberam atenção especial porque eles prometem ser baratos e possuem

5 muitas características que provêm vida longa, design flexível, alta confiabilidade, e baixos custos operacionais e de manutenção. O VRB-ESS 124 conta com um sistema de bombeamento de fluxo para passar as soluções anolito e catolito através de suas células. Ao operar um

10 VRB-ESS 124, os índices de fluxo, temperaturas internas, pressão, tempos de carga e descarga são todos fatores que influenciam a produção de energia.

Uma vantagem significativa de um VRB-ESS 124 é que este leva o mesmo período de tempo para

15 recarregar o VRB-ESS 124 quanto para descarregá-lo. As baterias de carga ácida convencionais podem levar mais de cinco vezes seu índice de descarga para recarga. Portanto, uma bateria de carga ácida com índice de quatro horas pode requerer 20 horas ou mais para recarregar. Num

20 período de 24 horas, um VRB-ESS 124 com índice de quatro horas será capaz de descarregar totalmente e carregar três vezes contra apenas uma carga com uma bateria de carga ácida, num período de 24 horas, uma bateria de carga ácida pode ser capaz de conduzir energia por apenas

25 quatro horas sem qualquer segurança. Uma bateria de carga ácida põe em risco a condução de energia se ocorrerem falhas consecutivas numa grade após uma descarga inicial.

Com um VRB-ESS 124, a condução de energia acessível.

Cargas pesadas repetidas também reduzem a vida da bateria de carga ácida. Um VRB-ESS 124 não se degrada como uma bateria de carga ácida após 5 múltiplos usos. Além disso, determinar o estado de carga disponível (SOC) de uma bateria de carga ácida requer que ela seja descarregada sob carga. Um VRB-ESS 124 é capaz de prover um SOC absoluto de sua energia disponível o tempo todo além de ser mais eficiente do que as baterias 10 de carga ácida. Para maiores informações sobre o VRB-ESS 124, consulte o pedido da patente norte-americana sob número de série 11/234,778, depositada em 23 de setembro de 2005, a qual está incorporada aqui por referencia.

A figura 2 mostra uma grade de 15 energia, que pode compreender duas ou mais ilhas de rede 106. Por exemplo, uma ilha geograficamente grande 202 pode ser seccionada porque cobre mais áreas rurais e portanto menos energia será requerida por milha quadrada. Ao contrário, uma ilha geometricamente pequena 204 pode 20 ser seccionada como uma ilha 106 porque cobre uma região mais urbana, densamente povoada. Isto é referido como uma ilha ou zona inteligentes, que podem ser usadas para separar automaticamente o sistema de grade 100 em partes de auto-sustento, ou em ilhas 106, para manter o 25 suprimento de eletricidade para os usuários de acordo com as prioridades específicas, e evitar blackouts de difusão. Onde as ilhas 106 cruzam 206 são provavelmente

lugares para terem quebradores de isolação pré-localizados 110 (não mostrados) ou interruptores de ilha automatizados (não mostrados) os quais provêm meios de isolar as ilhas de grade adjacentes, tais como 202 e 204 na figura 2, em caso de irregularidade da grade ou um Blackout de uma das grades 202 ou 204.

Para determinar onde desenhar as linhas de cada ilha, um conjunto de simulações pode ser usado para determinar a melhor configuração do sistema baseado nas condições atuais do sistema. Ditas simulações podem incluir prioridades de condução de energia, tal como determinar quais cargas não-lineares são as mais consumíveis durante uma irregularidade, incluindo uma falha que requer ligar, totalmente ou parcialmente, uma bateria ESS 124 para energia na ilha 106. A simulação pode ser realizada através do uso de software de computador cujos conjuntos de dados de carga criam perfis de carga e no qual o fluxo de energia pode ser modelado.

A figura 3 é um fluxograma de uma concretização de um método 300 para decidir por ações corretivas efetivas em resposta a uma irregularidade. O método 300 inclui técnicas DSM e armazenagem de energia para restaurar rapidamente uma grade de auto-cura 100 para uma região operacional estável. O método 300 monitora 302 as características elétricas das ilhas de grade de energia 106, incluindo os componentes elétricos críticos. As características monitoradas podem incluir a

voltagem, corrente, frequência, harmonias, etc., em pontos diferentes na grade de energia. Numa concretização do método 300, uma pluralidade de ilhas de grade de energia 106 pode ser definida 304 de acordo com

5 propriedades de condução de energia simulada baseado nas condições da grade de energia atual 100, como discutido acima com referência as figuras 1 e 2. Esta ilha inteligente, adaptável assegura que o sistema da grade 100 é selecionado em partes de auto-sustentação, ou ilhas

10 106, que podem ser supridas pela bateria ESS 124 (ou outra energia auxiliar) ao prover eletricidade para cargas prioritárias e evitando com que os blackouts se espalhem.

O método 300 pode estimar 306 o

15 estado e topologia com características elétricas monitoradas em tempo real da grade de energia 100, que pode incluir o estado individual e topologia de cada ilha de grade configurada 106. Uma vez que uma irregularidade, tais como um distúrbio ou falha da grade, é detectada

20 308, a grade de energia de auto-cura 100 pode identificar 310 a irregularidade. A detecção 308 de uma irregularidade pode incluir antecipar que uma irregularidade possa surgir, ou que um distúrbio menor possa crescer numa condição precária, causando a falha

25 potencialmente. Então, uma vez identificadas 310, a severidade e conseqüências resultantes da irregularidade identificada podem ser estimadas 312 para determinar a

rapidez de resposta requerida para retornar a estabilidade para a grade 100, ou para evitar a instabilidade inaceitável. Esta avaliação 312 pode ser realizada com o uso de simulações de computador look-ahead do fluxo de energia através da grade de auto-cura 100 em condições atuais de tempo real.

O método 300 pode adicionalmente incluir ação corretiva identificadora 314 com o uso de simulações de computador similares para extrapolar a irregularidade através da pluralidade de ilhas de grade de energia 106. Se esta ação corretiva tiver sido predeterminada como a ação corretiva mais efetiva para uma determinada irregularidade, o controlador de restauração relevante 102 pode automaticamente implementar 316 as ações corretivas quando identificadas 314. Adicionalmente, certas irregularidades podem causar implementação automática 316 uma vez que a irregularidade é identificada 310. Na ausência de dita ação corretiva bem definida para uma determinada irregularidade, o operador ou controlador de restauração 102 pode decidir 318 pela ação corretiva mais efetiva. Esta tomada de decisão, devido ao estado e topografia da grade 100 e a irregularidade presente, pode incluir interagir 320 com os consumidores. Os consumidores podem participar na implementação de cenários operacionais de auto-cura para melhor servir os consumidores que podem ser afetados por qualquer ação corretiva determinada.

As ações corretivas escolhidas por um operador ou um controlador de restauração 102 podem incluir empregar 322 técnicas de controle DSM automatizadas e possivelmente atuar 324 uma bateria ESS para prover uma auto-cura e resposta sem emenda controlada. As técnicas DSM podem adicionalmente incluir, além daquelas conhecidas na matéria, desconectar 326 energia a uma porcentagem calculada de cargas não lineares, pelas razões discutidas com referência a figura 1. Uma vez que o controlador de restauração 102 ou outro regulador na ilha da grade 106 detecta 328 estabilização, o controlador de restauração pode usar 330 o controle de sincronização para fechar quaisquer quebradores de isolação acionada 110. Isto teria o efeito de por a ilha de grade 106 de volta online novamente para ser suprida por uma fonte principal de energia 104, que capacitaria a grade da ilha 106 funcionar em capacidade parcial, incluindo suprir cargas não lineares durante as quedas de pico de energia. Portanto, o controlador de restauração 102 pode re-conectar 332 a energia para as cargas não lineares previamente desconectadas após a ilha de grade 106 tiver sido estabilizada.

Finalmente, a bateria ESS 124 pode ser recarregada 334 se ela foi empregada previamente, para retornar a ilha de grade 106 a uma condição operacional estável. Entretanto, deve-se notar que a bateria ESS 124 pode também ser usada durante as

condições normais para prover otimização contínua do sistema da grade 100, e então pode também ser recarregada numa base contínua.

A figura 4 é um fluxograma ilustrando um método 400 para otimizar continuamente a energia elétrica para uma grade. Uma vez que o estado e topologia de uma grade de de auto-cura 100 é estimada 306, como discutido com referência a figura 3, uma grade de auto-cura 100 pode também otimizar 402 a energia elétrica. Para fazer isso, um controlador de restauração 102 (ou um VRB-ESS) pode ajustar automaticamente 404 uma bateria ESS 124 na rede da grade 100, especificamente para suprir energia requerida para cada ilha de grade afetada 106, para manter sua estabilidade. Isto aumentará a confiabilidade e disponibilidade ao maior número de consumidores de energia elétrica numa base contínua.

O controle pode ser implementado de forma a coordenar a rápida compensação provida por um VRB-ESS 124 afim de alcançar os padrões IEEE/ANSI requeridos. Isto pode tipicamente envolver o cálculo dos atrasos de tempo, pontos de ajuste, e controle coordenado de transformadores tap da bateria ESSs 124 via um controle de linha de energia, que podem ser o PCS embutido no VRB-ESS 124 como discutido previamente. Dita coordenação pode ser efetuada por controladores múltiplos de restauração 102 mantendo a comunicação elétrica entre eles. Portanto, uma ilha de grade 106 pode ajudar outra

ilha de grade 106 a compensar, especialmente onde uma das ilhas de grade 106 não é afetada por uma irregularidade e é adjacente uma ilha de grade afetada 106. Portanto, um loop de controle de dois estágios pode ser implementado para executar otimização contínua, como segue.

Um algoritmo de controle ou dinâmico de ação rápida pode ser implementado 406, o qual permitirá ao VRB-ESS 124 compensar a voltagem 408 contra os pontos de ajuste da grade de auto-cura 100. A voltagem sentida e/ou os níveis de corrente são alimentados ao VRB-ESS 124 de vários pontos dentro da ilha de grade 106 via ondas de rádio. Então, uma compensação dinâmica de ambos força e energia reativa será injetada dentro da grade de auto-cura 100 para controlar as voltagens downstream e upstream, para capacitar ação rápida para as irregularidades reais ou previstas e para manter a estabilidade das ilhas de grade múltipla 106.

Um algoritmo de controle de ação lenta ou iterativa pode ser implementada 410 simultaneamente em que os controladores de restauração downstream 102 são permitidos, após definidos os atrasos de tempo, para ajustar continuamente 412 a bateria ESSs 124 afim de trazer as voltagens do sistema em linha com regulamentos. A regeneração da bateria ou do VRB-ESS 124 permitirá aos controles de restauração 102 para ajustar iterativamente a voltagem por uso de um slew rate, ou função de deslize, que podem ser aplicados para assegurar

que uma voltagem padrão seja alcançada e para evitar com que a expulsão da voltagem ocorra. Como uma produção adicional, o algoritmo de carga ideal pode ser desenvolvido para uma grade de auto-cura 100, que
5 determinaria 414 os tempos ideais e durações para carregar e descarregar o VRB-ESS 124 para produzir ambos técnica favorável e otimização econômica. Para realizar isso, uma grade de auto-cura 100 pode ser medida num período de um ano ou mais, para ver o progresso dos
10 algoritmos empregados, e para ajustar os algoritmos para maior otimização.

Embora concretizações e aplicações específicas da invenção tenham sido ilustradas e descritas, deve-se entender que a invenção não é limitada
15 à configuração precisa e aos componentes aqui revelados. Várias modificações, mudanças, e variações aparentes aos especialistas da matéria podem ser feitas no arranjo, operação, e detalhes dos métodos e sistemas da invenção sem sair do espírito e do escopo da presente invenção.

Reivindicações

1) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", caracterizado por
5 compreender:

- uma grade de transmissão e distribuição elétrica de energia tendo uma pluralidade de ilhas de rede, cujas ilhas possuem uma pluralidade de cargas lineares e não lineares;

10 - uma pluralidade de sensores de controle em comunicação com a grade de energia para monitorar as características elétricas da grade de energia;

- uma pluralidade de reles controlados em comunicação elétrica com a pluralidade de cargas não
15 lineares;

- um sistema de armazenamento de energia de bateria em comunicação elétrica com uma fonte principal de energia e uma ilha de rede; e

- um primeiro controlador de restauração em
20 comunicação elétrica com uma pluralidade de sensores de controle, reles controlados, e com o sistema de armazenagem de energia de bateria, dito primeiro controlador de restauração para receber sinais de controle da pluralidade de sensores de controle, e em
25 resposta para detectar uma irregularidade na grade de energia, acionando automaticamente o sistema de armazenagem de energia para manter a voltagem nominal e a

frequência nas cargas lineares, e desconectar os reles controlados selecionados para desconectar a energia para uma porcentagem calculada das cargas não lineares.

2) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE
5 DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 1, caracterizado por dito primeiro controlador de restauração retornar a grade de energia a uma configuração normal após a irregularidade ser curada.

10 3) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 2, caracterizado por a irregularidade ser um quebrador acionado de isolação ou interruptor, e em que dito
15 primeiro controlador de restauração detecta a estabilização da grade e então usa controle de sincronização para fechar o quebrador acionado de isolação.

4) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE
20 DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 3, caracterizado por dito primeiro controlador de restauração subsequente a restauração do quebrador acionado de isolação, re-conectar os reles controlados
25 desconectados selecionados para retornar a energia das cargas não lineares desconectadas.

5) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE

DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 1, caracterizado por dito sistema de armazenagem de energia da bateria ser uma bateria redox vanádio.

5 6) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE
DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA
LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em
1, caracterizado por adicionalmente compreender um
segundo controlador de restauração em comunicação
10 elétrica com o primeiro controlador de restauração para
coordenar a resposta à irregularidade entre as duas ilhas
de rede.

7) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 1, caracterizado por a pluralidade das ilhas de rede serem definidas de acordo com uma simulação de computador de dados da carga da grade de energia combinada com um conjunto de propriedades específicas de condução de energia.

8) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 1, caracterizado por o dito primeiro controlador de restauração detectar a estabilização da grade e então recarregar o sistema de armazenagem de energia da bateria.

9) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 1, caracterizado por ditas cargas não lineares
5 compreenderem motores de bombeamento.

10) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 1, caracterizado por dita carga não linear compreender um
10 ar condicionado.

11) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 1, caracterizado por dita carga não linear compreender um
15 compressor.

12) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 1, caracterizado por dita carga não linear compreender
20 uma carga de energia de curto tempo, não crítica embora comparativamente alta.

13) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", caracterizado por dito
25 método compreender:

- monitorar as características elétricas, incluindo os componentes elétricos críticos,

de uma pluralidade de ilhas de uma grade de energia;

- estimar o estado e topologia das ilhas com as características elétricas monitoradas através da simulação de computador de fluxo de energia
5 através da grade de energia;

- detectar uma irregularidade numa ilha afetada; e

- otimizar a condução de energia elétrica para cada ilha baseado no estado e topologia
10 estimados, ou em resposta a irregularidade detectada, ajustando automaticamente a quantidade de energia adicional disponível através de um sistema de armazenagem de energia da bateria em comunicação elétrica com a ilha afetada.

15 14) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 13, caracterizado por dito sistema de armazenagem de energia da bateria ser uma bateria redox vanádio.

20 15) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 13, caracterizado por a pluralidade de ilhas serem definidas de acordo com uma simulação de computador de
25 dados da carga da grade de energia combinada com um conjunto de propriedades específicas de condução de energia.

16) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 13, caracterizado por adicionalmente compreender
5 implementar um algoritmo dinâmico que usa o sistema de armazenagem de energia de bateria para compensar a voltagem contra uma pluralidade de pontos de ajuste alimentados para o algoritmo de uma pluralidade correspondente de locações na ilha da grade.

10 17) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 13, caracterizado por adicionalmente compreender
15 implementar um algoritmo iterativo para ajustar continuamente o rendimento do sistema de armazenagem de energia de bateria determinando tempos e duração ideais para carregar e descarregar dito sistema de armazenagem de energia de bateria.

18) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE
20 DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", caracterizado por dito método compreender:

- monitorar as características elétricas, incluindo os componentes elétricos críticos,
25 de uma pluralidade de ilhas de uma grade de energia;
- estimar o estado e topologia das ilhas com as características elétricas monitoradas

através da simulação de computador de fluxo de energia
através da grade de energia;

- detectar uma irregularidade numa
ilha afetada; e

5 - otimizar a condução de energia
elétrica, controlando a voltagem e frequência, para cada
ilha baseado no estado e topologia estimados, ou em
resposta a irregularidade detectada, ajustando
automaticamente a quantidade de energia adicional
10 disponível através de um sistema de armazenagem de
energia da bateria em comunicação elétrica com a ilha
afetada.

19) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE
DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA
15 LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em
18, caracterizado por adicionalmente compreender
implementar um algoritmo dinâmico que usa o sistema de
armazenagem de energia de bateria para compensar a
voltagem contra uma pluralidade de pontos de ajuste
20 alimentados para o algoritmo de uma pluralidade
correspondente de locações na ilha da grade.

20) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE
DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA
LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em
25 18, caracterizado por adicionalmente compreender
implementar um algoritmo iterativo para ajustar
continuamente o rendimento do sistema de armazenagem de

energia de bateria determinando tempos e duração ideais para carregar e descarregar dito sistema de armazenagem de energia de bateria.

21) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE
5 DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA
LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em
13, caracterizado por adicionalmente compreender:

- identificar a natureza da irregularidade;

- acessar a severidade e
consequências potenciais da irregularidade;

- identificar as ações corretivas com simulações da irregularidade extrapolada através da grade de energia;

- decidir pela ação corretiva efetiva; e,

- empregar técnicas de controle de gerenciamento de demanda lateral automatizada para desconectar a energia para uma porcentagem calculada de cargas não lineares da ilha afetada e para estabilizar a condução de energia para as cargas remanescentes conectadas, estendendo a duração de operação ilhada.

22) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE
DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA
25 LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em
21, caracterizado por decidir a ação corretiva mais
efetiva inclui interagir com os consumidores.

23) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 21, caracterizado por adicionalmente compreender
5 implementar automaticamente a ação corretiva efetiva após identificação da ação corretiva.

24) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em
10 21, caracterizado por dita irregularidade ser um quebrador acionado de isolamento movimentado, que isola a ilha de uma fonte principal de energia, e em que empregar técnicas de controle de gerenciamento de demanda lateral automatizada adicionalmente inclui ligar automaticamente
15 dito sistema de armazenagem de energia da bateria para substituir temporariamente a fonte principal de energia.

25) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em
20 24, caracterizado por adicionalmente compreender detectar a estabilização da ilha afetada e empregar o controle de sincronização para fechar o quebrador acionado de isolamento.

26) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE
25 DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 25, caracterizado por adicionalmente compreender re-

conectar a energia para as cargas não lineares desconectadas.

27) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 21, caracterizado por adicionalmente compreender, em resposta a detectar a restauração e estabilização da ilha afetada com uma fonte principal de energia, recarregar o sistema de armazenagem de energia da bateria.

28) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", caracterizado dito método por compreender: em resposta a detectar uma irregularidade da grade de energia, automaticamente:

- identificar a natureza da irregularidade;

- acessar a severidade e consequências potenciais da irregularidade;

- identificar as ações corretivas com simulações da irregularidade extrapolada com uma parte afetada da grade de energia;

- decidir pela ação corretiva efetiva; e

- ligar o sistema de armazenagem de energia da bateria para substituir uma fonte principal de energia desconectada ou argumentar uma fonte principal de energia rompida.

29) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 28, caracterizado por detectar uma irregularidade na grade de energia inclui prever uma irregularidade na
5 grade de energia antes que a irregularidade ocorra.

30) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em
10 28, caracterizado por adicionalmente compreender empregar técnicas de controle de gerenciamento de demanda lateral automatizada para desconectar a energia a uma porcentagem calculada de cargas não lineares da parte da grade afetada e estabilizar a condução de energia a uma
15 pluralidade de cargas remanescentes conectadas.

31) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 30, caracterizado por dito método, em resposta a detectar
20 a estabilização da grade de energia, adicionalmente compreender re-conectar a energia para as cargas não lineares desconectadas.

32) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA
25 LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em 28, caracterizado por dita irregularidade ser um quebrador acionado de isolação, dito método

adicionalmente compreende detectar a estabilização da grade de energia e empregar o controle de sincronização para fechar o quebrador acionado de isolação.

33) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE
5 DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", caracterizado dito método por compreender: em resposta a detectar uma irregularidade da grade de energia, automaticamente:

- identificar a natureza da
10 irregularidade;

- acessar a severidade e
conseqüências potenciais da irregularidade;

- identificar as ações corretivas com
simulações da irregularidade extrapolada com uma parte
15 afetada da grade de energia;

- decidir pela ação corretiva
efetiva; e

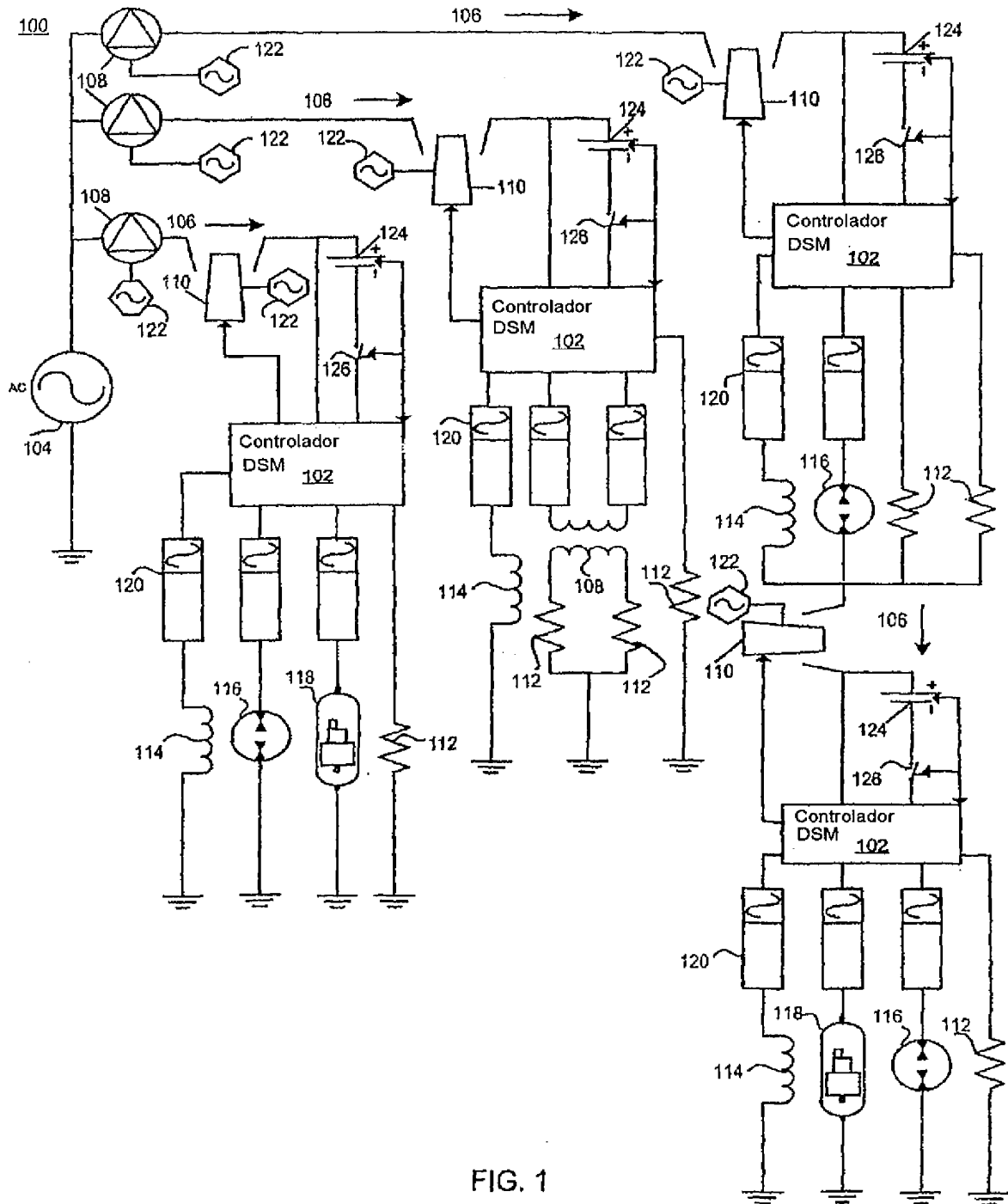
- ligar o sistema de armazenagem de
energia da bateria para substituir uma fonte principal de
20 energia desconectada ou argumentar uma fonte principal de
energia rompida.

34) "SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE
DE AUTO-CURA USANDO TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA
LATERAL E ARMAZENAGEM DE ENERGIA", como reivindicado em
25 33, caracterizado por dito método adicionalmente
compreender:

- empregar técnicas de controle de

gerenciamento de demanda lateral automatizada para desconectar a energia para uma porcentagem calculada de cargas não lineares da parte da ilha afetada e estabilizar a condução de energia para a uma pluralidade

5 de cargas remanescentes conectadas.



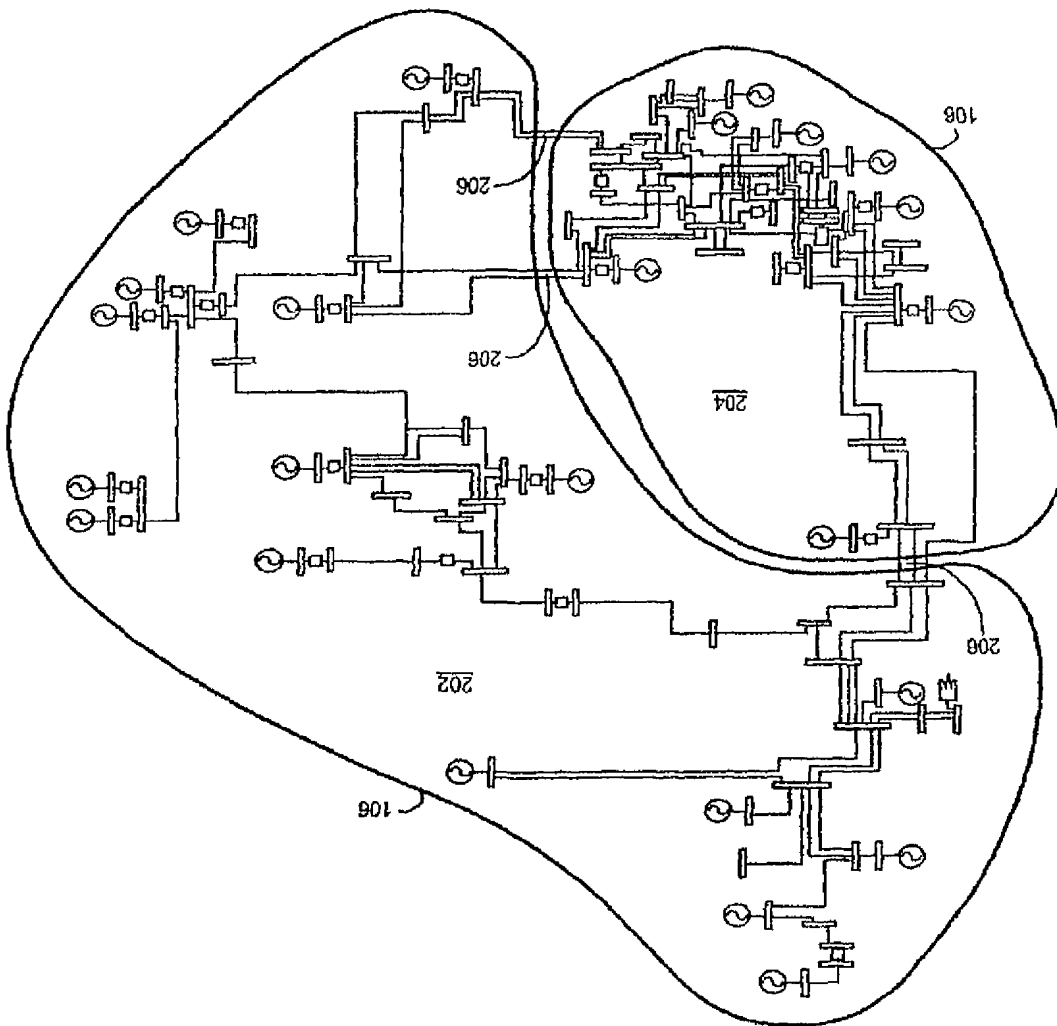


Fig. 2

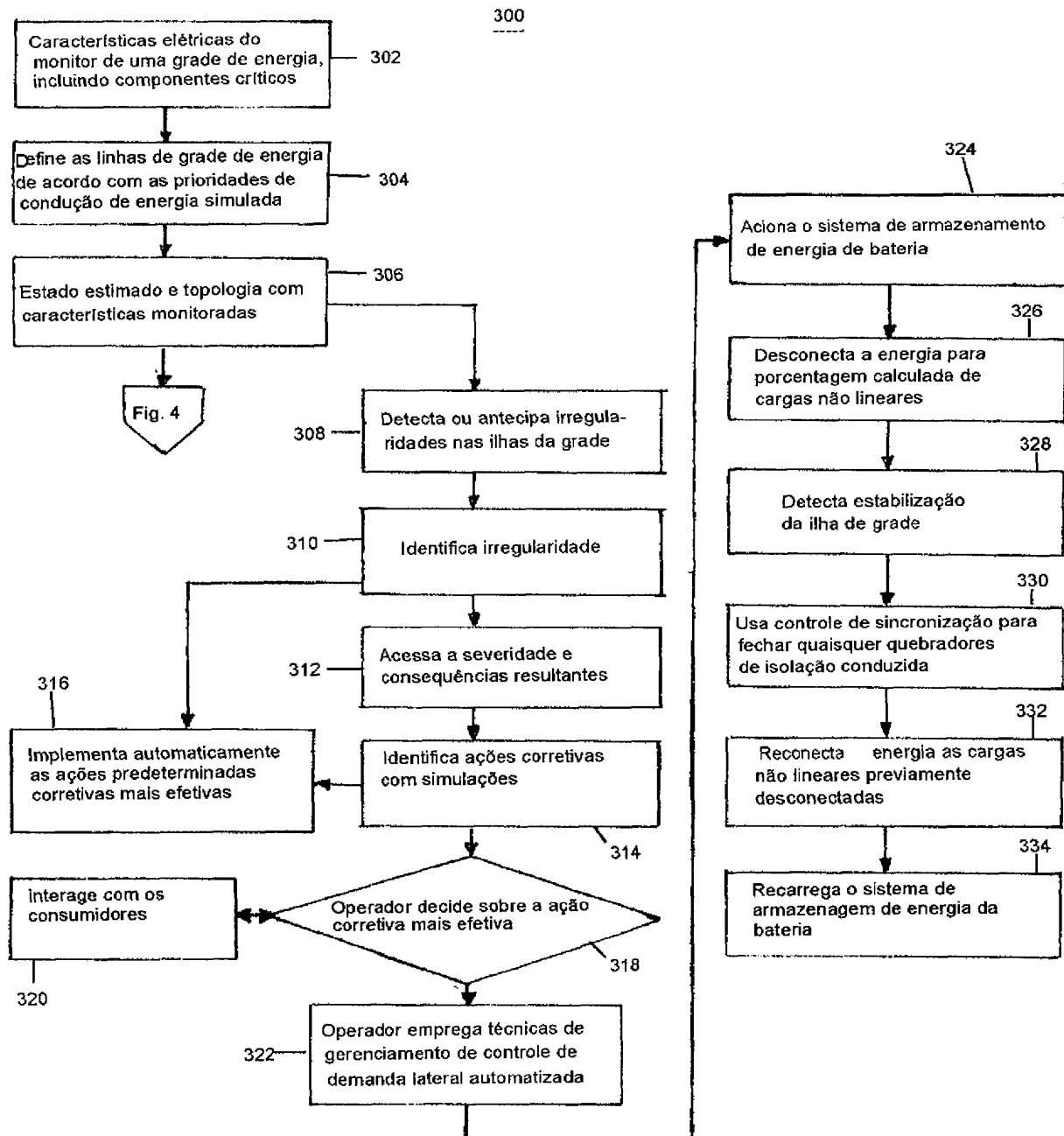
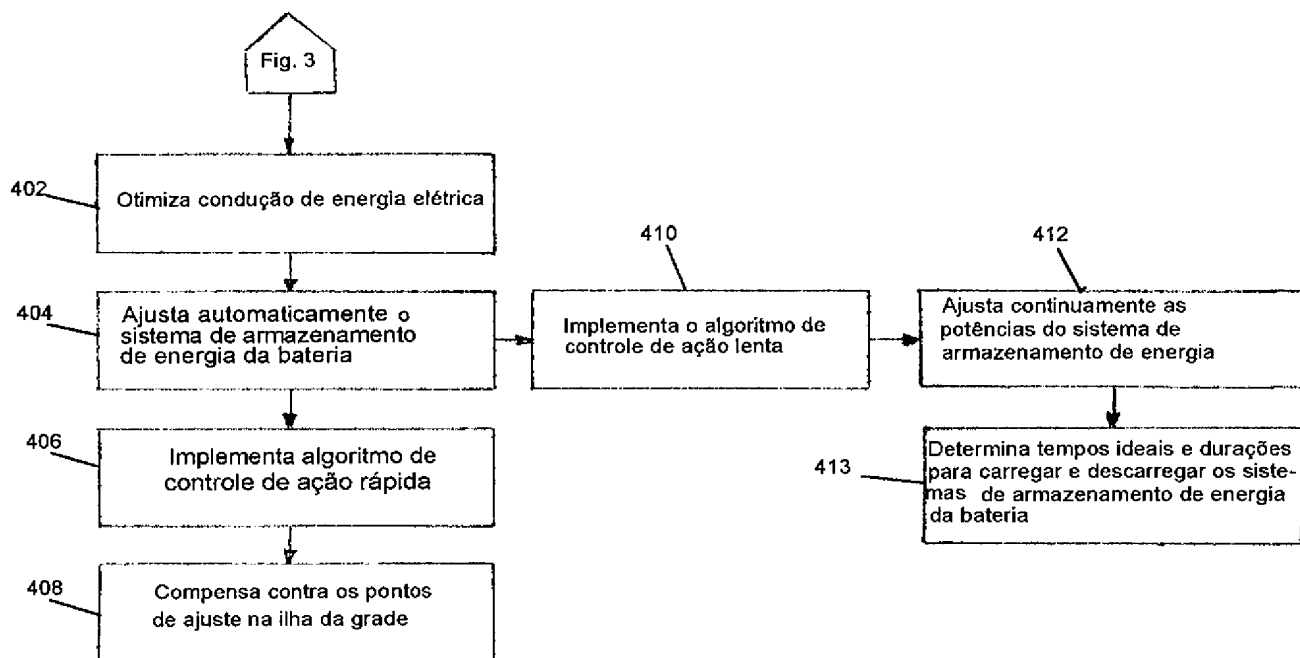


FIG. 3

400



Resumo

"SISTEMA E MÉTODOS PARA UMA GRADE DE AUTO-CURA USANDO
TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE DEMANDA LATERAL E
ARMAZENAGEM DE ENERGIA", incluindo uma grade de energia
5 com uma pluralidade de ilhas de rede com uma pluralidade
de cargas lineares e não lineares. Uma pluralidade de
sensores de controle que se comunicam com a grade de
energia para monitorar as características elétricas da
grade de energia. Uma pluralidade de reles controlados
10 estão em comunicação elétrica com a pluralidade de cargas
não lineares. Um sistema de armazenagem de energia da
bateria (ESS) está em comunicação elétrica com uma fonte
principal de energia e uma ilha de rede. Um primeiro
controlador de restauração está em comunicação elétrica
15 com os sensores de controle, os reles controlados, e com
a bateria ESS. O primeiro controlador de restauração
recebe sinais de controle dos sensores de controle, e em
resposta a detectar uma irregularidade na grade de
energia, aciona automaticamente a bateria ESS para
20 estabilizar a energia para as cargas lineares, e
desconecta os reles controlados selecionados para
desconectar a energia para uma porcentagem calculada das
cargas não lineares.