



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

**(11) PI 0617832-4 B1**

**(22) Data do Depósito: 03/10/2006**

**(45) Data de Concessão: 09/10/2018**



---

**(54) Título:** SISTEMA DE PROTEÇÃO DE FALHA E, MÉTODO DE PROVER PROTEÇÃO DE FALHA COORDENADA PARA UMA LINHA DE DISTRIBUIÇÃO ACOPLANDO UMA FONTE A UMA CARGA

**(51) Int.Cl.:** H02H 7/30

**(30) Prioridade Unionista:** 02/11/2005 US 60/732475, 28/10/2005 US 60/731571

**(73) Titular(es):** S & C ELECTRIC CO.

**(72) Inventor(es):** DOUGLAS M. STASZESKY; RAYMOND P. O'LEARY; THOMAS J. TOBIN

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 25/04/2008

“SISTEMA DE PROTEÇÃO DE FALHA, E, MÉTODO DE PROVER PROTEÇÃO DE FALHA COORDENADA PARA UMA LINHA DE DISTRIBUIÇÃO ACOPLANDO UMA FONTE A UMA CARGA”

### **Campo Técnico**

[1] Esta patente relaciona-se ao controle de um sistema de distribuição de potência elétrica, e mais especificamente ao uso de nós autônomos inteligentes para isolar seções falhadas de linhas de distribuição, reconfigurar, restabelecer serviço para clientes finais (reconfiguração de circuito), e melhorar proteção de circuito.

### **Fundamento**

[2] Sistemas de distribuição de potência tipicamente incluem alimentadores de distribuição (variando de aproximadamente 4 kV a 69 kV) se originando em subestações de distribuição de potência e conduzindo à fonte de provisão para clientes finais de uma instalação ou agência de provisão elétrica. Requisitos de provisão de serviço regulador, custo e pressões competitivas criam requisitos para custo mais baixo, equipamento modular, padronizado que pode ser instalado, operado e mantido com trabalho e supervisão humana mínimos.

[3] Defeitos do alimentador de distribuição (falhas) ocorrem devido a linhas de alta tensão abaixadas, escavação de cabo subterrâneo ou outras causas e são tipicamente detectáveis sentindo corrente de excesso (curto-circuito/sobre-corrente), e ocasionalmente detectando perda de tensão.

[4] Em sistemas de distribuição, é às vezes o caso que uma perda de tensão reclamada pelo cliente é o meio pelo qual a instalação sente a interrupção a fim de responder despachando uma turma para isolar a falha e reconfigurar o sistema de distribuição. Os dispositivos típicos para isolar estas falhas são disjuntores localizados principalmente em subestações de distribuição e fusíveis localizados em linhas de derivação ou em transformadores de cliente. Os disjuntores de subestação são providos

geralmente com relés de religamento que fazem o disjuntor fechar várias vezes depois que o disjuntor detectou uma condição de sobre-corrente e disparou aberto. Se durante quaisquer destes "religamentos", a falha se tornar não detectável, serviço é restabelecido e nenhuma interrupção estendida ocorre. Particularmente em linhas de distribuição suspensas, formação de arco temporário devido a vento, raios, etc., causa muitas falhas. Assim, a maioria das falhas é removida quando o disjuntor se abre e serviço é restabelecido no religamento automático. Alternativamente, depois de algum número de tentativas de religamentos, se a condição de sobre-corrente continuar estando presente, o religador entra em um estado de "paralisação" que previne tentativas adicionais para remover a falha.

[5] Embora aceitação de utilidade de soluções de automatização mais sofisticadas para isolamento de falha e reconfiguração tenham sido limitadas, mas continua aumentando, muitos métodos foram desenvolvidos e comercializados. Os métodos mais primitivos tipicamente envolveram colocar equipamento de controle e mecanismo de distribuição a pontos estratégicos na grade de distribuição de potência e coordenar sua operação completamente com o uso de parâmetros de circuito sentidos e operados localmente e independentemente a cada ponto. Métodos mais sofisticados foram desenvolvidos para isolar/reconfigurar estes circuitos comunicando informação sentida localmente nos pontos estratégicos para entidade(s) de controle de nível superior designadas. Utilizando metodologias de controle distribuídas inteligentes, vários métodos foram desenvolvidos para isolar/reconfigurar circuitos de distribuição sem a necessidade pelas entidades de controle de alto nível. Em sistemas implementando estes métodos, informação é sentida e processada localmente, atuada tanto quanto possível localmente, e então compartilhada com outros dispositivos cooperativos para tanto dirigir ou aumentar sua habilidade para entrar em ação. Exemplos destes métodos incluem versões do produto IntelliTEAM® disponível de S & C

Electric Company, Chicago, Illinois.

[6] Sistemas, tais como os produtos de IntelliTEAM® e os sistemas descritos na Patente US comumente nomeada US 6.697.240, a exposição de qual está incorporada expressamente por este meio aqui por referência, proveem metodologias e aparelho de sistema relacionado para usar e coordenar o uso de informação levada através de comunicações para modificar dinamicamente as características de proteção de dispositivos de distribuição (incluindo, mas não limitado a disjuntores de subestação, disjuntores de subestação de religamento, e religadores de linha). Deste modo, proteção global e capacidade de reconfiguração do sistema de distribuição ou "time" são aumentados grandemente. Dispositivos dentro do sistema reconhecem a existência de dispositivos cooperativos fora do domínio do time de controle direto, administrando informação destes dispositivos tal que tomada de decisão local mais inteligente e coordenação inter-time possam ser executadas. Esta informação pode incluir indicações de estado lógico, pedidos de controle, valores analógicos ou outros dados.

[7] Ainda, quando sistemas de restauração reconfiguram alimentadores de distribuição, para o propósito de isolamento de falha e/ou restabelecimento de carga, a coordenação entre dispositivos de proteção de falha, tais como interruptores, usados para segmentar o alimentador, pode ser destruída. Assim, um método automatizado para reconfigurar as colocações de proteção para coordenação mantida é desejado. Ademais, benefícios podem ser obtidos onde os dispositivos de proteção de falha são colocados, assim eles coordenam com outros dispositivos que podem ou não ser colocados automaticamente, por exemplo, dispositivos de limite tais como disjuntores que protegem o alimentador de distribuição e fusíveis que protegem cargas que são derivadas fora do alimentador.

### **Breve Descrição dos Desenhos**

[8] Figura 1 é um diagrama esquemático ilustrando uma porção de

um sistema de distribuição de potência elétrica incorporando dispositivos de proteção de falha configuráveis.

[9] Figura 2 é um diagrama de bloco de um dispositivo de proteção de falha.

[10] Figura 3 é um gráfico ilustrando características de tempo-corrente para dispositivos de um sistema de distribuição de potência elétrica que pode ser usado para configurar dispositivos de proteção de falha.

[11] Figura 4 é um diagrama esquemático ilustrando uma porção de um sistema de distribuição de potência elétrica incorporando uma série de dispositivos de proteção de falha.

[12] Figura 5 é um gráfico ilustrando características de tempo-corrente para uma série de dispositivos de um sistema de distribuição de potência elétrica, que pode ser usado para configurar dispositivos de proteção de falha.

[13] Figura 6 é um fluxograma ilustrando um método de configurar dispositivos de proteção de falha em um sistema de distribuição de potência elétrica de acordo com uma das concretizações descritas aqui.

### **Descrição Detalhada**

[14] Um sistema de proteção de falha para um sistema de distribuição de potência elétrica e um método de configurar e operar um sistema de proteção de falha para um sistema de distribuição de potência elétrica aceita parâmetros de proteção de falha de dispositivo, tais como as características de tempo-corrente (TCCs), de dispositivos de limite, e seleciona e fixa parâmetros de proteção de falha para um ou mais dispositivos de proteção de falha, tais como interruptores de falha, que assim coordenam com os dispositivos de limite. Seleção de parâmetro de proteção de falha para cada dispositivo de proteção de falha pode ocorrer automaticamente, e cada dispositivo pode reconfigurar seus parâmetros de proteção de falha baseado em mudanças no sistema de distribuição de potência elétrica, por exemplo, como o resultado de isolamento de falha e/ou restauração de serviço.

[15] Figura 1 mostra uma vista simplificada de uma porção de um sistema de distribuição de potência elétrica exemplar que inclui dispositivos de proteção de falha que podem ser configurados e controlados por uma ou mais das concretizações descritas aqui. O sistema de distribuição inclui uma pluralidade de fontes de potência elétrica, uma mostrada como fonte 102, conectada a uma pluralidade de usuários ou cargas 104 (por exemplo, fábricas, casas, etc.) por uma linha elétrica de distribuição 106 tais como linhas de potência elétrica convencionais.

[16] Linha de distribuição 106 tem uma pluralidade de dispositivos de proteção de falha, dispositivos 1, 2, 3 e 4 colocados a pontos predeterminados ao longo da linha 106. A representação do número de fontes, usuários, linhas e dispositivos na Figura 1 é arbitrária e pode haver muitas configurações diferentes e virtualmente qualquer número de cada um destes componentes em qualquer dado sistema de distribuição. Também descritos são vários dispositivos de proteção de limite incluindo disjuntor 108 e fusíveis 110.

[17] Figura 2 ilustra uma concretização de um dispositivo de proteção de falha 200. Uma linha de distribuição, tal como a linha 106, passa por um operador de isolamento de falha, por exemplo, um interruptor de falha 204, que pode abrir e fechar a linha de distribuição 106 neste ponto para isolar uma falha na linha da fonte. Em outras concretizações, o operador de isolamento de falha pode ser qualquer dispositivo ou dispositivos adequados capazes de executar funções de sentir potência, controle ou condicionamento tal como regulação de tensão (reguladores de tensão), controle de potência reativa (bancos de capacitores comutados), sentir falha, etc., junto com isolamento de falha. Será apreciado que o dispositivo 200 também pode ser de um tipo para controlar duas (dual), três, ou mais chaves, com cargas de cliente ou fontes alternadas entre os interruptores de falha. Neste caso, a linha ou linhas de distribuição 106 passariam por dois ou mais interruptores de falha

204, que pode abrir e fechar independentemente sob o controle do único dispositivo 200. Neste contexto, o dispositivo 200 é um único dispositivo do ponto de vista de comunicações, mas são dispositivos múltiplos do ponto de vista do sistema de potência e dos algoritmos de controle e proteção de falha. Nesta circunstância, o fluxo de informação é inalterado, mas a etapa de comunicação é simplesmente desviada.

[18] Um controlador 206 controla o interruptor de falha 204. O controlador 206 inclui um computador de controle ou dispositivo de processamento 208 adequado, um mostrador 202, e uma memória 210 associada. A memória 210 pode armazenar, entre outros dados, a programação para controlar o dispositivo 200, programação para determinar dados de configuração e desempenho, os dados de configuração para o dispositivo, e um banco de dados de registros de dispositivo relativos a outros dispositivos no sistema.

[19] Aqueles qualificados na arte reconhecerão que o interruptor de falha 204 pode ter capacidades operacionais diferentes que podem aumentar ou detrair de sua habilidade para participar em reconfiguração de circuito. Por exemplo, as chaves de custo mais baixo podem não ser capazes de interromper correntes altas, ou podem não ser equipadas com ambos sensores de tensão e corrente. Aqueles qualificados na arte também reconhecerão que o dispositivo 200 pode ser programado para não interromper a linha de distribuição sob altas correntes de interrupção (controle de chave de seccionamento), ou alternativamente pode ser programado como um "dispositivo protetor de circuito" (reliador ou disjuntor). Quando programado como um dispositivo protetor, a chave é controlada de acordo com parâmetros operacionais tais como parâmetros de proteção de falha. Por exemplo, a chave, se normalmente fechada, pode ser aberta sob condições de sobre-corrente (falha de corrente) para prevenir incêndio ou dano ao circuito ou ao equipamento de cliente, e também por questões de segurança.

[20] O computador de controle 208 está conectado a um processador de forma de onda de CA 212. O processador de forma de onda de CA 212 está conectado por um conector de interface de campo 214 à linha de distribuição 106. Isto permite ao processador medir vários parâmetros da eletricidade na linha de distribuição 106 tais como, tensão e corrente, convertê-los digitalmente, e enviá-los ao computador de controle para processamento, comunicações, ou armazenamento em memória.

[21] A interface de I/O digital 216 está conectada ao computador de controle 208, ao interruptor de falha 204 e à linha de distribuição 106. A interface de I/O digital 216 permite ao controlador 206 receber informação de sensor de posição de chave e outras entradas, e produzir saída de controle para a chave.

[22] O dispositivo de comunicações 218 está conectado ao computador de controle 208 e o permite se comunicar com outros dispositivos no sistema por canais de comunicação adequados. O dispositivo de comunicações 218 pode ser conectado a qualquer rede de comunicação que esteja convenientemente disponível e tenha as características desejadas. Por exemplo, uma rede 'Metricom Radio' pode ser usada. Um dispositivo de comunicações opcional 220 pode ser incluído no dispositivo 200. Um exemplo de tal opção de comunicação secundária pode ser um portal SCADA. Potência é provida ao dispositivo 200 por uma fonte de energia/reserva de bateria 222. A bateria pode ser carregada de energia solar, um transformador de potencial de CA, ou de energia provida pelos sensores de tensão.

[23] Cada um dos dispositivos 200 está conectado a um canal de comunicação adequado (não descrito). Qualquer tipo de canal de comunicação pode ser usado. Por exemplo, o canal de comunicação pode ser telefone, rádio, a Internet, ou cabo de fibra óptica.

[24] Os parâmetros operacionais de falha dos dispositivos 200 podem ser fixados de forma que a operação de cada dispositivo 200 individual

de acordo com os parâmetros operacionais de falha coordene com os outros dispositivos e dispositivos de limite tais como disjuntores que protegem os alimentadores de distribuição e fusíveis que protegem cargas que são derivadas fora do alimentador. Quer dizer, a característica operacional de falha de cada um dos dispositivos 200 é baseada em um ou mais parâmetros de proteção de falha fixados dentro do dispositivo. Os parâmetros de proteção de falha podem ser selecionados em relação aos outros dispositivos no sistema, e particularmente dispositivos que não têm características de proteção de falha ajustáveis ou colocáveis, de forma que a operação do dispositivo de proteção de falha coordene com a operação dos outros dispositivos para facilitar melhor isolamento de falha e restauração de serviço. Por exemplo, as características operacionais de proteção de falha do dispositivo 200 podem incluir uma curva operacional de característica de tempo-corrente (TCC) que é estabelecida pelo menos em vista das curvas de TCC associadas com dispositivos de limite dentro do sistema e potencialmente outros dispositivos de proteção de falha dentro dos sistemas.

[25] Figura 3 ilustra curvas de TCC exemplares que podem ser usadas para estabelecer os parâmetros de proteção de falha e conseqüentemente a características operacionais de falha do dispositivo 200. Figura 3 ilustra uma curva de TCC 300 para um disjuntor de subestação, tal como disjuntor 108 mostrado na Figura 1. A curva 300 ilustra três características diferentes do disjuntor 108: o tempo de resposta mais curto para o disjuntor a uma dada corrente (captação mínima) 300c, o tempo de resposta nominal para o disjuntor a uma dada corrente (captação nominal) 300a, e um tempo máximo para remoção 300b, que leva em conta tolerâncias dos sensores de corrente, controle, do interruptor de falha, e a carga que pode ser derivada entre o disjuntor e o interruptor de falha e uma margem desejada. As curvas 300a, 300b e 300c compõem o TCC 300 completo para o disjuntor.

[26] Para coordenar com o disjuntor, um dispositivo de proteção de

falha pode ter um TCC tal como aquele ilustrado pelo TCC 302 descrito na Figura 3. A curva 302 ilustra a captação nominal de dispositivo de proteção de falha 302a, sua captação mínima 302b e seu tempo máximo para remoção 302c. O tempo máximo para remoção 302c pode ser selecionado para estar abaixo da captação mínima de dispositivos a montante, tal como o disjuntor, e como mostrado na Figura 3, o tempo máximo de remoção 302c é fixado abaixo da captação mínima 300a do disjuntor. A faixa entre a captação mínima 302a e o tempo máximo para remoção 302c é uma função das características operacionais dos dispositivos de proteção de falha, e pode ser feito geralmente mais apertado do que o dispositivo a montante provendo sensação precisa, e um controle eletrônico. Por exemplo, interruptores de falha operacional rápida estreitam a faixa entre o tempo máximo para remoção e as curvas de resposta nominal/mínima.

[27] Além de coordenação com dispositivos a montante, o dispositivo de proteção de falha pode ser feito para coordenar com dispositivos a jusante, tais como fusíveis. Para coordenar com um dispositivo a jusante, a captação mínima do dispositivo de proteção de falha deveria ser mais longa do que o tempo máximo de remoção do dispositivo a jusante. Figura 3 ilustra uma curva de TCC 304 para um dispositivo de fusível tendo uma característica de remoção máxima ilustrada pela curva 304a e uma característica de remoção mínima ilustrada pela curva 304b. Como pode ser visto da Figura 3, a captação mínima 302a do dispositivo de proteção de falha é mais longa do que o tempo de remoção máximo 304a do dispositivo a jusante, neste exemplo, um fusível.

[28] É possível especificar o TCC de um dispositivo de proteção de falha como uma função das características do dispositivo e dos dispositivos com os quais coordenará. Características de dispositivo exemplares podem incluir: tipo de curva (por exemplo, inversa, muito inversa, U/C 1 por 5, etc.), colocação de dial de tempo, corrente de captação mínima e requisitos de

coordenação. O requisito de coordenação pode tomar a forma de um intervalo de tempo de coordenação (CTI) ou tolerâncias de dispositivo tais como tolerância de relé, tolerância de transformador de corrente (TC) e características de relé de sobrecorrente. Expresso como uma função, o TCC pode ser declarado como:

$$t = TD \cdot \left[ \frac{k}{(I/I_{pu} - 1)^\alpha} + c \right]; \quad (a)$$

onde TD é a colocação de dial de tempo é;  $I_{pu}$  é a corrente de captação; e as constantes k,  $\alpha$  e c são determinadas pela curva de relé especificada.

[29] O TCC de dispositivo de proteção de falha pode assumir a mesma forma (isto é, as constantes, k,  $\alpha$  e c são as mesmas). Porém, a corrente de captação e dial de tempo são reduzidos por um fator, para assegurar coordenação e deslocamento em tempo (abaixo), para responder pelo tempo de remoção do dispositivo, margem, e qualquer tolerância mínima ou fixada. Assim, o TCC de dispositivo de proteção de falha pode ter a forma:

$$t = TD' \cdot \left[ \frac{k}{(I/I'_{pu} - 1)^\alpha} + c \right] - TS. \quad (b)$$

[30] As constantes k,  $\alpha$  e c são as mesmas como TCC de raiz publicada na equação (a).  $TD'$ ,  $I'_{pu}$ , e TS dependem dos fatores publicados na Tabela 1.

Tabela 1.

Parâmetro	Fatores determinantes
$I'_{pu}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tolerância de corrente de relé/controlado do dispositivo e do dispositivo a jusante</li> <li>• Tolerância de TC/sensor do dispositivo e do dispositivo a jusante</li> <li>• Efeito Atual da Carga</li> </ul>
$TD'$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tolerância de tempo de relé/controlado do dispositivo e do dispositivo a jusante</li> </ul>
TS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erro de tempo fixado ou mínimo do dispositivo e do dispositivo a montante</li> <li>• Tempo máximo de interrupção do dispositivo</li> <li>• Margem</li> </ul>

[31] Alternativamente, um TCC de dispositivo de proteção de falha

pode ser especificado como um conjunto de dados que definem a curva de TCC nominal. Neste caso, o TCC de interruptor de falha é expresso como um conjunto de dados correspondente de pontos do TCC de disjuntor modificado multiplicando por um fator de corrente e tempo e subtraindo adicionalmente um termo de deslocamento de tempo. Os fatores e termo de deslocamento de tempo podem ser determinados como publicado na Tabela 2.

Tabela 2

Constante	Itens determinantes
Fator de corrente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tolerância de corrente de relé/controlado do dispositivo e do dispositivo a jusante</li> <li>• Tolerância de TC/sensor do dispositivo e do dispositivo a jusante</li> <li>• Efeito de corrente de carga</li> </ul>
Fator de tempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tolerância de tempo de relé/controlado do dispositivo e do dispositivo a montante</li> </ul>
Termo de tempo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erro de tempo fixado e mínimo do dispositivo e do dispositivo a montante</li> <li>• - tempo máximo de interrupção do dispositivo</li> <li>• margem</li> </ul>

[32] Uma vez que uma curva de dispositivo de proteção de falha seja gerada, sua utilidade deve ser validada. Com respeito à coordenação de proteção de carga, a gama pertinente de corrente é definida pela corrente operacional mínima do dispositivo e pela corrente de falha disponível máxima. Para todas as correntes na gama pertinente, se o tempo operacional mínimo do dispositivo de proteção de falha não for maior do que o tempo de remoção máximo de dispositivo de proteção de carga, o TCC de dispositivo de proteção de falha é inválido. Adicionalmente, com respeito à capacidade de resistência de corrente transitória, se o tempo operacional mínimo do dispositivo de proteção de falha a um múltiplo especificado da corrente operacional mínima for menos do que um valor de tempo, o TCC é inválido. O valor de tempo pode ser baseado nas características de tempo/corrente típicas de correntes transitórias (por exemplo, 25 vezes a corrente por 0,01 segundos ou 10 vezes a corrente por 0,1 segundos). Com relação ao dispositivo de proteção de falha 200, depois de determinar o TCC de

dispositivo, o controlador pode verificar a validade do TCC e prover um aviso de falta de coordenação ou indicação de coordenação correta comunicando uma mensagem pelo dispositivo de comunicação 218 ou provendo uma mensagem no mostrador 202.

[33] O método pode ser repetido para gerar um TCC para cada um de vários dispositivos de proteção de falha em série. Figura 4 ilustra uma série de dispositivos de proteção de falha, por exemplo, interruptores de falha, 406-410 segmentando uma linha de disjuntor 400 acoplado a uma fonte 402 por um dispositivo de proteção de fonte, por exemplo, disjuntor 404. Cargas, por exemplo, carga 412 protegida por fusível 414, pode se estender lateralmente de quaisquer dos segmentos.

[34] Figura 5, ilustra curvas características de proteção de falha, isto é, o TCC de vários dos dispositivos de proteção de falha dispostos entre um dispositivo de proteção de fonte e um dispositivo de proteção de carga. Como mostrado na Figura 5, o TCC 504, 506 e 508 para uma pluralidade de dispositivos de proteção de falha está disposto entre o TCC de disjuntor 500 e o TCC de fusível 502. Contudo que qualquer dado TCC de dispositivo de proteção de falha resida entre o TCC de dispositivo a montante e o TCC de dispositivo a jusante, o TCC de dispositivo de proteção de falha é considerado válido. A algum momento, porém, o TCC gerado para um dispositivo de proteção de falha não coordenará mais com os fusíveis a jusante, e como ilustrado na Figura 5, o TCC 508 inclui uma porção que sobrepõe o TCC de fusível 502. Dada esta circunstância, vários métodos de coordenação suplementares podem ser utilizados. Isto é descrito seguindo a discussão de um método 600 (Figura 6) para coordenar geralmente dispositivos de proteção de falha.

[35] Dado o sistema de dispositivos de proteção de falha 406-410, cada um tendo capacidade de comunicação adequada, tal como aquele descrito acima com relação ao dispositivo 200, características de proteção de

falha para cada dispositivo podem ser coordenadas entre os dispositivos de proteção de falha e qualquer dispositivo de limite. Figura 6 ilustra em forma de fluxograma um método 600 de coordenar dispositivos de proteção de falha. O método tem aplicação a sistemas com múltiplas fontes e cargas. Cada dispositivo preferivelmente inclui um programa de controle armazenado em sua memória para permiti-lo operar para gerar automaticamente características de proteção de falha.

[36] Para o método 600, é assumido que os dispositivos de limite, por exemplo, disjuntores, fusíveis, e similares, não têm capacidade de comunicação e são incapazes de comunicar para outros dispositivos no sistema suas características de proteção de falha respectivas, tais como seus TCCs. Informação de característica de proteção de falha de limite é portanto levada nos dispositivos de proteção de falha capazes de comunicação. Pode ser suficiente carregar os dados de característica de proteção de falha de limite para um único dispositivo de proteção de falha capaz de comunicação e a informação propagada daquele dispositivo, ou a informação pode ser carregada a cada dispositivo de proteção de falha individual. Além disso, dispositivos não capazes de comunicação não estão limitados a limites. Em tal caso, as características de proteção de falha do dispositivo de proteção de falha não comunicante, sem limite também são carregadas e propagadas. Este processo é ilustrado na Figura 6 em blocos 604 e 606.

[37] Com a informação de dispositivo de proteção de falha não comunicante carregada, propagação de característica de proteção de falha para todos os dispositivos de proteção de falha de comunicação ocorre a cada vez que um dispositivo de proteção de falha comunicante é instalado, o sistema é reconfigurado ou um estado de um dispositivo de proteção de falha muda, 608. Dada uma configuração de sistema, todos os possíveis caminhos de fontes para cargas são considerados como uma condição prefixada, 610. Menos que todos os possíveis caminhos pode ser considerado, e se certos

caminhos forem para serem excluídos, tal informação pode ser retida dentro dos dispositivos de proteção de falha e/ou comunicada aos dispositivos de proteção de falha.

[38] Cada dispositivo de proteção de falha comunicante ativo propaga suas próprias características de proteção de falha para cada outro dispositivo de proteção de falha comunicante. Dispositivos de proteção de falha com caminhos fechados de volta a uma fonte podem ser considerados ativos. Os estados ativos de um dispositivo de proteção de falha portanto podem mudar baseado na abertura ou fechamento de outro dispositivo de proteção de falha, assim criando ou interrompendo um caminho a uma fonte para aquele dispositivo de proteção de falha.

[39] Como notado acima em 608-612 do método 600, propagação de características de proteção de falha ocorre sempre que um dispositivo de proteção de falha é instalado no sistema, o sistema é reconfigurado ou um dispositivo de proteção de falha muda seu estado. A propagação pode ocorrer tendo um dispositivo de proteção de falha enviando sua informação de característica de proteção de falha para os dispositivos de proteção de falha conectados a ele. Quando um dispositivo de proteção de falha recebe uma característica de proteção de falha, ele pode gerar uma nova característica de proteção de falha baseada na informação recebida, 614 e propõe novos parâmetros de proteção de falha. Antes de propor os novos parâmetros de proteção de falha, porém, pode verificar para assegurar que propagação adicional não criará um caminho em malha, e durante propagação, o dispositivo de proteção de falha pode adicionar seu nome de volta ao caminho à fonte. Se referindo à Figura 1, cada parâmetro de proteção de falha pode levar uma designação 112 que identifica o dispositivo de proteção de falha, a característica de direção do parâmetro de proteção de falha, o nome de fonte, o número de dispositivos no caminho de volta à fonte e os nomes dos dispositivos no caminho de volta à fonte. Depois de gerar o novo parâmetro

de proteção de falha, então propaga o parâmetro de proteção de falha recentemente gerado para dispositivos de proteção de falha conectados a ele. Também propagará seu próprio estado de fechado ou aberto.

[40] Todos os dispositivos de proteção de falha em um caminho fechado a uma fonte são considerados ativos e ativam um parâmetro de proteção de falha apropriado, 616. Um dispositivo de proteção de falha pode ter múltiplos caminhos a uma fonte ou a múltiplas fontes. O dispositivo de proteção de falha pode determinar um parâmetro de proteção de falha para cada possível caminho e para cada possível direção do caminho de volta à fonte. Além disso, o sistema de distribuição de potência pode operar a múltiplas faixas de corrente e/ou múltiplas fontes podem prover corrente em faixas de corrente diferentes. A característica de resposta do dispositivo de proteção de falha pode ser dependente de corrente, e assim, pode ser ademais possível especificar parâmetros de proteção de falha baseado em uma faixa de corrente ou múltiplos parâmetros de proteção de falha para múltiplas faixas de corrente. Adicionalmente, cada dispositivo de proteção de falha pode ter múltiplos terminais. Parâmetros de proteção de falha separados podem ser estabelecidos para cada terminal do dispositivo de proteção de falha. Assim, cada dispositivo de proteção de falha pode ter mais que um parâmetro de proteção de falha associado com ele baseado no número de caminhos e direção de caminhos de volta a fontes, no número de terminais conectados com caminhos de volta a fontes e várias possíveis faixas de corrente. Ao implementar qualquer um dos possíveis parâmetros de proteção de falha, o dispositivo de proteção de falha pode implementar o mais oneroso ou parâmetro de proteção de falha de proteção máxima, tipicamente a característica de proteção de falha provendo o tempo de resposta de proteção de falha mais rápido.

[41] O processo de atualizar automaticamente parâmetros de dispositivo de proteção de falha se repete responsivo à instalação de

dispositivos novos, mudanças na configuração de sistema, uma mudança no estado de um ou mais dispositivos de proteção de falha, por exemplo, como resultado de um dispositivo de proteção de falha operando para isolar uma falha ou restaurar serviço, 610. Desta maneira, a operação dos dispositivos de proteção de falha permanece coordenada continuamente.

[42] Os dispositivos de proteção de falha podem incluir programação e implementar funcionalidade para permitir a um estado predito ser propagado só antes do dispositivo mudando àquele estado. Por exemplo, se o dispositivo estiver aberto e estiver prestes a fechar, ele pode propagar seu estado fechado antes de fechamento, assim causando uma coordenação sistema amplo dos dispositivos de proteção de falha antes de seu fechamento atual. Além disso, dispositivos de proteção de falha podem propagar periodicamente seu estado, novamente causando uma atualização de coordenação sistema amplo, assim corrigindo qualquer erro.

[43] Figura 5 ilustra como características de proteção de falha, isto é, TCCs de vários dispositivos de proteção de falha podem ser ajustados precisamente entre os TCCs correspondentes de um dispositivo de fonte e um dispositivo de carga. Porém, o TCC 508 sobrepõe o dispositivo de carga TCC 504, e assim não provê a coordenação requerida, e é inválido. Neste exemplo, o dispositivo associado com o TCC 508, por exemplo, com respeito ao dispositivo 410 da Figura 4, pode verificar o próximo dispositivo precedente, por exemplo, o dispositivo 409 associado com a curva 506. Porque o TCC 506 coordena, o TCC 506 pode ser adotado pelo dispositivo 410 em lugar do TCC 508. Enquanto o dispositivo 410 está coordenado agora com o resto do sistema, já não está coordenado mais com o dispositivo 409. Porém, capacidade adicional pode ser provida para assegurar coordenação entre os dispositivos 409 e 410 usando o mesmo TCC 506.

[44] Uma abordagem para prover coordenação entre dispositivos de proteção de falha usando os mesmos ou substancialmente TCCs semelhantes

é usar a capacidade de comunicação dos dispositivos de proteção de falha. Em um possível esquema, todos os dispositivos de proteção de falha que detectam uma falha sinalizam o próximo dispositivo de proteção de falha a montante. Se referindo novamente à Figura 4, os dispositivos 409 e 410 podem compartilhar um TCC, por exemplo, TCC 506, e ambos detectam a falha 416. O dispositivo 410 pode sinalizar o dispositivo 409 para atrasar sua operação de proteção de falha, que tem o efeito de deslocar em tempo sua curva de TCC. Assim, coordenação é provida entre o dispositivo 409 e o dispositivo 410 porque o dispositivo 409 implementa sua operação de proteção de falha só depois que o dispositivo 410 opera. Com os dispositivos 409 e 410 coordenados, o dispositivo 409 e 408 não podem mais ser coordenados como o TCC do dispositivo 409 está deslocado em tempo para aquele do dispositivo 408. Assim, o dispositivo 409 sinalizará o dispositivo 408 para atrasar, deslocando em tempo semelhantemente seu TCC. Geralmente, um dispositivo que recebe um comando de atraso sinaliza o próximo dispositivo a montante com um segundo comando de atraso. Na realidade, primeiro, segundo e até "N" comandos de atraso, onde "N" é o número de dispositivos compartilhando um TCC seguindo um último TCC único pode ser empregado para assegurar coordenação de volta à fonte 402. Como resultado do primeiro, segundo, e/ou N comandos de atraso, só o dispositivo 410 opera para isolar a falha. Como será apreciado, a velocidade de comunicação do comando de atraso deve exceder o tempo de disparo mínimo para o dispositivo de proteção de falha assegurar que os comandos de atraso sejam recebidos antes que o dispositivo de proteção de falha dispare. Interruptores de falha a vácuo típicos são capazes de disparar, isto é, operar em um modo de proteção de falha, dentro de cerca de 0,1 segundo, e comunicação do comando de atraso pode ocorrer em menos de cerca de 100 milissegundos.

[45] Como apreciado da discussão precedente, dispositivos de proteção de falha podem ser coordenados essencialmente alternando as

características de proteção de falha dos dispositivos em um caminho de uma fonte para uma carga tal que o tempo de resposta do dispositivo mais perto da falha removerá a falha mais rápido do que a resposta de qualquer dispositivo a montante. Coordenação de dispositivo pode ser problemática quando dispositivos de proteção de falha adicionais são adicionados em série entre uma fonte e uma carga, mas, como descrito acima, a capacidade de comunicação dos próprios dispositivos de proteção de falha é usada vantajosamente para facilitar coordenação entre dispositivos onde coordenação de um dispositivo série resulta em dois ou mais dispositivos tendo as mesmas características de proteção de falha. Em uma abordagem alternativa, dois ou mais dispositivos podem ser configurados para operar em tandem ou como um time para prover a coordenação necessária e conseqüentemente a resposta de proteção de falha desejada. Usar operação em tandem ou de time permite a dispositivos em série proverem o isolamento de falha planejado e ainda alcançar coordenação com disjuntores a montante ou fusíveis a jusante existentes.

[46] Também há ocorrências em sistemas instalados onde dispositivos em série poderiam perder coordenação por várias razões tais como colocações impróprias, tolerâncias no relé de falha, perda de sinais de comunicação, etc. Como notado acima, isto pode ser tratado tendo os dispositivos de proteção de falha propagando periodicamente seu estado e características de proteção de falha resultando na re-coordenação automática dos dispositivos. A operação em tandem ou de time de dispositivos também podem ser evocada nestas situações para melhorar a operação de sistema global, novamente, assegurando isolamento só do segmento falhado até mesmo quando perda de coordenação de dispositivo deveria existir.

[47] Se referindo novamente à Figura 4, cada seção do alimentador 400 tem seu próprio dispositivo de proteção de falha, isto é, dispositivos de proteção de falha 406-410. De cada uma destas seções podem se estender

cargas laterais que são protegidas por fusíveis, tal como a carga 412 protegida pelo fusível 414 se estendendo da seção 418. Além disso, como descrito acima, pode ser necessário que os dispositivos de proteção de falha 409 e 410 tenham as mesmas características de resposta de falha, por exemplo, para assegurar coordenação com dispositivos de proteção de carga a jusante.

[48] O método seguinte descrito permite a inclusão de múltiplos dispositivos de proteção de falha em série com uma sequência operacional predeterminada e conhecida para isolar uma única seção falhada. O dispositivo 410 pode ser fixado para operar com as mesmas características de proteção de falha, por exemplo, o mesmo TCC, como o dispositivo 409. Lógica de operação e religamento pode ser aplicada pelos dispositivos de proteção de falha 409 e 410 para assegurar que só o dispositivo correto abra para a falha 416.

[49] Uma falha na seção 418 entre o dispositivo 409 e 410 só seria vista pelo dispositivo 409 e abriria por conseguinte. O dispositivo 410 não responderia desde que não viu uma falha, por exemplo, uma sobre-corrente. Caso a falha na seção 418 seja uma "falha temporária", que seria removida pela operação inicial do dispositivo 409, o dispositivo 409 poderia ser fixado para religar, por esse meio para re-energizar ambas as seções 418 e 420, provendo o tempo de interrupção mínimo para o cenário de falha. Nenhuma lógica especial precisa ser implementada nos dispositivos 409 e 410, embora cada um possa ter os mesmos parâmetros de proteção de falha.

[50] A falha 416 na seção 420, como indicado na Figura 4, pode ser tratada tendo os dispositivos de proteção de falha 409 e 410 implementando lógica de resposta. Vários cenários são possíveis. Note que embora ambos os dispositivos de proteção de falha 409 e 410 estejam fixados para operar nos mesmos parâmetros de proteção de falha, há tolerâncias inerentes em cada um dos dispositivos tal que para a mesma corrente de falha, qualquer dispositivo pode operar antes do outro, ou ambos os dispositivos podem operar

essencialmente simultaneamente. Não é provavelmente possível eliminar estas diferenças inerentes nos próprios dispositivos, e a lógica pode ser adaptada para responder a estes vários cenários.

Exemplo 1:

[51] Os dispositivos 409 e 410 detectam a corrente de falha, e o dispositivo 410 dispara e remove a corrente de falha antes que o dispositivo 409 dispare. Este é o modo desejado de operação, e nenhuma lógica adicional é precisada. O dispositivo 409 teria conhecimento de um falha a jusante removida por outro dispositivo protetor, mas não precisa entrar com alguma ação adicional.

Exemplo 2:

[52] Os dispositivos 409 e 410 cada um sente a corrente de falha e essencialmente disparam simultaneamente para remover ambas as seções 418 e 420. Ambos os dispositivos 409 e 410 são fixados para religar e testar o circuito. O dispositivo 410, porém, viu uma sobre-corrente e disparou o interruptor, mas também viu uma perda de tensão devido a disparo do dispositivo 409. O dispositivo 410 pode ser configurado para não tentar religar até que tensão seja restaurada no lado de fonte. O dispositivo 409 executaria sua operação de religamento e energizaria a seção 418, que não falhou e restauraria tensão aos terminais do dispositivo 410. O dispositivo 410, ao detectar tensão, pode então religar para testar o circuito para uma falha na seção 420. Serviço é restaurado na seção 420 se a falha 416 for temporária, e portanto, não há nenhuma falha detectada quando o dispositivo 410 religa. Porém, se a falha 416 for persistente, o dispositivo 410 interromperia a falha e continuaria com sua sequência de teste/religamento. O dispositivo 409 não opera durante a sequência de teste por uma das duas razões seguintes.

[53] 1. Ao conduzir a sequência de teste, o dispositivo 410 pode usar um teste do tipo de "pinging", tal como descrito no Pedido de Patente US

comumente nomeado Serial Nº 60/731,300, intitulado "Fault Interrupting and Closing Device", depositado em 28 de outubro de 2005, registro de agente SC-5388 P1, a exposição de qual está incorporada por este meio expressamente aqui por referência. Como só um pulso momentâneo de corrente é usado para testar as seções de linha, o dispositivo 409 não "veria" a corrente de teste; e portanto, não suspenderia seus parâmetros de proteção de falha. Deste modo, coordenação seria alcançada entre os dispositivos 409 e 410 enquanto o dispositivo 410 testa o segmento 420.

[54] 2. Se religamento mais convencional for usado onde o dispositivo 410 re-energiza o segmento 420 para testar com uma corrente de falha estendida, o dispositivo 409 pode ser configurado para trocar para um parâmetro de proteção de falha mais lento fixado dado o conhecimento de disparo em uma corrente de falha medida e fechar com êxito para restaurar serviço no segmento 418. O parâmetro de proteção de falha fixado mais lento provê a coordenação necessária entre os dispositivos 409 e 410. Por exemplo, se ambos os dispositivos forem fixados a um TCC comum, o dispositivo 409 depois de remover a falha inicial e religar com êxito, trocaria o TCC em tempo um período de atraso igual a ou maior do que a sequência de religamento nomeada ao dispositivo 410. Deste modo, o dispositivo 409 atrasa temporariamente sua resposta a fim de alcançar coordenação por falhas na seção 420.

### Exemplo 3

[55] O dispositivo 409 remove a falha 416 antes que o dispositivo 410 dispare. Porém, o dispositivo 410 sentirá uma sobre-corrente, mas antes de alcançar suas colocações de disparo, o dispositivo 410 verá uma perda de tensão de fonte. Usando esta informação, o dispositivo 410 pode abrir automaticamente e entrar em um modo operacional como descrito no Exemplo 2 acima. Se necessário baseado no procedimento de teste implementado pelo dispositivo 410, o dispositivo 409 ajustaria

apropriadamente sua resposta de proteção de falha de tempo ou não.

[56] Geralmente, dois dispositivos de proteção de falha podem ser fixados para operar como um time ou em tandem para prover remoção da seção falhada apropriada até mesmo quando as respostas devem ser fixadas ao mesmo ou quase os mesmos parâmetros de proteção de falha a fim de coordenar corretamente com dispositivos a montante e/ou a jusante. Este mesmo cenário operacional pode ser usado em condições onde não há uma perda de coordenação não intencional, por exemplo, os parâmetros de proteção de falha no dispositivo 409 estão fixados incorretamente mais rápidos do que aqueles do dispositivo 410.

[57] Enquanto a invenção é descrita em termos de várias concretizações preferidas de circuito ou dispositivos interruptores de falha, será apreciado que a invenção não está limitada a dispositivos interruptores e desconectores de circuito. Os conceitos inventivos podem ser empregados com relação a qualquer número de dispositivos incluindo disjuntores, religadores e similares.

[58] Enquanto a presente exposição é suscetível a várias modificações e formas alternativas, certas concretizações são mostradas por meio de exemplo nos desenhos e nas concretizações descritas aqui. Porém, será entendido que esta exposição não é pretendida limitar a invenção às formas particulares descritas, mas ao contrário, a invenção é pretendida cobrir todas as modificações, alternativas, e equivalentes definidos pelas reivindicações anexas.

[59] Também deveria ser entendido que, a menos que um termo esteja expressamente definido nesta patente usando a sentença "Como usado aqui, o termo "\_\_\_\_" é por este meio definido significar..." ou uma sentença semelhante, não há nenhuma intenção para limitar o significado desse termo, expressamente ou implicitamente, além de seu significado claro ou ordinário, e tal termo não deveria ser interpretado ser limitado em extensão baseado em

qualquer declaração feita em qualquer seção desta patente (diferente da linguagem das reivindicações). À extensão que qualquer termo recitado nas reivindicações ao término desta patente é referido nesta patente de uma maneira consistente com um único significado, que só é feito por causa de clareza para não confundir o leitor, e não é planejado que tal termo de reivindicação seja limitado, implicitamente ou caso contrário, a esse único significado. A menos que um elemento de reivindicação esteja definido recitando a palavra "significa" e uma função sem o recital de qualquer estrutura, não é planejado que a extensão de qualquer elemento de reivindicação seja interpretada baseado na aplicação de 35 U. S. C. §112, sexto parágrafo.

## REIVINDICAÇÕES

### 1. Sistema de proteção de falha compreendendo:

uma linha de distribuição (106), a linha de distribuição (106) conectando uma fonte (102) por um dispositivo de proteção não comunicante (108, 110) a uma carga (104);

um dispositivo de proteção de falha (200) disposto na linha de distribuição (106) com o dispositivo de proteção não comunicante (108, 110) e uma carga (104); o dispositivo de proteção de falha sendo operável para isolar a fonte (102) de uma falha na linha de distribuição (106) entre o dispositivo de proteção de falha (200) e a carga (104); o dispositivo de proteção de falha incluindo um controlador (206), uma memória (210) acoplada ao controlador (206) e um operador de isolamento de falha (204) acoplado um lado de fonte da linha de distribuição (106) para um lado de carga da linha de distribuição (106), o operador de isolamento de falha (204) sendo responsivo ao controlador (206); e caracterizado pelo fato de

o controlador (206) ser operável para receber ou ser programável com dados de característica operacional de falha do dispositivo de proteção não comunicante (108, 110) e ademais ser operável nos dados de característica operacional de falha para determinar um parâmetro operacional de falha para o dispositivo de proteção de falha (200) e armazenar o parâmetro operacional de falha na memória (210); tal que, em operação, o operador de isolamento de falha (204) é operável responsivo ao controlador (206) para prover isolamento de falha na linha de distribuição (106) baseado no parâmetro operacional de falha, e

o controlador (206) ser ainda operável para comunicar os dados de característica operacional de falha do dispositivo de proteção não comunicante (108, 110) e o parâmetro operacional de falha a outros dispositivos de proteção de falha no sistema de proteção de falha.

### 2. Sistema de proteção de falha de acordo com a

reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os dados de característica operacional de falha compreendem dados de característica de tempo-corrente (TCC).

3. Sistema de proteção de falha de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os dados de característica de tempo-corrente são expressos como uma função de dados de característica operacional de falha do dispositivo de proteção não comunicante (108, 110).

4. Sistema de proteção de falha de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os dados de característica de tempo-corrente são expressos como um conjunto de dados definindo uma característica de tempo-corrente nominal do dispositivo de proteção não comunicante (108, 110).

5. Sistema de proteção de falha de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o controlador é operável para determinar uma validade do parâmetro operacional de falha em relação aos dados de característica operacional de falha dos dispositivos de proteção não comunicante (108, 110).

6. Sistema de proteção de falha de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende um segundo dispositivo de proteção de falha disposto na linha de distribuição (106) com o dispositivo de proteção não comunicante (108, 110) e a carga (104); o controlador (200) sendo ainda operável para receber ou ser programado com dados de característica operacional de falha relativos ao segundo dispositivo de proteção de falha.

7. Sistema de proteção de falha de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que cada um do dispositivo de proteção de falha e do segundo dispositivo de proteção de falha compreende dispositivos de comunicação respectivos, os dispositivos de

comunicação sendo operáveis para comunicar os dados de característica operacional de falha do segundo dispositivo de proteção de falha para o primeiro dispositivo de proteção de falha.

8. Sistema de proteção de falha de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que inclui um segundo parâmetro operacional de falha associado com o segundo dispositivo de proteção de falha, o primeiro parâmetro operacional de falha e o segundo parâmetro operacional de falha sendo determinados para prover operação coordenada do dispositivo de proteção de falha e do segundo dispositivo de proteção de falha.

9. Sistema de proteção de falha de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de proteção de falha é operável para comunicar uma mensagem ao segundo dispositivo de proteção de falha na operação do dispositivo de proteção de falha, o segundo dispositivo de proteção de falha sendo operável para modificar o segundo parâmetro operacional de falha responsivo à mensagem tal que o segundo dispositivo de proteção de falha permaneça coordenado com o primeiro dispositivo de proteção de falha.

10. Sistema de proteção de falha de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a mensagem é uma mensagem de atraso e em que em resposta à mensagem de atraso, o segundo dispositivo de proteção de falha desloca em tempo sua característica de tempo-corrente.

11. Sistema de proteção de falha de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de proteção de falha e o segundo dispositivo de proteção de falha operam como um time coordenado.

12. Método de prover proteção de falha coordenada para uma linha de distribuição (106) acoplando uma fonte (102) a uma carga

(104), um dispositivo de proteção não comunicante (108, 110) estando disposto na linha de distribuição (106) entre a fonte (102) e a carga (104) e um dispositivo de proteção de falha (200) estando disposto na linha de distribuição (106) entre o dispositivo de proteção não comunicante (108, 110) e a carga (104), caracterizado pelo fato de que compreende:

receber dados de característica operacional de falha relativos ao dispositivo de proteção não comunicante (108, 110);

determinar um caminho de carga da fonte (102) à carga (104), o caminho de carga incluindo o dispositivo de proteção não comunicante (108, 110) e o dispositivo de proteção de falha (200);

determinar um parâmetro operacional de falha para o dispositivo de proteção de falha (200) baseado pelo menos em parte nos dados de característica operacional de falha do dispositivo de proteção não comunicante (108, 110);

ativar uma característica operacional de falha dentro do dispositivo de proteção de falha (200) baseado no parâmetro operacional de falha determinado; e

comunicar os dados de característica operacional de falha e o parâmetro operacional de falha a outros dispositivos de proteção de falha acoplados à linha de distribuição (106).

13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de proteção de falha (200) compreende uma pluralidade de dispositivos de proteção de falha estando dispostos dentro do caminho de carga,

em que comunicar os dados de característica operacional de falha e o parâmetro operacional de falha compreende propagar os dados de característica operacional de falha para cada um da pluralidade de dispositivos de proteção de falha para cada outro da pluralidade de dispositivos de proteção de falha; e o método compreende:

gerar um parâmetro operacional de falha para cada um da pluralidade de dispositivos de proteção de falha baseado nos dados de característica operacional de falha do dispositivo não comunicante e nos dados de característica operacional de falha propagados da pluralidade de dispositivos de proteção de falha; e

ativar uma característica operacional de falha dentro de cada um da pluralidade de dispositivos de proteção de falha baseado no parâmetro operacional de falha determinado para o dispositivo de proteção de falha respectivo.

14. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que compreende:

o parâmetro operacional de falha de cada um da pluralidade de dispositivos de proteção de falha sendo determinado para prover operação coordenada da pluralidade de dispositivos de proteção de falha com respeito um ao outro e o dispositivo não comunicante.

15. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que compreende:

determinar que um primeiro dispositivo de proteção de falha tem um parâmetro de proteção de falha inválido;

fixar o parâmetro de proteção de falha do primeiro dispositivo de proteção de falha para ser igual ao parâmetro de proteção de falha de um segundo dispositivo de proteção de falha, o parâmetro de proteção de falha do segundo dispositivo de proteção de falha sendo determinado para ser válido.

16. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que compreende:

coordenar a operação de proteção de falha do primeiro dispositivo de proteção de falha e do segundo dispositivo de proteção de falha.

17. Método de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a coordenação compreende enviar uma mensagem do primeiro dispositivo de proteção de falha para o segundo dispositivo de proteção de falha na operação de proteção de falha do primeiro dispositivo de proteção de falha, a mensagem afetando a operação coordenada do segundo dispositivo de proteção de falha com respeito ao primeiro dispositivo de proteção de falha.

18. Método de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que a mensagem compreende uma mensagem de atraso; o segundo dispositivo de proteção de falha atrasando sua característica de proteção de falha responsivo à mensagem de atraso.

19. Método de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que coordenar compreende:

determinar uma operação anterior do primeiro dispositivo de proteção de falha para uma falha; e

atrasar a operação do segundo dispositivo de proteção de falha para a falha responsivo à operação do primeiro dispositivo de proteção de falha.

20. Método de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que coordenar compreende:

determinar a operação simultânea do primeiro dispositivo de proteção de falha e do segundo dispositivo de proteção de falha para uma falha; e

reajustar sequencialmente o primeiro dispositivo de proteção de falha e o segundo dispositivo de proteção de falha para restaurar serviço.

21. Método de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que reajuste seqüencial compreende primeiro reajustar o mais perto da fonte do primeiro dispositivo de proteção de falha e do segundo

dispositivo de proteção de falha.

22. Método de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que reajuste seqüencial compreende reajustar um do primeiro dispositivo de proteção de falha e do segundo dispositivo de proteção de falha, e testar pelo outro do primeiro dispositivo de proteção de falha e do segundo dispositivo de proteção de falha, uma persistência da falha.

23. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que compreende modificar o parâmetro operacional de falha e conseqüentemente a característica operacional de falha do um do primeiro dispositivo de proteção de falha e do segundo dispositivo de proteção de falha durante o teste para prevenir temporariamente sua operação durante o teste.

24. Método de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que coordenar compreende:

determinar uma operação do primeiro dispositivo de proteção de falha a um primeiro tipo de falha;

determinar um segundo tipo de falha existir no segundo dispositivo de proteção de falha, e operar o segundo dispositivo de proteção de falha responsivo ao segundo tipo de falha; e

reajustar sequencialmente o primeiro dispositivo de proteção de falha e o segundo dispositivo de proteção de falha para restaurar serviço.

25. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de proteção não comunicante (108, 110) é um dispositivo não configurável.

26. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que adicionalmente compreende determinar uma validade da característica de resposta do dispositivo de proteção de falha.

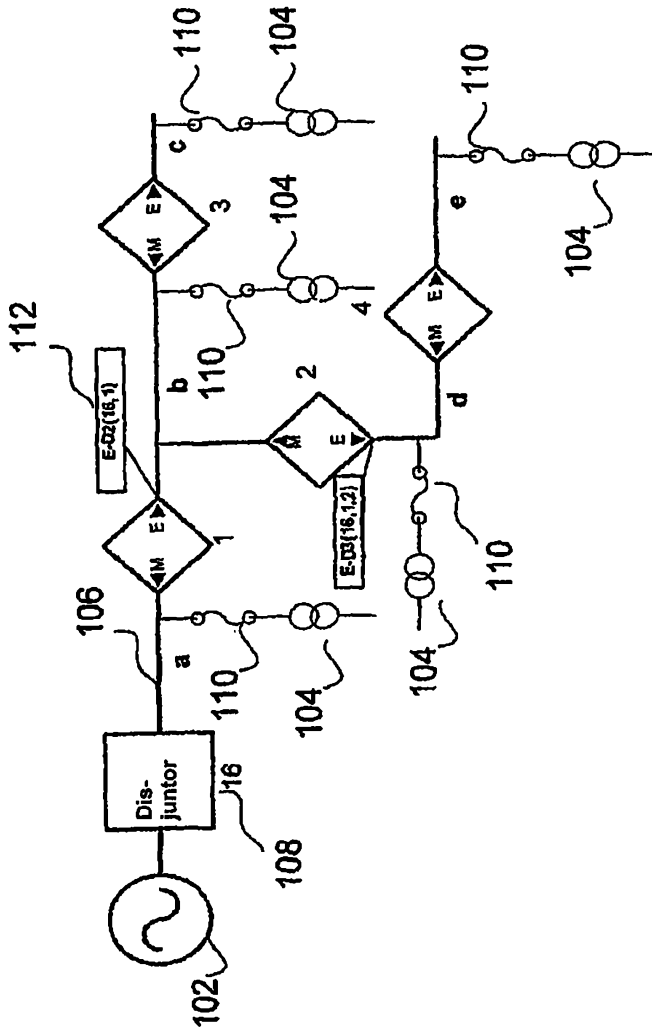


Fig. 1

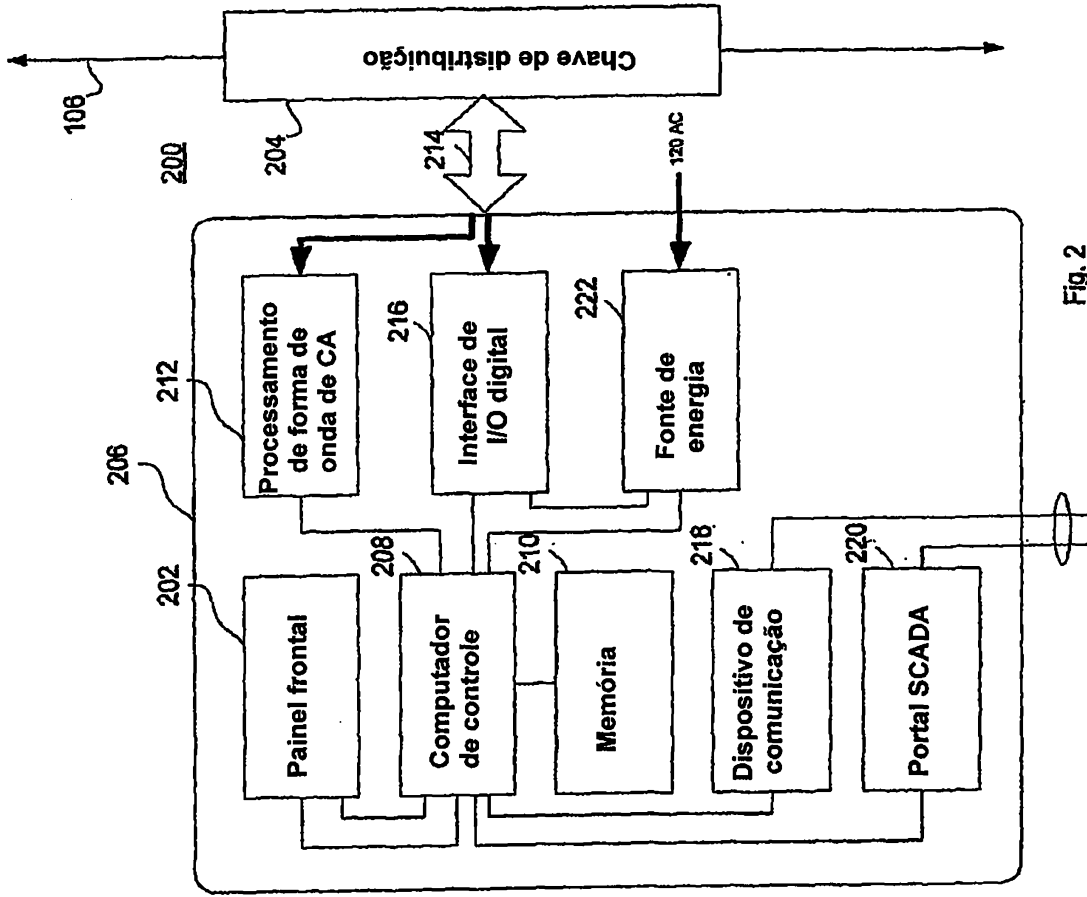


Fig. 2

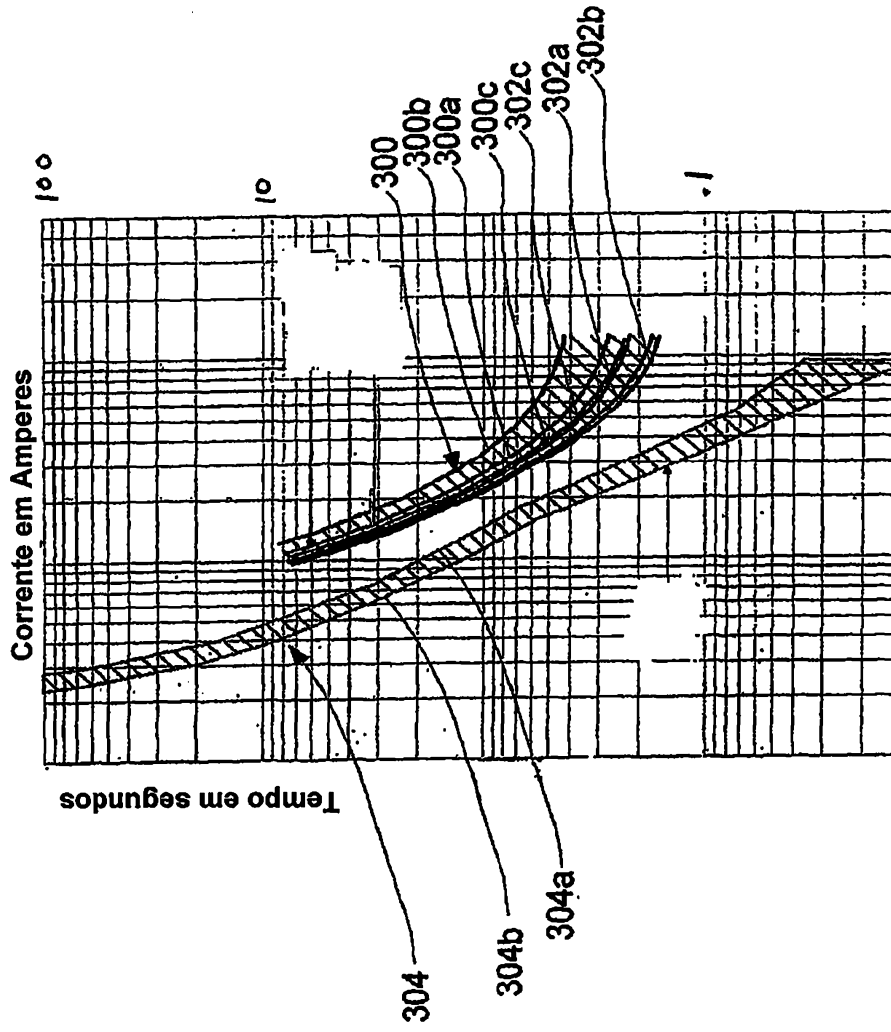


Fig. 3

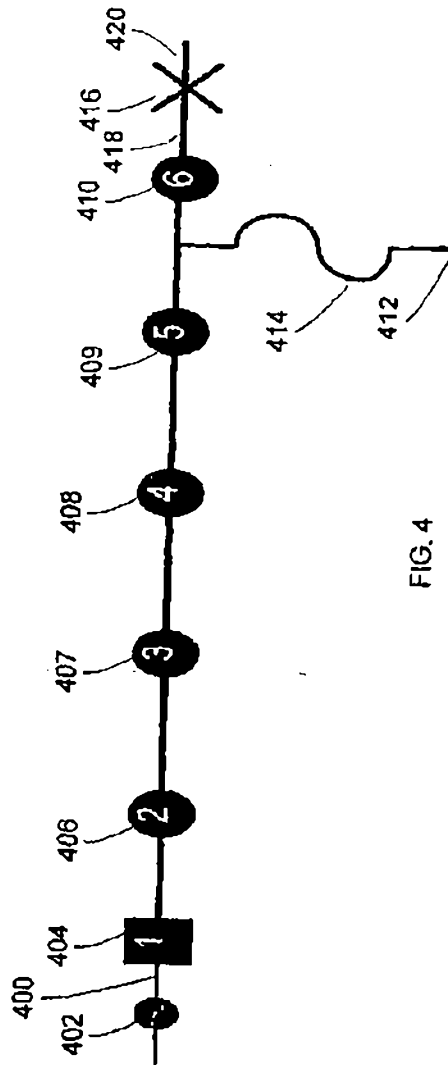


FIG. 4

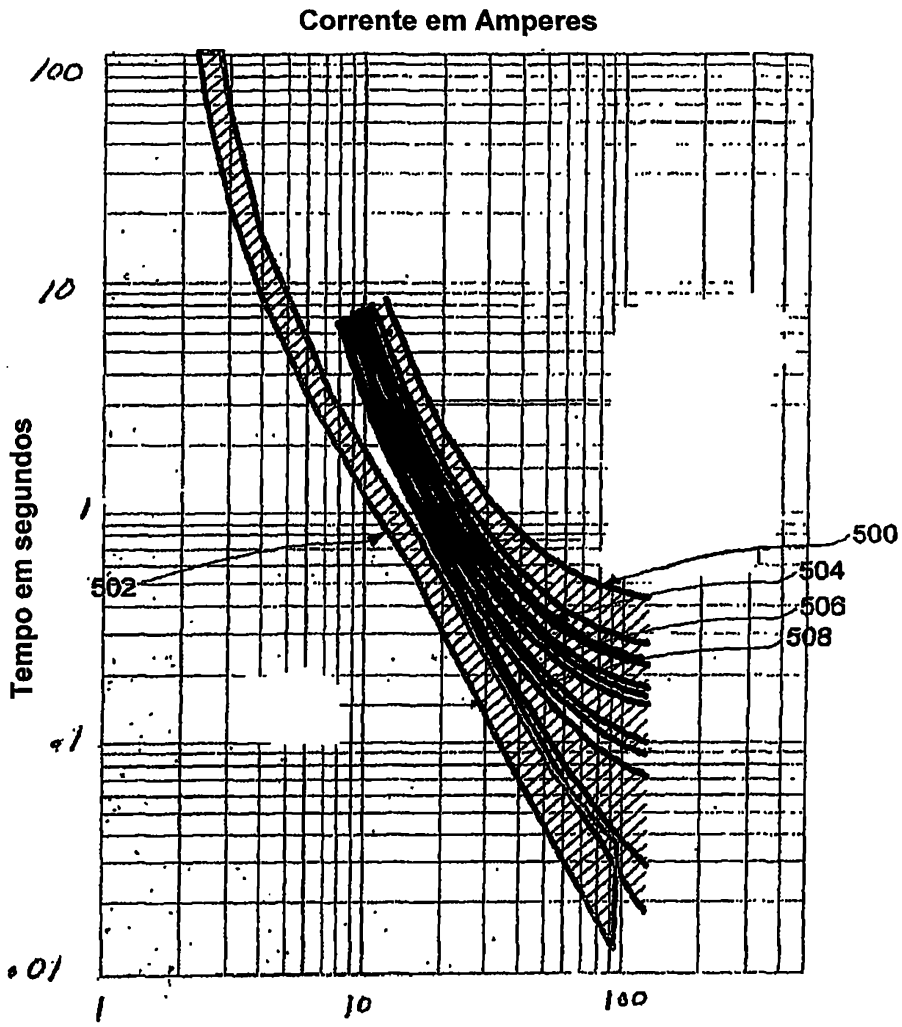
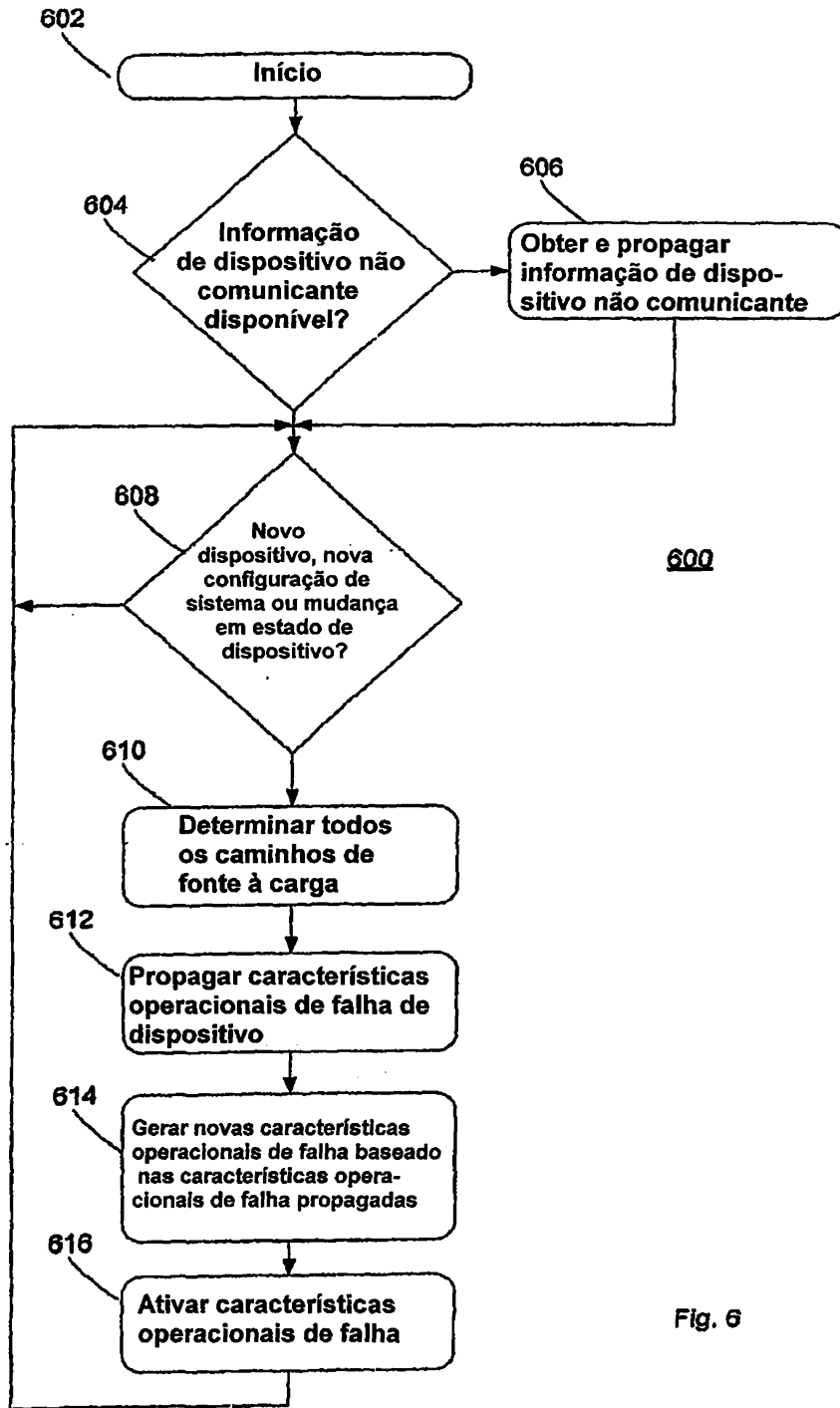


Fig. 5



600

Fig. 6