



COELCE

Ferramenta diagnostica falhas em sistemas de transmissão e subestações

A COELCE, em parceria com a Universidade Federal do Ceará (UFC), elaborou um sistema para tornar mais efetivo o controle de falhas no sistema elétrico. Foi desenvolvida uma ferramenta para que as várias informações enviadas quando interrupções acontecem possam ser melhor interpretadas.

O Sistema de Diagnóstico de Falta (SDF) é uma ferramenta integrada a sistemas supervisórios da operação do sistema elétrico, denominados Scada. Ele funciona como um filtro frente à extensa quantidade de informações enviadas pelo Scada ao centro de operação quando ocorrem falhas no sistema elétrico. O grande volume de dados dificulta o diagnóstico do problema e, conseqüentemente, a tomada de decisões para resolvê-los.

Os pesquisadores optaram por uma ferramenta que permite modelar e analisar processos dinâmicos, como as falhas, a partir de uma representação gráfica padrão.

O SDF proposto utiliza informações sobre o funcionamento de relés (dispositivos que controlam circuitos) e disjuntores. A partir da identificação dos equipamentos é possível fazer o diagnóstico do problema, sem precisar considerar a localização da ocorrência.

A pesquisa demonstra que o uso do sistema desenvolvido pela concessionária possibilita o diagnóstico de faltas em sistemas de transmissão e subestações.

FICHA TÉCNICA

Empresa: Companhia Energética do Ceará (COELCE)

Título: Desenvolvimento de uma função avançada para auxílio de operadores de sistemas elétricos no processo de diagnóstico de faltas

Ciclo: 2004/2005

Investimento: R\$ 248.500,00

Execução: Universidade Federal do Ceará (UFC)

Sistema de Diagnóstico de Falhas Integrado ao Scada dos Centros de Operação do Sistema

E. B. Medeiros⁽¹⁾, A. L. Colaço⁽²⁾, R. P. S. Leão⁽³⁾, R. F. Sampaio⁽⁴⁾ e G. C. Barroso⁽⁵⁾

Resumo – Os atuais sistemas supervisórios aumentam a confiabilidade dos sistemas elétricos. Tais sistemas (SCADA) oferecem suporte ao pessoal de operação dos sistemas elétricos. Quando ocorrem faltas, uma avalanche de alarmes é enviada pelo SCADA, o que dificulta a identificação dos mesmos. Tal volume dificulta o diagnóstico e a tomada de decisão. Baseado nos dados do SCADA, foi desenvolvido um Sistema de Diagnóstico de Falhas (SDF) que filtra as informações que chegam aos operadores e torna o diagnóstico mais rápido e seguro. O SDF, baseado em Redes de Petri Coloridas, foi aplicado ao eixo Cariré do sistema Sobral II, parte do sistema elétrico da COELCE.

Palavras-chave: SCADA, Redes de Petri Coloridas, Sistema de Diagnóstico de Falha.

I. INTRODUÇÃO

Com a expansão do sistema elétrico foram adquiridos sistemas supervisórios, denominados SCADA. Esses sistemas oferecem maior segurança na operação dos sistemas elétricos, pois permitem a transferência de dados e informações para o centro de operação. Quando ocorre uma falta no sistema, uma avalanche de alarmes é enviada ao centro de operação, o que dificulta a identificação do problema. Tal volume de informações passa a ter pouco valor se não possibilita um rápido diagnóstico.

Esse trabalho apresenta a modelagem e a implementação de um sistema de diagnóstico de falta (SDF), baseado em redes de Petri coloridas (RPC) [1] para auxílio aos operadores dos sistemas elétricos, integrado ao SCADA do COS, capaz de diagnosticar faltas e promover maior segurança e rapidez no restabelecimento do sistema elétrico após uma falta.

II. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A. Ferramentas Utilizadas em SDFs

Diferentes ferramentas têm sido utilizadas para se obter um SDF eficiente: Redes Neurais Artificiais [2]; lógica fuzzy [3] e redes de Petri coloridas [4].

B. Redes de Petri coloridas (RPC)

As RPC são uma ferramenta matemática, capaz de modelar e analisar Sistemas a Eventos Discretos (SED). Nos SED, as mudanças ocorrem em instantes precisos, a partir de estados definidos. A mudança de estado se dá quando há um evento [1]. No sistema elétrico, evento é uma ocorrência que altera o fluxo de energia, com geração de mudança de estado e afetando seu funcionamento.

O sistema elétrico é caracterizado como contínuo no tempo, no entanto, seu sistema de proteção pode ser visto como um SED. Uma falta no sistema elétrico provoca mudança do estado do relé. A atuação do relé provoca alteração do estado do disjuntor, que interrompe a falta e muda o estado do sistema de energizado para desenergizado.

III. ESTRUTURA DO SDF

O SDF desenvolvido é uma evolução do SDF proposto em [4]. O SDF utiliza informações de relés e disjuntores e é indiferente onde o evento ocorre, o que importa são os equipamentos envolvidos e a partir deles é que se dá o diagnóstico.

A RPC do SDF modela todo o sistema de proteção do sistema elétrico. Foi desenvolvido um único SDF centralizado no COS capaz de processar as informações do SCADA e realizar os diagnósticos para faltas ocorridas em subestações, linhas de transmissão e alimentadores. No modelo anterior, havia um SDF para cada subestação.

A Figura 1 apresenta a estrutura do SDF, desde os dados do SCADA até o diagnóstico entregue ao operador no COS.

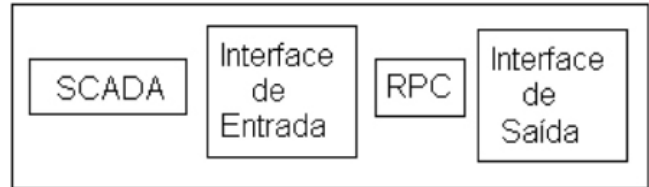


Figura 1. Estrutura do SDF

Devido ao grande volume de informações entregue pelo SCADA a cada instante, é preciso que haja um filtro das informações relevantes para o diagnóstico. Estes dados são filtrados pela Interface de Entrada do SDF, que os transforma em marcação inicial para a RPC.

A RPC é então executada, quando se chega a uma marcação final. A partir desta marcação, obtém-se o diagnóstico pela comparação da marcação com uma tabela com os possíveis diagnósticos do sistema.

O diagnóstico será, então, entregue ao operador e nele constarão as informações sobre equipamentos atuados, função de proteção, tipo de falta e diagnóstico.

A. Descrição do SDF

Na Tabela 1 é apresentado um exemplo de códigos mnemônicos utilizados na composição da marcação inicial da RPC. O primeiro campo indica o código da subestação, o segundo aponta o código do equipamento e o terceiro, a função relativa à atuação do equipamento.

Tabela 1. Exemplos de mnemônicos utilizados

	Mnemônico	Descrição
Subestação	CRE	Cariré
Equipamento	12J6	Código de descrição do relé ou do disjuntor
Função	51C	Sobrecorrente temporizada na Fase C

B. Modelo RPC

A RPC é o bloco responsável pelo diagnóstico. A Figura 2 apresenta as declarações da RPC (conjuntos de cores e variáveis).

```

▼Declarations
▼Standard declarations
▼colset DATA = string;
▼colset INT = int;
▼colset MNEMONICO = product DATA * DATA * DATA;
▼colset MNEMONICO2 = product DATA * DATA * DATA*INT;
▼colset MNEMONICO3 = product DATA * DATA * DATA*DATA;
▼var x: DATA;
▼var y,yaux,y1,y2: DATA;
▼var z,zaux: DATA;
▼var r,raux: INT;
▼SDF
  
```

Figura 2. Declarações do Modelo RPC

(1) COELCE - eudes@coelce.com.br
 (2) UFC - aninha_colaco@yahoo.com.br
 (3) UFC - rleao@dee.ufc.br
 (4) COELCE - rfurtado@coelce.com.br
 (5) UFC - gcb@fisica.ufc.br

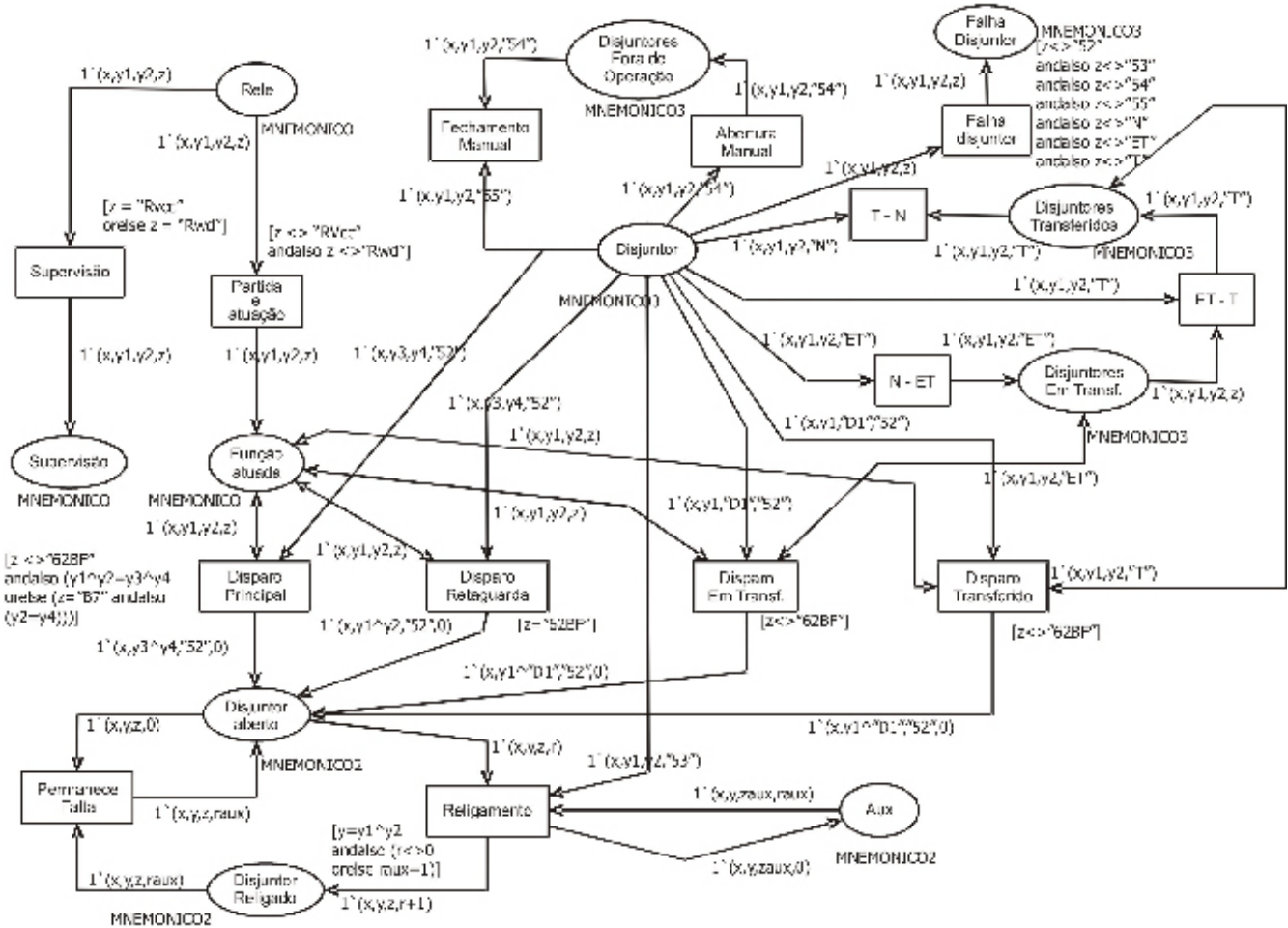


Figura 3. Modelo em Rede de Petri Colorida

A Figura 3 apresenta a RPC, que utiliza dados provenientes do SCADA como marcação inicial. A partir dessa marcação, ocorre o disparo das transições para obtenção de uma marcação final, que determina o diagnóstico.

A RPC possui dois lugares que recebem fichas na marcação inicial (“Rele” e “Disjuntor”) e oito lugares que podem receber fichas na marcação final (“Supervisão”, “Função Atuada”, “Disjuntores fora de Operação”, “Falha Disjuntor”, “Disjuntor Transferido”, “Disjuntor Em Transferência”, “Disjuntor Aberto”, “Disjuntor Religado”). Essa marcação final é comparada a uma tabela de diagnósticos.

IV. ESTUDO DE CASO

Seja uma ocorrência real no sistema elétrico da COELCE: “falta em um ponto de um alimentador da subestação Araras”. Após a falta, chegaram pelo SCADA, dentre outros, os seguintes dados: (relé “ARU12Y2” atuou com função de proteção ‘51B’; disjuntor “ARU12Y2” abriu; em seguida houve fechamento do disjuntor; o relé atuou novamente a função ‘51B’; e o disjuntor abriu novamente). Estes dados foram transformadas em marcação inicial da RPC, que foi executada, disparando suas transições até alcançar a marcação final. Nessa marcação o lugar “Função Atuada” ficou com a ficha (“ARU”, “21Y2”, “51B”) e o lugar “Disjuntor Aberto” ficou com a ficha (“ARU”, “21Y2”, “52”, 3). Comparando a marcação com a tabela de diagnósticos obtém-se o seguinte diagnóstico: “Falta na fase

B do alimentador ‘01Y2’ da subestação Araras. Função de sobrecorrente temporizada e realização de três religamentos sem sucesso”.

V. CONCLUSÕES

Tendo em vista as diversas topologias de sistemas elétricos, as RPC se mostram uma ferramenta adequada para desenvolvimento de SDF, pois são capazes de diagnosticar faltas em sistemas de transmissão e subestações. Esta flexibilidade se mostra uma vantagem e torna o SDF independente da configuração do sistema. Todos os testes realizados tiveram resultados satisfatórios. Atualmente está em desenvolvimento um novo modelo RPC como alternativa à tabela de diagnóstico.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cardoso, J., Valette, R., Redes de Petri, Florianópolis: Ed. da UFSC, 1997, p. 122.
- [2] M. A. F. Ramos, M. M. B. R. Velasco, M. A. Pacheco, “Sistema de Identificação e Localização de Faltas em Linhas de Transmissão Baseado em Redes Neurais,” apresentado no Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica. Minas Gerais, 2003.
- [3] Z. X. Yang, K. Suzuki, Y. Shimada and H. Sayama, “Fuzzy Fault Diagnostic System based on Fault Tree Analysis” in Proc. 1995 International Joint Conference of the Fourth IEEE International Conference on Fuzzy Systems and The Second International Fuzzy Engineering Symposium, pp. 165-170.
- [4] R. F. Sampaio, G. C. Barroso e R. P. S. Leão. (2005). Sistema de Diagnóstico de Faltas para Subestações Baseado em Redes de Petri. SBA Controle & Automação. Vol 16 N° 04.