



EMPREGO DE INSTRUMENTAÇÃO VIRTUAL EM LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA

Vinícius Emídio Monteiro– vinicius.monteiro@engenharia.ufjf.br

Fabrizio P. V de Campos– fabrizio.campos@ufjf.edu.br

Estêvão Coelho Teixeira – estevao.teixeira@ufjf.edu.br

Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia
Campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia
CEP 36036-900 – Juiz de Fora – MG

Resumo: *Este trabalho propõe o emprego de ferramentas de Instrumentação Eletrônica Virtual ao ensino de conteúdos relacionados à área de Eletrônica e relata o seu emprego para atender à expansão ocorrida na Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) após adesão ao Programa REUNI do Governo Federal. Em 2010, a Faculdade expandiu a oferta para o curso de Engenharia Elétrica de 90 para 270 vagas, distribuídas em cinco habilitações. É demonstrado que o uso destas ferramentas viabilizou a implantação de um modelo inovador de laboratório, adequado às novas demandas, contribuindo para a qualidade do ensino em disciplinas práticas na área de Eletrônica.*

Palavras-chave: *Laboratório de Eletrônica, Instrumentação Eletrônica Virtual, Ensino-aprendizado.*

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do ensino de engenharia encontra em seus pressupostos metodológicos a importância de aliar teoria à prática de tal forma a possibilitar o desenvolvimento do estudante habilitando-o ao exercício de sua profissão. Dentro deste quadro insere-se a importância dos laboratórios, onde múltiplas e diferenciadas experiências são ofertadas durante o curso com o intuito de desenvolver a capacidade do aluno de aplicar os conhecimentos hauridos nas aulas teóricas ampliando sua percepção da realidade, sua compreensão dos fenômenos físicos sobre os quais irá atuar ao longo de sua carreira profissional (BIANCHINI & GOMES, 2006). Contudo, configurar e manter um laboratório disponível por longos períodos pode representar um custo financeiro alto e demanda de espaço físico disponível.

A Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) aderiu ao Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) e em 2010 expandiu a oferta para o curso de Engenharia Elétrica de 90 para 270 vagas, com a criação de cinco habilitações: Sistemas Eletrônicos, Robótica e Automação Industrial, Sistemas de Potência, Telecomunicações e Energia. Deste modo, as demandas dos laboratórios foram consideravelmente aumentadas, surgindo então a necessidade de reformulação destes laboratórios, em especial, o Laboratório de Eletrônica da Faculdade de Engenharia (LABEL), que atenderia a todas as habilitações.

Considerando as limitações de número de docentes e técnicos, dificuldades de logística, espaço físico, pequeno número de equipamentos, limitadíssimos recursos financeiros e a urgência em colocar o novo laboratório em operação, discutiu-se qual seria um modelo de laboratório que atenderia esta elevada demanda. Foi proposta então a implantação de um modelo inovador de laboratório baseado em Instrumentação Eletrônica Virtual – IEV (STEGAWSKI & SCHAUMANN, 1998).

Este artigo tem como objetivo propor o emprego de IEV em laboratórios de eletrônica para cursos de Engenharia Elétrica e apresentar os resultados por meio de uma avaliação crítica baseada em quase quatro anos de funcionamento do LABEL segundo esta nova concepção.

O trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta um histórico e a projeção de utilização do laboratório, destacando a demanda por instrumentos; a Seção 3 descreve as ferramentas de instrumentação virtual, em especial o NI ELVIS II; a Seção 4 apresenta a proposta de emprego de instrumentação virtual em laboratórios de eletrônica destacando dois estudos de caso; a seção 5 traz uma avaliação crítica à implantação destas ferramentas; por fim, a Seção 6 apresenta as conclusões gerais do trabalho.

2. HISTÓRICO DO LABORATÓRIO E DEMANDA

Em 2010, a Faculdade de Engenharia da UFJF aderiu ao REUNI e expandiu a oferta para o curso de Engenharia Elétrica de 90 vagas para 270 vagas que deveriam ser atendidas pelo LABEL em suas diversas disciplinas práticas relacionadas com Eletrônica.

Em particular, um esforço especial deveria ser voltado para atender à disciplina Laboratório de Eletrônica, pertencente ao ciclo profissionalizante básico comum às cinco habilitações ofertadas. A Figura 1 apresenta dados reais do número de alunos atendidos pelo LABEL nos últimos 6 anos na disciplina, onde é possível notar o elevado aumento a partir de 2011. Verifica-se ainda que a projeção para o segundo semestre de 2014 e 2015 é chegar próximo dos 270 alunos matriculados.

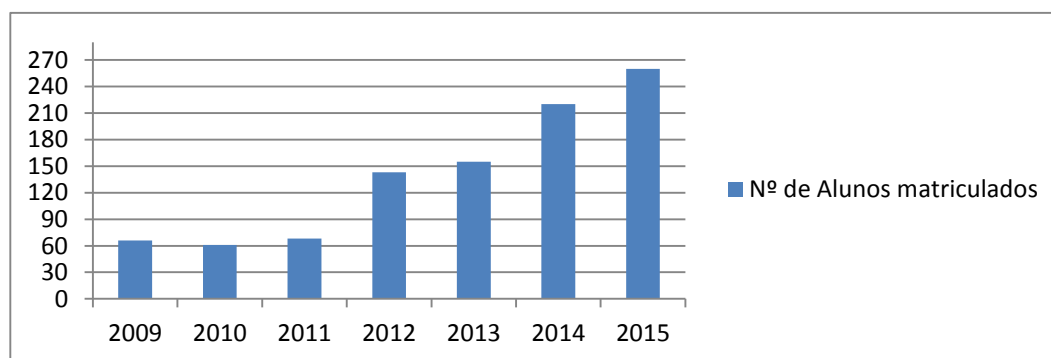


Figura 1– Crescimento da demanda do laboratório.

Inicialmente, foi realizado um estudo para identificar qual seria a demanda por número de turmas e o número de docentes necessários para atender 135 alunos por período nesta disciplina. A Figura 2 sintetiza esta análise quando são considerados de uma até 20 turmas para atender a demanda. Nota-se que são cogitados casos extremos, como uma turma com 135 alunos e 1 docente ou 20 turmas com 7 alunos atendidos por 5 docentes. Considerando que turmas com 135 alunos demandam um espaço físico de laboratório impraticável e que 5

docentes integralmente dedicados a uma única disciplina não seria uma opção disponível, chegou-se a uma combinação mais razoável: o laboratório deveria oferecer infraestrutura para 3 a 8 turmas com número de alunos variando entre 40 e 20 alunos por turma, atendidos por 2 ou 3 docentes. Assim, a demanda seria de um laboratório com capacidade para atender até 45 alunos simultaneamente, com bancadas para até 3 alunos, resultando em 15 bancadas para a realização das atividades práticas.

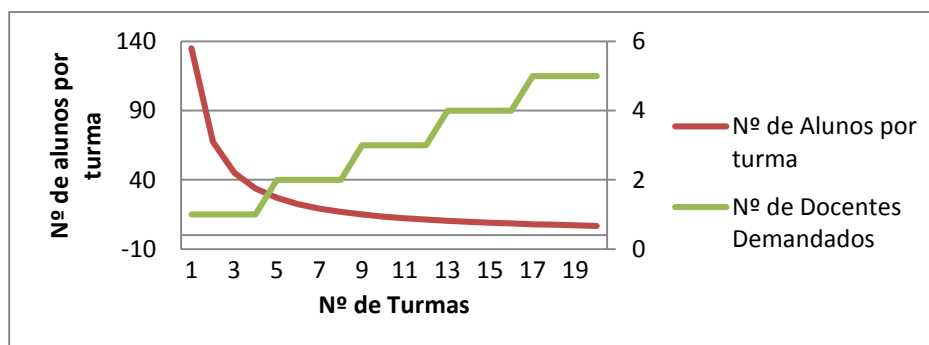


Figura 2 – Análise de demanda de turmas de docentes para a disciplina Laboratório de Eletrônica.

Outro aspecto a ser considerado é a demanda de recursos financeiros para montar um laboratório com 15 bancadas para serem utilizadas simultaneamente, além da questão logística. Caso fossem utilizados equipamentos convencionais a demanda de logística nas aulas seria inviável, considerando minimamente que cada bancada demandasse um gerador de sinais, um osciloscópio, um multímetro, uma matriz de contatos e uma fonte de tensão, totalizando 5 equipamentos para serem transportados. Considerando que os equipamentos precisam ser transportados até as bancadas e depois guardados, seriam transportados 150 equipamentos por aula, fato impraticável.

3. FERRAMENTAS DE INSTRUMENTAÇÃO VIRTUAL

Com a presença cada vez maior dos computadores nos laboratórios acadêmicos e salas de aula, avaliou-se a possibilidade do LABEL vir a utilizar as ferramentas de aquisição de dados (DAQ – *Data Acquisition*), com o objetivo principal de atender às demandas apresentadas, além de possibilitar aos alunos o acesso a essa forma de instrumentação (VENTURA *et al.*, 2005). As ferramentas DAQ, utilizadas em IEV, permitem ao aluno utilizar múltiplas ferramentas de forma compacta, combinadas às funcionalidades de salvar, analisar e combinar os resultados obtidos de forma rápida e prática.

As ferramentas virtuais permitem também a simulação e prototipação tridimensional (3D) dos circuitos, possibilitando ao usuário uma pré-visualização prática, rápida e segura dos experimentos realizados em aula.

O LABEL utiliza principalmente as ferramentas da empresa National Instruments, compostas basicamente do software Multisim, para a simulação de circuitos eletrônicos de diversas complexidades, e da plataforma didática NI ELVIS II (ELVIS – *Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite*) que, combinadas, oferecem aos alunos um ambiente de instrumentação virtual completo.

3.1. Multisim – simulação e prototipação 3D

O Multisim é um software de simulação de circuitos eletrônicos que inclui uma ferramenta de captura de diagramas esquemáticos de circuitos. Possui uma vasta biblioteca de componentes, com elementos passivos e modelos de semicondutores e circuitos integrados de diferentes fabricantes.

O aplicativo de simulação está integrado ao editor de esquemáticos. Sua grande utilização no laboratório é particularmente atrativa por suas ferramentas especiais como a prototipação 3D, que permite, por exemplo, o aluno ver as ligações que devem ser feitas na matriz de contatos do módulo ELVIS II “na prática”, diminuindo principalmente as dúvidas quanto à utilização e as ligações a serem feitas e reduzindo o tempo de montagem. Isso possibilitaria ao aluno um tempo maior para a interpretação dos resultados. Esta preparação feita pelo aluno é fundamental para viabilizar turmas práticas com grande quantidade de integrantes.

Como exemplo, é mostrada, na Figura 3, a utilização do Multisim para elaboração do esquemático de um circuito lógico, para sua posterior simulação. A prototipação virtual 3D do projeto no módulo ELVIS II é mostrada na Figura 4. É interessante notar que, no editor de esquemáticos, os terminais onde serão conectados os sinais de entrada ou saída são dispostos em um layout similar ao encontrado no módulo didático, ficando assim todas as atividades integradas em instrumentação eletrônica virtual.

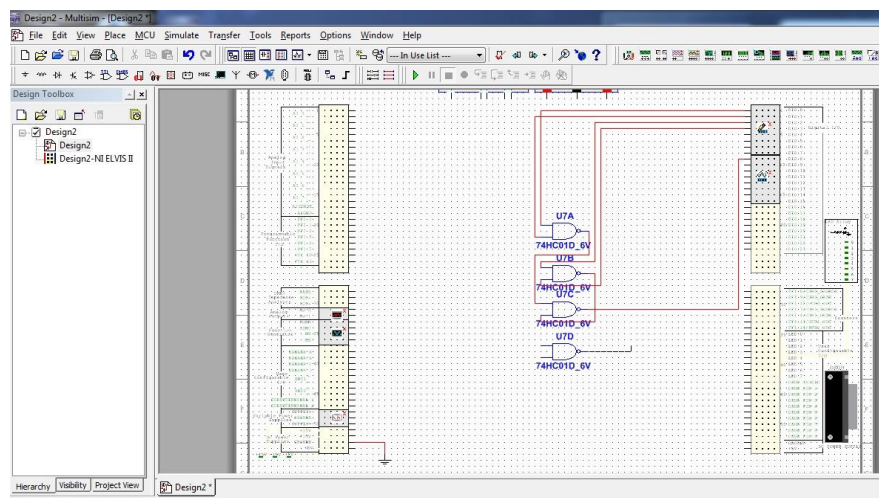


Figura 3– Montagem de diagrama esquemático no Multisim (circuito digital).

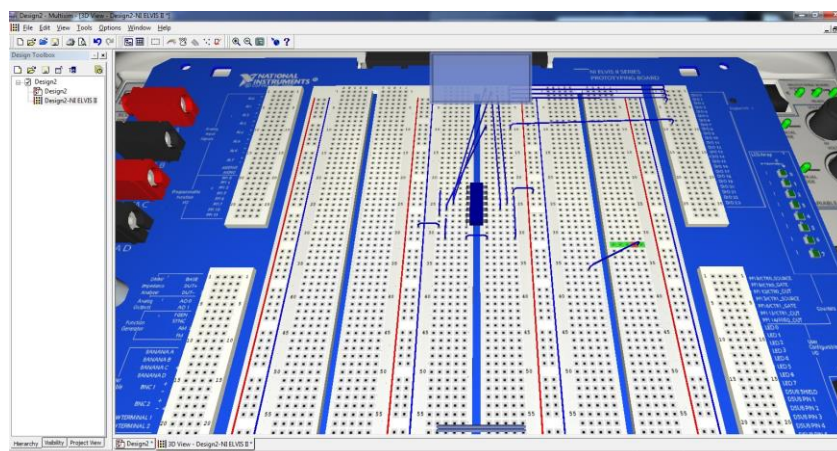


Figura 4 – Prototipação 3D do projeto.

3.2. NI ELVISII e Instrumentos Eletrônicos Virtuais

O LABEL adquiriu, no ano de 2010, 16 unidades dos módulos NI ELVIS II. Este equipamento incorpora várias funcionalidades, como fontes de tensão CC, gerador de funções, osciloscópio, multímetro digital, portas digitais e analógicas e LEDs, dentre outras funções. Em sua parte central se encontra uma matriz de contatos de 19x17 cm (três régua), onde são montados os circuitos a serem estudados. Em sua parte lateral, se encontram os terminais para conexão das sondas do osciloscópio e das pontas de prova do multímetro. Uma fotografia do módulo é mostrada na Figura 5.

O acesso aos instrumentos virtuais se dá através da aplicação instalada em um microcomputador, conectado ao módulo através de uma interface USB.

A escolha deste hardware provém da grande praticabilidade que tal ferramenta trouxe às aulas realizadas no laboratório de eletrônica. Por ser compacta e ao mesmo tempo multifuncional, sua aplicação ocorre em diversas disciplinas, indo além da demanda inicial em atender a disciplina Laboratório de Eletrônica. Como outras ferramentas DAQ, ele ainda pode se adaptar, podendo ser programado com o auxílio do software LabVIEW.

Um exemplo de integração das plataformas ELVIS/LabVIEW em experimentos laboratoriais acadêmicos é discutido em KRNETA *et al.* (2011). A literatura relata ainda o uso integrado do ELVIS com diferentes ferramentas (hardware e software) para o ensino à distância de Eletrônica e Telecomunicações (SINGH, 2013) e Controle (ASSIS *et al.*, 2011). Neste caso são ainda incluídas funcionalidades para o ensino à distância.

4. PROPOSTAS DE EMPREGO DE INSTRUMENTAÇÃO VIRTUAL

Nesta Seção, são apresentados dois estudos de casos de emprego das ferramentas de IEV. O primeiro deles é relativo a uma atividade típica da disciplina Laboratório de Eletrônica, onde são utilizadas as plataformas Multisim/ELVIS. No segundo deles, o ELVIS é utilizado em conjunto com o software LabVIEW em um projeto para teste de motores de passo.

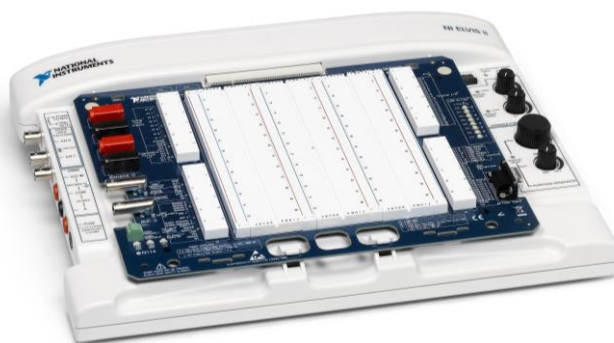


Figura 5 – O módulo NI ELVIS II.

4.1. Prática de Laboratório de Eletrônica

Contextualização

Atualmente, a disciplina Laboratório de Eletrônica pertence ao ciclo profissionalizante comum de todos os cursos de Engenharia Elétrica da UFJF, sendo oferecida no 5º período, quando também é ofertada a disciplina teórica Eletrônica Analógica, responsável por abordar os fundamentos gerais de Eletrônica, a saber: amplificadores operacionais, diodos, transistores bipolares de junção e MOSFETs. Deste modo, a disciplina deve oferecer atividades de laboratório que visem consolidar os conhecimentos teóricos básicos em Eletrônica Analógica.

No entanto, é necessário que a prática sobre um determinado tópico (e.g., amplificadores operacionais) ocorra preferencialmente logo após este conteúdo ser abordado na disciplina teórica. Com o objetivo de proporcionar um atraso de tempo de aproximadamente duas semanas entre a exposição teórica e a prática, o conteúdo se inicia com práticas relacionadas a circuitos lógicos, assunto já abordado em períodos anteriores. Com isso, não somente o aluno tem contato com as funcionalidades do sistema ELVIS II dedicadas ao estudo de sistemas digitais como também cria uma familiaridade com a metodologia de trabalho envolvendo o módulo e os instrumentos eletrônicos virtuais.

Proposta de metodologia de ensino

A metodologia de ensino de Laboratório de Eletrônica consiste na disponibilização *online* antecipada do material didático para acesso ao estudante. Cada prática possui uma fundamentação teórica breve, de caráter instrumental. É requerido ao estudante que este leia o conteúdo antes da atividade prática, eventualmente preenchendo tabelas com os resultados teóricos previstos para aquela atividade, ou executando alguma tarefa teórica necessária para o bom entendimento da aula correspondente, além da simulação e prototipação em 3D como apresentado na Figura 4.

Durante a prática, são formados grupos de 2 ou 3 estudantes por bancada, onde se encontra permanentemente um microcomputador (*desktop*) onde é conectado o módulo ELVIS II, colocado na bancada nos dias de atividade, juntamente com o material de consumo necessário para a realização da prática.

Os estudantes seguem então o roteiro proposto no material didático, montando os circuitos na matriz de contatos do módulo. Utilizando os instrumentos eletrônicos virtuais, os

alunos coletam os dados solicitados. Um relatório com a análise crítica dos dados coletados deve ser entregue pelo grupo na aula subsequente.

Não se cogita que o conteúdo de Laboratório de Eletrônica seja estático, mas sim sujeito a contínuas atualizações que se adaptem às necessidades dos estudantes e do curso. Deve ser enfatizado que para algumas habilitações, como a de Sistemas de Potência e Energia, este é o único conteúdo com práticas de laboratório relacionadas à Eletrônica, e o conteúdo deve buscar uma formação generalista nesta área.

Deve-se ressaltar a importância do uso dos equipamentos de IEV no ganho de produtividade para a realização das práticas. Com esse objetivo, será apresentada a seguir uma prática do laboratório de eletrônica como forma de estudo de caso.

Estudo de caso: prática de amplificador operacional

O emprego da plataforma de IEV aplicada em uma aula de laboratório pode ser ilustrado através de uma prática de amplificador operacional. Nesta atividade, é solicitado como trabalho preparatório que o aluno obtenha os resultados teóricos e resultados de simulação para diferentes aplicações lineares do amplificador operacional (BASHER & ISA, 2008).

Utilizando-se da plataforma Multisim, o aluno pode efetuar a simulação de um circuito como a configuração de amplificador inversor, a partir do diagrama esquemático (Figura 6), onde serão monitorados os sinais de entrada e saída do circuito. São obtidos os resultados de simulação mostrados na Figura 7. Pode-se optar pela prototipação virtual 3D do circuito no Módulo ELVIS II, a exemplo do que foi mostrado na Figura 4. Dessa forma, ressalta-se que o uso da plataforma ELVIS II não se restringe ao momento da aula, mas é de grande utilidade na preparação do estudante para a realização da atividade.

A montagem do circuito em laboratório pode ser ilustrada no detalhe da Figura 8a. Neste caso, é solicitado que sejam monitorados os sinais de entrada do circuito e sua respectiva saída, através do osciloscópio virtual, para um sinal de entrada de 1 V pico a pico, frequência de 100 Hz. Os resultados experimentais são mostrados na Figura 8b.

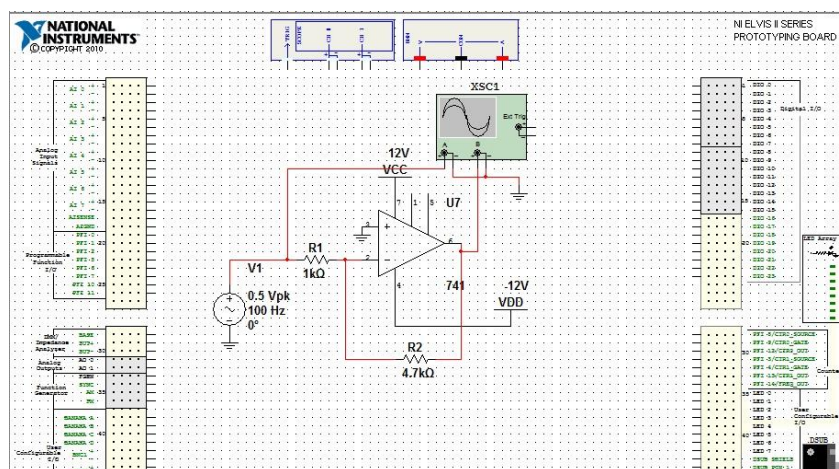


Figura 6 – Esquemático desenvolvido no Multisim: circuito amplificador inversor, baseado em amplificador operacional.

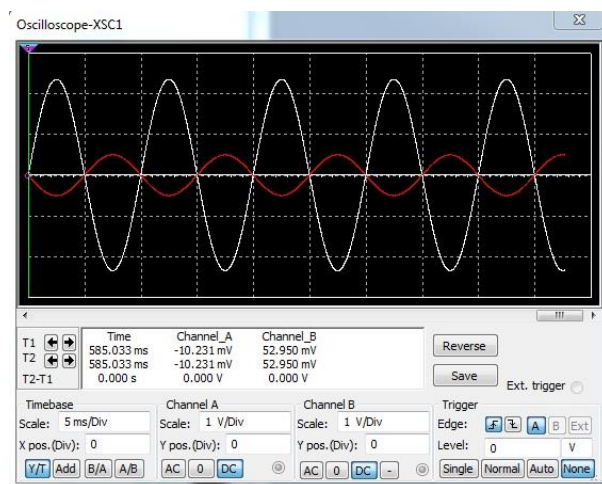
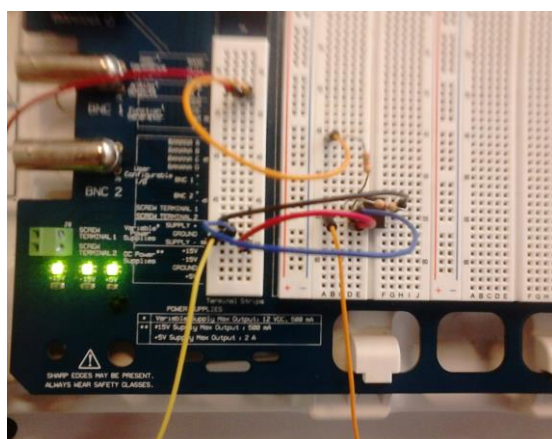
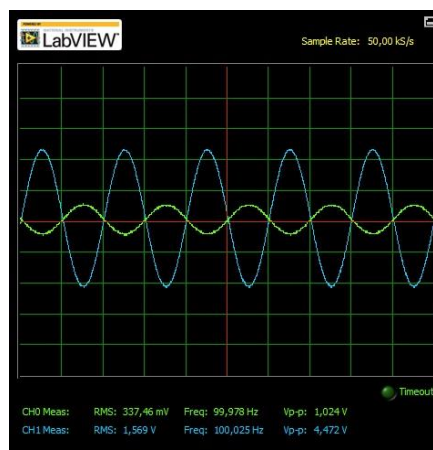


Figura 7 – Formas de onda simuladas no Multisim para o circuito da Figura 6. São mostrados os sinais de entrada (em vermelho) e de saída (em branco).



(a)



(b)

Figura 8 – Atividade experimental: (a) Montagem do circuito no módulo ELVIS; (b) Resultados experimentais – sinais de entrada (verde) e saída (azul).

4.2. Teste de Motores de Passo

Contextualização

Este estudo de caso surgiu a partir da necessidade do uso de motores em algumas aulas do LABEL onde se apresentam suas aplicações, modelos e instalações. Por suas características mecânicas estes motores sofrem um natural processo de desgaste o que gera uma necessidade de teste do funcionamento dos mesmos.

Metodologia

A partir da demanda de se testar os motores de passo disponíveis, foi desenvolvido um algoritmo no LabVIEW para utilização junto à plataforma ELVIS. O primeiro desafio deste projeto foi a variação do número de bobinas presentes em cada tipo de motor de passo, apresentando também variações no processo de energização. O segundo desafio foi a variação na tensão nominal necessária para cada tipo de motor, o que foi resolvido pela existência da

fonte de tensão CC presente no ELVIS, ajustável virtualmente. Por fim, como não se tinha uma ideia exata sobre a pluralidade de motores que o algoritmo teria que atender, foi desenvolvida no projeto uma escala de variação progressiva de tensão e frequência de energização das bobinas.

As portas digitais do módulo ELVIS possuem saída típica de 5 V quando em nível lógico alto e baixa capacidade de corrente, sendo portanto inadequadas para energizar diretamente as bobinas dos motores de passo (ainda que estas sejam especificadas para a tensão de 5 V). Foi necessária, portanto, a utilização do circuito integrado ULN2003 como interface para que as portas digitais comandem a aplicação da tensão adequada (ajustada no LabVIEW) às bobinas dos diferentes motores de passo, de acordo com suas especificações.

Como exemplo, a Figura 9 mostra o painel frontal desenvolvido no LabVIEW na etapa de avaliação. Como descrito, é possível que o usuário escolha a tensão e frequência mínima e máxima. Além disso, é possível que se escolha a número de bobinas de 2 a 8, além do número de passos a serem realizados em cada variação de tensão e frequência. O processo acontece da seguinte maneira: para cada tensão é realizado um ciclo inteiro de frequência e para cada frequência é realizado um número de passos, de acordo com a variação selecionada.

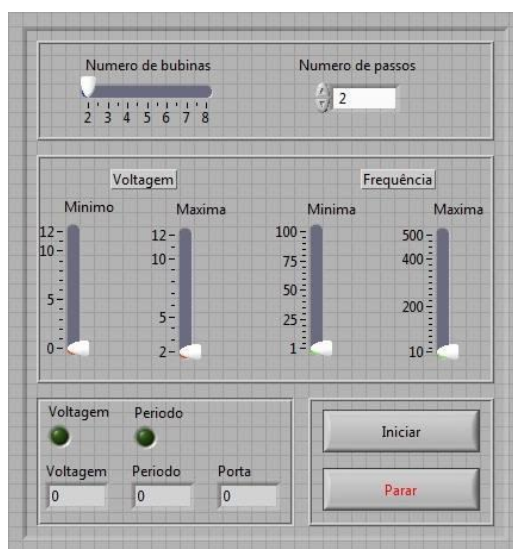


Figura 9 – Projeto no LabVIEW para teste de motores de passo (painel frontal).

5. AVALIAÇÃO CRÍTICA

Diante da mudança na estrutura de laboratório proposta pelas plataformas de IEV, torna-se necessária uma análise crítica desta metodologia, tanto para reconhecer os diferenciais que tornam sua implementação viável em outros centros de ensino, como também para identificar seus pontos vulneráveis e apontar soluções, do ponto de vista técnico e didático/pedagógico, para a superação desses pontos. São discutidos a seguir três aspectos: técnico, didático e logístico.

5.1. Aspecto técnico

Quanto ao aspecto técnico, verifica-se uma dificuldade de uso do osciloscópio no monitoramento de sinais de tensão de baixa amplitude, assim como uma impedância de saída do gerador de funções mais alta que a verificada nos geradores convencionais, o que restringe algumas aplicações deste instrumento virtual na plataforma ELVIS II.

Por outro lado, deve se destacar dois aspectos positivos em relação à robustez do sistema: o uso de chaves virtuais nas práticas de sistemas digitais, ao contrário das chaves mecânicas encontradas em módulos tradicionais para tais práticas, frequentemente sujeitas ao desgaste com o uso, e a proteção que o sistema provê contra curtos-circuitos eventuais.

5.2. Aspecto didático

A crítica no aspecto didático é inerente à própria filosofia proposta pelo sistema de instrumentação virtual: com a redução da quantidade de instrumentos na bancada e a integração dos mesmos em um único hardware, sendo visualizados na tela de um computador, o aluno se distancia de uma montagem experimental empregando instrumentos convencionais, o que pode prejudicar suas habilidades quando a montagem com tais instrumentos for requerida. Soma-se ao fato alguma diferença na operação de alguns instrumentos virtuais em relação ao instrumento real, a exemplo do osciloscópio.

Uma medida para contornar essa dificuldade foi a proposta de outras disciplinas de laboratório subsequentes a Laboratório de Eletrônica, denominadas Laboratório de Sistemas Eletrônicos, onde, além do conteúdo ser de caráter mais flexível, prioriza-se o uso de instrumentos convencionais, como osciloscópios digitais e geradores de funções. Tais disciplinas são obrigatórias para as habilitações em Sistemas Eletrônicos e Telecomunicações, e eletivas para as demais habilitações. Em geral, é possível a associação das ferramentas de IEV com os instrumentos tradicionais em diversas atividades.

5.3. Aspecto logístico

Quanto à logística, é interessante comparar o aparato requisitado para uma atividade de laboratório convencional em relação à atividade empregando IEV. Tomando como base uma prática de laboratório típica de eletrônica analógica usando instrumentos convencionais, seriam necessários na bancada os seguintes equipamentos: (i) fonte de alimentação CC simétrica; (ii) matriz de contatos; (iii) gerador de funções; (iv) osciloscópio; (v) multímetro. Algumas dessas funções podem ser associadas em um mesmo equipamento, dependendo do módulo didático utilizado. É comum, por exemplo, o uso de módulos didáticos que possuam uma matriz de contatos associada com as fontes de alimentação CC. Ainda assim, a quantidade de itens tornaria a logística mais trabalhosa, ao se considerar uma grande quantidade de bancadas.

No caso do emprego do módulo didático ELVIS, a logística é consideravelmente simplificada, visto que todos os equipamentos citados se encontram disponíveis no módulo. Serão necessários na bancada: (i) o módulo didático; (ii) fonte de alimentação do módulo; (iii) microcomputador. Considerando que no LABEL o microcomputador já se encontra permanentemente instalado nas bancadas, a logística envolvida na atividade consiste em se disponibilizar para a atividade o módulo didático e sua fonte de alimentação, ambos de dimensões e peso reduzidos, se comparados a outros módulos disponíveis no mercado e ou instrumentos convencionais.



Associada à redução na quantidade de equipamentos utilizados está a redução na quantidade de cabos utilizados, o que representa um ganho de tempo adicional na preparação das atividades. A flexibilidade e a simplificação da logística também foi uma preocupação que motivou outros laboratórios a empregarem as plataformas ELVIS II em sua metodologia de trabalho, diante da necessidade de atender a um grande grupo de estudantes (SUTTON & CHARLES, 2012).

6. CONCLUSÕES

Após adesão da UFJF ao Programa REUNI, o LABEL foi reformulado de forma inovadora para atender aos alunos das cinco habilitações do curso de Engenharia Elétrica, empregando para isso ferramentas de Instrumentação Eletrônica Virtual (IEV).

Este trabalho apresentou uma análise de demanda do laboratório e propôs um emprego de IEV, demonstrando ser possível reduzir as demandas de número de turmas, número de docentes e atender às restrições de recursos financeiros e logística internas de um laboratório de eletrônica garantindo um ensino de qualidade.

Foram adotadas ferramentas de IEV da National Instruments: o pacote Multisim (software), aplicativo para captura de diagramas esquemáticos e simulação de circuitos eletrônicos analógicos e digitais, e do módulo ELVIS II (hardware), com possibilidade de operação integrada com o Multisim. Este prevê inclusive a prototipação 3D, onde o estudante tem uma visualização prévia da montagem real do circuito no módulo. Tais ferramentas têm obtido grande difusão no meio acadêmico, resultando em variados trabalhos apresentados na literatura nos últimos anos.

As ferramentas Multisim e ELVIS II são especialmente adequadas para as atividades da disciplina Laboratório de Eletrônica, oferecida a todas as habilitações, devido ao elevado número de alunos matriculados. No entanto, é possível expandir a utilização das ferramentas de IEV a outras atividades, inclusive de pesquisa.

Mediante a proposta de uso de IEV nos laboratórios de eletrônica, torna-se necessária uma análise crítica desta tecnologia, de modo a se aproveitar ao máximo suas vantagens em relação ao uso dos instrumentos convencionais, e minimizar aspectos eventualmente desvantajosos. Observa-se a tendência de tais ferramentas serem integradas aos sensores e instrumentos tradicionais, de modo a garantir uma formação profissional adequada em Eletrônica, em diferentes níveis de aprofundamento e necessidade.

7. REFERÊNCIAS / CITAÇÕES

ASSIS, W. O., et al. Um weblab para ensino de controle em cursos de engenharia. Anais: XXXIX – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Blumenau, 2011.

BASHER, H. A.; ISA, S. A. Laboratory Experiments Using NI ELVIS. Anais: IEEE 2008 Southeastcon. Huntsville: IEEE, 2008.

BIANCHINI, D.; GOMES, F. S. C. O ensino de engenharia por meio de laboratórios virtuais de eletrônica: uma reflexão entre a montagem no protoard e a simulação. Anais: XXXIV – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Passo Fundo, 2006.



KRNETA, R.; DAMNJANOVIC, D.; DOKOVIC, M. LabVIEW-based laboratory environment for learning of filtering concepts. Anais: 6th IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics. Timisoara: IEEE, 2011.

SINGH, G. K. Virtual learning environment for next generation in electronics & telecommunications courses. International Journal of Technological Exploration and Learning (IJTEL), v. 2, n. 5, p. 188-191, 2013.

STEGAWSKI, M. A.; SCHAUMANN, R. A new virtual-instrumentation-based experimenting environment for undergraduate laboratories with application in research and manufacturing. IEEE transactions on instrumentation and measurement, v. 47, n. 6, p. 1503-1506, 1998.

SUTTON, A.; CHARLES, G. A case study approach to large-group teaching of level 4 electronics to engineering students from other disciplines. Disponível em <http://www.hestem.ac.uk/sites/default/files/teaching_l4_electronics.pdf>. Acessado em 30/05/2014.

VENTURA, J.; DRAKE, R.; MCGORY, J. NI ELVIS has entered the lab. Anais: IEEE 2005 Southeastcon. Fort Lauderdale: IEEE, 2005.

THE EMPLOYMENT OF VIRTUAL INSTRUMENTATION AT THE ELECTRONICS LABORATORY

Abstract: *This work proposes the use of Virtual Electronic Instrumentation tools applied on the teaching of contents related to the field of Electronics, and reports the employment of such tools in order to comply with the expansion occurred at the Engineering Faculty of the Federal University of Juiz de Fora (UFJF) after its adhesion to the Federal Government REUNI Program. In 2010, the Faculty expanded the offering of Electrical Engineering course vacancies from 90 to 270, distributed into five areas. It is demonstrated that the use of these tools let the implantation of an innovative laboratory model, well suited to the new demands, contributing for the improvement of the teaching quality of practical disciplines correlated to Electronics.*

Key-words: *Electronics Laboratory, Virtual Electronic Instrumentation, Teaching-learning.*