

MODELAGEM DA ROTINA OPERACIONAL DE UMA SUBESTAÇÃO ELÉTRICA EM HCPN

JOSE A.N. NETO; MARIA DE FATIMA Q.V. TURNELL¹; CHARLES SANTONI²

¹*Departamento de Engenharia Eletrica, Universidade Federal de Campina Grande
Caixa Postal 10105 – Campina Grande- Paraiba- Brasil*

²*LSIS, Université Paul Cézanne (Aix-Marseille III)
Avenue - Escadrille Normandie-Niemen 13397 MARSEILLE CEDEX 20 - França*

E-mails: {alves, fatima}@dee.ufcg.edu.br, charles.santoni@lsis.org

Abstract— Critical systems operation demand more ergonomic interfaces in order to reduce the incidence of human errors. In turn, for the conception of more ergonomic interfaces it is essential to analyze the task performed by the operator. This work presents the modelling process, in Hierarchical Coloured Petri Nets (HCPN), of a task (manoeuvre) performed by operators in an electric substation. This paper presents the process involved in the task analysis and modelling and focuses on the analysis performed through model verification illustrating the relationship between the model space of states and the interaction possibilities available to the operator. The contribution lies on the method and tools (a function of search in the space of states) employed in the search for potentially bad paths that can lead to human error.

Keywords— Man-machine interface, Colored Petri Nets, task modeling, electrical systems

Resumo— A operação de sistemas críticos demanda interfaces mais ergonômicas de modo a reduzir a incidência de erros. Por sua vez, para a concepção de interfaces mais ergonômicas é imprescindível analisar a tarefa do operador. Este trabalho apresenta o processo de modelagem, em rede de Petri Colorida Hierárquica (HCPN), de uma tarefa (manobra) realizada por operadores de uma subestação elétrica. O trabalho apresenta o processo de análise e modelagem a tarefa e concentra-se na análise a partir da verificação formal do modelo ilustrando a relação entre o espaço de estados do modelo e os caminhos de interação disponíveis ao operador. O destaque é para a busca dos caminhos que potencialmente podem levar ao erro a partir de uma função de busca no espaço de estados.

Palavras-chave— Interfaces Homem-Máquina, redes de Petri Coloridas, modelagem da tarefa, sistemas elétricos.

1. Introdução

A operação de uma subestação elétrica consiste em um conjunto de tarefas voltadas, em sua maioria, para colocar ou manter o sistema elétrico em uma determinada configuração. Estas tarefas são denominadas *manobras*. As manobras podem ser previamente planejadas ou ainda podem ser realizadas em consequência de eventos inesperados, tais como acidentes e incidentes que demandam uma intervenção. As operações que compõem uma manobra sobre o sistema podem ser realizadas de forma automatizada ou através da intervenção de operadores. No primeiro caso são utilizados equipamentos e dispositivos “inteligentes” capazes de processar a informação oriunda do campo e, atuar sobre a planta.

A construção de interfaces através de um método que leve em consideração aspectos ergonômicos, resulta em interações menos susceptíveis a erros. O Método de Concepção de Interfaces Ergonômicas (MCIE) é fundamentado nestes princípios (Turnell, 2004). Uma das etapas do MCIE consiste na análise e modelagem da tarefa. A construção do modelo da tarefa é baseada em formalismos tais como o Concur Task Tree (CTT) que conta com a ferramenta Concur Task

Trees Environment (CTTE) (Paternò, 1997). Dentre outros, há também o formalismo Méthode Analytique de Description (MAD) (Scapin 1989). O método MCIE não está atrelado a qualquer destes formalismos, aceitando o modelo da tarefa em qualquer formalismo adotado no projeto.

Por outro lado, apesar destes formalismos proverem uma descrição estruturada da tarefa, esta não representa uma descrição formal, no sentido estrito. Assim, neste trabalho foi construída uma descrição formal da tarefa, utilizando as redes de Petri Coloridas Hierárquicas - HCPN (Jesen, 1992). Para tanto foi utilizada a ferramenta Design/CPN (Design, 2006). O modelo da tarefa auxilia o projetista da interface a entender, organizar e classificar as tarefas e provê subsídios para a escolha da estratégia mais adequada para execução de cada tarefa através da interface.

Métodos formais, tais como, *statechart*, autômatos finitos e Redes de Petri, aplicados à modelagem de interfaces vêm sendo adotados em diversos trabalhos. Neste particularmente, a modelagem e análise da tarefa têm o propósito de antecipar situações de risco, do ponto de vista do erro humano, e apoiar o estudo de alternativas de execução de tarefas a partir da análise do espaço de estados do sistema modelado.

A análise da tarefa modelada se fundamentou: em entrevistas com operadores do sistema elétrico de uma subestação da empresa CHESF, na

observação da rotina de trabalho, em visitas ao ambiente da subestação e, através da análise de documentos do tipo Roteiro de Manobra (RTM) que prescrevem as operações a serem realizadas segundo normas da empresa.

Embora haja múltiplos níveis de interação entre o operador e o sistema elétrico, o foco deste trabalho é a interação através de painéis. O objetivo é apresentar o processo de análise do modelo da tarefa e como a partir dele é possível identificar falhas no projeto da interface de operação, que possam induzir o erro. Esta análise se fundamenta em um conjunto de propriedades do modelo em rede de Petri que estão associadas as propriedades da interface modelada (Sousa, 1999).

Este documento está organizado em 5 seções. Na seção 2 são apresentadas as características da tarefa de operação. Na seção 3 é apresentado o modelo da tarefa em HCPN. Na seção 4 é discutido o estudo de caso durante o qual foi modelada a tarefa executada durante uma manobra no sistema elétrico de uma subestação. Nela são também apresentados os resultados da análise do modelo. Finalmente na seção 5 são discutidos os resultados e apresentadas as considerações.

2. Caracterização da tarefa do operador

A tarefa do operador de uma subestação consiste essencialmente na supervisão dos equipamentos e na execução de manobras a fim de colocar o sistema em configurações específicas. Esta tarefa pode ser feita em 4 níveis de interação: através de um software SCADA, através de painéis localizados na sala de comando; a partir de painéis nos equipamentos; e remotamente a partir de telecomandos originados de centros de controle regionais. As tarefas são prescritas em documentos que detalham todos os procedimentos de uma rotina operacional com o fim de normatizar uma intervenção. Estes documentos são atualizados sempre que novos equipamentos são instalados.

Na análise e construção do modelo da tarefa de operação foi adotada a seguinte metodologia:

- Análise das tarefas realizadas pelo operador durante a rotina operacional de uma subestação elétrica (SE).
- Seleção de um subconjunto de tarefas, relacionadas com uma incidência elevada de acidentes causados pelo erro humano. Para tanto foi utilizado o resultado do estudo realizado por (Guerrero, 2006) que propôs uma tipologia de acidentes.
- Modelagem dos objetos utilizados na realização da tarefa (chaves, disjuntores,...), bem como da relação entre eles, gerando um conjunto de modelos de objetos.
- Integração dos componentes modelados em um modelo hierárquico capaz de

representar a interface utilizada pelo operador durante a realização da tarefa (manobra). O objetivo foi possibilitar a análise da tarefa modelada a partir de simulações e de análises do modelo.

2.1 Análise da tarefa: Manobra de operação

A tarefa de operação (manobra) modelada no estudo de caso se fundamentou em um roteiro de manobra (RTM) real. Em um RTM consta a configuração inicial do sistema antes da manobra, seguida de cada ação a ser realizada em ordem cronológica.

Ao programar uma manobra no sistema podem eventualmente haver restrições quanto à interação com alguns equipamentos citados no documento RTM. Por exemplo, um equipamento pode estar operando em condições especiais. Nestes casos um novo documento é gerado previamente de modo a realizar a manobra contornando as restrições existentes.

Segundo seu contexto, as manobras podem ser classificadas em: Manobras Programadas; Manobras de Urgência; Manobras de Emergência; Manobras para Regulação de Tensão ou para Atender Restrições Operativas.

A partir da tipologia de erros apresentada em (Guerrero, 2006) e com base na análise do registro de falhas ocorridas na instalação, foram selecionados cenários nos quais o erro humano ocorreu durante a execução de manobras programadas. Com base neste critério foi selecionada a manobra modelada no estudo de caso.

2.2 Formalismo e estratégia de modelagem

A rede de Petri (RP) constitui um formalismo dotado de uma representação gráfica e matemática (Murata, 1989). Através das redes de Petri é possível descrever sistemas concorrentes, assíncronos, distribuídos, paralelos, não determinísticos e/ou estocásticos. Sua semântica bem definida permite a análise formal dos modelos e sua representação gráfica facilita a compreensão dos modelos gerados (Jensen, 1992).

Graficamente os símbolos utilizados para representar os lugares e transições da rede são círculos e retângulos, respectivamente. Os arcos são rotulados com um peso (inteiros positivos) k que pode ser interpretado como um conjunto de k arcos paralelos (Murata, 1989). As fichas são representadas por pontos, e sua distribuição no instante inicial é a marcação inicial. Os arcos podem ligar lugares a transições e vice-versa.

A marcação de uma rede de Petri denota o estado da rede em um determinado instante e pode se modificar ou evoluir a partir do disparo de transições. O disparo de uma transição consiste no

consumo de fichas dos lugares de entradas da transição que disparou (quando existirem) e na inserção de fichas nos lugares de saída da mesma transição (quando existirem). Este disparo acontece segundo regras descritas em (Murata, 1989).

Neste trabalho foram adotadas as Redes de Petri Coloridas e as Redes de Petri Coloridas Hierárquicas (Jensen, 1992). Nestas redes é admitida a associação de funções que podem definir o tipo de ficha que será consumida ou inserida em um lugar. As transições podem ter funções associadas (funções de guarda) que implementam condições para que seja habilitada. Os lugares têm um tipo associado, denominados cor, o qual determina o tipo da ficha que pode ser inserido.

A ferramenta computacional Design/CPN foi utilizada na construção e análise dos modelos. Ela disponibiliza um editor gráfico para construção das redes; um simulador, com o qual podem ser feitas simulações automáticas ou interativas (com realimentação visual); e uma ferramenta para geração de grafos de ocorrência.

A modelagem dos dispositivos encontrados nos painéis da subestação foi realizada a partir do processo descrito em (Nascimento 2004). Neste trabalho foi apresentada uma biblioteca modelos construídos em HCPN. Cada modelo desta biblioteca descreve o comportamento de um objeto de interação encontrado nos painéis de controle de uma subestação. Nele também foi proposta uma estratégia de integração dos modelos dos objetos de interação em um único modelo, o modelo da interface com a subestação. Esta estratégia adota recursos de hierarquização de modelos, a exemplo de lugares de fusão e transições de substituição (Jensen,1992).

3. Modelagem da tarefa

A tarefa modelada foi uma manobra para liberação em disjuntor, ou seja, o seu isolamento elétrico. Ela consiste em abrir as chaves seccionadoras de entrada e de saída; fechar a seccionadora de *bypass* e energizar o barramento auxiliar através do disjuntor de transferência, promovendo assim o isolamento elétrico do disjuntor desejado. A manobra é executada em dois painéis localizados na sala de comando: LT 04V3 e o painel do disjuntor 14D1. Os passos da manobra são listados a seguir:

1. Receber autorização para a liberação
2. Confirmar 14D1 aberto
3. Colocar chaves CLT-14V3 e CLT-14D1 na posição LOC
4. Fechar 34V3-6
5. Colocar chave 43-14V3 na posição TRANSFERENCIA

6. Colocar chave 43-14D1 na posição TRANSFERENCIA
7. Fechar 14D1
8. Fechar 14V3
9. Abrir e bloquear 34V3-4 e 34V3-5
10. Entregar 14V3 isolado
11. Colocar chave CLT-14V1 na posição TEL
12. Informar a conclusão da liberação do 14V3

Os dispositivos de interação presentes nesta manobra são listados a seguir:

- chave 101 tipo Giro-Pressao-Giro (GPG)
- Chave 101 tipo punho
- Cave seletora de tensão de 3 posições
- Chave 43 para transferência de proteção
- Chave local/telecomando
- Botoeira de reset de proteção
- Chaves do tipo giro-pressão-giro para comando de seccionadoras.

3.1 Modelo da manobra em HCPN

O modelo da manobra, ilustrado na Figura 1, utilizou a biblioteca de modelos descrita em (Nascimento, 2004).

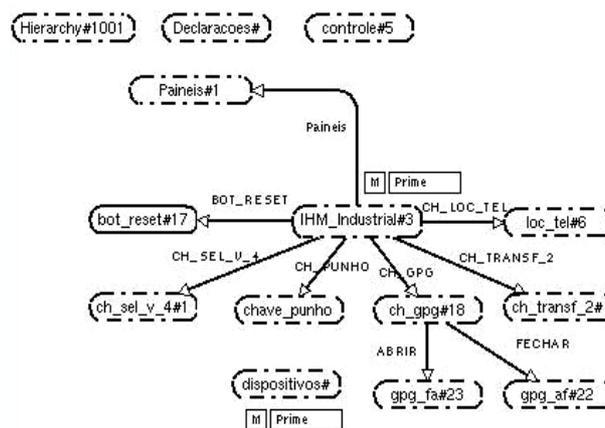


Figura 1: Pagina de hierarquia

Como ilustrado na figura 1, o modelo é composto de duas partes: uma que representa o comportamento dos objetos de interação (página IHM_Industrial) e outra que representa o comportamento dos objetos no campo (página dispositivos). Também é modelada a relação entre os objetos (inter-travamento).

Um dispositivo de interação encontrado nesta instalação é a chave do tipo GPG, como ilustra a figura 2. Neste modelo, as fichas representam as chaves nos lugares Fechada e Aberta, os lugares representam o estado da chave e as transições representam a ação sobre a chave (ABRIR ou FECHAR). A ação sobre a chave é realizada pelo operador, modelado através da ficha inserida no lugar IHM.

O modelo do campo está ilustrado na figura 3. Neste modelo é representado o comportamento dos dispositivos encontrados no campo tais como disjuntores e chaves seccionadoras. Ou seja, o

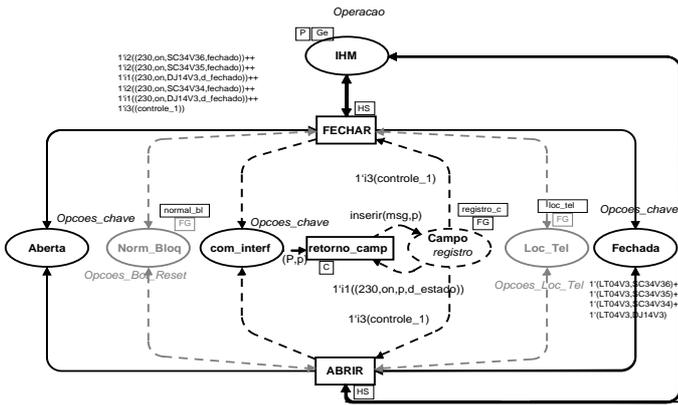


Figura 2: Chave GPG

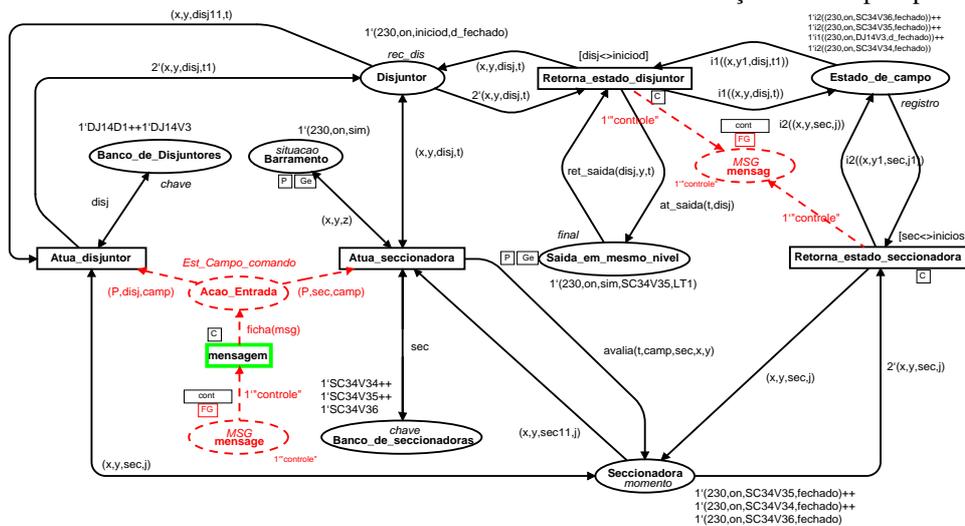


Figura 3: Modelo do Campo

modelo do campo representa o comportamento da planta diante de um comando oriundo da interface com o operador. Pode-se observar no modelo do campo a relação entre componentes da rede. Um exemplo é a relação entre a posição da chave loc/tel, representada pela ficha no lugar Loc_Tel, e o estado do relé de bloqueio, modelado através da ficha no lugar Norm_Bloq. Ambas as fichas podem determinar o sucesso no comando de abertura da chave a qual estão associadas.

4. Análises do modelo

A execução de uma manobra pode ser considerada bem sucedida se a configuração pretendida para o sistema for alcançada através de uma seqüência de passos que ao serem executados não coloquem o sistema em uma situação indesejada. O caminho prescrito no roteiro de manobra é tipicamente seguro, no entanto eventos externos podem impedir o operador de executar o plano previamente estabelecido. Possibilidades de desvio do roteiro foram evidenciadas durante as simulações automáticas do modelo, por ocasião do bloqueio do disjuntor cuja proteção havia atuado.

Nestes casos foi necessário o reset da proteção para dar continuidade à tarefa, sem desviar do roteiro de manobras.

O caminho prescrito no RTM para a interação com os painéis é representado na figura 4 pela seqüência de estados (conjunto de nós): [1, 6, 25, 65, 141, 269, 467, 258, 466, 767, 1172, 1710, 2405, 3258, 4213, 3244 e 4212]. Esta seqüência representa as etapas da manobra.

As mudanças de estado no grafo de ocorrência ilustrado na figura 4 podem resultar de uma ação do operador ou demandar uma ação deste, a exemplo do reset da botoeira do relé de bloqueio. Os lugares [269, 466, 1710, 3258] representam situações do sistema nas quais o operador espera uma realimentação do campo após a manipulação

de um dispositivo de interação. Para estes lugares, além da reação ao comando de operação, existe ao menos uma outra opção do grafo de ocorrência que corresponde à chegada de um evento exterior. Um exemplo é a seqüência de lugares [767, 768, 755], que resulta da resposta do campo a uma ação do operador.

Os lugares [1, 6, 141, 467, 1172, 2405, 4213] representam as situações nas quais o operador interage com o painel 04V3. A partir destes lugares a rede possui mais estados alcançáveis em um primeiro nível. Isto evidencia o número de dispositivos de interação disponíveis em cada painel. A partir da execução de funções de busca sobre o espaço de estados é possível observar caminhos alternativos para a execução da manobra. As funções de busca (Scaico, 2007) são combinadas com a função AllPath (Sousa, 1999). Neste caso, a função AllPath foi executada com os parâmetros: (1,4212,16,19.000.000) para “calcular todos os caminhos entre os nós 1 e 4212 (segundo parâmetro de entrada da função), com tamanho 16 (terceiro parâmetro da função), em até 19 milhões de iterações”. O retorno da função consiste de uma lista de 3 caminhos possíveis para execução da manobra. São eles:

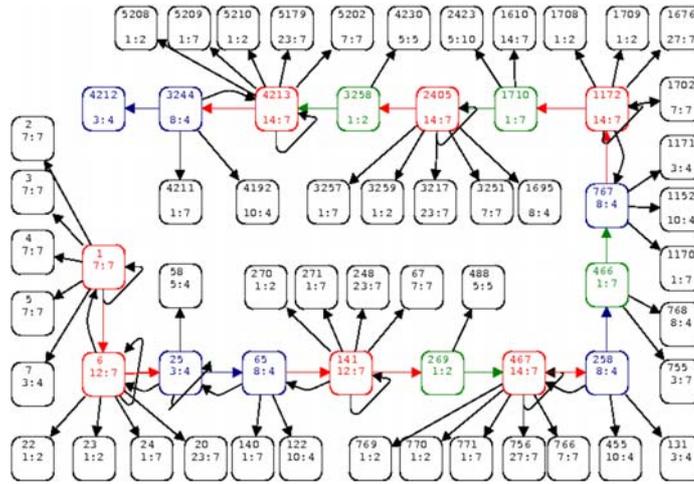


Figura 4: Estados do OCC para execução da manobra

- [1, 7, 26, 67, 141, 271, 481, 791, 1202, 1752, 2400, 1692, 2399, 3244, 4212];
- [1, 7, 26, 67, 141, 271, 481, 789, 1167, 1698, 2400, 1692, 2399, 3244, 4212]; e
- [1, 7, 26, 67, 141, 269, 467, 771, 1167, 1698, 2400, 1692, 2399, 3244, 4212].

Nos caminhos encontrados, o nó 7 representa a ida do operador para o painel 04D1 seguido do nó 26 que corresponde à mudança de estados da chave local/telecomando do 14D1. Em seguida o nó 67 corresponde ao deslocamento do operador para o painel 04V3 seguido do nó 141, quando ele atua na chave local/telecomando. Nestes casos há uma inversão na seqüência prescrita, ou seja, um desvio do roteiro de manobra. No entanto a configuração do sistema nesta etapa é igual a configuração pretendida com o roteiro pré-estabelecido. O nó 271 corresponde ao operador solicitar a abertura da chave DJ14V3. Este passo representa um erro de operação, pois provoca o desligamento desnecessário de uma linha de transmissão. Prosseguindo na manobra, o operador daria seqüência à manobra atingindo a configuração desejada.

O terceiro caminho encontrado com a função Allpath, inicia com a mesma seqüência de passos dos caminhos anteriores, e diverge a partir do ponto em que segue o roteiro pré-estabelecido com o fechamento da chave SC34V3-6 (nó 269) sendo efetivado pelos equipamentos no campo (nó 467).

Tal fato é seguido da tentativa de abertura da chave DJ14V3 (nó 771) pelo operador, sendo este comando efetivado pelo campo (nó 1167). O passo seguinte consiste na tentativa de abertura da chave seccionadora 34V3-5 (nó 1698), bem sucedida (nó 2400). Em seguida o operador muda de painel (nó 1692) e executa um comando de fechamento da chave DJ14D1 (nó 2399), efetivado pelo campo (nó 3244). O operador conclui a manobra colocando o painel 14D1 em telecomando (nó 4212). Este último caminho também provoca a interrupção de cargas, pois o disjuntor 14V3 é aberto antes do 14D1, deixando a linha de transmissão desconectada de qualquer barramento energizado.

A partir do relatório padrão gerado pela ferramenta Design CPN, ilustrado a seguir, é possível validar o modelo. O modelo do sistema não tem ou marcações mortas (sistema sem travamentos), o que evidencia que a qualquer momento o operador pode interagir com o sistema a partir de pelo menos um dos equipamentos.

Através de simulações foi também possível observar o comportamento do modelo da tarefa. Esta é uma forma não exaustiva de análise.

Uma alternativa mais intuitiva para representar o comportamento do modelo durante uma simulação é o diagrama de seqüência de mensagens (MSC). Este diagrama também pode ser construído a partir de simulações automáticas, abordando assim a interação aleatória do operador com o sistema.

```

Statistics
-----
Occurrence Graph
Nodes: 9728
Arcs: 55808
Secs: 6
Status: Full
Scc Graph
Nodes: 1
Arcs: 0
Secs: 2
Boundedness Properties
-----
Best Integers Bounds      Upper      Lower
IHM_Industrial'IHM 1      1           1
Paineis'Campo 1          6           5
Paineis'Reserva 1        1           1
bot_reset'Campo 1        6           5
bot_reset'Norm_Bloq 1    1           1
ch_gpg'Aberta 1          3           0
ch_gpg'Campo 1           6           5
ch_gpg'Fechada 1         3           0
ch_gpg'Loc_Tel 1         2           2
ch_gpg'Norm_Bloq 1       1           1
ch_gpg'com_interf 1      1           0
ch_sel_v_4'Tensao_AB 1   0           0
ch_sel_v_4'Tensao_B C 1  0           0
ch_sel_v_4'Tensao_CA 1   0           0
chave_punho'Aberta 1     1           0
chave_punho'Est_camp 1   6           5
chave_punho'Fechada 1    1           0
chave_punho'Loc_Tel 1    2           2
chave_punho'com_interf 1  1           0
dispositivos'Ação_Entral 1  1           0
dispositivos'Banc_Disj1  2           2
dispositivos'Banc_sec1   3           3
dispositivos'Barramento1 1  1           1
dispositivos'Disjuntor 1  6           5

```

dispositivos'Seccionador1	6	5
loc_tel'Campo 1	6	5
loc_tel'Loc_Tel 1	2	2

Home Properties

Home Markings: All

Liveness Properties

Dead Markings: None

5. Conclusões e trabalhos futuros

A tarefa desenvolvida durante a operação de uma SE, apesar de normatizada pela empresa depende fortemente da experiência do operador com o sistema. Nas tarefas programadas, o operador segue um plano de manobras previamente elaborado, no entanto podem ocorrer erros tais como a execução de uma ação correta sobre o objeto errado. A construção do modelo da tarefa em HCPN permitiu a realização de simulações e análises através da aplicação da função AllPath sobre o espaço de estado gerado para o modelo. Tanto na simulação quanto na análise foram detectadas seqüências de passos que incluíam ações erradas.

Portanto, a representação em um modelo de rede de Petri dos objetos de interação presentes em uma subestação, se mostrou eficaz na identificação de seqüências de ações que conduzem ao erro. A manobra de liberação, modelada no estudo de caso, ilustrou a partir das análises realizadas sobre o modelo, o potencial para ocorrência do erro humano nas situações de transferência da proteção ao final da manobra e na abertura do disjuntor principal antes do fechamento do disjuntor de transferência.

Para viabilizar o processamento das análises foi necessário retirar componentes do modelo do sistema que aumentavam o número de estados do grafo de ocorrência, sem contribuir para os objetivos da pesquisa. Esta redução foi necessária apesar de utilizar máquinas com: 2 Giga de memória RAM e Processador com frequência de operação de 1,73 Giga Hz. Um exemplo dos objetos retirados do modelo inicial são as chaves de transferência de proteção, as quais podem ser atuadas a qualquer momento. Esta retirada não trouxe maiores perdas para o estudo uma vez que estas chaves não possuem relação com os demais dispositivos do sistema do ponto de vista da interação.

Na continuidade desta pesquisa estão previstos os seguintes passos: extensão do modelo para incluir todos os painéis de uma subestação de modo a tornar o estudo mais realista ao aumentar as possibilidades de ocorrência do erro; inclusão no modelo da probabilidade de ocorrência do erro, a partir de estudo realizado sobre relatórios da

empresa; refinamento do modelo que representa o comportamento do campo de modo a representar a atuação de dispositivos de proteção; e ampliar o modelo de modo a representar outros cenários tipos.

6. Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior) por apoiar esta pesquisa com uma bolsa de estudo para o primeiro autor, e à empresa CHESF por sua valiosa contribuição para o desenvolvimento deste projeto.

7. Referências Bibliográficas

- Design/CPN Online (2006). disponível em www.daimi.au.dk/designCPN/
- Guerrero, C. V. S. Modelo Conceitual de Cenários de Acidentes causados pelo Erro Humano em Sistemas Industriais Críticos com Foco na Concepção de Interfaces Ergonômicas – Tese de Doutorado, Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, maio de 2006.
- Jensen, K. Coloured Petri Nets – *Basic Concepts, Analysis Methods and Pratical Use* – Vol. 1. Ed. Springer-Verlag, USA, 1992.
- Murata, T., Petri Nets: *Properties, Analysis, and Applications*. *Proceedings of the IEEE*, Vol. 77, No 4, April 1989.
- Nascimento, J. A. N. *Modelagem da Interface Homem-Máquina de uma Subestação Elétrica*, Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFPB, Campina Grande, PB, 2004.,
- Paternò, F., Mancini, C., Meniconi, S.. *ConcurTaskTrees: A Diagrammatic Notation for Specifying Task Models*. *Proceedings Interact'97*, pp. 362-369. Sydney, Austrália. Julho de 1997
- Scaico, A. *Aplicação de Métodos Formais no Projeto de Interfaces para Sistemas Industriais Críticos*, Tese de doutorado, Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, 2007.
- Scapin, D.L, *Pierret-Goldbreich, C.. Towards a Method for Task Description: MAD*. Unité de Recherche, INRIA, Rocquencourt, France, 1989.
- Sousa, M. R. F. *Avaliação Iterativa de Especificação de Interfaces com Ênfase na Navegação*. Tese de Doutorado, Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFPB, Campina Grande, PB, 1999.