

Kit didático de baixo custo para práticas interdisciplinares em cursos de Engenharia Eletrônica

Luis Fernando Quintino ^[1], Vitor José Silva Santos ^[2], Eueliton Marcelino Coelho Junior ^[3], Alexandre Acácio de Andrade ^[4]

[1] luis.quintino@outlook.com. [2] profvitorjss@gmail.com. [3] eueliton.coelho@usp.br. Faculdade de Tecnologia Carlos Drummond de Andrade – Departamento de Engenharia Eletrônica. [4] aacacio@ufabc.edu.br. Universidade Federal do ABC – CECS.

RESUMO

O presente artigo apresenta as vantagens na utilização de um kit didático de baixo custo para práticas interdisciplinares em cursos de engenharia eletrônica. São demonstrados os impactos positivos do projeto proposto no processo de ensino-aprendizagem, nas áreas de ensino relacionadas às engenharias e tecnologia. Foram elencadas as diversas placas e metodologias envolvidas no desenvolvimento do kit didático, bem como as diversas características potencializadas dos discentes durante as fases de criação de todos os circuitos relacionados ao presente projeto. Foi realizada uma comparação entre as vantagens e desvantagens, como o preço de um kit didático para eletrônica, tradicionalmente comercializado com o kit didático proposto pelo presente artigo. Apurou-se que o kit em evidência está em consonância aos dispositivos legais que regem os conteúdos e metodologias dos cursos de engenharia. Verificou-se que, além de possibilitar uma redução no custo para as instituições de ensino, contribui de maneira exponencial com a incorporação de novos conhecimentos por parte do estudante, exercitando a capacidade de autonomia do discente, no que tange ao desenvolvimento de projetos de eletrônica, além de ser ferramenta essencial no desenvolvimento de atividades interdisciplinares necessárias à formação completa do engenheiro.

Palavras-chave: Kit didático. Automação. Eletrônica. Baixo custo. Aprendizagem.

ABSTRACT

This paper presents the advantages of using an educational kit inexpensive to interdisciplinary practices of disciplines inherent in the electronic engineering courses. They stated the positive impacts of the proposed project in the teaching-learning process in educational areas related to engineering and technology. They were listed the various boards and methodologies involved in the development of the teaching kit, as well as the different characteristics of students potentiated during the stages of creation of all circuits related to this project. Has been made a comparison of the advantages, disadvantages and cost of a teaching kit for electronic traditionally marketed with the proposed educational kit. It was found that the kit evidence is in line with legal provisions governing on the content and methodologies in engineering courses. It was found that, in addition to enabling a reduction in cost to educational institutions also contributes exponentially with the incorporation of new knowledge by the student exercising the ability of autonomy even with respect to the development of electronic projects, besides being essential tool in the development of interdisciplinary activities needed to complete formation of the engineer.

Keywords: Educational kit. Automation. Electronics. Low cost. Learning.

1 Introdução

As práticas interdisciplinares são importantes aos cursos de engenharia, sendo um instrumento pedagógico articulador entre as diferentes ciências que compõe o currículo do curso. Além de fomentar a integração entre diferentes especialidades e áreas do conhecimento, possibilita aplicar conteúdos teóricos em um contexto real, que muitas vezes são abordados somente na prática profissional (MARCOS, 2005).

Dentro desse contexto, os projetos integradores assumem um papel importante, permitindo que se trabalhe de forma interdisciplinar os conteúdos discutidos em diferentes disciplinas. A sistematização dos conhecimentos adquiridos proporciona ao discente uma prática com contexto real, ligada fortemente a base teórica, aproximando-o de situações profissionais. Em outra vertente, oferecem aos docentes instrumentos avaliativos de competências e habilidades relacionadas ao perfil do graduando (SIQUEIRA; VAN ELS, 2014).

Ainda nesse sentido, cumpre-se evidenciar que as metodologias de ensino tradicionais para engenharia, normalmente fundamentadas em processos de aprendizagem via memorização, exposição e repetição, não se mostram suficientemente motivadoras e eficientes para o aprendizado nas áreas de tecnologia e engenharia (ONGARATTOA; SARKISB; RECH, 2010).

Para atender aos requisitos legais, as instituições de ensino necessitam desprender altos valores para aquisição de equipamentos na composição dos laboratórios elencados anteriormente (ANDRADE *et al.*, 2016) e, muitas vezes, encontram dificuldades em manter o custo dentro da verba disponibilizada para equipamentos didáticos. (CUNHA; FREITAS, 2010).

Outrossim, cumpre evidenciar que, em métodos pedagógicos baseado nos projetos de síntese e integração, há oportunidades para aplicação dos conhecimentos adquiridos pelos discentes ao longo do curso, potencializando os fatores envolvidos no processo de aprendizagem dos alunos (CARVALHO; LIMA, 2006). Como também, há o estreitamento na relação entre as diversas disciplinas dos cursos de engenharia, que são fundamentais ao processo de ensino-aprendizagem do graduando (MAINES, 2001).

Insta-se citar que é crescente a busca por soluções de baixo custo que permitam práticas laboratoriais nas diversas áreas de conhecimento, com desenvolvimento de laboratórios virtuais compar-

tilhados por meio da Internet, possibilitando experimentar diversos conceitos de engenharia eletrônica remotamente (SÁENZ, 2015).

Diante da necessidade evidenciada, o presente trabalho apresenta um método de montagem e utilização de um kit didático de baixo custo para práticas interdisciplinares em cursos de engenharia eletrônica.

2 Referenciais teóricos

A interdisciplinaridade de diversas áreas do conhecimento traz impactos positivos para alunos e professores dos cursos de engenharia, possibilitando enormes avanços no aprendizado dos conteúdos por meio da formação de discentes com visões críticas e habilidades para trazer inovações à sociedade (GAIO *et al.*, 2011).

Os métodos pedagógicos utilizados atualmente, por grande parte dos cursos de graduação em engenharia, não se mostram eficientes, pois não são capazes de motivar os alunos na procura de conhecimentos complementares ou fomentar o interesse por pesquisas que contribuam para o desenvolvimento do estudante (COLOMBO; SANTANA, 2006).

De acordo com os Referenciais Nacionais dos Cursos de Engenharia, em particular no que tange ao curso de engenharia eletrônica, além de atendidos os conteúdos do núcleo básico, deverão ser abordados temas profissionalizantes e específicos, consubstanciando o restante do currículo do curso. Também faz menção da obrigatoriedade de práticas laboratoriais, exigindo que a instituição disponibilize laboratórios de eletricidade e circuitos elétricos, eletrônica digital e analógica, processamento digital de sinais, informática e outros (MEC, 2016).

O papel da graduação na formação do estudante só é cumprido na plenitude quando são avaliados os alicerces da pesquisa e extensão, no mesmo nível em que ocorre avaliação no método de ensino. Há que se transformar o estudante de engenharia em profissional de pesquisa, por meio de estratégias de ensino que combinem com a imersão do graduando em atividades de pesquisa e extensão, transformando o professor em orientador e não na fonte primordial dos saberes (COLOMBO; SANTANA, 2006).

Nas instituições de ensino, o estudante deve desenvolver competências e habilidades que possibilitem seu preparo para o mercado de trabalho. Para tal finalidade, é imprescindível que haja integração de conteúdos teóricos e atividades práticas, possibilitando ampliação do domínio e visão dos estudantes à

cerca dos conteúdos constantes nos cursos de engenharia (KOEHLER *et al.*, 2012)

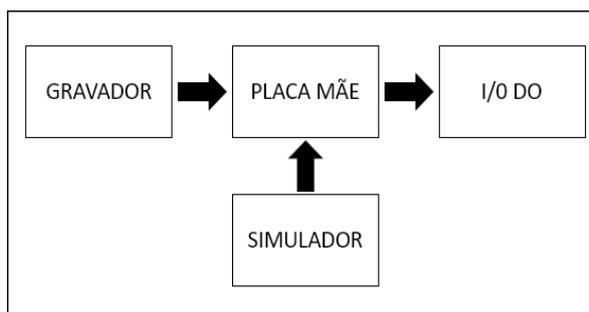
Os projetos integrados se constituem em ferramenta de ensino essencial para a eficiência dos sistemas educacionais, potencializando a assimilação dos conteúdos através do uso de metodologias que mesclam teoria e prática de diversas áreas da engenharia (MARQUES; LANÇA; QUIRINO, 2015).

3 Materiais e métodos

A metodologia utilizada se baseia em uma pesquisa exploratória, com extensa consulta de materiais teóricos como: livros, periódicos científicos, artigos, além de sites eletrônicos que abordam assuntos inerentes à temática em estudo. Com foco na ampliação investigatória, o uso da citada metodologia é essencial, potencializando o entendimento à cerca da temática abordada no presente trabalho (PRODANOV; FREITAS, 2013).

O kit didático proposto possui uma estrutura modular com quatro itens, sendo: placa Mãe, gravador, simulador e saídas digitais – DO (*digital outputs*), conforme ilustrado na Figura 1. Tal estrutura flexibiliza a construção e aplicação, permitindo que seja desenvolvido em consonância ao currículo do curso, adequando-se assim a diversas estratégias pedagógicas.

Figura 1 – Kit didático composição modular.



O kit didático possui um *layout* simples, permitindo ao estudante a fácil compreensão dos principais aspectos inerentes à interpretação de diagramas de circuitos eletrônicos e suas relações com o projeto de circuitos impressos.

Todos os componentes eletrônicos utilizados possuem encapsulamento DIP (*Dual In-Line Package*), sendo um padrão tradicional e robusto, adequado para montagens manuais e prototipagens rápidas.

Sua montagem poderá ser realizada em placa de fenolite cobreada, ilhada ou em matriz de contatos (*protoboard*). Dessa forma, a montagem e manutenção tornam-se práticas e fáceis.

3.1 Placa mãe

A placa mãe foi adaptada do circuito Arduino Uno, uma opção aberta para o desenvolvimento de *hardware* e *software*, de fácil aquisição e baixo custo. Foram mantidos os mesmos componentes eletrônicos, porém foram realizadas algumas alterações nos circuitos, objetivando facilitar a assimilação do circuito teórico implementado no *layout*, conforme ilustrado na Figura 2.

Essa placa possui um circuito principal micro controlado, onde serão gravados os programas desenvolvidos pelos alunos. O *layout* é ilustrado na Figura 3. No lado esquerdo dessa figura é representada a placa em vista superior (encaixe dos componentes) e no direito é representada a mesma placa vista por baixo.

Figura 2 – Circuito da placa principal.

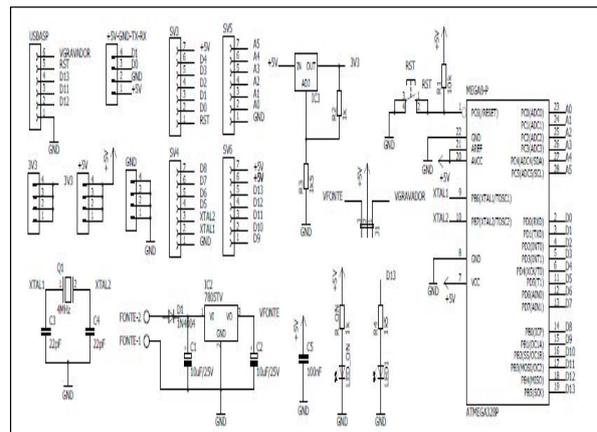
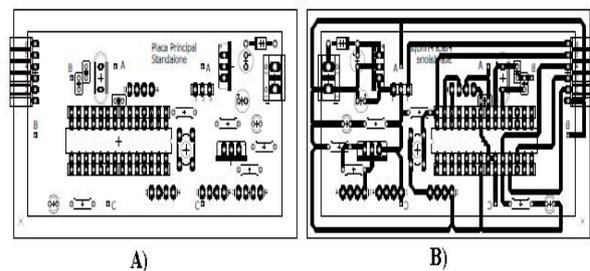


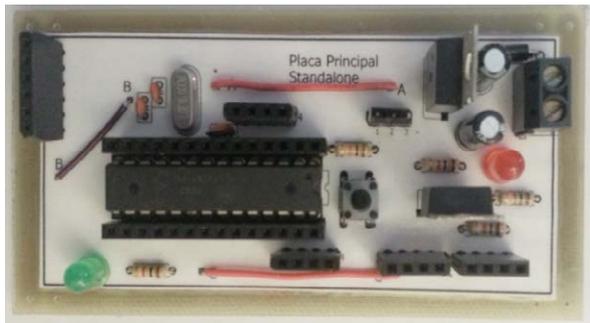
Figura 3 – Layout da placa mãe.



Optou-se pelo desenvolvimento de um *layout* simples para que o aluno tenha uma rápida assimilação das ligações e outros conceitos de montagem de circuito. Com o *layout* da placa mãe, os alunos poderão ter um primeiro contato com os itens de um circuito impresso. Na Figura 4 pode ser observada a placa mãe montada em uma placa ilhada. O *layout* foi desenvolvido com objetivo de facilitar a montagem da placa por alunos com ou sem prática nesse quesito.

A placa mãe pode ser programada em diversas linguagens de programação comuns aos alunos da área de engenharia como, por exemplo, *Assembly*, *C*, *Pascal*, *Basic*, *Ladder*, entre outras.

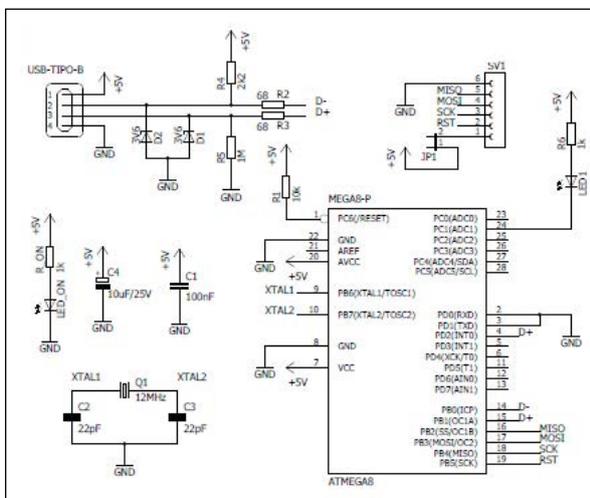
Figura 4 – Exemplo de montagem da placa principal.



3.2 Gravador

A placa de gravação é uma variação do gravador USBasp, e seu circuito pode ser visto na Figura 5.

Figura 5 – Circuito da placa de gravação.



A placa de gravação é necessária para que os alunos registrem na placa mãe, os códigos desenvolvidos em qualquer linguagem compatível, sem a necessidade de *bootloader*. Além disso, permite que o discente tenha maior autonomia com seus experimentos, vez que não dependerá de gravadores compartilhados em aulas de laboratório. O *layout* da placa de gravação pode ser visto na Figura 6 onde o lado A) é a vista superior e o B) é a vista inferior.

Seguindo a ideia da placa mãe, foi utilizado um *layout* simples para a placa de gravação. Na Figura 7 é ilustrada a placa de gravação montada, apresentando *layout* essencialmente igual ao do projeto.

Ao comparar-se a placa montada com o *layout* do projeto, verifica-se a semelhança entre ambas, simplificando o desenvolvimento da placa pelos alunos.

Figura 6 – *Layout* da placa de gravação.

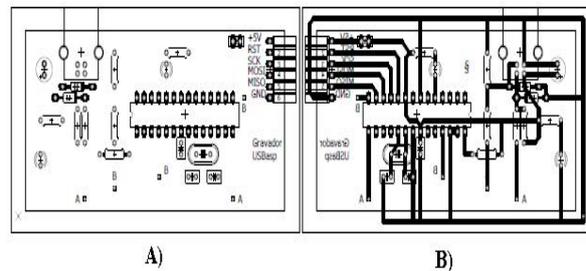
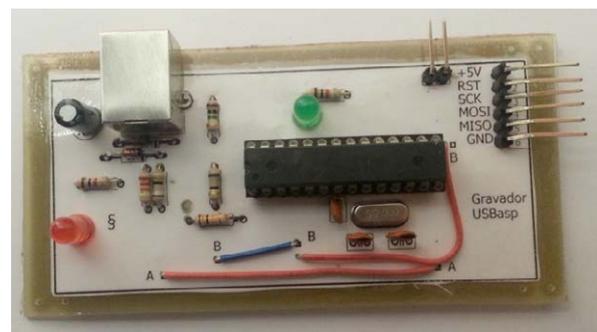


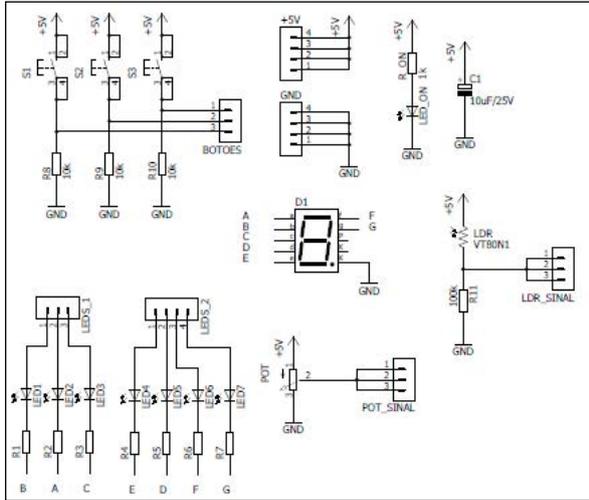
Figura 7 – Placa de gravação montada.



3.3 Simulador

Trata-se de uma placa composta por LEDs, botões, potenciômetro, LDR (*Light Dependent Resistor*) e *display* de 7 segmentos. O citado circuito pode ser observado na Figura 8.

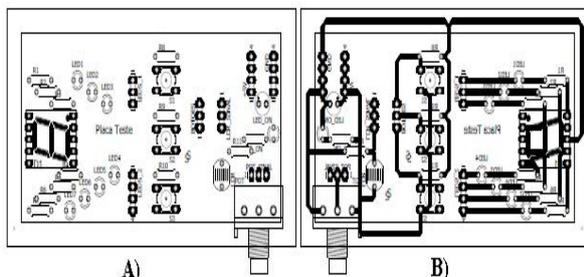
Figura 8 – Circuito da placa de teste.



O simulador assume um importante papel no kit, deixando-o mais seguro, já que o estudante não será submetido a equipamentos e instrumentos que possam oferecer riscos à sua integridade física. Ao mesmo tempo, otimiza o custo-benefício, já que esses artefatos não serão mais necessários para tais experimentos.

O simulador foi concebido para trabalhar com sinais digitais, analógicos, PWM e contagens rápidas, o que eleva seu potencial pedagógico, permitindo múltiplas possibilidades de experimentos e desafios comuns no desenvolvimento das disciplinas de programação, automação, microcontroladores, entre outras. Tais recursos tornam fácil o desenvolvimento e as simulações de experimentos como, por exemplo, o acionamento simples de dispositivos, simulações do uso de semáforos, contador hexadecimal simples, leitura e comparação analógica, controle de potência por PWM, entre outros. O layout da placa de teste pode ser observado na Figura 9 onde o lado A) é a vista superior e o lado B) é a vista inferior.

Figura 9 – Layout da placa de teste.



A placa de teste montada, ilustrada na Figura 10, possibilitará que o aluno simule várias aplicações industriais, além de agregar e ampliar conhecimentos de alguns circuitos bastante utilizados.

Figura 10 – Placa de teste montada.



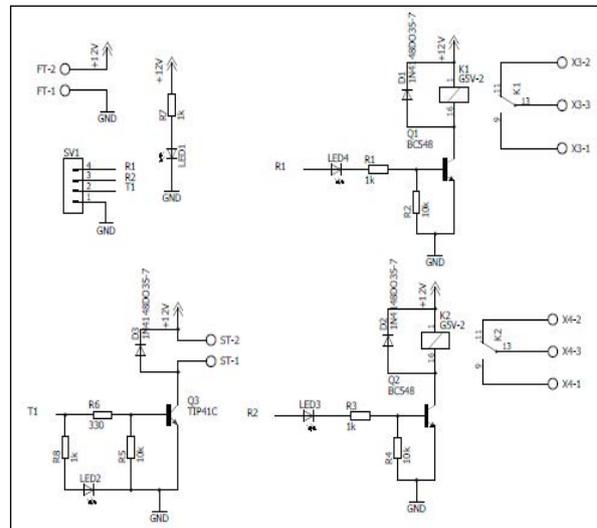
Dentre os circuitos e componentes utilizados, destaca-se o divisor de tensão, utilizando LDR (*Light Dependent Resistor*).

A prática mostra que a utilização desses componentes gera um maior grau de aprendizagem do aluno, por permitir a aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos nas teorias das disciplinas.

3.4 Saídas digitais – DO (*Digital Outputs*)

Com essa placa é possível realizar acionamentos de carga com potência superior a capacidade da placa principal. O circuito da placa de saída é ilustrado na Figura 11.

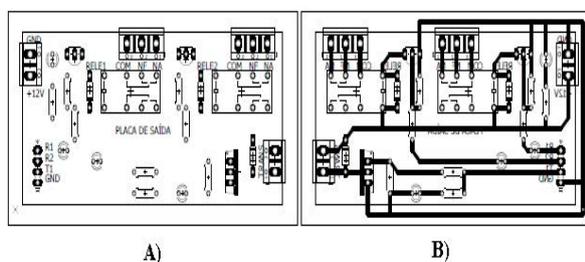
Figura 11 – Circuito da placa de saída.



O desenvolvimento dessa placa possibilitará ao estudante entender as principais diferenças entre os dois tipos de saída: relé e transistor. Também facilitará o entendimento sobre modularidade dos principais PLC's (*Programmable Logic Controller*) do mercado. Além disso, essa placa possibilita experimentos com eletrônica embarcada e industrial.

O *layout* da placa de saída pode ser visto na Figura 12 onde o lado A) é a vista superior e o lado B) é a vista inferior. Como apresentado, é necessária uma fonte externa de 12 V para o acionamento do relé e da carga do transistor.

Figura 12 – *Layout* da placa de saída.



A placa de saída possibilita o desenvolvimento de experimentos como, por exemplo, o controle de rotação do motor CC com uma ponte H e com relés, ou o controle de velocidade do motor CC por PWM. Na Figura 13 é ilustrada a placa de saída montada.

Figura 13 – Placa de saída montada.



A placa de saída possibilita o desenvolvimento de uma vasta gama de aplicações multidisciplinares, dado que permite ao aluno acionar diversos tipos de cargas.

4 Resultados e discussão

Os pontos necessários focados para a melhoria no processo de aprendizagem foram:

- Montagem de circuitos;
- Projeto de aplicativos;
- Interação com demais dispositivos;
- Autonomia do estudante no desenvolvimento de projetos.

A montagem de circuitos é necessária para que o estudante desenvolva conceitos básicos de leitura e de interpretação de circuitos eletrônicos. Nessa vertente, cria-se a possibilidade do discente adentrar no desenvolvimento prático do *layout* de placa via circuito impresso, além do uso de instrumentos e componentes muito utilizados no decorrer da vida acadêmica e profissional, tais como multímetros, ferro de solda, resistores, LEDs, circuitos integrados, entre outros (VIANA *et al.*, 2013).

É necessário o fomento dos conceitos de uso das principais linguagens de programação utilizadas na área de engenharia como: *Assembly*, *C*, *C++*, *Ladder*, etc. Além disso, a imersão nesse tipo de conteúdo possibilita que os estudantes entendam, de maneira mais ampla, a forma com que os computadores processam informações, fortalecendo a capacidade do discente no domínio de técnicas que solucionem diversos tipos de problemas (SOUSA; MELO; OLIVEIRA, 2014).

A interação com demais dispositivos é necessária para desenvolver no aluno o início de sua autonomia de projetos, tornando-o capaz de integrar diferentes tecnologias. Essa etapa possibilita a compreensão de vários tópicos de forma prática, fazendo com que o estudante tenha melhor aproveitamento nas disciplinas do curso.

A autonomia do discente no desenvolvimento de projetos é uma consequência do aprendizado obtido em todas as etapas anteriores, tornando-o capaz de desenvolver seus próprios projetos, o fluxo de desenvolvimento vai desde a ideia inicial, passando pela etapa de montagem e de programação até a integração com outros elementos (ONGARATTOA; SARKISB; RECH, 2010).

Atualmente, existem no mercado vários kits didáticos para microcontroladores como, por exemplo, o AVRLABmega8 comercializado pela empresa CERNE. Com esse kit é possível a realização de diversos trabalhos, exercícios e simulações de aplicações,

assim como na estação de ensino de eletrônica desenvolvida, porém, algumas desvantagens do kit são citadas a seguir:

a) A impossibilidade da montagem do kit pelo aluno: os kits comerciais já são comprados montados, não existe a etapa de desenvolvimento realizada pelo aluno. Com isso, a etapa de montagem de circuitos é extinta, fazendo com que o aprendizado ligado a esta etapa, como o reconhecimento de componentes, o processo de solda e outros, não seja possível, diminuindo a possibilidade de o aluno desenvolver autonomia de seus projetos;

b) A impossibilidade de agregar elementos ao kit: os kits comerciais não têm a possibilidade da adição de componentes e módulos para aumentar sua versatilidade. Desta forma, a etapa de interação com demais dispositivos fica comprometida, fazendo com que o aluno não possa utilizar o mesmo kit para outras finalidades;

c) A viabilidade financeira para as instituições de ensino, em relação ao projeto evidenciado no presente estudo, também é prejudicada, pois tais kits didáticos de prateleira, tem um custo alto. O comparativo é demonstrado por meio das Tabelas 1 e 2, onde são comparados os valores do kit desenvolvido e de outro kit de prateleira, comercializado.

Tabela 1 – Preço de kit comercial.

Kit comercial AVRLABmega8	
Componente	Preço
Kit	R\$ 300,00
Gravador	R\$ 35,00
Fonte	R\$ 20,00
Total	R\$ 355,00

Tabela 2 – Preço da estação para ensino de eletrônica.

Kit proposto no artigo	
Componente	Preço
Placa principal	R\$ 50,00
Placa de gravação	R\$ 50,00
Placa de teste	R\$ 30,00
Placa de saída	R\$ 40,00
Total	R\$ 170,00

5 Considerações finais

Um grande diferencial desse método, em que o aluno monta sua própria plataforma de estudo, consiste na promoção do desenvolvimento de habilidades básicas na leitura e interpretação de circuitos eletrônicos, além do auxílio no entendimento dos componentes reais e de seus tipos de encapsulamentos, desenvolvendo o conhecimento em equipamentos de medidas e manutenção eletrônica.

Outra vantagem de uso está na possibilidade de agregar diversos componentes e/ou módulos para aumentar a interatividade em outras disciplinas. Um exemplo é o uso de um módulo conversor USB – Serial (RS232 ou RS485), onde o kit poderá ser utilizado na disciplina de sistemas supervisórios, propiciando ao estudante, de forma prática, a familiarização com os conceitos de comunicação Mestre/Escravo, endereço do escravo, uso de *tags*, ciclo de *scan*, entre outros.

É possível também a comunicação do kit com um sistema SCADA, como o ELIPSE SCADA, SCADABR, e outros que disponibilizem padrões de comunicações como ASCII ou protocolo MODBUS. Também é possível, com o mesmo módulo e um *drive* VISA, utilizar o kit como se fosse uma placa de aquisição de dados junto ao ambiente LabVIEW®, para as disciplinas de sinais e sistemas, processamento digital de sinais, controle digital, entre outras.

Fazendo uso de um módulo ENC28J60, o kit passará a se comunicar via TCP/IP, de forma prática, interagindo com *hardware* dedicado.

O desenvolvimento do kit didático em evidência se mostra mais viável, do ponto de vista financeiro, para a instituição de ensino, que a aquisição dos tradicionais kits disponíveis para a comercialização com finalidade semelhante. Esse comparativo realizado de maneira mais ampla, avaliando as variáveis envolvidas durante os processos de montagem do kit, torna o projeto apresentando no presente artigo muito superior sob a ótica pedagógica, por potencializar a autonomia do aluno e a solidificação dos conteúdos dos cursos de engenharia eficientemente.

Após a montagem das placas, o aluno desenvolve várias habilidades fundamentais aos estudantes de engenharia como, por exemplo: a montagem eletrônica com o uso de equipamentos como o ferro de solda, a manipulações de equipamentos de medição (multímetro, osciloscópio, gerador de sinais), a interpretação e leitura de esquemas eletrônicos.

Além disso, é ampliada a compreensão sobre as características inerentes aos componentes eletrônicos como: tipos de encapsulamento, a correlação entre a simbologia e o componente real e também a relação entre circuito eletrônico e *layout* das placas.

Com a utilização da presente estação de ensino, o aluno obtém uma formação mais abrangente e mais integrada por permitir a participação em todas as etapas necessárias à confecção e utilização das placas, tornando possível a compreensão desde o processo de confecção, programação e até mesmo a expansão da placa. Além disso, possibilita que a autonomia do discente no desenvolvimento de projetos seja potencializada, fortalecendo o conhecimento do aluno de forma multidisciplinar.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. A. *et al.* Elaboração de bancadas didáticas para automação industrial baseadas em CLPs e freios de Foucault. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 35, n. 2, p. 3-13, 2016.
- CARVALHO, J. D. A.; LIMA, R. M. Organização de um processo de aprendizagem baseado em projetos interdisciplinares em engenharia. In: XXXIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2006). Passo Fundo (RS): UPF. **Anais**. 2006.
- COLOMBO, C. R.; SANTANA, M. J. A. Trabalhos de conclusão de curso: Um meio de fomentar um processo de ensino de engenharia baseado em pesquisa. In: XXXIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2006). Passo Fundo (RS): UPF. **Anais**. 2006.
- CUNHA, F. L.; FREITAS, R. A. C. Metodologia para projeto e implementação de laboratórios de cursos de engenharia. In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2010). Fortaleza (CE). **Anais**. 2010.
- GAIO, L. M. *et al.* Interdisciplinaridade nos cursos de engenharia da UNB/FGA a partir do projeto de reciclagem de óleo de fritura-biogama. In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2011). Blumenau: FURB. **Anais**. 2011.
- KOEHLER, L. P. *et al.* A contextualização do ensino de engenharia baseada em plantas industriais. In: VII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica (CONEM 2012). São Luís: IFMA/UEMA. **Anais**. 2012.
- MAINES, A. Interdisciplinaridade e o ensino de engenharia. In: XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (Cobenge 2001). Porto Alegre: PUCRS. **Anais**. 2001.
- MARCOS, F. M. Controlador PID analógico: uma abordagem didática em laboratório. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (Cobenge 2005). Campina Grande, UFCG. **Anais**. 2005.
- MARQUES, E. C.; LANÇA, T.; QUIRINO, S. B. Análise da aplicação de um projeto interdisciplinar na educação de futuros engenheiros: montagem de máquinas térmicas com materiais reciclados. **GEPROS: Gestão da produção, operações e sistemas**, v. 10, n. 4, p. 121-137, 2015.
- MEC. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR. **Referenciais nacionais dos cursos de engenharia**. Disponível em: <<http://migre.me/wfeJ7>>. Acesso em: 10 fev. 2017.
- ONGARATTOA, R. S.; SARKISB, J. R.; RECH, R. Construção de uma torre de resfriamento de bancada para o ensino de operações unitárias. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 29, n. 2, p. 27-34, 2010.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C.; **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**, 2. ed., FEEVALE: Novo Hamburgo, 2013.
- SÁENZ, J. *et al.* Open and low-cost virtual and remote labs on control engineering. **IEEE Access**, v. 3, p. 805-814, 2015.
- SIQUEIRA, M. A.; VAN ELS, R. H. Uso de bancada de ensaio de turbina hidráulica em laboratório na formação do engenheiro de energia a partir da disciplina fontes de energia e tecnologias de conversão. In: XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2014). Juiz de Fora: UFJF. **Anais**. 2014.
- SOUSA, F. R. F.; MELO, J. F. A. S. A. C.; OLIVEIRA, F. R. Resultados do curso de introdução à programação no curso de engenharia civil na Universidade Federal do Pará. In: XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2014). Juiz de Fora: UFJF. **Anais**. 2014.
- VIANA, I. P. *et al.* Didactic kit for practical testing of the basic switched mode power supply topologies. In: 2013 Brazilian Power Electronics Conference (COBEP 2013). **Anais**. 2013. p. 761-766.