IMPLANTAÇÃO DE LABORATÓRIO DE AUTOMAÇÃO DA MANUFATURA COMO MEIO PARA MELHORAR O ENSINO DE AUTOMAÇÃO EM CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

André Bittencourt Leal[1] – leal@joinville.udesc.br
Amanda Santina Rodrigues Beloli[2] – amandabeloli@gmail.com
Christian Joezer Meirinho[2] – christianmeirinho@gmail.com
Rodolfo Lauro Weinert[2] – rodolfoweinert@gmail.com

[1]Tutor do Grupo PET Engenharia Elétrica
[2]Integrante do Grupo PET Engenharia Elétrica
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC
Centro de Ciências Tecnológicas, Departamento de Engenharia Elétrica
Rua Paulo Malschitzki, s/numero - Bairro Zona Industrial Norte
CEP 89219-710 – Joinville - SC

Resumo: *O presente trabalho tem como propósito apresentar os benefícios obtidos com a implantação de um laboratório de automação da manufatura junto ao curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Estado de Santa Catarina, visando principalmente à melhoria do ensino de graduação e pós-graduação. Para tanto é apresentado o panorama do referido curso e uma perspectiva da educação em engenharia no Brasil. É relacionado a forma de ensino e o aprendizado obtido, pelos estudantes, com o que realmente a indústria necessita no mercado de trabalho e a vivência na integração dos conhecimentos em engenharia. Neste contexto, apresenta-se a importância dos laboratórios no ensino de engenharia, destacando a implantação do sistema flexível de manufatura na UDESC. São apresentados o processo de obtenção, os equipamentos contidos, funcionamento e os resultados alcançados através de tal laboratório.*

Palavras-chave: *Ensino, prática, laboratório, automação, manufatura.*

1. INTRODUÇÃO

O curso de Engenharia Elétrica da UDESC possui a carga horária de 4.662 horas de aulas teóricas e 522 horas de aulas práticas, segundo o Projeto Pedagógico do curso (PPC) em vigor desde 2008. Segundo Oliveira (2011) "[…] a participação em um projeto que envolve prática em laboratório é uma excelente oportunidade de complemento do curso". Mostra-se necessário, portanto, o desenvolvimento de estruturas laboratoriais para a melhoria do ensino em engenharia com ênfase em atividades práticas.

Outra questão importante está relacionada à inovação de mercado. Para que as empresas se mantenham competitivas é preciso uma constante inovação de produtos, serviços e processos, ou seja, é preciso investimentos em tecnologia, a fim de reduzir

custos e tornar a produção mais eficiente. Nesse sentido, Silveira (2002, p.29) afirma que o processo de automação de sistemas produtivos garante uma maior produção pela redução dos tempos de configuração de equipamentos. Assim, os sistemas de manufatura são estruturas muito importantes no processo produtivo industrial.

Dada a importância de tal estrutura, existe a demanda de mão de obra especializada para projetá-la e corrigir eventuais problemas, como em outros sistemas tecnológicos. Desta forma, é preciso que os graduados da área estejam preparados para atuar em tais funções como mão de obra qualificada.

1.1. ENSINO DE ENGENHARIA: UMA PERSPECTIVA ATUAL

A qualidade da educação brasileira tem sido alvo de diversas discussões, visto o fraco desempenho do Brasil frente a outros países. No início dos anos 50, o ensino "resumia-se a exposições orais do professor, brava e integralmente anotadas pelos alunos e desenvolvidas nas provas, sem nenhum metabolismo interno e, portanto, sem que as informações se transformassem em um conhecimento consistente. [...] Esse era um método de ensino que comprometia até mesmo a simples operação mental do aluno sobre os conceitos aprendidos, para aplicá-los em experiências práticas" (SCHNAID; ZARO; TIMM, 2006, p.23).

Apesar de grandes esforços em implementação de laboratórios e aulas práticas, os cursos de engenharia continuam engessados a essa estrutura curricular formatada nas décadas de 50 e 60, na qual o professor é um comunicador e o aluno mero ouvinte. Ainda, tais aulas práticas acabam muitas vezes por não representar a realidade profissional, limitando-se a simulações ou aplicações apenas acadêmicas. Nesse sentido, Schnaid, Barbosa e Timm (2006, p. 56) afirmam que os alunos não são confrontados com características reais da profissão que obrigam o engenheiro a resolver problemas complexos através de soluções que não são únicas nem evidentes.

Para que ocorram mudanças é preciso uma reflexão crítica da situação do ensino de engenharia no Brasil, assim como houve, por exemplo, nos Estados Unidos. Mlititsky (2006, p. 36) comenta que na década de 80 os americanos tiveram de refletir a respeito do ensino de engenharia, pois, observando a indústria, perceberam que as universidades estavam, naquele momento, formando "projetistas e construtores de diligências, mas as diligências não eram mais necessárias à economia".

É possível perceber a preocupação com o Ensino de Engenharia já que este tem sofrido diversas transformações. As últimas alterações, instituídas pelo Ministério da Educação – MEC, em um escopo geral de engenharia são: Parecer CNE/CES n.1.362, de 12 de dezembro de 2001 e a Resolução CNE/CES n.11, de 11 de março de 2002 (CNE/CES, 2002), que tratam das Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Posteriormente, foi publicada a Resolução nº2, de 18 de Junho de 2007 do Conselho Nacional de Educação (CNE/CES, 2007) que "Dispõe sobre a carga horária mínima e procedimentos relativos à integralização e duração dos cursos de graduação bacharelados, na modalidade presencial".

Fyenman apud Schnaid, Zaro e Timm (2006) afirma que existe "muita transmissão de conhecimento, muita memorização de conteúdos para fazer provas e pouco ensino realmente capaz de desenvolver raciocínio abstrato e abrangente." Schaid complementa dizendo que essa tem sido uma opinião frequente sobre o que acontece nas escolas de engenharia (Fyenman apud Schnaid, Zaro e Timm, 2006 p. 25). Este contexto mostra

que mudanças nos cursos de engenharia são necessárias para que os conteúdos e formas de ensino não se tornem obsoletos. Os estudantes de engenharia devem receber um ensino que os capacite para o mercado de trabalho e para a indústria, que está em constante transformação.

O aprendizado obtido na universidade não será suficiente, o mercado é muito dinâmico, assim é preciso que os estudantes tenham uma formação abrangente, que os prepare para buscar conhecimento de forma ágil. Milititsky (2006) comenta sobre o aprendizado num curso de engenharia dizendo que é evidente que a caixinha de ferramentas com que o aluno se forma não vai resolver todos os problemas de sua vida profissional, e em muito tempo estará obsoleta.

É fundamental que seu aprendizado seja ativo, com base em casos reais de indústria e com menos dependência das aulas expositivas formais (Fyenman apud Schnaid, Zaro e Timm, 2006 p. 25). Portanto, a utilização de um laboratório flexível de manufatura, semelhante à realidade da indústria favorece o crescimento e o preparo do acadêmico para a realidade profissional fora da universidade.

Pensando nisso, foi criado o projeto CILEAM – Criação de uma infraestrutura laboratorial para o ensino da automação da manufatura, implantando o Laboratório de Automação da Manufatura (LAMAN), na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Coordenado pelo professor Dr. André Bittencourt Leal tem como objetivo que os acadêmicos dos cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção e Ciência da Computação vivenciem na universidade uma realidade próxima a que encontrarão nas indústrias e adquiriram conhecimentos práticos na área de automação.

Para estruturar o laboratório, o projeto conta com a participação de integrantes do Programa de Educação Tutorial – PET Engenharia Elétrica e acadêmicos deste mesmo curso, que trabalham desenvolvendo apostilas e tutoriais dos equipamentos visando à fácil utilização do sistema flexível de manufatura em disciplinas da graduação e projetos de pesquisa.

2. LABORATÓRIO DE AUTOMAÇÃO DA MANUFATURA

O Sistema Flexível de Manufatura que constituí o LAMAN foi adquirido com recursos de duas fontes diferentes, o Governo do Estado de Santa Catarina e a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

Dos investimentos aplicados nesta estrutura, R$ 850 mil foram provenientes de um “Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior” do Governo do Estado de Santa Catarina e R$ 650 mil da UDESC, totalizando um montante de R$ 1.500.000,00.

2.1. Estrutura

O sistema flexível de manufatura do LAMAN é composto de quatro estações de trabalho (*Workstations – WS*), uma esteira transportadora e um software de gerenciamento chamado de OpenCIM (INTELITEK, 2013).

A *WS1* é constituída de uma estação de Armazenagem e Reposição Automática de peças (*Automated Storage and Retrieval System – ASRS*), que é formada por 72 células

de armazenamento e um manipulador robótico responsável pela retirada e armazenagem de peças (ver Figura 1(a)).

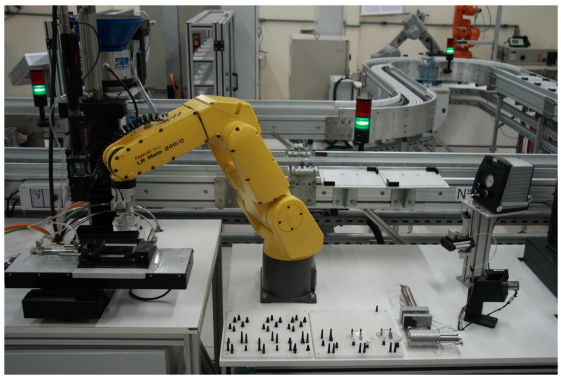
Na Figura 1(b) apresenta-se a Estação de Usinagem (*WS2*), a qual é formada por um torno e um centro de usinagem CNC, além de um robô articulado de 6 graus de liberdade que fica sobre um trilho deslizante a fim de aumentar sua área de alcance.

Na Figura 1(c) mostra-se a Estação de Montagem (*WS3*), que é composta por robô articulado de 6 graus de liberdade, sistema de parafusamento automático, sistema de colagem, sistema de montagem (morsa pneumática) e um sistema de colocação de pequenas esferas.

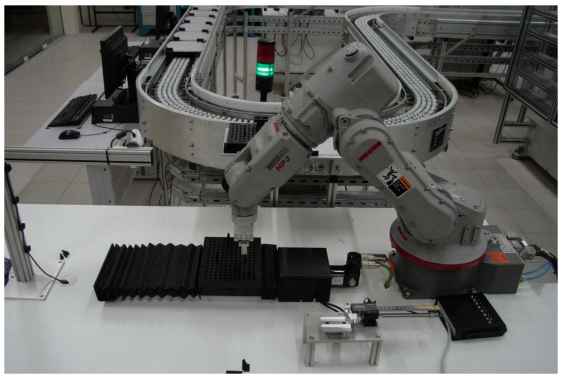
Finalmente, na Figura 1(d) apresenta-se a Estação de Controle de Qualidade (*WS4*), composta por um robô articulado de 6 graus de liberdade, um paquímetro digital e um sistema de visão de máquina.

(a) WS1

(b) WS2



(c) WS3



(d) WS4

Figura 1: Estações de Trabalho

O transporte de peças entre as estações de trabalho é feito por uma esteira em formato de L (Figura 2) que interliga todas as estações. As matérias-primas brutas e as peças em processo são colocadas sobre *templates* (Figura 3), que são depositados sobre *paletes* (Figura 3) que trafegam sobre a esteira. Em cada um dos *paletes* existe um sensor RFID *(Radio Frequency IDentification)* com o objetivo de identificar o *template* e a peça transportada pelo mesmo.

Assim, quando um *palete* passa por uma dada estação, um sensor RFID existente nesta estação envia a identificação deste *palete* para o OpenCIM, que por sua vez consulta um banco de dados e envia informações para a estação acerca das ações que a mesma deve tomar para aquela peça. Ao final da operação da estação, o robô coloca a peça em um *template* e, na sequência, coloca este sobre um *palete* (que pode ser

diferente do que transportava a peça originalmente). Neste momento é atualizada a informação acerca da peça depositada sobre o *palete*, mantendo assim atualizadas as informações sobre as peças que trafegam sobre a esteira.

Figura 2. Esteira Transportadora

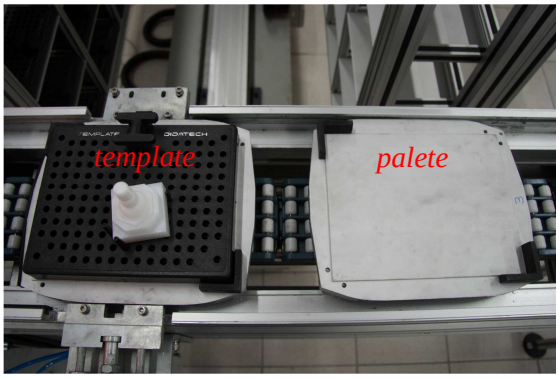


Figura 3. Template e Palete

No ASRS existem diversas matérias-primas, cada uma delas destinada à fabricação de um produto. A partir de uma ordem de produção do OpenCIM, o manipulador robótico retira a matéria-prima adequada (juntamente com o *template* que a acomoda) e coloca sobre a esteira para que a mesma seja levada até às demais estações. As peças podem passar ou não por todas as estações e podem sofrer operações diferentes em uma mesma estação ou máquina.

Na estação de usinagem, algumas peças passam pelo torno CNC e outras pelo centro de usinagem CNC, sempre com o transporte feito pelo robô que compõe esta estação. Peças diferentes podem passar pela mesma máquina, mas executando programas diferentes a fim de obter produtos distintos. São estes fatores que conferem flexibilidade ao sistema de produção.

Na WS3 também são feitos distintos processos de montagem, de acordo com o tipo de peça. Algumas peças são encaixadas, outras são parafusadas pelo sistema de parafusamento automático, outras são coladas pelo sistema de colagem, e outras recebem pequenas esferas por um sistema chamado de *ball feeder*. Todos estes processos da WS3 são executados com auxílio do robô que compõe esta estação de trabalho.

Já na WS4 é feito o controle de qualidade das peças produzidas. Assim, algumas peças são medidas no paquímetro e outras são analisadas pelo sistema de visão, o qual é capaz de identificar, por comparação com padrões previamente armazenados, se a peça

está de acordo com o projeto. De acordo com o resultado obtido na WS4, as peças podem ser armazenadas no ASRS, remanufaturadas ou descartadas.

O software OpenCIM é dotado de um ambiente de realidade virtual 3D que permite montar e simular diferentes sistemas de manufatura virtuais (ver Figura 4). Além disso, por intermédio do OpenCIM pode-se controlar e gerenciar o funcionamento do sistema real de modo *online* e definir as ações que serão tomadas em cada uma das estações para a fabricação dos diferentes tipos de peças.

Esse software é dotado ainda de um módulo de MRP (*Material Resource Planning*) que é usado para criar e definir três tipos de pedidos: Pedidos de Clientes (produtos requisitados ou encomendados), Ordens de Produção (itens a serem produzidos), e Ordens de Compra (itens a serem comprados de fornecedores). Assim, este módulo permite que o usuário crie uma lista de clientes e defina os produtos encomendados por cada cliente. Uma vez que os Pedidos de Clientes são criados, o MRP automaticamente cria um Pedido de Produção e um Pedido de Compra. Além disso, podem-se gerar relatórios e gráficos para análise da produção.

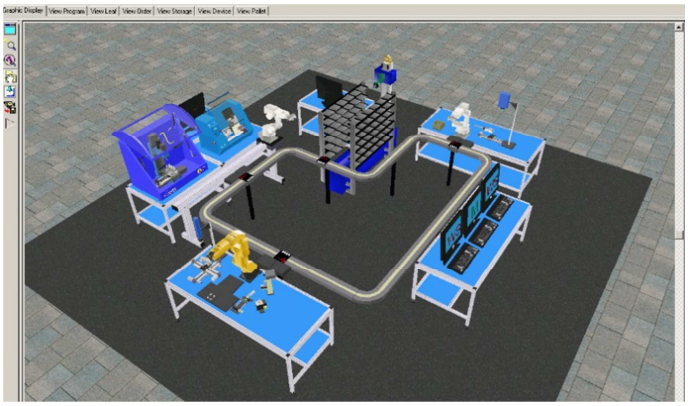


Figura 4: Tela do OpenCIM com sistema de manufatura do LAMAN

2.2. Relação com a Indústria

Na quase totalidade, os componentes deste sistema são equipamentos industriais de pequeno porte e de tecnologias amplamente utilizadas na indústria. Assim, as técnicas, métodos e ferramentas usados para a operação dos mesmos são idênticos aos usados em ambientes industriais.

A programação dos robôs, máquinas CNC e sistema de parafusamento seguem as mesmas linguagens usadas nas grandes indústrias ao redor do mundo. Além disso, cada uma das estações possui um painel de operação com IHM (Interface homem máquina) gráfica *touch screen* e um painel elétrico de controle formado por dispositivos industriais como Controlador Lógico Programável (CLP), controladora de segurança, *switch*, *soft starters*, inversores de frequência e outros.

O CLP utilizado é totalmente compatível com a norma IEC 61131 (IEC, 2003) e permite a programação nas cinco linguagens estabelecidas na IEC 61131-3 (IEC, 2003; FONSECA et. al., 2009). São usados sensores e atuadores com tecnologias industriais, tais como o sensor RFID para identificação do palete que chega a cada estação. A troca de dados e a consequente integração entre as estações de trabalho, a esteira e o software de gerenciamento é feita por intermédio de redes industriais de chão de fábrica, tais como as redes Ethernet, Modbus e CanOpen.

Os equipamentos e processos implementados, portanto, são totalmente compatíveis com os padrões industriais e permitem que a prática realizada no laboratório seja utilizada como base para trabalhos profissionais futuros.

3. O LABORATÓRIO E A MELHORIA DO ENSINO

Antes de decidir pela aquisição deste laboratório, que é de alto valor, analisou-se a possibilidade de aquisição de um laboratório de menor porte e de custo bem inferior. Entretanto, todas as alternativas pesquisadas apontavam para uma estrutura com equipamentos didáticos e tecnologias completamente diferentes daquelas encontradas nos ambientes industriais. Assim, a escolha de tal sistema deveu-se ao fato dele reunir equipamentos e tecnologias atualmente empregadas em ambientes industriais, de modo que os alunos possam vivenciar na universidade um pouco da realidade que poderão encontrar no exercício de suas futuras profissões, aproximando-os então desta realidade profissional.

Como se pode notar, este sistema flexível de manufatura (*hardware* e *software*) envolve conhecimentos de diversos cursos, tais como Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção e Ciência da Computação. De fato, a área de automação é interdisciplinar. Por outro lado, o ensino da mesma é normalmente feito de forma fragmentada, segmentada, sem uma visão sistêmica.

Dentre outros, conhecimentos sobre máquinas CNC, gerenciamento e controle da produção (escalonamento de ordens da produção, por exemplo) não são tratados nos cursos de engenharia elétrica das IES brasileiras. Ainda, temas como robótica, redes de comunicação industriais e programação de CLPs são abordados nos cursos de engenharia elétrica, mas normalmente são tratados de forma isolada, em diferentes disciplinas, sem que seja feita a inter-relação entre estes conhecimentos e práticas. Ocorrendo assim a dicotomia entre teoria e prática, sem inter-relacionamento entre as disciplinas.

Desta forma, a aquisição deste laboratório tem como proposta o ensino integrado das diversas disciplinas a partir de uma única plataforma, o sistema flexível de manufatura do LAMAN. Para tanto, as aulas práticas das diversas disciplinas de automação e robótica do curso de Engenharia Elétrica da UDESC-Joinville foram planejadas de modo a trabalharem conhecimentos e problemas formulados sobre este sistema.

No PPC de Engenharia Elétrica da UDESC foram contempladas algumas disciplinas que, de alguma forma, abordam todos os temas envolvidos neste laboratório. Na disciplina de “Automação” são tratados os conceitos básicos de automação e os principais elementos utilizados para a automatização de processos. São estudados os sensores e atuadores usados na automação industrial, bem como hardware e software dos Controladores Lógicos Programáveis (CLPs).

Na disciplina de “Redes para Automação Industrial” são abordadas teoria e prática de temas relacionados às redes de comunicação industrial. São estudados então tópicos como topologias e arquiteturas das redes de comunicação, o modelo de referência ISO/OSI, a arquitetura internet TCP/IP, interconexão de redes, concentradores; e redes locais industriais (os níveis hierárquicos de integração fabril no modelo CIM, características das redes industriais, projetos de padronização e etc.).

Já a disciplina de “Laboratório de Automação Industrial” tem um foco teórico-prático no controle de processos industriais usando principalmente CLPs. São tratados

problemas de controle e acionamentos de máquinas, controle de processos industriais (temperatura, vazão, nível e pressão), além de aplicação de eletropneumática.

Na disciplina de "Fundamentos de Robótica" é feita uma introdução à robótica, mostrando aplicações de robôs e ensinando os fundamentos matemáticos importantes para modelagem e controle cinemático de robôs manipuladores. São tratados ainda temas de programação de robôs manipuladores e noções de robótica móvel.

Por fim, na disciplina de "Laboratório de Automação da Manufatura" são abordados os sistemas de produção automatizados, células de manufatura, integração de robôs em células de manufatura, sistemas flexíveis de manufatura. Um tema de destaque nesta disciplina consiste na modelagem e controle supervisório de sistemas de manufatura usando a Teoria de Controle Supervisório (RAMADGE & WONHAM, 1987).

Como se pode observar, a disciplina de Laboratório de Automação da Manufatura faz uso dos conhecimentos ensinados nas disciplinas descritas anteriormente, permitindo assim a consolidação e o inter-relacionamento dos mesmos por parte dos alunos por intermédio da sua utilização prática junto ao sistema flexível de manufatura do LAMAN.

4. DISCUSSÃO

Todas as disciplinas do curso de Engenharia Elétrica apresentadas na seção anterior e os conhecimentos dos cursos de Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção e Ciências da Computação, já explanados, mostram a ampla capacidade de integração dos conhecimentos de engenharia proporcionados pelo laboratório.

Diversos trabalhos têm sido realizados no LAMAN, desde TCCs e trabalhos de IC, até pesquisa em nível de pós-graduação. Nestes trabalhos estão envolvidos professores e alunos de diversos cursos que atuam em conjunto, de forma a compartilhar e complementar os conhecimentos, com o objetivo de solucionar problemas de integração de sistemas de manufatura.

Atualmente, há dois projetos de pesquisa em andamento que utilizam a infraestrutura laboratorial do LAMAN: Simulação Gráfica Interativa de Alta Precisão para Usinagem CNC, Uso de STEP-NC e IEC61499 em CNC e Integração da Manufatura, Orientação de robôs industriais por sistemas de visão coordenados pelo prof. Dr. Roberto Silvio Ubertino Rosso Junior, do Departamento de Ciência da Computação (DCC) e Controle Supervisório de Sistemas e Eventos Discretos: da Teoria à Implementação, coordenado pelo prof. Dr. André Bittencourt Leal.

Integram os projetos de pesquisa acima diversos alunos de graduação dos cursos de Engenharia Elétrica, Mecânica e Ciência da Computação em trabalhos de iniciação cientifica. Além destes, participam também alunos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UDESC. Os trabalhos desenvolvidos seguem a ideia proposta de integração dos conhecimentos de engenharia.

Este laboratório possibilitará ainda a realização de pesquisas aplicadas, sejam elas de iniciação científica ou de pós-graduação, o que hoje tem sido uma grande dificuldade, uma vez que não se pode parar uma fábrica para realização de testes.

Assim, o laboratório se constitui em um ambiente propício para o aprendizado interdisciplinar, de conhecimentos atuais, e a interação entre graduação e pós-graduação, fato este que deve contribuir sobremaneira para a melhoria da formação dos alunos envolvidos.

Vale destacar que este laboratório foi recente implantado e que ainda não se pode analisar a melhoria na formação dos alunos. Por outro lado, já se colhem resultados como o aumento do interesse dos alunos que cursam as disciplinas da área, e o aumento da procura de alunos interessados em realizar TCC e IC junto ao referido laboratório.

Ainda, no intuito de melhorar o ensino das disciplinas da área de automação, os integrantes do projeto de ensino CILEAM têm estudado os equipamentos e *software* que fazem parte do sistema flexível de manufatura. Até o presente momento foram desenvolvidas quatro apostilas abordando os temas: sistema supervisório Elipse, *software* OpenCIM, robô Fanuc e Sistema de Visão. Este material está disponível para os professores e alunos das disciplinas da área de automação, e têm sido utilizados também pelos alunos de TCC, IC e pós-graduação.

5. CONCLUSÃO

O ensino técnico em engenharia normalmente limita-se a aulas teóricas, as aulas de laboratório, quando existem, restringem-se a simulações. Tal aspecto acaba fazendo com que os acadêmicos saiam mal preparados da universidade para o mercado de trabalho, visto que não conhecem o funcionamento de sistemas reais. Além disso, os projetos de pesquisa e iniciação científica também acabam não tendo foco em aplicações industriais.

Portanto, ter um laboratório de alta tecnologia, semelhante à encontrada na industrial, em um curso com aproximadamente 90% de carga horária teórica, é uma grande oportunidade para que os acadêmicos possam desenvolver um conhecimento aplicado, semelhante ao que encontrarão no mercado de trabalho.

Ainda quanto à atuação profissional, é interessante notar que uma equipe de trabalho é normalmente formada por profissionais de diferentes áreas, com diferentes conhecimentos específicos. Contudo, é importante que todos tenham um conhecimento amplo sobre o campo de atuação, a fim de desenvolver as atividades em conjunto de forma complementar.

Assim, a implantação de um laboratório de manufatura mostra-se extremamente importante para complementar a formação acadêmica, trazendo o ambiente industrial para dentro da universidade e tornando assim o ensino em engenharia mais atraente e completo. Por fim, o laboratório permite que disciplinas isoladas sejam inter-relacionadas, consolidando o conhecimento de forma apropriada para a futura atuação profissional dos graduandos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CNE/CES 2002. Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Conselho Nacional de Educação / Câmara de Educação Superior, 2002.

CNE/CES 2007. Resolução CNE/CES nº 2, de 18 de junho de 2007. Dispõe sobre a carga horária mínima e procedimentos relativos à integralização e duração dos cursos de graduação bacharelados, na modalidade presencial. Conselho Nacional de Educação / Câmara de Educação Superior, 2007.

FONSECA M. O., SEIXAS FILHO, C. & BOTTURA FILHO, J. A. APLICANDO A NORMA IEC 61131 NA AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS. ISA DISTRITO 4, 2009.

IEC 2003. International Standard IEC 61131-3, Programmable Logic Controllers – Part 3: Programming Languages.

INTELITEK 2013. OpenCIM: Computer Integrated Manufacturing for Industrial Training Applications - User Manual. Disponível em <http://www.utc.edu/Departments/engrcs/ielab/lab-info/manuals/100094-D-OpenCIM%20User%20Manual%20Ver3%20%280305%29.pdf> Acesso em 24/06/2013.

MILITITSKY, Jarbas. O Desafio de formar engenheiros como transformadores sociais. In: SCHNAID, Fernando (org.), ZARO, Milton Antônio (org.), TIMM, Maria Isabel (org.). Ensino de Engenharia: do positivismo à construção das mudanças para o século XXI. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. p. 35-37.

OLIVEIRA, T. de, De BORBA, R. G., MEIRINHO, C. J., SEBEM, R. e LEAL, A. B. Projetos de Ensino: Uma Alternativa para a Melhoria do Curso e para a Complementação da Formação dos Estudantes de Graduação. In: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2011, Blumenau-SC. Anais do XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Brasília: ABENGE, 2011.

RAMADGE, P. J.; WONHAM, W. M.; 1987. Supervisory control of a class of discrete-event processes. SIAM Journal of Control and Optimization, v. 25, n. 1, p. 206–230.

SCHNAID, Fernando (org.), BARBOSA, Fernando, TIMM, Maria Isabel (org.). Cabeça de engenheiro. In: _____. Ensino de Engenharia: do positivismo à construção das mudanças para o século XXI. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. p. 39-57.

SCHNAID, Fernando (org.), ZARO, Milton Antônio (org.), TIMM, Maria Isabel (org.). Um olhar crítico nem sempre implica desconstrução. In: _____. Ensino de Engenharia: do positivismo à construção das mudanças para o século XXI. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. p. 21-33.

SILVEIRA, Paulo R., SANTOS, Winderson Eugenio. AUTOMAÇÃO E CONTROLE DISCRETO. Tatuapé: Editora Érica, 2002. p.29.

IMPLEMENTATION OF A MANUFACTURING AUTOMATION LABORATORY AS A MEANS TO IMPROVE EDUCATION IN AN ELECTRICAL ENGINEERING COURSE

Abstract: *This paper aims to present the benefits obtained with the implementation of a manufacturing automation laboratory in the Electrical Engineering course at the Santa Catarina State University, showing mainly the aiming of undergraduate and graduate*

courses. Therefore we present the overview of that course and an overview of engineering education in Brazil. It is related to the form of teaching and learning process, the students, what the industry really needs in the labor market and experience in the integration of knowledge in engineering. It presents the importance of laboratories in engineering education, highlighting the implementation of flexible manufacturing system in UDESC. Presents the process of obtaining the equipment contained, operation and results achieved through such a laboratory.

Key-words: *Education, practice, laboratory, automation, manufacturing.*