



O USO DO ATPDRAW E A LINGUAGEM MODELS NA SIMULAÇÃO DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO ELÉTRICA APLICADOS EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO.

Helton do Nascimento Alves – helton@ifma.edu.br

Arnaldo Pinheiro de Azevedo Júnior – arnaldoe@ifma@gmail.com

Luís Miguel Magalhães Torres – luismigueltorres71@yahoo.com.br

Railson Severiano de Sousa – railson.severiano@gmail.com

Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Curso de Engenharia Elétrica,

Av. Getúlio Vargas, 4 Monte Castelo

65030-005 – São Luís – Ma

***Resumo:** Neste trabalho é desenvolvido um ambiente interativo de simulação que permite fazer análises de sistemas de proteção de redes de distribuição como estudos de coordenação e análises pós falta para utilização na disciplina Proteção de Sistemas Elétricos. O software ATPDRAW e a linguagem MODELS são utilizados na construção desse ambiente. A utilização desse software permite ao aluno estudar casos mais complexos e em maior quantidade, simular cenários mais realísticos e compreender melhor os conceitos relacionados com a filosofia da proteção.*

***Palavras-chave:** ATPDRAW, MODELS, Proteção de Sistemas Elétricos, Simulador.*

1. INTRODUÇÃO

São vários os cursos de engenharia elétrica de universidades e institutos federais no Brasil com ênfase na área de sistema de potência. Na maioria deles, a disciplina de Proteção de Sistemas Elétricos é parte integrante do elenco de disciplinas da área. Essa disciplina é considerada como essencial na formação de profissionais de engenharia elétrica sendo, portanto, ofertada na grade curricular do curso.

As recentes mudanças no setor elétrico, o desenvolvimento de novos equipamentos e instrumentos com tecnologia de última geração, as facilidades e recursos da informática colaboraram para produção de um novo perfil dos profissionais na área de sistemas elétricos. Sendo assim, os cursos de engenharia elétrica devem rever os seus currículos adequando-os aos novos tempos (COTOSCK, 2007).



Como parte do curso de Engenharia Elétrica Industrial do Instituto Federal de Educação e Tecnologia do Maranhão (IFMA), a Disciplina Proteção de Sistemas Elétricos (DPSE) tem-se mostrado extremamente útil aos alunos que desejam direcionar-se à área de Sistemas Elétricos de Potência. O objetivo desta disciplina é esclarecer os princípios por trás da filosofia da proteção, o funcionamento e coordenação dos principais equipamentos de proteção utilizados nos sistemas elétricos e assim preparar o aluno para atuar no mercado de trabalho.

O escopo de estudo da DPSE varia desde análise da proteção aplicada a equipamentos de potência como motores, geradores e transformadores, até ao estudo da proteção de centenas de quilômetros de linhas encontradas no sistema elétrico. Devido a sua abrangência se torna difícil para as instituições de ensino manter laboratórios com estrutura física que possibilite a aplicação na prática da teoria da DPSE. Além disso, o estudo de coordenação e análise pós falta da proteção exige que sejam induzidos curtos-circuitos ao longo do sistema estudado, o que dificulta mais ainda a montagem de tal laboratório devido à problemática de se controlar esses curtos-circuitos para manter um ambiente controlado e seguro para aqueles que o utilizem. Resumindo, a falta de infraestrutura de laboratórios de proteção se deve à diversidade de equipamentos e elementos que compõem um sistema elétrico, bem como as crescentes mudanças no setor de proteção, dificultando a montagem de um laboratório que corresponda à prática profissional do engenheiro de proteção de sistemas.

No entanto, com o avanço tecnológico de ferramentas computacionais adequadas de simulação, tornou-se possível o uso dessas ferramentas em sala de aula para exemplificar aos alunos de forma mais clara sobre o funcionamento dos dispositivos que são utilizados na proteção de sistemas elétricos.

O ATP (versão Alternative Transient Program do Electromagnetic Transient Program) é um programa de aceitação mundial, que permite simular fenômenos de transitórios eletromagnéticos considerando modelos sofisticados de linhas de transmissão, transformadores, etc., assim como componentes de circuitos e elementos que controlam chaves e disparos de tiristores, entre outros (DOMMEL, 1986; CAN/AM EMTP USER GRUOP, 1995). A simulação da proteção do sistema elétrico de potência no ATP vem sendo estudada há muito tempo porque é útil para testar novos algoritmos de relés, realizar estudos de coordenação e para avaliar o desempenho dos relés diante de um evento, por exemplo, o curto-circuito (CHAN et al, 1995; WALL e JOHNSON, 1997; KIM et al, 1996; KIM et al, 2000). A estrutura do ATP é complexa e seu uso requer certo tempo de estudo. Por outro lado, o ATPDRAW que é um pré-processador gráfico do ATP na plataforma MS-Windows é muito mais simples de se trabalhar. Ele utiliza programação visual, ou seja, os códigos do ATP ficam embutidos em ícones que quando arrastados para a janela principal, automaticamente montam o código fonte do ATP. O ATPDRAW é muito útil para os novos usuários do ATP-EMTP e é uma excelente ferramenta para propósitos educacionais.

Neste artigo é proposta a utilização da ferramenta computacional de simulação ATPDRAW para o ensino da DSPE. Dentro deste ambiente são desenvolvidos modelos para religadores, seccionadoras e fusíveis para serem utilizados na simulação de um sistema de proteção aplicado em redes de distribuição de energia elétrica.



2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Desafio da educação na engenharia

Existem vários desafios que envolvem a educação em engenharia, mas em minha experiência como professor destaco dois:

- Formar profissionais que saibam conectar todo o conhecimento técnico ensinado que geralmente é transmitido fracionado (departamentalização). Situação que é oposta à atividade profissional que o futuro engenheiro irá exercer, já que o engenheiro deve ser capaz de relacionar e fazer conexões através do desenvolvimento do pensamento científico (COTOSCK, 2007).
- Formar profissionais que compreendam a importância da teoria ensinada na engenharia, que esclarece o porquê de muitos fenômenos físicos que ocorrem ao nosso redor, mas que utilizem essa base teórica como mola propulsora para entender o contexto prático da sua vida profissional.

Este artigo descreve uma tentativa de se resolver o segundo desafio que envolve teoria e prática na DPSE. O perfeito equilíbrio entre teoria e prática é importante para a formação de um bom profissional. Em algumas instituições de ensino a simples separação disciplinar favorece o desvinculamento entre teoria e prática. Algumas disciplinas, devido a sua natureza, dificultam o desenvolvimento de aulas práticas. A falta de laboratórios e equipamentos adequados favorece tal deficiência. Algo que afaste o estudante do contexto profissional. Uma alternativa a esse problema vem com a exploração de recursos disponíveis em nossa época. Simulações computacionais preparam e treinam o futuro profissional para situações sérias que necessitam de conhecimento prático.

2.2. Proteção de sistemas elétricos de potência

Grande parte do sistema de energia está exposto às intempéries da natureza: chuva, umidade, sol, etc. O sistema elétrico, então, está propenso a sofrer danos devido aos fenômenos de natureza mecânica, por exemplo, as linhas de transmissão vão experimentar tensão mecânica devido aos ventos e devido aos fenômenos elétricos tais como raios e curtos-circuitos devido à vegetação entre outros. Danos nas usinas geradoras provocam a redução da geração e podem provocar problemas de estabilidade, danos nas linhas de transmissão fazem que as redes de distribuição não tenham fornecimento de energia ou que outras linhas de transmissão tenham sobrecargas e gerem problemas de estabilidade.

Os sistemas de distribuição de energia elétrica são responsáveis pela ligação entre o consumidor final e o sistema de transmissão e geração, provendo energia elétrica na tensão e frequência corretas, e na quantidade necessária para o consumidor. Para este último, a energia elétrica fornecida aparenta ser estável, constante e de infinita capacidade. No entanto, o sistema de distribuição, está sujeito a diversas perturbações causadas por acréscimos ou decréscimos de cargas, faltas ocasionadas por fontes naturais de eletricidade ou contatos acidentais, falhas de equipamentos, etc. O caráter de regime permanente da energia fornecida ao consumidor é mantido basicamente por dois fatores: a grande dimensão do sistema frente às cargas individuais e as ações tomadas pelo sistema de proteção em detectar a incidência de faltas. Logo, a capacidade de

decisão dos sistemas de proteção torna-os fundamentais no fornecimento de energia elétrica (GERS e HOLMES,2004).

De modo a manter a qualidade do fornecimento de energia elétrica ao consumidor, os sistemas de proteção devem atender os seguintes requisitos:

- Seletividade: somente deve ser isolada a parte defeituosa do sistema, mantendo em serviço as demais partes;
- Rapidez: as sobrecorrentes geradas pela falta devem ser extintas no menor tempo possível, a fim de evitar a propagação do defeito para outras partes do sistema;
- Sensibilidade: a proteção deve ser sensível aos defeitos que possam ocorrer no sistema;
- Segurança: a proteção não deve atuar de forma incorreta em casos em que não houver falta, nem deixar de atuar em casos de faltas;
- Economia: a implantação do sistema de proteção deve ser economicamente viável.

Os dispositivos de proteção normalmente utilizados no sistema de distribuição são as chaves fusíveis, seccionadores e religadores. Cada um destes equipamentos apresenta características técnicas e operacionais próprias e suas funções específicas são as seguintes:

- Detecção: devem detectar níveis de correntes anormais e, por outro lado, permitir a circulação contínua da corrente nominal do sistema.
- Interrupção: devem interromper correntes de curto-circuito dentro de sua capacidade nominal.
- Capacidades de manobras: alguns dispositivos são capazes de manobrar sob correntes de carga, enquanto outros exigem que não haja corrente circulante para que sejam manobrados.

A chave fusível é um dispositivo eletromecânico de custo relativamente baixo, que provê a proteção monofásica do circuito. Sua atuação se dá quando a corrente atinge um valor acima da capacidade máxima tolerável pelo elo fusível, o que faz com que ocorra a fusão do mesmo (efeito Joule) e interrupção do circuito, exigindo sua substituição manual. São muitos os tipos e aplicações deste dispositivo, porém, em sistemas de distribuição, são amplamente utilizadas as chaves fusíveis tipo expulsão, abertas, não repetitivas e indicadoras (Figura 1).

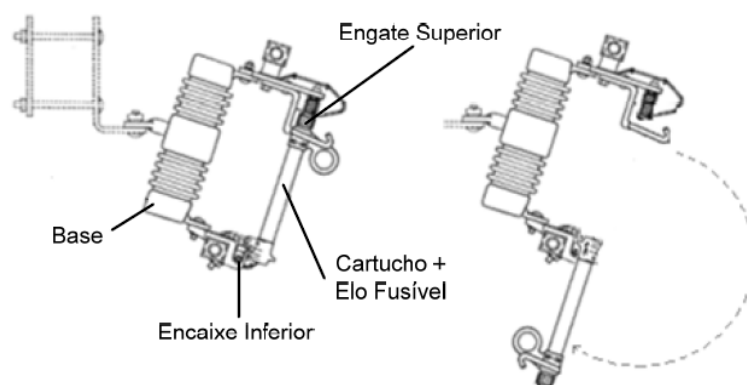


Figura 1. Chave fusível a expulsão.

O religador é um dispositivo automático, interruptor de correntes de falta com capacidade de efetuar um número pré-determinado de operações de abertura e religamento, seguido do bloqueio de seus contatos na posição aberta (Figura 2).

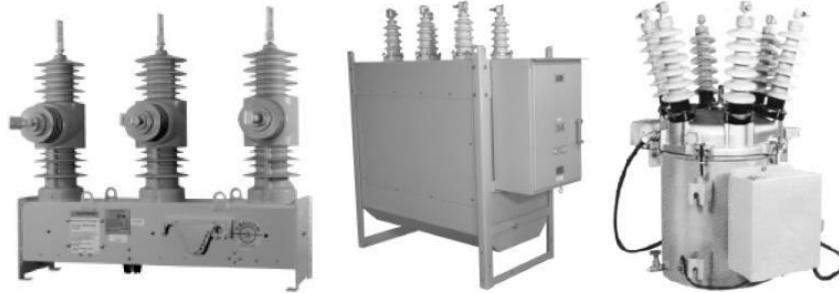


Figura 2. Religador.

De modo geral, pode efetuar até 4 desligamentos, podendo ser todas as operações temporizadas, todas rápidas; ou um número determinado de operações rápidas, seguindo por outra quantidade de operações temporizadas. Usualmente, escolhe-se uma seqüência com duas operações rápidas e duas operações temporizadas, visando diminuir a quantidade de atuações de elos fusíveis, durante faltas temporárias (Figura 3).

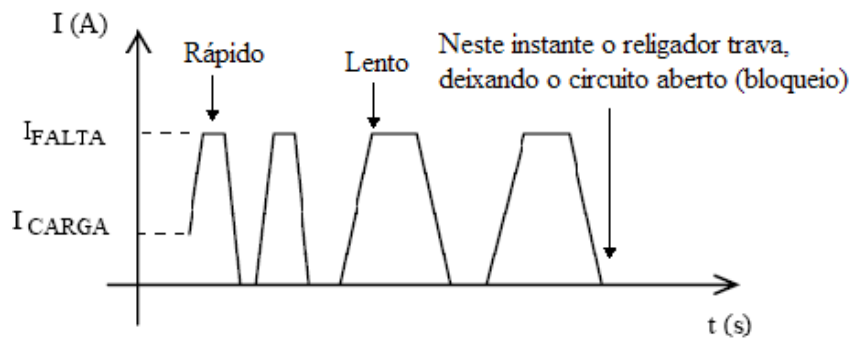


Figura 3. Programação do Religador: 2 disparos rápidos e 2 lentos.

O seccionizador é um dispositivo automático, que opera em conjunto com o religador. É basicamente uma chave isolada a óleo, ou ar (interrupção do arco em câmara de gás SF₆ ou vácuo), monofásica ou trifásica, semelhante ao religador quanto à aparência. O seccionizador, entretanto, não interrompe correntes de falta, devendo ser instalado na zona de proteção de um religador. Quando o seccionizador detecta uma corrente superior à sua corrente de atuação, é ativado um mecanismo de contagem. Cada vez que o religador interrompe a corrente de falta, a corrente através do seccionizador cai abaixo de um determinado valor, incrementando um contador. Após um número pré-determinado de contagens (1, 2 ou 3), o seccionizador abre seus contatos definitivamente, antes da abertura definitiva dos contatos do religador (bloqueio). Para que isso seja possível, é necessário que o seccionizador seja instalado dentro da zona de proteção do religador, de modo que este atue para todas as correntes de curto-circuito a jusante do seccionizador (Figura 4).

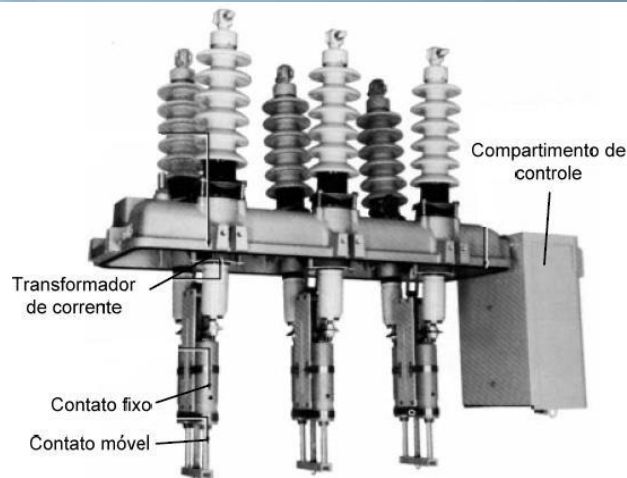


Figura 4. Seccionizador.

A existência de equipamentos dotados de religamentos automáticos requer que eles estejam coordenados entre si e com outros equipamentos de proteção, de acordo com uma seqüência de operações preestabelecida. O termo coordenação é empregado quando estiverem envolvidos equipamentos que dispuserem de duas curvas de atuação consecutivas, com bloqueio automático, após uma seqüência de operações. O termo seletividade é usado nos casos onde somente equipamentos com uma única curva de operação, tais como fusíveis e disjuntores, forem utilizados. O objetivo da coordenação é evitar que faltas transitórias causem a operação de dispositivos de proteção que não tenham religamentos automáticos e que, no caso de defeitos permanentes, a menor quantidade possível da rede fique desligada; enquanto o objetivo da seletividade é fazer com que o equipamento de proteção mais próximo ao defeito opere, independente da falta ser transitória ou permanente. O estudo da coordenação e da seletividade é feito pela superposição das curvas característica tempo x corrente dos diversos equipamentos com o objetivo de definir as temporizações mais adequadas para cada equipamento (Figura 5).

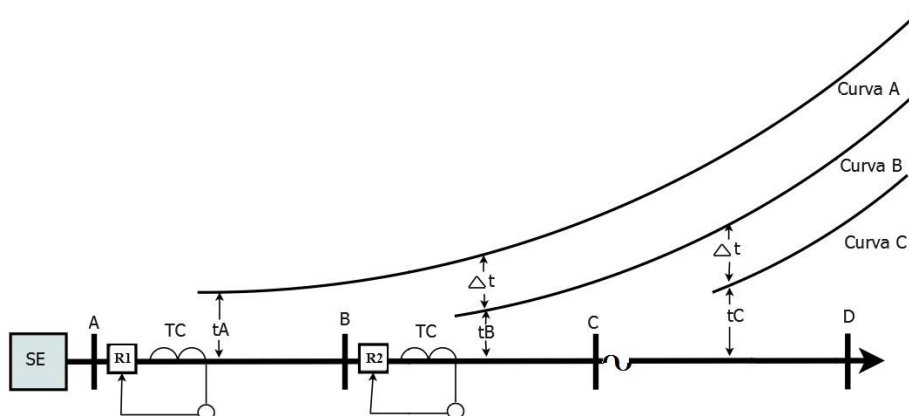


Figura 5. Diagrama de coordenação de 2 religadores e uma chave fusível ligados em série em uma rede de distribuição radial.

2.3. ATP e ATPDRAW

O ATP é um programa de aceitação mundial, que permite simular fenômenos de transitórios eletromagnéticos considerando modelos sofisticados de linhas de transmissão, transformadores, etc., assim como componentes de circuitos e elementos que controlam chaves e disparos de tiristores, ente outros. A simulação iterativa de sistemas de proteção vem sendo estudada há muito tempo porque é útil para testar

novos algoritmos de relés, realizar estudos de coordenação e para avaliar o desempenho do relé frente aos eventos escalonados. Em geral, os sistemas de proteção precisam da modelagem do sistema de potência, modelagem dos dispositivos de proteção, e a interação entre o sistema de potência e esses dispositivos. Quanto mais detalhada a representação física do sistema elétrico, menos alternativas de *software* estão disponíveis.

A programação direta no ATP para uso em sala de aula na DSPE se torna impraticável, pois sua estrutura é complexa e seu uso requer certo tempo de estudo, o que comprometeria boa parte da carga horária da disciplina. Por outro lado, o ATPDRAW que é um pré-processador gráfico do ATP na plataforma MS-Windows é muito mais simples de se trabalhar (PRIKLER, L. e HØIDALEN, 2002). Ele utiliza programação visual, ou seja, os códigos do ATP ficam embutidos em ícones que quando arrastados para a janela principal, automaticamente montam o código fonte do ATP. No ATPDraw o usuário pode construir modelos digitais do circuito a ser simulado usando o mouse e selecionar os componentes pré-definidos a partir de um menu, de forma interativa. Com base neste circuito o ATPDraw gera o arquivo de entrada para a simulação no ATP no formato apropriado. O ATPDRAW utiliza um layout padrão do Windows possuindo todos os tipos de recursos de edição do circuito padrão (copia / paste, agrupamento, girar, exportar / importar, unido / rio). Todos os componentes inseridos na janela principal podem ser interligados por linhas geradas com a ajuda do mouse, como mostrado na Figura 6.

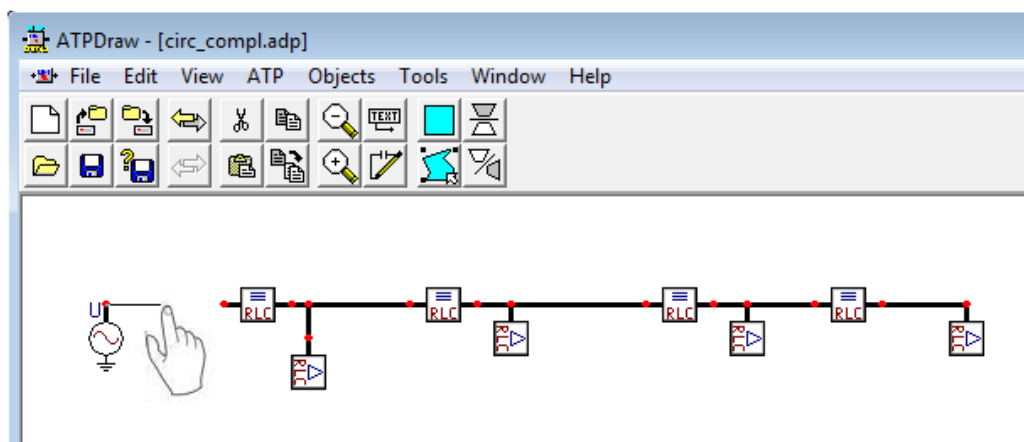


Figura 6. Construção do circuito elétrico no ATPDRAW.

O ATPDRAW pode gerar como saída ondas de corrente, tensão, potência, entre outras. Ele suporta modelagem múltipla de circuitos que torna possível trabalhar em mais de um circuito simultaneamente e passar informações entre os mesmos. A maioria dos componentes padrões do ATP (monofásico e trifásico) já está modelado no ATPDRAW, além disso, o usuário pode criar novos objetos através de MODELS, que é a linguagem própria do ATP, e que permite escrever rotinas para a representação de sistemas variantes no tempo, mediante rotinas chamadas de *models*. As *models* interagem com o ATP, permitindo a descrição de componentes de circuitos de controle arbitrários, definidos pelo usuário, os quais podem ter como entradas de dados geradas pelo ATP, e gerar saídas para ligá-las com os componentes controlados através dos TACS/MODELS. O ATPDRAW suporta modelagem hierárquica para substituir um grupo de objetos selecionados por um único ícone em um número ilimitado de camadas. Com todas essas características, verifica-se que essa ferramenta é muito útil para os novos usuários do ATP-EMTP e é uma excelente ferramenta para propósitos educacionais.

3. MODELAGEM DE DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO NO ATPDRAW

A MODELS é uma linguagem de programação estruturada do ATP que interage com os outros objetos do ATPDRAW da seguinte forma:

- Através da instrução denominada INPUT recebe valores do circuito para utilizar no seu processamento
- Através da instrução denominada OUTPUT devolve para o ambiente ATP o resultado do processamento para execução de alguma ação.
- Através da instrução DATA são inseridos dados pelo usuário pertinentes ao processamento. Essa instrução define uma entrada secundária.

A Figura 7 mostra o uso das instruções INPUT, OUTPUT e DATA na modelagem do religador e a Figura 8 mostra o ícone monofásico do religador e sua respectiva janela.

```
MODEL relig
-----
--
-- Função: Simula a atuação de um religador *
-- Inputs : corrente sobre o religador no instante t *
-- Output : trip do religador = -1 abre =+1 fecha*
--
-----
INPUT      i_ent  -- corrente sobre o religador no instante t [Amps]

DATA       d_rap  -- Quantidade de disparos rápidos
           d_len  -- Quantidade de disparos lentos
           t_a_r  -- Tempo de abertura rápida [ms]
           t_f_r  -- Tempo de fechamento rápido [ms]
           t_a_l  -- Tempo de abertura rápida [ms]
           t_f_l  -- Tempo de fechamento rápido [ms]
           i_atu  -- Corrente mínima para acionamento do religador [A]

OUTPUT trip
```

Figura 7. Código inicial na linguagem MODELS do objeto religador.

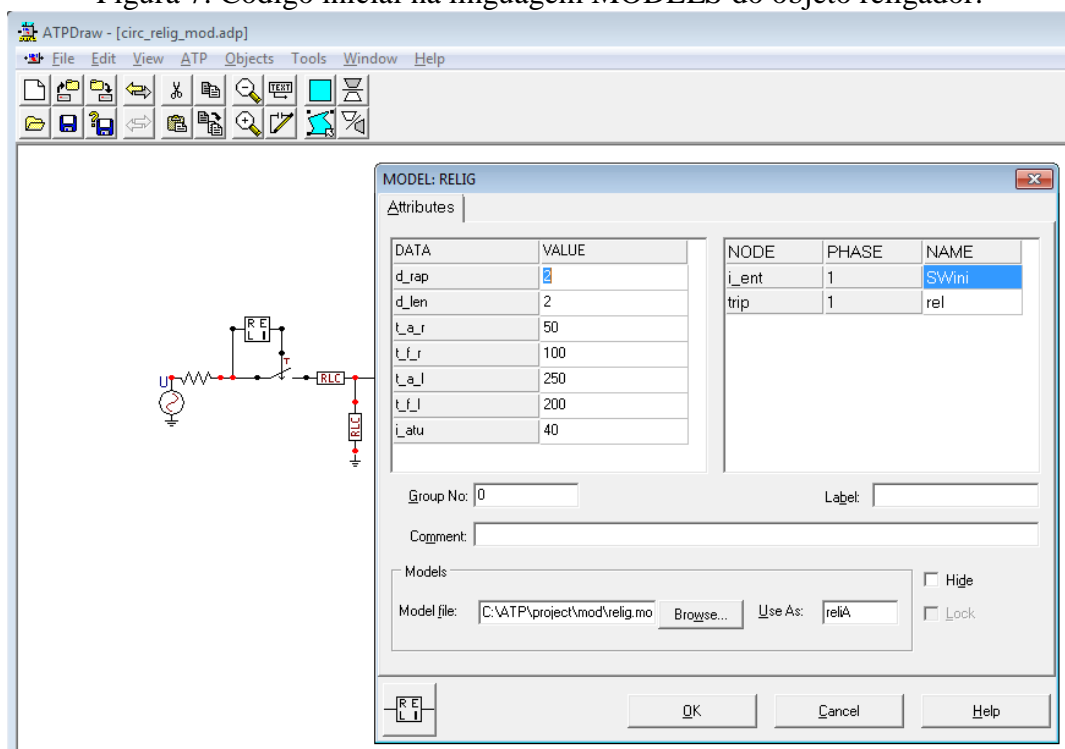


Figura 8. Ícone do religador e a sua janela.

3.1. Elo fusível

Um elo fusível é caracterizado pela sua curva de operação, como mostrado na Figura 9. Para modelar cada elo fusível foi necessário modelar a sua curva de operação. Para tanto, foi utilizado o método dos mínimos quadrados que é uma técnica de otimização matemática que procura encontrar a melhor curva que se ajuste a um conjunto de dados tentando minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre o valor estimado e os dados observados. Com base nas curvas mostradas na Figura 9 foi coletado um conjunto de pontos (corrente, tempo) para cada elo fusível (os valores de corrente tomados são os valores médios da corrente de curto-circuito, obtidos entre a curva mínima de atuação e a curva máxima de atuação do fusível). Devido à característica da curva de operação (no seu início ela possui um comportamento linear, seguido de um comportamento exponencial) utilizou-se uma reta e uma exponencial como funções base para aplicação do método dos mínimos quadrados.

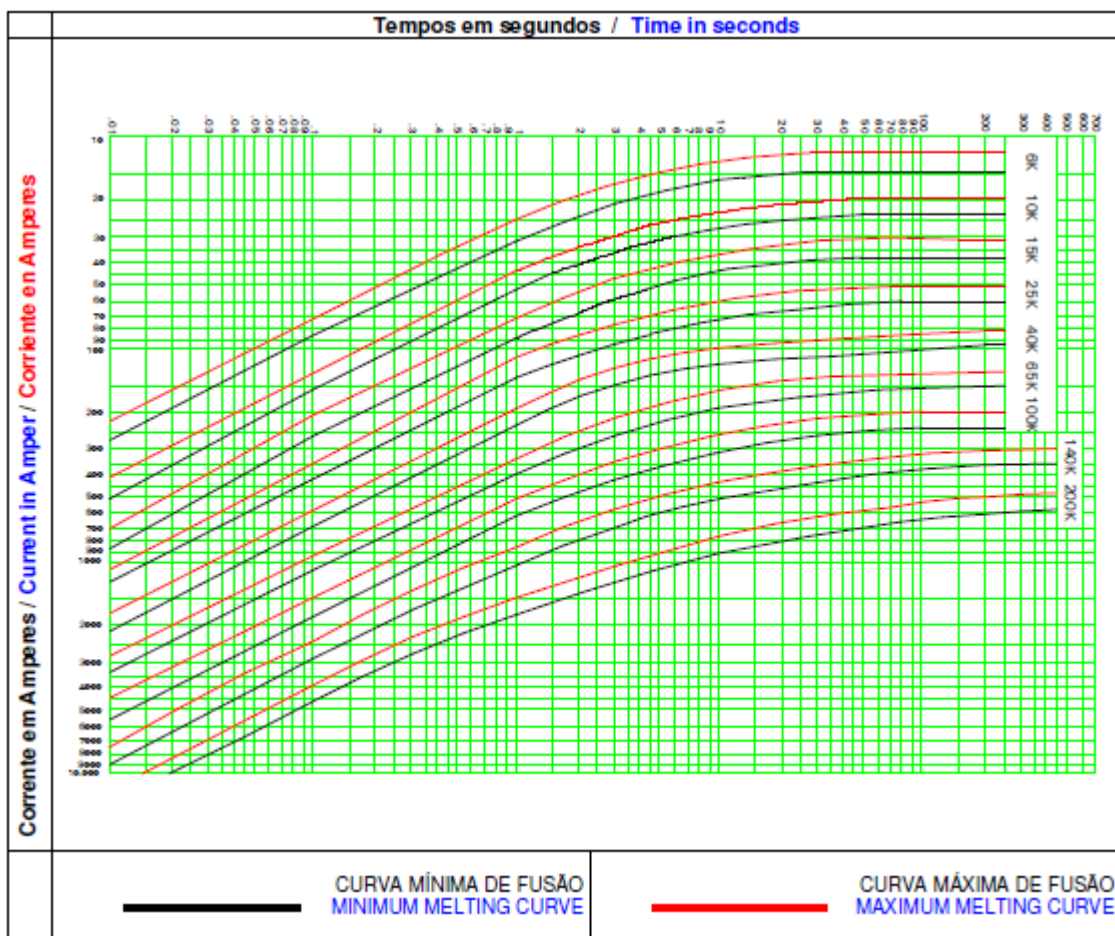


Figura 9. Curvas de operação dos elos fusíveis tipo K.

3.2. Religador

A modelagem do religador é feita de tal forma que dentro da programação de operação definida pelo usuário, ele deve abrir ou fechar o circuito respeitando os tempos estabelecidos e a permanência ou extinção do curto durante a sua operação.

3.3. Seccionalizador

A modelagem do seccionizador é feita de tal forma que dentro do número de disparos estabelecidos na sua programação de operação definida pelo usuário, ele deve verificar o número de vezes que o religador abriu até atingir o número de disparos desejado para a abertura do seccionizador.

3.4. Dispositivos trifásicos: agrupamento

Todos os modelos apresentados até aqui são monofásicos e seria necessário repeti-los em cada fase. Para utilizar a representação trifásica na modelagem desses dispositivos foi utilizada a característica de agrupamento do ATPDRAW que substitui um grupo de objetos selecionados por um único ícone. Esse processo de agrupamento para o elo fusível é mostrado na Figura 10.

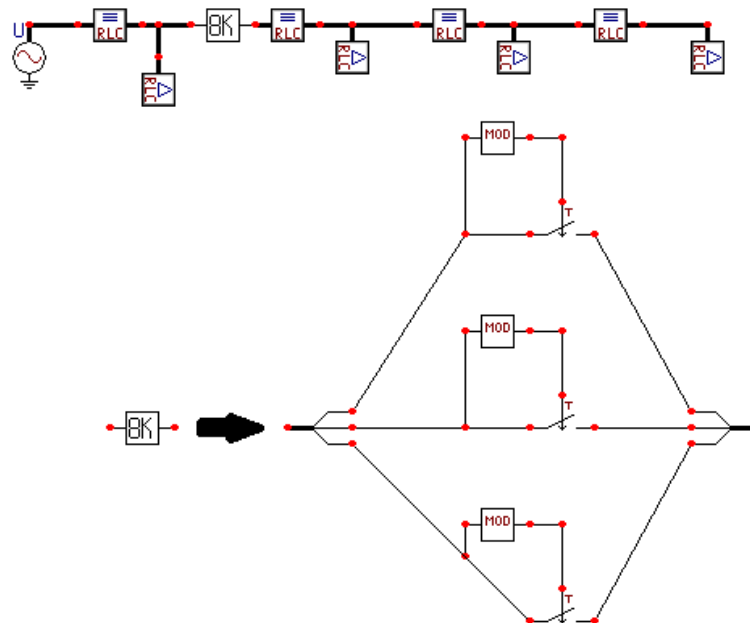


Figura 10. Exemplo de agrupamento de componentes no ATPDRAW.

4. EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO ATPDRAW NA DSPE

Para ilustrar o uso do ATPDRAW e dos componentes desenvolvidos neste trabalho, utilizou-se o sistema mostrado na Figura 11. Os ícones utilizados na simulação do alimentador de distribuição são detalhados na Tabela 1.

Considerando a tensão de linha da subestação, os valores das cargas e os parâmetros de cada seção, bem como os valores de curto-circuito monofásico, bifásico e trifásico em cada ponto em que um dispositivo de proteção foi inserido, foram realizados em sala de aula os cálculos para definição dos dispositivos de proteção que são mostrados na Figura 11. Foi definido que os elos 2H, 3H, 5H e 12K são seletivos e o elo de 20K coordena com o religador. O religador tem dois disparos rápidos e dois lentos e o seccionizador atua antes do último disparo do religador. O circuito da Figura 11 retrata o alimentador estudado e os dispositivos de proteção definidos. A partir deste ponto, o circuito montado no ATPDRAW serviu para que os alunos gerassem curtos-circuitos em diversos pontos do circuito e verificassem que a atuação de cada dispositivo de proteção dimensionado ocorreu

exatamente como estudado na teoria. Dessa forma foi comprovado os conceitos teóricos estudados.

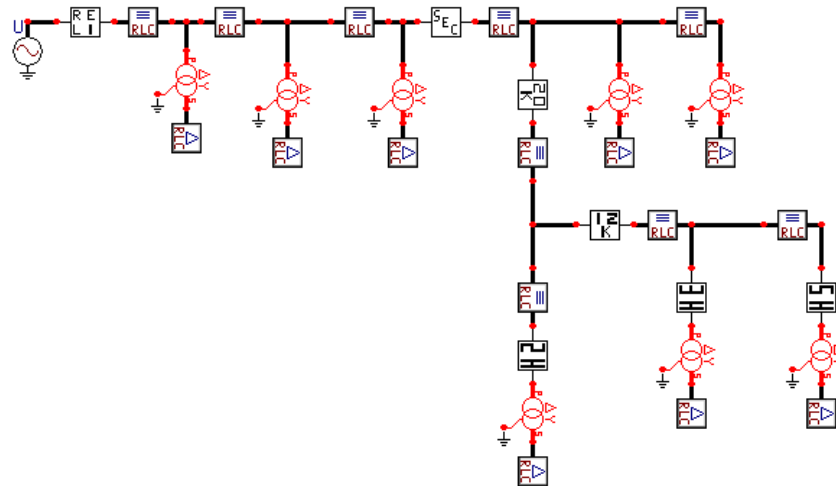


Figura 11. Simulação de alimentador de distribuição utilizado em sala de aula na DSPE.

Tabela 1. Detalhamento de cada objeto utilizado na Figura 11.

	Gerador trifásico que representa a subestação		Ícone do Religador construído na linguagem MODELS
	Circuito RLC trifásico que representa as seções do alimentador		Transformador trifásico que alimenta as cargas
	Circuito ligado em triângulo que representa a carga		Ícone do Seccionizador construído na linguagem MODELS
	Elo fusível 20K construído na linguagem MODELS		Elo fusível 12K construído na linguagem MODELS
	Elo fusível 5H construído na linguagem MODELS		Elo fusível 3H construído na linguagem MODELS
	Elo fusível 2H construído na linguagem MODELS		

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do ATPDRAW na simulação do sistema de proteção aplicado em redes de distribuição se mostrou muito interessante devido a vários fatores, dentre eles se destacam: a potencialidade do ATPDRAW como uma ferramenta amigável de simulação que utiliza todas as facilidades encontradas na plataforma MS-Windows; a confiança nos resultados obtidos, devido ao respaldo a nível mundial que a ferramenta ATP possui quando se trata do cálculo de transitórios e a possibilidade de se criar novos objetos dentro do ATPDRAW através da linguagem MODELS. As simulações desenvolvidas validou os assuntos teóricos abordados na DSPE, de modo análogo ao que aconteceria em um sistema de potência real.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANADIAN/AMERICAN EMTP USER GROUP – MODELS in ATP – rule book –



Portland, Oregon. August 1995.

CHAN, T.W.; CHUA, K.M.; LIM, K.T. – Relay models for electromagnetic transients program. -- Stockholm Power Tech International Symposium on Electric Power Engineering, IEEE, New York, USA, 1995, pp. 534-9.

COTOSCK. K. R. Proteção de sistemas elétricos: uma abordagem técnico-pedagógica. Belo Horizonte, Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

DOMMEL, H.W. – Electromagnetic Transients Program (EMTP) Theory Book, Bonneville Power Administration, Portland, OR, (1986).

GERS, J. M. and HOLMES, E. J., Protection of electricity distribution networks, London, U.K., IEE: K.: Inst. Elect. Eng., 2004.

KIM, C.H.; JUNG, W.G.; KIM, I.D.; LEE, M.H.; LEE, G.W. – An implementation of distance relaying algorithm based block pulse functions using EMTP-MODELS. – In: ICEE '96, Proc. of the International Conference on Electrical Engineering, Int. Acad. Publishers, Beijing, China, 1996, pp. 1132-7.

KIM, C.H.; LEE, M.H.; AGGARWAL, R.K.; JOHNS, A.T. – Educational use of EMTP MODELS for the study of a distance relaying algorithm for protecting transmission lines. -- IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 15, No. 1, Febr. 2000, pp. 9-15.

PRIKLER, L. and HØIDALEN, H. K. ATPDRAW version 3.5 for Windows 9x/NT/2000/XP Users' Manual, October 2002.

WALL, R.W.; JOHNSON, B.K. – Using TACS functions within EMTP to teach protective relaying fundamentals. -- IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 12, 1997, February, No 1, pp. 3-8.

USE OF ATPDRAW AND MODELS LANGUAGE ON SIMULATION OF ELECTRICAL PROTECTION SYSTEMS IN DISTRIBUTION NETWORKS

Abstract: *In this work we developed an interactive simulation environment that allows analysis of protection systems of distribution networks as coordination studies and analyzes for use after fault in the discipline of Protection of Electrical Systems. The ATPDraw software and MODELS language are used in the construction of this environment. Using this software allows the student to study more complex cases and in greater quantity, simulate more realistic scenarios and better understand concepts related to the philosophy of protection.*

Key-words: *ATPDraw, MODELS, Protection of Electrical Systems Simulator*