XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA
COBENGE2001
PORTO ALEGRE - setembro/2001 - FACULDADE DE ENGENHARIA - PUCRS

A INSTRUMENTAÇÃO VIRTUAL COMO FORMA DE INTEGRAÇÃO ENTRE A TEORIA E PRÁTICA NO ENSINO DE MEDIDAS ELÉTRICAS

Cesar Ramos Rodrigues - cesar@ieee.org
Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Departamento de Eletromecânica e Sistemas de Potência
Campus da UFSM
97105-900 - Santa Maria - RS

Resumo. *Este trabalho apresenta a experiência de ensino da instrumentação virtual na disciplina de Medidas Elétricas. O conteúdo foi introduzido em 1998 na forma de mini-curso e incluído no programa regular da disciplina em 1999. O conteúdo é desenvolvido na forma de um tutorial, constituindo um módulo com três semanas de duração incluindo a avaliação. Neste módulo, além dos conceitos básicos de hardware e software para aquisição de dados, o aluno tem a oportunidade de começar a desenvolver sua própria visão de problemas de engenharia na área de instrumentação. O conteúdo é estruturado e apresentado de modo a conceder uma grande autonomia ao aluno, que geralmente requer a intervenção do professor apenas nos momentos iniciais do módulo, enquanto familiariza-se com o ambiente gráfico e posteriormente na solução de problemas específicos. A avaliação do aprendizado é realizada sob a forma de projetos de instrumentos virtuais, executados por grupos de até quatro alunos. Este método apresenta importantes vantagens como: proporcionar uma maior autonomia e segurança ao aluno com relação aos conhecimentos adquiridos; oportunizar ao aluno a realização de etapas importantes em projetos de engenharia; melhor compreensão dos princípios de medição estudados nos módulos anteriores através de sua implementação imediata e observação dos resultados; identificação de oportunidades no campo de atuação profissional e no estímulo à capacidade de desenvolvimento e utilização de novas ferramentas e técnicas, sendo esta última uma habilidade prevista como obrigatória no documento de diretrizes curriculares para os cursos de engenharia.*

Palavras-chave: *Instrumentação Virtual, Tecnologia aplicada ao ensino.*

1. INTRODUÇÃO

Existe atualmente uma forte tendência ao uso de sistemas computadorizados na solução dos problemas de medição. Os equipamentos tradicionalmente utilizados nas aulas de medidas elétricas têm aplicações restritas a algumas atividades de laboratório e às bancadas de manutenção. Entretanto, em problemas associados às aplicações industriais e projeto de grandes sistemas de medição a solução preferida tem sido o emprego de sistemas de aquisição de dados comandados por computador. Boa parte dos programas de medidas elétricas e da bibliografia

disponível, ainda ignora esta tendência. Há menos de uma década um dos maiores problemas para a introdução da aquisição de dados no currículo de engenharia era o elevado nível de conhecimentos necessários à programação de rotinas de aquisição de dados. A programação destas rotinas envolvia conhecimentos sobre instruções de entrada e saída, mecanismos de proteção, interrupções e outras informações dependentes da plataforma computacional utilizada. A oferta de objetos gráficos de programação e bibliotecas específicas para tarefas relativas à programação em baixo nível e a introdução da linguagem gráfica de programação em ambiente altamente intuitivo, reduziu drasticamente o nível de conhecimento de hardware e linguagens de programação para o desenvolvimento de aplicações em aquisição de dados, conforme reportam Stegawski e Schaumann [1]. Este conceito, chamado de instrumentação virtual, foi introduzido em 1990 por empresa que desenvolvia programas para aquisição de dados, através de um ambiente de programação denominado LabVIEW®. A proposta da instrumentação virtual é permitir a programação de aplicativos para instrumentação e controle com um mínimo de conhecimento de linguagens formais de programação, utilizando para tanto um conjunto de instruções totalmente baseado em sinais gráficos (ícones), de fácil familiarização para profissionais da área de engenharia. A idéia por trás do instrumento virtual (ou VI) é bastante acessível ao estudante de engenharia elétrica: o programa é feito em duas janelas, uma representa o painel do instrumento e a outra representa os circuitos que o compõe, em nível de diagrama de blocos. Do ponto de vista da metodologia adotada na disciplina esta abordagem é perfeita já que permite uma compreensão sobre funcionamento dos instrumentos e princípios de medição a partir de seus blocos construtivos e macro-funções. Um ponto benéfico ao aprendizado é o fato da instrumentação virtual basear-se na execução por fluxo de dados (data-flow), aproximando-se bastante ao raciocínio utilizado na compreensão de sistemas representados por diagramas de blocos. Outro aspecto positivo da instrumentação virtual no âmbito didático é a modularidade das rotinas. Da mesma forma que os sistemas eletrônicos podem ser vistos pelas funções que desempenham associadas a circuitos complexos e estes desmembrados em funções e circuitos mais simples, até o nível dos dispositivos elementares, os diagramas de programação que representam funções complexas podem ser constituídas por blocos de funções mais simples chamados sub-Vis, que por sua vez pode ser construídos com sub-VIs mais simples até o nível das instruções básicas da linguagem.

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada combina a utilização de um tutorial orientado abordando instruções e conceitos básicos da linguagem, à realização de tarefas passo-à-passo em laboratório ou em casa, e ao projeto de um instrumento virtual baseado em métodos de medição vistos nos módulos anteriores da disciplina. O projeto serve também como avaliação deste módulo.

2.1 Conteúdo

O conteúdo do módulo sobre aquisição de dados é baseado no material fornecido pela própria National Instruments [2]. Compreende 10 horas-aula de tarefas orientadas pelo professor e mais 8 horas para que o aluno execute as tarefas propostas no tutorial, podendo as mesmas ser realizadas individualmente ou em grupo, sem o auxílio do professor.

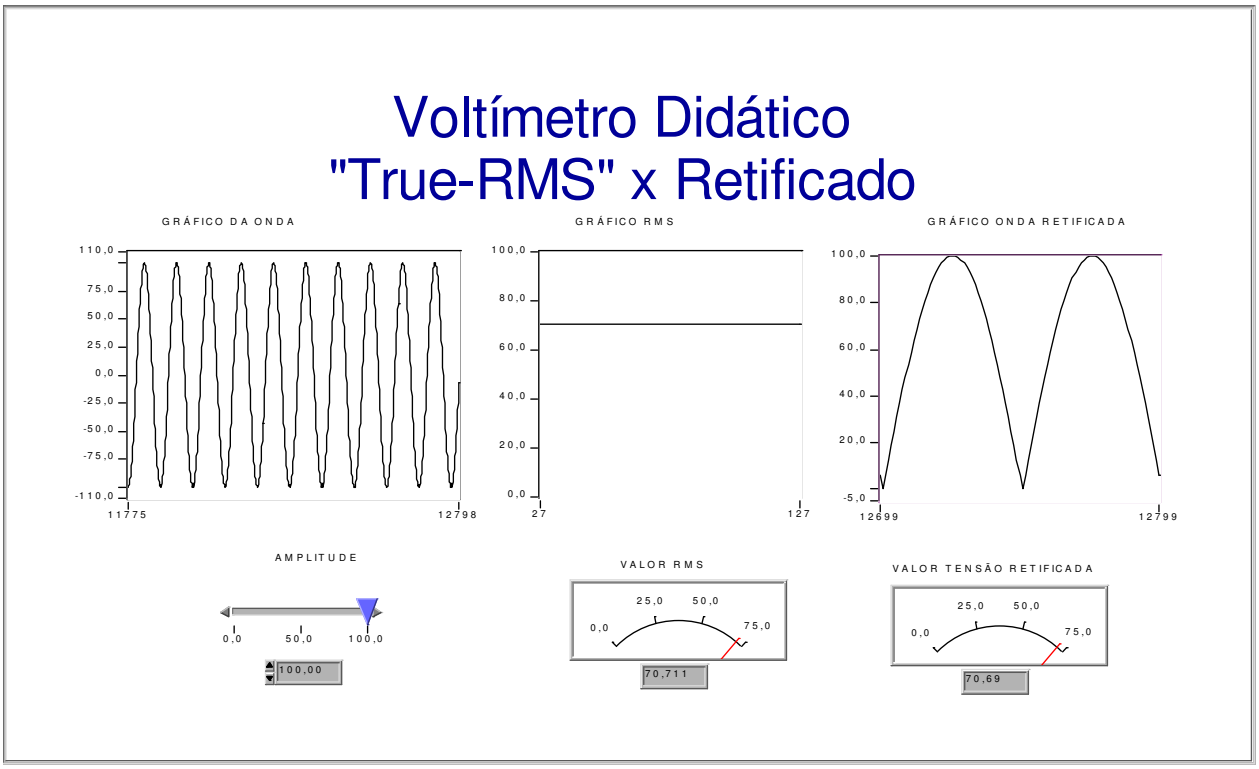
Os conteúdos são organizados do seguinte modo:

i) Equipamentos para aquisição de dados (2 horas aula): São apresentados os métodos mais utilizados para a aquisição de dados em aplicações científicas e industriais, equipamentos e tipos

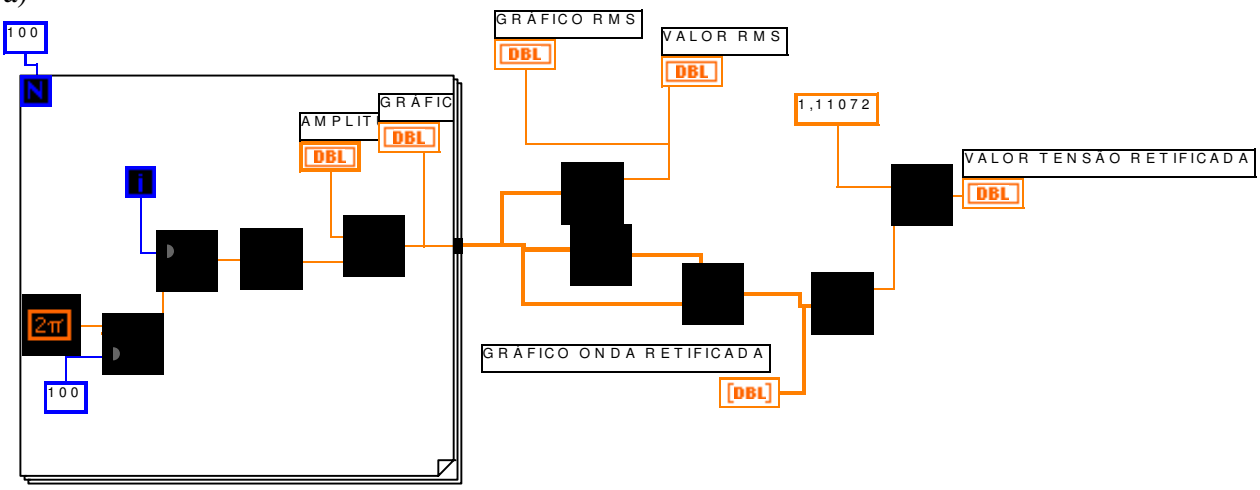
de interfaces.
ii) Introdução ao ambiente de programação virtual. Criação de VIs e sub VIs (2 horas-aula): É dirigido para a familiarização do aluno com o ambiente de programação. A estrutura do programa é apresentada com suas principais componentes: menus, janelas, barras de ferramentas, opções de ajuda e modos de execução. Um arquivo contendo partes de um instrumento virtual é fornecido ao aluno para que ele possa convertê-lo em sub-VI e utilizá-lo como bloco construtivo em outros VIs.
iii) Programação com laços e estruturas de repetição/utilização de mostradores gráficos (2 horas-aula): As estruturas de repetição (for loop, while loop, sequence e case) são apresentadas em conjunto com os mostradores gráficos através da geração e visualização de arranjos matriciais de dados.
iv) Utilização funções matemáticas para processamento de sinais (2 horas-aula): As principais funções e operações matemáticas são abordadas. O LabVIEW dispõe de uma biblioteca de funções e operações matemáticas bastante completas, inúmeras delas fundamentais ao estudo de medidas elétricas como: funções trigonométricas, exponenciais, logarítmicas, estatísticas, transformadas, cálculo de valor eficaz, conversão entre as formas retangular e polar, etc...
v) Programando a geração de estruturas de dados em formatos intercambiáveis. (2 horas-aula): São realizadas tarefas que envolvem a gravação e recuperação de dados em formatos intercambiáveis como ASCII, binário e no formato de planilha eletrônica. Neste último caso, programas de planilhas são utilizados tanto para a geração como para importação de tabelas de dados do LabVIEW.

2.2 Avaliação

Objetivando avaliar o nível de aprendizado atingido pelo aluno, proporcionar-lhe uma oportunidade de revisar conceitos de medidas elétricas integrando-os aos novos conhecimentos adquiridos neste módulo, exercitar sua capacidade de planejamento e execução de projetos e oferecer-lhe uma visão das aplicações desta tecnologia, emprega-se uma metodologia de avaliação baseada no desenvolvimento de um instrumento virtual. Um exemplo de avaliação é apresentado a seguir:
Tarefa Proposta: Programar um voltímetro digital contendo os métodos de retificação de onda e "true rms" para medição c.a. O Instrumento virtual permite ao aluno comparar os dois métodos em um único instrumento. Enquanto a implementação física de ambos instrumentos requer conhecimentos de eletrônica ainda não desenvolvidos pelos alunos do quinto semestre, dificultando o apoio prático à compreensão dos métodos de medição, sua implementação virtual pode ser perfeitamente realizada com base nos conhecimentos adquiridos neste módulo. São utilizados conceitos de laços de repetição, funções e operações matemáticas e de processamento de sinais.
Solução Apresentada: A implementação do instrumento é mostrada na figura 1. O grupo incluiu indicadores analógicos e digitais ao painel do instrumento, além de mostradores gráficos para acompanhar os sinais gerados nos "circuitos" de medição.



a)



b)

Figura 1 – Janelas contendo o painel do instrumento (a) e a parte executável (b).

No diagrama da figura 1.b) a moldura da esquerda tem a função de emular o sinal a ser medido pelo instrumento, neste caso uma onda senoidal . O controle da amplitude é efetuado pela multiplicação da saída da função seno pelo valor ajustado no controle de mesmo nome no painel do instrumento (figura 1.b). A função de retificação é obtida pela multiplicação dos valores da

forma de onda de entrada pelo seu sinal matemático (+1 ou –1). Exatamente como nos medidores com retificador, o resultado da medição é obtido com a multiplicação do fator de forma do sinal pelo valor médio da onda retificada. Já o valor eficaz é calculado diretamente sobre o sinal a ser medido, função realizada pelo bloco "Ψ_x RMS". O instrumento virtual pode ser utilizado didaticamente para mostrar ao aluno a diferença entre estes dois principais métodos de medição de sinais alternados e ilustrar na prática o conceito do fator de forma, substituindo-se o sinal senoidal por formas de onda triangular ou retangular.

3. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

A avaliação da metodologia foi realizada enfocando-se dois aspectos: conhecimentos técnicos sobre aquisição de dados e estímulo ao desenvolvimento de outras habilidades. O primeiro foi avaliado a partir do material entregue pelos alunos e o segundo com a aplicação de questionários e entrevistas com alunos que atualmente utilizam a ferramenta em atividades de pesquisa.

3.1 Conhecimentos técnicos

A análise dos trabalhos entregues mostra que a utilização do tutorial orientado, complementado pela realização autônoma de tarefas pré-estabelecidas e pelo trabalho de conclusão baseado em projetos fundamentados nos conceitos vistos na disciplina, é capaz de proporcionar uma rápida inserção do aluno no ambiente de programação de instrumentos virtuais. Das 24 especificações propostas, 21 foram satisfatoriamente cumpridas (87,5%). Em alguns casos os trabalhos apresentados foram além das especificações, incorporando funções que não foram abordadas em aula, denotando um real interesse dos alunos pela matéria. Outra importante descoberta realizada pelos alunos durante o projeto é a grande quantidade de informações disponíveis na internet, como encontrá-las e utiliza-las na solução de problemas específicos.

Observa-se ainda que a metodologia de avaliação baseada em projetos é capaz proporcionar uma maior autonomia e segurança ao aluno com relação aos conhecimentos adquiridos, pois oportuniza ao aluno a realização de etapas importantes em projetos de engenharia como planejamento, pesquisa, estratégias de solução e execução. A associação de métodos de programação aos princípios de medição reforça compreensão dos tópicos estudados nos módulos anteriores, através de sua implementação imediata e observação dos resultados. A solução de problemas específicos e a apresentação de produtos ou serviços prestados por empresas com base na instrumentação virtual, proporciona ao estudante uma identificação de oportunidades no seu campo de atuação profissional e um estímulo ao desenvolvimento e utilização de novas ferramentas, sendo esta última uma habilidade prevista como obrigatória no documento de diretrizes curriculares para os cursos de engenharia.

3.1 Estimulo ao desenvolvimento de habilidades complementares

Além do aprendizado dos conteúdos técnicos, torna-se cada vez mais importante, que as metodologias de ensino sejam capazes de desenvolver capacidades e habilidades complementares à tradicional formação dos alunos de engenharia. O documento de Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia [4], estabelece que os cursos sejam responsáveis pelo desenvolvimento de habilidades e capacidades como: inovação e criatividade; integração entre conhecimentos de

diferentes áreas da Engenharia, utilização de novas ferramentas e técnicas, e estímulo ao interesse pela pesquisa e investigação científica.

Questionários foram entregues a alunos que concluíram o curso, perguntado sobre o tipo de habilidades que esta metodologia de ensino foi capaz de estimular. O questionário é composto de questões de múltipla escolha para atribuição de graus, em que cada habilidade tenha sido estimulada durante a disciplina. As opções apresentadas são: Completamente, satisfatoriamente, pouco e nada. Um espaço abaixo é deixado para a identicação da metodologia de ensino empregada para cada caso. Dos cem questionários distribuídos, em 87 são atribuídos os graus "completamente" e "satisfatoriamente" ao estímulo da habilidade de utilização de novas ferramentas e técnicas na disciplina de medidas elétricas. Em cerca de 93% deles, esta habilidade foi associado ao ensino da instrumentação virtual no programa da disciplina. O restante atribuiu o exercício desta habilidade ao uso de simuladores de circuitos em sala de aula, incluindo-se os casos em o grau de satisfação escolhido foi "pouco". Habilidades como inovação e criatividade; integração entre conhecimentos de diferentes áreas da Engenharia, e estímulo ao interesse pela pesquisa e investigação científica foram lembrados durante as entrevistas.

4. CONCLUSÕES

A experiência de ensino da instrumentação virtual na disciplina de Medidas Elétricas como forma de integração entre a teoria e prática, estímulo à utilização de novas ferramentas foi apresentada e discutida. O método de ensino empregado baseia-se na combinação do uso de um tutorial orientado, da realização de tarefas complementares com uma etapa de avaliação onde o aluno programa um instrumento virtual contendo um dos métodos de medição vistos nos módulos anteriores. Uma avaliação da metodologia mostra que esta é capaz de proporcionar uma rápida inserção do aluno no ambiente de programação de instrumentos virtuais com o cumprimento da maior parte das especificações propostas nos trabalhos de conclusão.

Adicionalmente, a inclusão da instrumentação virtual no programa de medidas elétricas foi associada ao estímulo ao desenvolvimento de habilidades desejáveis aos profissionais de engenharia como: inovação e criatividade; integração entre conhecimentos de diferentes áreas da engenharia elétrica, estímulo ao interesse pela pesquisa e investigação científica e utilização de novas ferramentas e técnicas. No último caso pela quase totalidade dos entrevistados.

Agradecimentos

O autor agradece aos alunos Josias Mainardi, Fernando Rossarola e Fernando Franke por permitir a inclusão de trechos de seus trabalhos de avaliação neste artigo.

5. REFERÊNCIAS

[1] M. A. Stegawski and R. Schaumann, "A New Virtual-Instrumentation-Based Experimenting Environment for Undergraduate Laboratories with Application in Research and Manufacturing," IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 47, No. 6, 1998, pp.1503-1506.
[2] National Instruments, LabVIEW Tutorial Manual, National Instruments, TX, 1996.
[3] G. W. Johnson, LabVIEW Graphical Programming, ed. McGraw Hill, N.Y., 1994, p.9.

[4] SESU-MEC, "Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia- Anteprojeto de resolução," 1999.