

DESENVOLVIMENTO DE UM SIMULADOR DE REGULADOR DE TENSÃO

Development of an Simulator for Voltage Regulator

Sebastião Júnio Silva, Walteno Martins Parreira Júnior

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados do desenvolvimento de um simulador de Regulador de Tensão que possa substituir o equipamento na fase de treinamento de técnicos da empresa de energia elétrica que foi desenvolvido como projeto de conclusão de curso. As empresas precisam lidar com a queda de tensão que ocorre em seus sistemas, em virtude da carga instalada no circuito e da resistência inerente do cabo condutor. Este programa simula as situações necessárias em treinamentos de operação do equipamento.

Palavras-chave: Simuladores Computacionais. Regulador de Tensão. Sistemas de Informação.

ABSTRACT

This work presents the development of a simulator of Regulator of Tension that can substitute the equipment in the phase of training of technician of the company of electric energy that was developed as a project of completion of course. Companies need to deal with the tension fall that occurs in its systems, in virtue of the load installed in the circuit and of the inherent resistance of the conducting handle. This program simulates the necessary situations in training of operation of the equipment.

Keywords: Computational simulators. Regulator of Tension. Systems of Information.

INTRODUÇÃO

O projeto propõe o desenvolvimento de um aplicativo simulador que substitua os equipamentos Reguladores de Tensão em treinamentos efetuados na concessionária de energia Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG.

As concessionárias de energia precisam lidar com a queda de tensão que ocorre em seus sistemas, em virtude da carga instalada no circuito e da resistência inerente do cabo condutor. O equipamento mais utilizado, devido à sua capacidade de adaptação automática à demanda do sistema (dentro de seus limites) é o Regulador de Tensão (CEMIG, 2002).

Não há disponibilidade suficiente de Reguladores de Tensão e/ou Painéis de Controle de Reguladores de Tensão para a utilização em treinamentos nas concessionárias de energia em toda a sua área de atuação.

O alto custo de um Regulador de Tensão moderno, de aproximadamente US\$ 8.000,00, sendo que só o Painel de Controle é US\$ 3.000,00 torna inviável manter equipamentos exclusivos para treinamento.

A alta demanda de equipamentos de regulação na rede elétrica torna inviável manter equipamentos fora de operação. A grande área geográfica e o grande número de usuários de Reguladores de Tensão tornam difícil manter apenas um centro de treinamento de operação de Reguladores de Tensão.

A utilização de um Simulador projetável em uma tela de grandes dimensões facilitaria a visualização por parte dos treinados.

A proposta é desenvolver um Simulador de Regulador de Tensão (RT) capaz de simular o comportamento do equipamento frente às variações de Tensão na rede elétrica; permitir a visualização do valor de regulação atual; permitir a visualização do estado das chaves de alimentação; permitir a visualização do passo a passo de operações críticas no equipamento/linha de distribuição; permitir a operação das chaves de alimentação e finalmente permitir a operação de seu painel de controle. Em resumo, de simular as situações necessárias em treinamentos de operação do equipamento.

A utilização de um Simulador em vez de equipamentos energizados garantiria a segurança dos envolvidos, pois erros que poderiam causar ferimentos graves podem ser substituídos por avisos sonoros e visuais.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do projeto, procurou-se usar ferramentas, linguagens e metodologias que complementassem a carga teórica e prática do curso de Sistemas de Informação, utilizando-se tecnologias atuais e, ao mesmo tempo, consolidadas o mercado, procurando garantir a independência e a liberdade do desenvolvimento e da plataforma.

A metodologia de engenharia de software Extreme Programming (XP) preconiza que deve ser dado maior valor à adaptabilidade do que à previsibilidade. Por isso se entende que o desenvolvimento do projeto não deve ficar preso a estruturas e padrões de processos clássicos de desenvolvimento de software, que obtêm a melhora na qualidade do desenvolvimento através do estabelecimento de padrões rígidos que garantem a unidade do processo em si mas limitam a liberdade e a capacidade de adaptação (WIKIPEDIA, 2006).

Essa metodologia será utilizada livremente, procurando aplicar todos os seus conceitos de adaptação e de agilidade ao desenvolvimento do projeto.

A linguagem Java é totalmente orientada ao paradigma da Programação Orientada a Objetos e segue o princípio "codifique uma vez, execute em todo lugar", que foi tomado de suas línguas ancestrais, o C e o C++, das quais herdou a sintaxe. A geração de código intermediário, o *bytecode*, que será interpretado pela Máquina Virtual Java instalada em cada ambiente permite que o código seja portável para diversas arquiteturas/ambientes (ECKEL, 2003).

Por ser a linguagem melhor adaptada ao paradigma da orientação a objetos e ainda ser popular, contando com repositórios de códigos-fontes e de auxílio online, essa será a linguagem de desenvolvimento oficial do projeto.

A XML é uma meta-linguagem recomendada pelo World Wide Web

Consortium - W3C para criar outras meta-linguagens de propósito específicos, por ser capaz de descrever diferentes tipos de dados. Em outras palavras, XML é uma forma de se descrever e/ou representar dados, assim como um banco de dados. Seu propósito é facilitar o compartilhamento de dados entre diferentes sistemas, especialmente entre sistemas conectados via Internet.

Por atender aos requisitos do cliente no que toca à simplicidade na manipulação dos dados do simulador, dispensando Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados, essa será a arquitetura da camada de persistência do projeto.

A UML é uma linguagem de modelagem de objeto e de especificação usada na engenharia de software. Nela está incluída a notação gráfica padrão para se criar um modelo abstrato de um sistema.

Por permitir a especificação, visualização, construção e documentação dos sistemas baseados na Programação Orientada a Objetos - POO, essa será a linguagem oficial para abordar esses tópicos.

As Companhias Elétricas precisam lidar com a queda de tensão que ocorre em seus sistemas, em virtude da carga instalada no circuito e da resistência inerente do cabo condutor. O equipamento mais utilizado, devido à sua capacidade de adaptação automática à demanda do sistema (dentro de seus limites) é o Regulador de Tensão - RT. A queda e a regulação de tensão em uma linha estão representadas na **figura 1**.

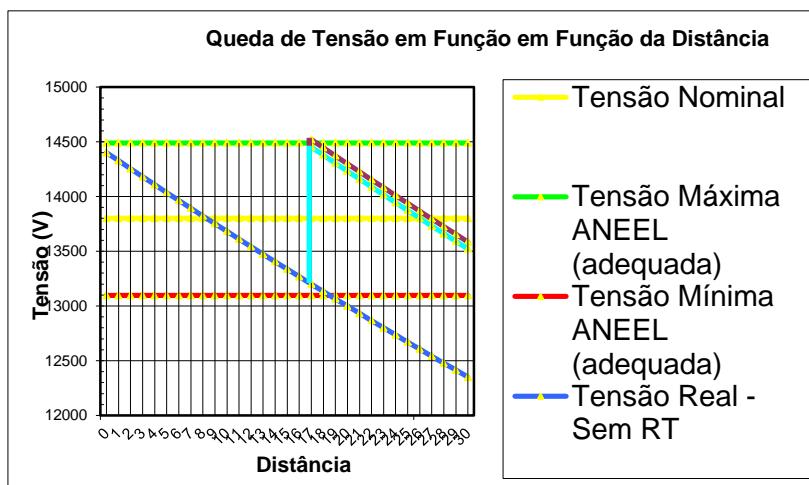


Figura 1 - Gráfico da queda de tensão. Fonte: CEMIG (2002)

O RT é um equipamento elétrico com uma entrada e uma saída. À entrada dá-se o nome de lado fonte e à saída, o nome de lado carga. O RT permite que a tensão de saída seja elevada ou abaixada em até 10% do valor da tensão de entrada. Essa correção da tensão de saída é feita através do acréscimo ou decréscimo de voltas em uma espira de um transformador. As espiras são eletricamente alteradas em passos (*taps*) de 0,625%, existindo assim 16 *taps* de regulação em cada sentido. Ao processo de mudança de *taps* de regulação se dá o nome de comutação. A relação de transformação obedece às leis da eletricidade, mantendo a potência entre os dois lados, fazendo apenas a alteração da tensão. O transformador e o comutador estão representados na **figura 2**.

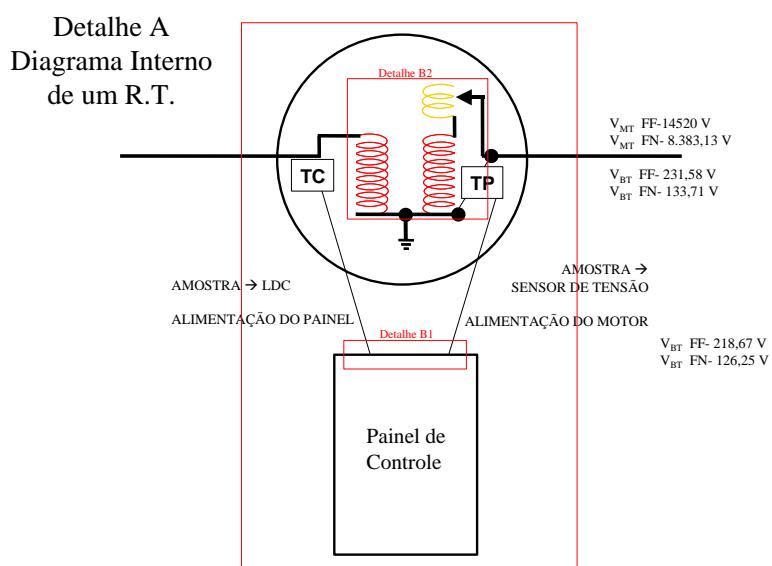


Figura 2 – Diagrama interno de um RT Fonte:
CEMIG(2002)

À medida que o RT sente a necessidade de se fazer a regulação da tensão, ele o faz - dentro do limite de 10% nos dois sentidos. Quando não há mais a necessidade, ele comuta para o ponto neutro, onde não há nenhuma diferença entre o valor da tensão de saída e da tensão de entrada.

O RT é ligado à Rede Elétrica por duas chaves seccionadoras que recebem o nome do lado a que estão conectadas, sendo então chamadas chave fonte e chave carga; para permitir que a rede permaneça energizada

com a retirada do RT do circuito elétrico, há uma chave *bypass*. O diagrama de conexão está representado na **figura 3**.

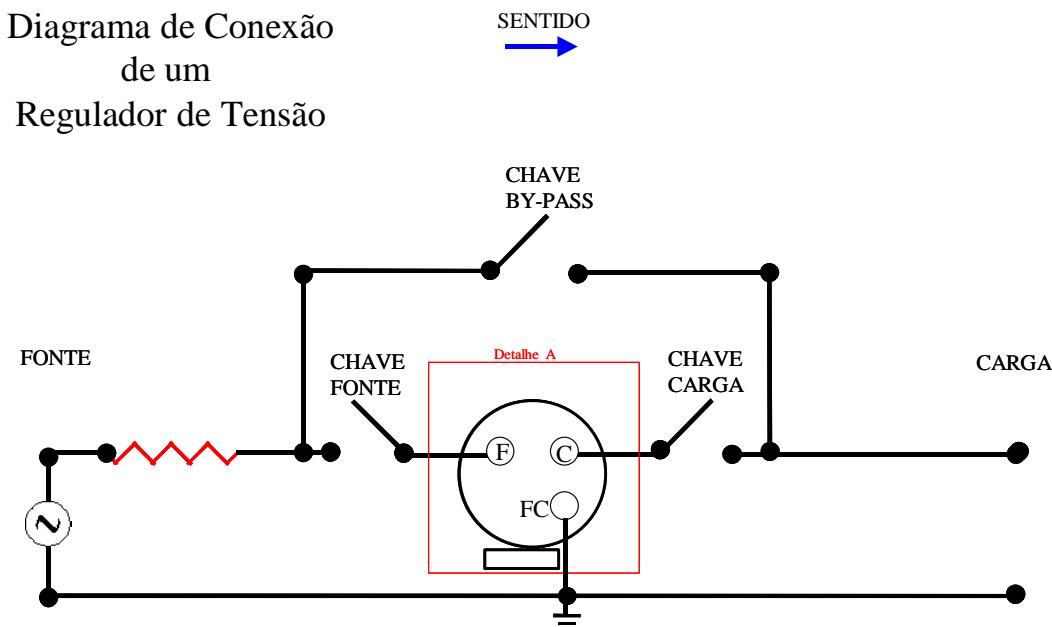


Figura 3 – Diagrama de conexão de um RT. Fonte: CEMIG (2002)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O software aplicativo foi criado a partir das ferramentas utilizadas em uma sala de treinamento com a presença de um equipamento físico, considerando que tem-se: Painel de Controle de um Regulador de Tensão; Diagrama de Conexão do Regulador de Tensão à Rede Elétrica e a Seqüência de Passo-a-passo para operação do Regulador de Tensão.

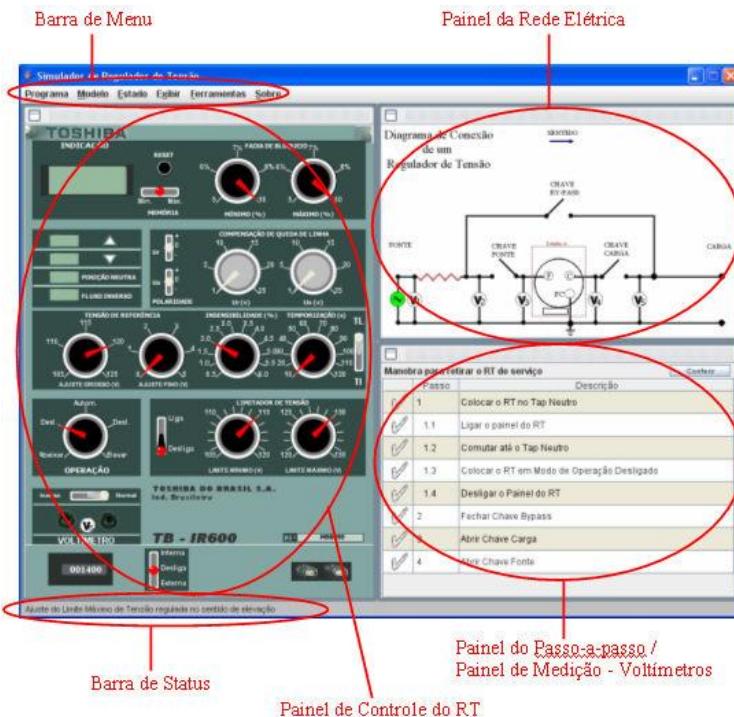
Estas ferramentas foram substituídas por painéis no software aplicativo, assim, cada painel representa uma ferramenta, respectivamente: o Painel de Controle do Regulador de Tensão; o Painel da Rede Elétrica e o Painel de Passo-a-passo (Figura 4).

Para melhorar o entendimento do processo de regulação de tensão, foi criado o Painel de Medição - Voltímetros que apresenta as medições de seis voltímetros espalhados pela rede elétrica.

Criado de forma a ser uma ferramenta de fácil utilização, o aplicativo apresenta um menu principal com várias ações.

Dentre essas ações se destacam o Carregamento/Recuperação de Estados e a Modificação das Preferências.

A utilização do aplicativo para simular condições reais de operação do equipamento e da rede elétrica normalmente se restringe a três conjuntos de operações: a) Operação da Rede Elétrica por meio do Painel da Rede Elétrica; b) Operação do Regulador de Tensão por meio do Painel de Controle do Regulador de Tensão; c) Utilização do Passo-a-passo por meio do Painel de Passo-a-passo; d) Acompanhamento das Medições nos Voltímetros por meio do Painel de Medição – Voltímetros; que não tem no RT físico.



A Tela Principal do aplicativo é composta pela Barra de Menu, pelos Painéis: de Controle do Regulador de Tensão, da Rede Elétrica, do Passo-a-passo/de Medição - Voltímetros1 e pela Barra de Status (Figura 4).

Deve-se Observar que os Painéis do Passo-a-passo e de Medição - Voltímetros ocupam a mesma posição na tela principal. Para se alternar entre

um e outro é necessário escolher a opção no Menu -> Exibir -> Modo Voltímetro.

O Menu Principal agrupa todos os menus do aplicativo, como pode ser observado na figura 5.



Figura 5 – O Menu do software Aplicativo

Como exemplo de um estado carregado no simulador, a figura 6 apresenta os dados e permite ao usuário a observação de que o Regulador de Tensão e a Rede Elétrica estão energizados e os Voltímetros apresentam as medições de tensão.

Lembrando que os estados armazenam também informação sobre o Passo-a-passo atual.

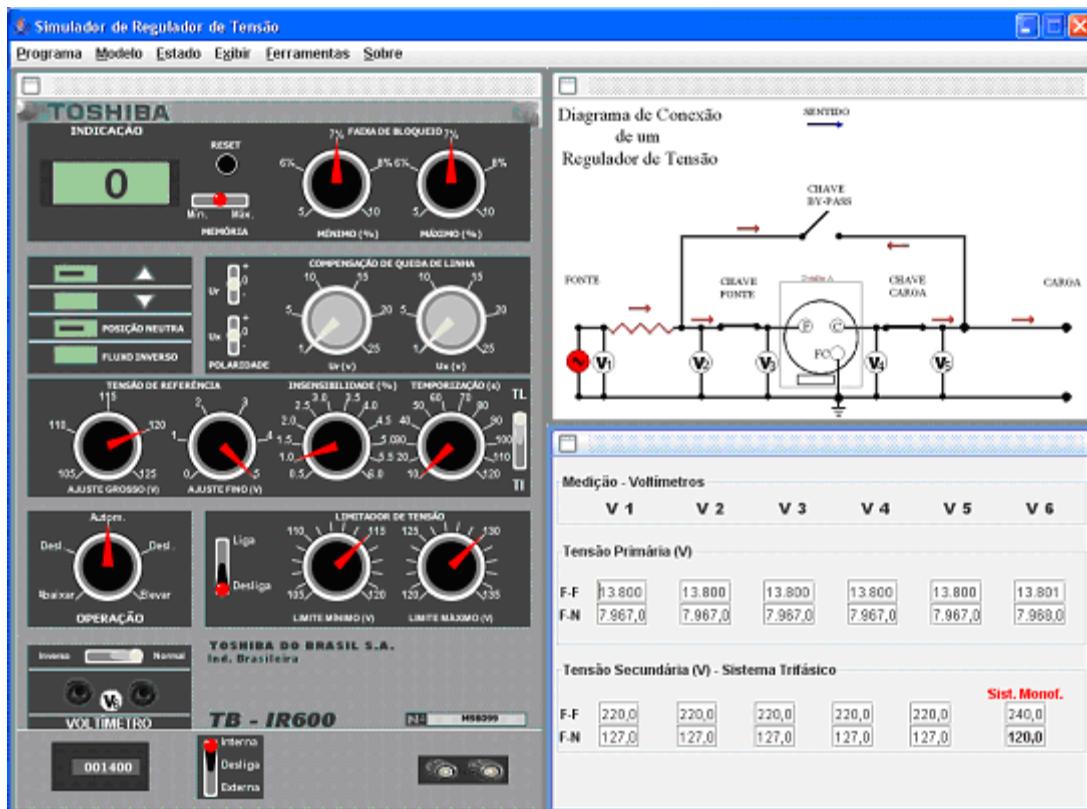


Figura 6 – O Estado Carregado

O Painel do passo-a-passo (Figura 7) exibe a seqüência correta para se operar a rede elétrica e o RT para se colocar ou retirar um RT de serviço. Caso esse painel não esteja visível, é necessário escolher a opção no Menu -> Exibir -> Modo Voltímetro.

Para se alternar entre os passos - colocar ou retirar o RT de serviço - é necessário carregar um estado pré-definido para cada tipo de passo.

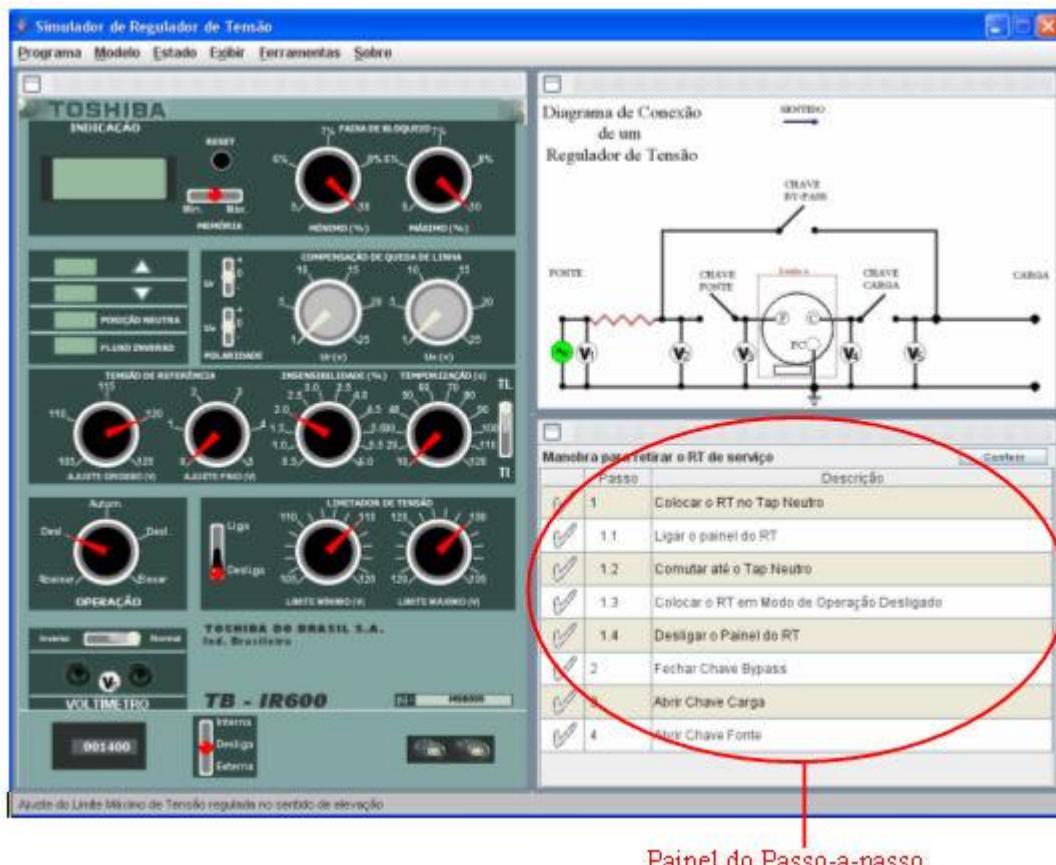


Figura 7 – O Painel do Passo-a-passo

Depois de carregado o estado desejado, inicia-se verificação do Passo-a-passo (Figura 8) com o pressionar do botão Conferir (Figura 8, item 1). Passos executados fora de ordem aparecerão com um ícone de erro (Figura 8, item 2). Passos executados na ordem correta aparecerão com um ícone de sucesso (Figura 8, item 3).

Para se reiniciar a verificação do Passo-a-passo, deve-se pressionar novamente o botão Conferir (Figura 8, item 1). Ao se iniciar a verificação,

todos os passos são conferidos e o resultado é mostrado através do ícone de erro ou de sucesso.

Manobra para retirar o RT de serviço		
	Passo	Descrição
3.	1	Colocar o RT no Tap Neutro
	1.1	Ligar o Painel do RT
	1.2	Comutar o RT at o Tap Neutro
	1.3	Colocar o RT em Modo de Operação Desligado
	1.4	Desligar o Painel do RT
2	2	Fechar Chave Bypass
	3	Abrir Chave Carga
	4	Abrir Chave Fonte

Figura 8 – O Painel do Passo-a-passo - detalhe

À medida que novos passos forem executados nos painéis de Controle do RT e da Rede Elétrica, o painel de Passo-a-passo será automaticamente atualizado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os objetivos foram cumpridos, pois a interface conseguiu ser uma reprodução muito aproximada do equipamento físico de um dos fornecedores, simulando o comportamento básico da rede elétrica e o comportamento quase completo do Regulador de Tensão, com exceção da possibilidade de se permitir que o usuário pudesse salvar o estado do aplicativo. Por outro lado, foi implementado o passo-a-passo interativo, que foi muito bem recebido pelo usuário.

Seguindo a metodologia XP, são feitas apresentações periódicas (de 15 a 30 dias, dependendo do andamento do projeto) do estado do projeto a eletricistas da empresa para que possam avaliar a interface e a funcionalidade

até o momento. São essas avaliações parciais que garantem a qualidade e a aceitação do aplicativo.

Agora será iniciada a fase de testes propriamente dita, que avaliará o software por inteiro com a participação dos usuários e que permitirá definir se o simulador será bem sucedido.

Como projeto futuro há a previsão de adicionarem-se as funcionalidades: selecionar o modelo do painel de controle a ser exibido; simulação de defeitos em painéis; adequação dos esquemas de passo-a-passo às situações reais e não apenas às duas situações padrão.

Conclui-se também que os objetivos didáticos foram cumpridos, pois o aluno teve contato aprofundado com as tecnologias, ferramentas e paradigmas sugeridos, complementando assim a bagagem de conhecimentos adquiridos no instituto de ensino.

REFERÊNCIAS

CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Regulação de Tensão.** ed. 0100a Belo Horizonte - MG: CEMIG, 2002.

ECKEL, Bruce. **Thinking in Java.** 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2003.

HORSTMANN, Cay; CORNELL, Gary. **Core JAVA 2: Volume I - Fundamentos.** São Paulo - SP: Makron Books, 2001.

LAFORE, Robert. **Data Structures and Algorithms in Java.** Corte Madera: SAMS, 1998.

WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. **Electrical Network** [online]. Atualizada em 3 de junho de 2006. Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_circuit. Acesso em 4 Jun. 2006.

WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA. **Extreme Programming** [online]. Atualizada em 4 de junho de 2006. Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/Extreme_programming. Acesso em 4 Jun. 2006.

AUTORES

Sebastião Junio Silva é bacharel em Sistemas de Informação da Fundação Educacional de Ituiutaba, associada à Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus de Ituiutaba-MG e funcionário da CEMIG.

sjuniosilva@yahoo.com.br

Walteno Martins Parreira Júnior é professor dos cursos de Engenharia da Computação, Engenharia Elétrica e Sistemas de Informação da Fundação Educacional de Ituiutaba, associada à Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus de Ituiutaba-MG. Especialista de Design Instrucional para EaD e Informática Aplicada à Educação em mestrado em Educação no PPGED-UFU.

waltenomartins@yahoo.com