



Desenvolvimento de Módulos Didáticos para Ensino de Técnicas de Automação no IFPB

Ronimack Trajano de Souza – ronimack.souza@ifpb.edu.br
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
Avenida 1º de Maio, 720, Jaguaribe
CEP: 58.015-430 - João Pessoa - PB

Ittalo dos Santos Silva – ittalosantoss@gmail.com
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
Avenida 1º de Maio, 720, Jaguaribe
CEP: 58.015-430 - João Pessoa - PB

Samuel Carvalho da Silva Junior – samueljunior555@gmail.com
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
Avenida 1º de Maio, 720, Jaguaribe
CEP: 58.015-430 - João Pessoa - PB

Resumo: *O mercado de trabalho brasileiro vive um momento extremamente favorável para os profissionais qualificados na área de tecnologia. As demandas do mercado são por inovação e o grande diferencial para um projeto de sucesso está na formação profissional. Nesse contexto, qualificar os alunos dos cursos técnicos e superiores para o mercado de trabalho tem sido uma luta constante da Unidade Acadêmica de Indústria do IFPB, campus João Pessoa. Proporcionar ferramentas para melhor capacitar os nossos alunos é um dos objetivos da atual estrutura curricular dos Cursos de Técnico em Eletrotécnica e Engenharia Elétrica do IFPB, visando proporcionar ao aluno uma aula com demonstração prática não somente nos ambientes de laboratório. Este trabalho apresenta o planejamento, o desenvolvimento e a construção de um módulo didático portátil a ser usado em aulas teóricas e práticas dos Cursos Técnico em Eletrotécnica e Engenharia Elétrica e áreas afins. O módulo é composto por um Controlador Lógico Programável (CLP), associado a sinalizadores e dispositivos de comando (botões) e bornes de conexão entre os dispositivos. O objetivo do módulo é possibilitar ao aluno a oportunidade de conhecer as particularidades e as funcionalidades do CLP, bem como, as simulações de sistemas de controle digital. Com o desenvolvimento das tarefas, pretende-se despertar, no aluno, uma visibilidade prática, fazendo com que o estudante tenha contato com dispositivos elétricos utilizados em sistema de automação, aprimorando e estimulando o conhecimento e aplicação, como também, auxiliando o professor no desenvolvimento da aula.*

Palavras-chave: *CLP, Módulo de Treinamento, Módulo Didático, Equipamento Educacional, Kit Didático*



1. INTRODUÇÃO

A educação tecnológica no Brasil é caracterizada, principalmente, pelo desenvolvimento prático dos estudantes, haja vista os investimentos em materiais, laboratórios especializados, equipamentos digitais e diversos dispositivos que, unidos a uma teoria de qualidade, proporcionam uma boa base prática e teórica necessários para a formação de bons profissionais, contribuindo para o progresso e industrialização do país como um todo.

Em contra partida, a proposta deste projeto é oriunda da observação da realidade contraditória entre os custos destinados a adequação dos laboratórios, através da aquisição de módulos didáticos industrializados e os recursos didáticos disponibilizados por esses módulos.

Devido ao alto custo dos módulos didáticos industrializados, bem como, restrição de espaço para instalação dos módulos, há uma carência em número de módulos nos laboratórios do Instituto Federal da Paraíba, em especial, do Campus João Pessoa, fomentando, muitas vezes, a necessidade da realização de grupos entre os alunos, a fim de adequar o número de equipamentos ao número desses estudantes, o que, nem sempre, promove o melhor aproveitamento possível da aula. O elevado número de alunos compartilhando o mesmo equipamento durante as aulas práticas limita o aproveitamento necessário da disciplina, contribuindo para o surgimento de certa dificuldade em associar teoria à prática, fazendo como que o mesmo permaneça com essa lacuna em seu aprendizado acadêmico e, conseqüentemente, não atinja as expectativas do âmbito industrial.

Diante disso, tendo como objetivo principal minimizar estes obstáculos, mais precisamente na disciplina de Automação Predial e Industrial (API) do IFPB, levando em consideração seus limites e conteúdos, este trabalho se pauta na elaboração de um módulo didático personalizado com dispositivos de comando (botões liga/desliga) e de sinalização, assistidos por um Controlador Lógico Programável (CLP), que assume diferentes funções de acordo com a orientação digital imposta, sob controle de um programa escrito em linguagem de relés e blocos. O CLP utilizado na montagem do módulo foi o CLIC 02, fabricação WEG.

O módulo permite desenvolver circuitos, conexões e instalações que oferecem, considerável a base prática, como também, adiciona, em termos de quantidade e qualidade, uma alternativa de baixo custo frente às opções de mercado.

O objetivo deste artigo é apresentar a experiência da coordenação de eletrotécnica no desenvolvimento de módulos didáticos a baixo custo para práticas de sistemas de automação predial e industrial.

2. A DISCIPLINA AUTOMAÇÃO PREDIAL E INDUSTRIAL

A disciplina Automação Predial e Industrial é obrigatória para o curso técnico em Eletrotécnica e para alguns cursos profissionalizantes dos programas Pronatec e Certific.

A disciplina Automação Predial e Industrial para o curso técnico em Eletrotécnica apresentam uma carga horária de 100 horas de aula. A disciplina tem cunho teórico e prático, onde os alunos desenvolvem inicialmente atividades teóricas de programação de sistema de automação, incluindo domótica e automação predial e industrial. Na abordagem da disciplina é apresentada uma explanação teórica sobre o assunto e apresentada uma abordagem sistêmica sobre os componentes e seus critérios de instalação segundo as normas da ABNT.



Os tópicos abordados na disciplina englobam:

- Definição, evolução e classificação de sistemas de automação predial e industrial;
- Álgebra booleana;
- Projetos de circuitos lógicos combinacionais;
- Controladores Lógicos Programáveis;
- Linguagens de programação padronizadas pela norma internacional IEC 1131-3 com ênfase em FBD (*Function Block Diagram*), e LD (*Ladder Diagram*);
- Desenvolvimento de aplicações práticas com CLP com o uso de módulos didáticos;
- Desenvolvimento de projeto e montagem de sistema de automação.

2.1. Objetivos da disciplina Automação Predial e Industrial

- Desenvolver os conceitos fundamentais da automação predial (domótica) e industrial (controle de processos);
- Compreender o que é um sistema de automação predial e um sistema de automação industrial e saber qual a sua importância e vantagens no cenário tecnológico atual;
- Desenvolver o raciocínio lógico e a visão sistêmica no controle de diversos elementos de uma instalação elétrica predial ou industrial;
- Identificar e distinguir um sistema de automação predial e um sistema de automação industrial;
- Projetar e analisar circuitos lógicos combinacionais;
- Desenvolver aplicações de controle digital em linguagem de programação FBD (*Function Block Diagram*), e LD (*Ladder Diagram*) para implementar soluções nas áreas de automação predial e industrial;
- Instalar sistema de automação com controle digital

2.2. Desenvolvimento das aulas práticas e teóricas da disciplina de API

As instituições de ensino, técnico ou superior, responsáveis pela formação de profissionais habilitados a trabalhar na área de automação industrial ou predial necessitam de um espaço adequado para atender as necessidades das disciplinas da área de automação.

Os laboratórios desta disciplina têm que, necessariamente, estar equipados com os materiais fundamentais às aulas práticas e teóricas, como por exemplo, CLPs, computadores, dispositivos de controle e sinalização, motores, etc. As aulas teóricas e práticas são necessariamente associadas entre si, ou seja, para se realizar uma aula prática, é necessário a princípio, entender o circuito proposto em sala de aula de forma teórica. Em seguida, é realizada a programação do controlador lógico, onde são especificadas, determinadas e manipuladas as ações e condições de funcionamento do sistema, através do software de programação adequado ao CLP utilizado.

Entretanto, o curso de Eletrotécnica não dispõe de um laboratório próprio e exclusivo para o desenvolvimento das aulas práticas. Atualmente as aulas teóricas são realizadas em um laboratório de informática comum a todos os cursos da instituição e as aulas práticas são desenvolvidas no laboratório compartilhado de sistemas de automação e sistemas digitais. O laboratório de informática comporta até 18 alunos, enquanto o laboratório de automação

dispõe apenas de uma bancada didática dupla e dois CLPs para o desenvolvimento das atividades práticas, o que em condições normais comportaria apenas quatro alunos.

A atual demanda da disciplina apresenta em média 16 (dezesseis) alunos, o que inviabiliza o desenvolvimento satisfatório das atividades práticas nas atuais condições. As limitações de espaço e material para o desenvolvimento das aulas práticas restringem o aprendizado dos alunos, no tocante a dois pontos principais:

- Disposição dos equipamentos, tendo em vista que as aulas práticas e as teóricas são realizadas em locais diferentes, ou seja, os computadores dos alunos não são diretamente conectados aos CLPs. Com isso, a aula teórica se restringe a realização da programação e simulação do sistema sem testá-lo no CLPs, não fazendo um enlace com a teoria e prática concomitantemente;
- O número insuficiente de equipamentos e dispositivos, fazendo com que apenas parte da turma execute as atividades práticas, enquanto os demais apenas observam o procedimento de montagem e os devidos testes. Ou ainda, sendo feitas através de um rodízio de grupos, de modo que todos participem da prática, porém, consumindo grande parte do tempo da aula e impossibilitando, portanto, a fixação de conhecimentos adicionais.

Na Figura 1 é apresentada uma fotografia do ambiente laboratorial onde são realizadas as aulas teóricas de programação (laboratório de informática com 18 computadores) e na Figura 2 é apresentada uma fotografia do ambiente laboratorial onde são realizadas as aulas práticas de montagem (laboratório de automação com 2 bancadas didáticas).



Figura 1 – Laboratório onde são realizadas as aulas teóricas.



Figura 2 – Laboratório onde são realizadas as aulas práticas.

Diante das condições atuais explanadas anteriormente e, a fim de minimizar essa deficiência na disciplina de Automação Predial e Industrial, idealizou-se a elaboração de um módulo didático portátil de baixo custo, personalizado com um Controlador Lógico Programável, com dispositivos de controle (botões liga/desliga) e de sinalização, visando promover a realização de uma aula prática bem sucedida, que propicie uma ferramenta adicional ao aprendizado dos alunos, se enquadrando como uma alternativa simples e eficaz para o desenvolvimento das aulas.

As características projetadas para o módulo didático levaram em consideração o assunto abordado na disciplina Automação Predial e Industrial, bem como os dispositivos e componentes disponíveis na instituição, visto que foram utilizados na grande maioria materiais e equipamentos já adquiridos para o desenvolvimento das aulas de automação e acionamentos elétricos.

3. ELABORAÇÃO DO MÓDULO DIDÁTICO

O módulo didático foi idealizado pelos autores e desenvolvido como de trabalho de conclusão de curso de nível médio de técnico em Eletrotécnica no Instituto Federal da Paraíba, campus João Pessoa.

O módulo didático consiste em um painel em acrílico com adesivo personalizado em PVC com os diagramas de bornes dos pontos de conexão das entradas e saídas, bem como disponibilidade física de componentes (botões e sinalizadores) para a implementação de sistemas de controle diretamente no módulo. Adicionalmente, apresenta barramento para



alimentação elétrica do CLP e dos componentes conectados diretamente ao módulo. O módulo é montado em caixa fibra de média densidade (MDF).

Os principais componentes do módulo são: quatro dispositivos de sinalização na cor vermelha, seis botoeiras NA+NF na cor vermelha, um controlador lógico programável modelo CLIC 02 da WEG, com capacidade para 6 entradas digitais e 4 saídas digitais com contato a seco (relé) e 62 bornes (*plugs*) vermelhos e pretos.

As dimensões reduzidas do módulo permitem que o aluno possa efetuar as montagens e conexões apoiado sobre uma mesa em altura padrão de escritório. A parte em MDF compreende a base da prancheta, enquanto o acrílico preenche a parte superior, onde ficam dispostos os dispositivos de comando e sinalização, o CLP e os bornes.

O módulo explora todas as funções de entradas e saídas digitais e programação de IHM, de maneira simples e didática.

O módulo é composto por uma placa frontal, produzida em MDF, onde estão instalados os dispositivos. Sobre a placa frontal foi adicionado um adesivo personalizado de alta qualidade, com o logo da instituição (IFPB) e informações sobre a equipe que desenvolveu o módulo, e principalmente, com todo o diagrama elétrico de ligação e identificação dos componentes presentes na placa, delimitando e determinando a posição dos bornes e dos outros dispositivos constituintes, bem como, indicando todas as conexões pré-estabelecidas entre eles. Para a proteção do adesivo, foi instalada uma placa de acrílico com 2 mm de espessura, contendo as perfurações essenciais para deixar acessível ao usuário todos os seus componentes e bornes.

O módulo apresenta as seguintes características:

- 6 Entradas Digitais 220 V, as quais podem ser acionadas por botoeiras de contato duplo não retentivo (1NA + 1NF), com capacidade para 10 A / 500 V, instaladas no painel do módulo ou por acionamento externo.
- 4 Saídas Digitais a relé com contato a seco, as quais podem acionar os sinalizadores a led, com tensão de alimentação de 220 V e corrente de consumo de 220 mA, instalados no painel do módulo ou a outros dispositivo externos, respeitando a capacidade do contato (8 A / 264 V).
- Todas as conexões externas se dá através de bornes tipo pino banana de Ø 4 mm, com capacidade de corrente de 10 A e isolamento para 500 V, podendo conectadas a entrada e/ou saída do CLP através do barramento de fase (220 V) e/ou neutro, instalado no painel do módulo.
- O CLP utilizado da WEG, tipo CLIC 02, possui 6 entradas e 4 saídas digitais, modelo CLW-02 10HR-A, tensão de alimentação 100-240V CA.
- Comunicação PC: No compartimento no painel frontal do módulo, está disponível o cabo de comunicação para ser conectado no PC para programação e monitoramento. A comunicação é via serial RS232 com conector DB9 e pode ser convertido para USB por conversor padrão.
- Dimensão (A x L x P): 150 x 400 x 480 mm.

Na Figura 3 é apresentada uma ilustração do módulo didático desenvolvido, onde os dispositivos (S1...S6) representam as 6 botoeiras e os dispositivos (L1...L4) representam os 4 sinalizadores. Os bornes (i1...i6) representam as entradas digitais do CLP. Os bornes (Q1...Q4) representam as chaves de saída a relé do CLP. Adicionalmente, há uma régua de

bornes fase e outra para o neutro, com 8 bornes para conexão cada. E por fim, os bornes (F e N) para alimentação elétrica do CLP. Na Figura 4 são apresentadas fotografias do módulo.

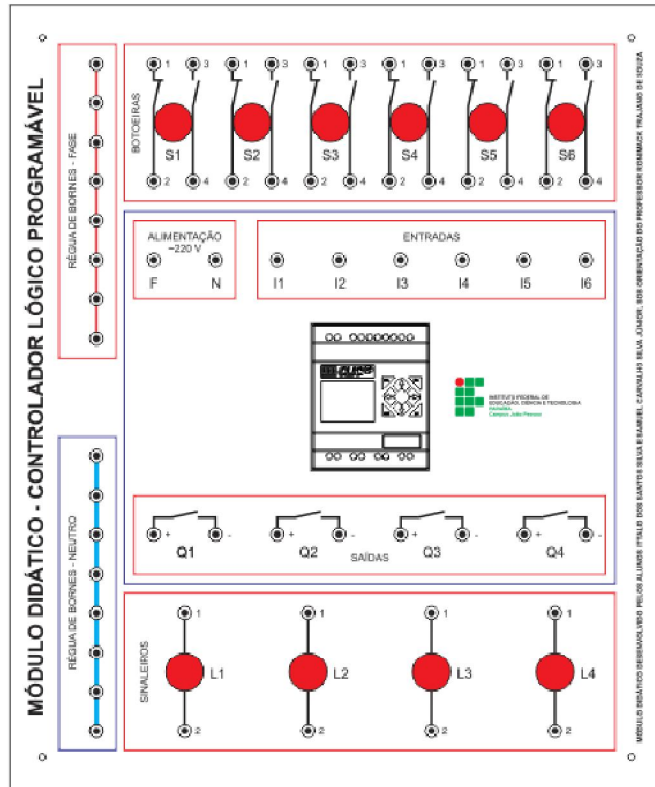


Figura 3 – Ilustração do módulo didático.

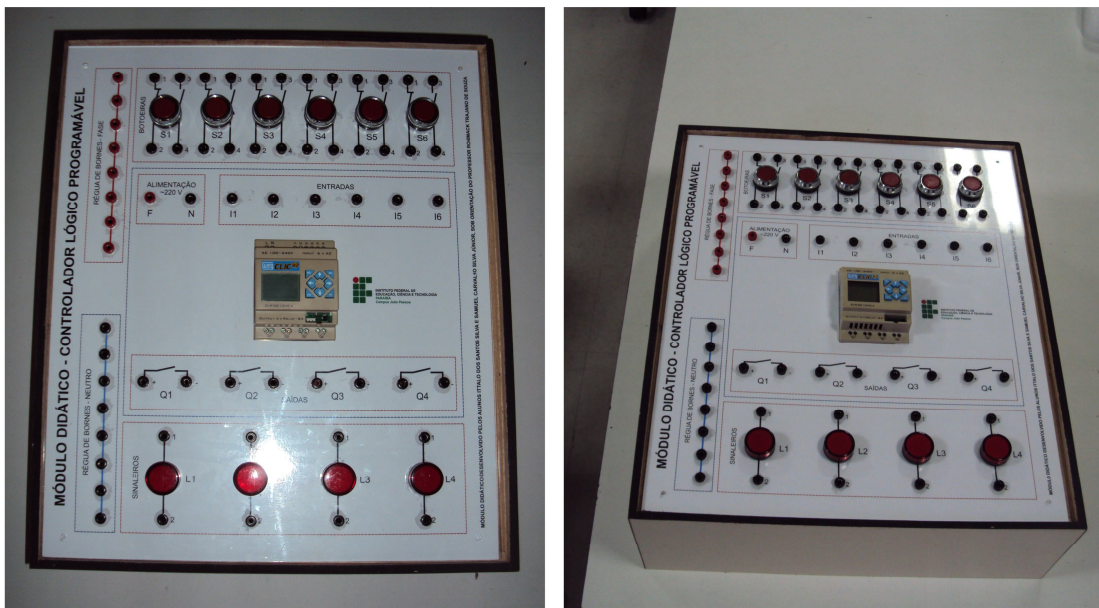


Figura 4 - Fotografia do módulo didático.

3.1. Segurança durante o desenvolvimento das tarefas com o módulo didático

Para proporcionar uma maior segurança durante as práticas de laboratório as montagens são realizadas com o módulo desenergizado. Depois de concluída a montagem pelos alunos, o professor apresenta eventuais alternativas para instalação dos componentes e verifica se a prática está correta, e só então o módulo é energizado para os testes no circuito montado.

A verificação da montagem é realizada pelo professor com o acompanhamento dos alunos. Para os testes do circuito elétrico montado pelo aluno, o fornecimento de energia ao módulo é realizado através de uma tomada IEC 320, e conectado a rede elétrica através de um cabo tripolar, padrão IEC-320. A alimentação elétrica do módulo é realizada através de uma tomada de corrente instalada com um dispositivo de proteção adicional contra contato indireto através de interruptor bipolar diferencial residual tipo AC (25 A / 440 V / $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ / $I_{cc} = 10 \text{ kA}$). A proteção promovida pelo uso de dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade visa casos como de descuido ou imprudência durante os testes do circuito elétrico montado pelo aluno.

As conexões elétricas entre o CLP e os demais componentes do circuito montado durante a tarefa é realizada através de bornes $\varnothing 4 \text{ mm}$ e cabos com terminais pino banana # 1,0 mm² - 750 V, os quais dispensam a necessidade do uso de parafusos. Esse tipo de conexão se encaixa como uma excelente alternativa para evitar o desgaste de terminais de conexão, característico de conexões efetuadas através de parafusos, tendo em vista o elevado número de ações de conectar e desconectar os cabos durante a execução das tarefas durante o ano letivo. As tarefas no laboratório são desenvolvidas com tensão máxima de 220 V e corrente máxima de 8 A (ampacidade máxima da saída do CLP), dentro das características elétricas dos componentes utilizados no módulo.

3.2. Tarefas desenvolvidas com utilização do módulo

A atual ementa da disciplina Automação Predial e Industrial prevê a realização de atividades de simulação de sistemas de automação e controle digital. Atualmente, o módulo permite a simulação de quaisquer sistema que apresente até 6 entradas digitais e 4 saídas digitais, dentre eles, pode-se destacar os seguintes sistemas que são atualmente desenvolvidos na disciplina:

- Controle de iluminação através de sensores de presença;
- Lombada eletrônica;
- Semáforo;
- Controle de acesso através de porta automática;
- Controle de ventilação;
- Sistemas de partida de motores;
- Controle de nível de reservatórios;
- Sistemas de controle com contador;
- Controle de elevador;
- Controle de estacionamento, acesso e contagem;
- Controle de processos industriais com controle digital.



4. DIFICULDADES ATUAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

As Coordenações de eletrotécnica e Engenharia Elétrica do IFPB campus João Pessoa tem buscado recursos, para a aquisição e reposição dos equipamentos básicos dos laboratórios.

Os laboratórios precisam ser periodicamente atualizados tanto do ponto de vista material, quanto da abordagem de novas práticas para que os estudantes possam, através de procedimentos práticos, vivenciarem o estado da arte do desenvolvimento e aplicação de sistemas de controle elétrico atualizando-se sobre as novas tendências do mercado de trabalho.

Um laboratório bem equipado promoveria um maior estímulo nos professores e alunos, reforçando a área de ensino e a formação de programas de atualização tecnológica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção de atividades práticas promove a difusão de conhecimento de forma eficaz, constituindo um elo sólido entre teoria e prática, o que contribui para atingir o sucesso na formação de profissionais nos cursos técnicos e superiores profissionalizantes. Nesse contexto, os recursos didáticos utilizados têm um papel de fundamental importância e devem ser analisados pelo professor da melhor forma, de modo obter êxito na propagação do conhecimento.

Os Módulos Didáticos de Automação Predial e Industrial implementados, atendem as tarefas práticas de sistemas de automação com controle digital. Os módulos possibilitam que os alunos despertem sua capacidade e desenvoltura no desenvolvimento de tarefas práticas, despertando para a necessidade da segurança e organização na execução das montagens, bem como a prática do companheirismo na execução dos serviços elétricos.

A construção dos módulos didáticos levou em consideração o ambiente educacional das aulas teóricas e aspectos práticos. Sendo uma alternativa de baixo custo frente às opções de mercado. Como os módulos foram desenvolvidos pelo próprio professor e alunos, não foram inclusos custo de mão de obra, sendo os custos de material para confecção de cada módulo de aproximadamente R\$ 900,00, com materiais adquiridos no comércio local.

A confecção dos módulos mostra a capacidade crítica da Coordenação de Eletrotécnica e Engenharia Elétrica tanto no uso de recursos financeiros disponibilizados pela instituição, quanto nas necessidades de manter o curso atualizado de acordo com o mercado profissional.

Pretende-se confeccionar um total de dez módulos para dar suporte a turmas com até vinte alunos.

Paralelamente ao desenvolvimento dos módulos foi confeccionada uma apostila de automação predial e industrial, a qual serve como um roteiro para o desenvolvimento das atividades utilizando o módulo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao IFPB, campus João Pessoa pelo estímulo a pesquisa e apoio na aquisição dos materiais para confecção dos módulos didáticos.



6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SOUZA, R. T. Desenvolvimento de Módulos Didáticos para Ensino de Técnicas de Instalações Elétricas Prediais no IFPB, Anais: XLI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE. João Pessoa: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, 2013.

COSTA, E. G. da; SOUZA, R. T. de; PORPINO, J. C. P. Laboratório de instalações elétricas: nova abordagem com o uso de CLPS. Anais: XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE (em CD-ROM). Porto Alegre, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - Faculdade de Engenharia e Associação Brasileira de Ensino de Engenharia, 2001.

CATÁLOGO WEG, Automação – Controladores Lógicos Programáveis – CLPs, Relé Programável. 2 p. Disponível em: <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-controladores-logicos-programaveis-clps-10413124-catalogo-portugues-br.pdf>>. Acesso em: 22 Jan. 2014.

GEDRAITE, R; COSTA, R. C.; GOMES, A. M. F; LEONHARDT, G. F. Como a utilização de bancada experimental simples de baixo custo torna mais significativo o processo de ensino e aprendizagem nos cursos de engenharia. Anais: XXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE (em CD-ROM). Ouro Preto, Universidade Federal de Ouro Preto e Associação Brasileira de Ensino de Engenharia, 2000.

MORAES, A. B. de; LIRA, H. F. de. Base teórica x prática profissional: como motiva o aluno? Anais: XXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE (em CD-ROM). Ouro Preto, Universidade Federal de Ouro Preto e Associação Brasileira de Ensino de Engenharia, 2000.



DEVELOPMENT OF DIDACTIC MODULE FOR TEACHING TECHNIQUES IN AUTOMATION IN IFPB

Abstract: *The Brazilian market for technology services is experiencing a very favorable time for skilled professionals in this area. Market demands are for innovation and great difference to a successful project is in training. The sector offers opportunities in services for professionals in this area. In this context, the Industry Academic Unit of IFPB, campus João Pessoa, has constant program of qualifying students to the market. Providing tools to better equip our students is one of the principles of the current curriculum of Electrical courses, technician and undergraduate. The purpose is to provide the student a practical demonstration lesson not only in laboratory environments. This paper presents the design, development and construction of a portable didactic module to be used in the IFPB. The module consists of a Programmable Logic Controller (PLC) with pushbuttons, pilot lights and terminal connection. The aim of the module is to provide the student the opportunity to know the peculiarities and features of the CLP, as well as simulations of digital control systems. With the tasks development, we desire stimulate the student a practical visibility, making the student has contact with electrical devices for automation system, improving and stimulating knowledge and application, as well as, assisting the teacher in developing class.*

Key-words: *PLC, Training Module, Didactic Module, Educational Equipment, Didactic Kit*