



KIT DIDÁTICO COMPACTO DE INICIAÇÃO AO CLP A PARTIR DO MICROCONTROLADOR PIC16F887

Nathália M. Albuquerque – nmartinsalb@gmail.com

Sérgio S. Leal – sergio-lealifpe@hotmail.com

Gideão P. Oliveira – gideo.oliveira@recife.ifpe.edu.br

Domingos S. A. Bezerra – domingosbeserra@recife.ifpe.edu.br

Abílio M. A. Sobrinho – abiliomuniz@recife.ifpe.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco

Av. Prof. Luís Freire, nº 500 – Cidade Universitária

50740-545 – Recife – PE

Resumo: *O presente trabalho propõe, aos alunos de Eletrônica e Eletrotécnica, uma nova didática de ensino dirigida à automação no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, através do aprendizado estratégico do Controlador Lógico Programável. Com o avanço das técnicas atribuídas a automatização dos processos de produção, é imprescindível à formação de novos profissionais, o domínio dessas habilidades. Tendo em vista eventuais indisponibilidades do laboratório de automação, dada sua elevada taxa de utilização para realização de aulas práticas, foi desenvolvido um kit didático composto por protótipos e um Controlador Lógico Programável (CLP), com baixo custo e fácil usabilidade. A partir da utilização dessa ferramenta, os alunos terão uma visão completa de algumas das principais atividades automatizadas industriais e residenciais de várias ordens, a exemplo: reservatório de água, elevador, esteira carimbadora e seletora. O controlador foi projetado a partir de um microcontrolador PIC, com objetivo de aderir a linguagem de programação Ladder, compatível com a base de conhecimentos adquiridos pelos alunos. Todo o processo de elaboração e desenvolvimento do kit, foi cuidadosamente pensado para promover a acessibilidade aos discentes e docentes, além do compartilhamento de saberes técnicos que elevam a consciência coletivista, frente às vicissitudes sócio econômicas, as quais não devem jamais impedir a valiosa troca ensino-aprendizagem.*

Palavras-chave: *Automação. Kit didático. Clp. Baixo custo.*

1 INTRODUÇÃO

Desde o século XVIII, marcado pela revolução industrial, as cadeias de produção são pressionadas a expandirem suas fronteiras. A fim de sistemas cada vez mais confiáveis e potentes, a automação é desenvolvida com o advento da Tecnologia da Informação (TI), traduzindo um conjunto de soluções que combinadas com equipamentos, utilizam o processamento, armazenamento e gerenciamento de dados operacionais que agregam valor a diversas atividades.

Automação é um conceito e um conjunto de técnicas por meio das quais se constroem sistemas ativos capazes de atuar com eficiência ótima pelo uso de informações recebidas do



meio sobre qual atuam (SANTOS E SILVEIRA, 2002). As soluções e os desenvolvimentos tecnológicos alcançados com o uso de dispositivos de automação repercutem diretamente na produtividade e competitividade das indústrias. Esse fato é possível devido à melhoria na qualidade de processos, redução do tempo de operação e paralelamente, redução nos custos do produto final. Entre esses dispositivos destaca-se o Controlador Lógico Programável (CLP), que trouxe inúmeras vantagens em relação à execução de um processo industrial como, por exemplo, confiabilidade, flexibilidade, agilidade e precisão.

Os controladores lógicos programáveis foram desenvolvidos para tarefas de intertravamento, temporização, contagem e operações matemáticas em alta velocidade, substituindo contadores auxiliares, temporizadores e contadores eletromecânicos com a grande vantagem da otimização de espaços e facilitando significativamente as atividades de manutenção (WEG, 2017).

Observa-se, no contexto atual, uma constante busca pelo aperfeiçoamento dos processos educativos, visto que, o modelo de educação tradicional tem sido alvo de muitas críticas. É mister atrelar educação e inovação, criatividade e modernização na sala de aula, visando atingir uma geração cada vez mais informada e tecnológica, onde a aula tradicional está perdendo espaço (FOFONKA E PERUZZI, 2014).

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE) *campus* Recife oferta disciplinas na área de automação industrial para cursos técnicos em Eletrotécnica e Eletrônica onde os alunos aprendem conceitos teóricos e aplicações práticas como a programação dos CLP's, por meio de bancadas didáticas modernas adquiridas pela instituição. Os laboratórios que acomodam essas bancadas apresentam uma taxa de utilização elevada com grande rotatividade entre turmas, ocasionando esporadicamente, que alguma turma seja penalizada mediante a indisponibilidade do laboratório.

Oferecendo uma solução perante tal problema e tendo em vista que saber programar um CLP é fator crucial para que um profissional da área de automação seja absorvido pelo mercado de trabalho -, esse trabalho teve como objetivo o projeto e construção, juntamente com os alunos da instituição, de um kit didático, composto por um CLP compacto, que pode ser associado a diversos protótipos, ambos com baixo custo e alta mobilidade.

O projeto do CLP consistiu na elaboração do circuito eletrônico, circuito impresso, montagem e criação de programas na linguagem *ladder*. Os protótipos são compostos principalmente por sensores, atuadores e estruturas metálicas que simulam equipamentos e processos clássicos do setor industrial e residencial como por exemplo, um elevador de cargas.

Devido ao fácil transporte do kit, é possível adaptar laboratórios de informática convencionais em laboratórios de automação, solucionando o problema da escassez de laboratórios e consequentemente permitindo a integração entre teoria e prática.

Logo, a proposta, como um todo, promove a vivência prática dos processos industriais como ferramenta de ensino técnico, começando pela transferência de um código de programação, conexão dos cabos aos protótipos e por fim, execução dos comandos.

2 DESENVOLVIMENTO

A ideia principal desse trabalho é de criar um ambiente completo para uso dos alunos nas aulas práticas, onde eles possam criar linhas de programação num *software* aberto e descarregar no CLP que pode ser transportado, por exemplo até uma mesa em que esteja o professor ou um dos protótipos.



Krasilchik (2008) defende que, em meio às modalidades didáticas existentes, dentre as quais cita aulas expositivas, demonstrações, excursões, discussões, aulas práticas e projetos, como formas de se vivenciar o método científico, as aulas práticas e projetos sejam os mais apropriados. Dentre as principais funções das aulas práticas, essa autora cita: despertar e manter o interesse dos alunos; compreender conceitos básicos; desenvolver a capacidade de resolver problemas; envolver os estudantes em investigações científicas e desenvolver habilidades (PAGEL, CAMPOS E BATITUCCI, 2015)

A origem do trabalho experimental se deu a mais de um século, nas escolas de ensino básico, sendo influenciada pelos resultados das pesquisas em educação, que demonstravam o potencial que as práticas tinham no contexto do ensino-aprendizagem. Sua consumação objetivava melhorar a aprendizagem do conteúdo científico, porque os alunos aprendiam os conceitos, mas não sabiam aplicá-los (IZQUIERDO, SANMARTÍ E ESPINET, 1999). Nesse contexto e com o objetivo de fortalecer o processo ensino-aprendizagem de uma forma simples, barata e bem direcionada, optou-se pelo compilador LDMicro para elaboração das programações – desenvolvido pelo americano Jonathan Westhues (Eng. Pesquisador de software, eletrônica e segurança) – não necessita de instalação e oferece uma plataforma gratuita para criação de códigos para certos microcontroladores do tipo *Microchip* PIC16 ou Atmel AVR. Assim como os outros compiladores, ele também gera o arquivo *hex*, posteriormente usado para gravação, através do gravador PIC (SILVA, 2018).

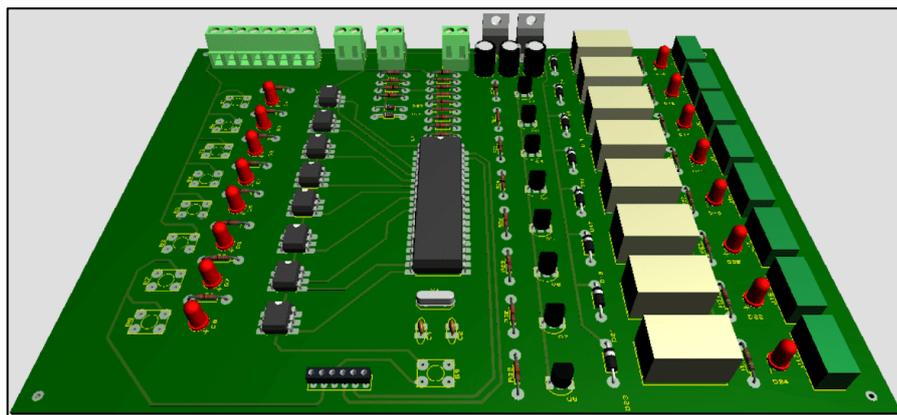
O programa é apresentado em formato gráfico, no nível mais básico os programas parecem diagramas de circuito com contatos de relé (entradas) e bobinas (saídas), e o compilador de lógica *ladder* cuida do que é calculado. Dessa maneira, é possível atribuir um diagrama *ladder* para o programa e simular a lógica em tempo real, assim como compilar o código construído através da atribuição dos pinos no microcontrolador, que são as entradas e saídas físicas do programa (CORTELETTI).

Dessa forma, o computador seria a única ferramenta necessária no laboratório, pois, por meio dele os programas são criados, compilados e descarregados no CLP. Nesse projeto experimental foi projetado e fabricado apenas uma unidade do controlador, mas com previsão de expansão dos CLP's, um para cada equipe em sala de aula.

2.1 Controlador lógico programável

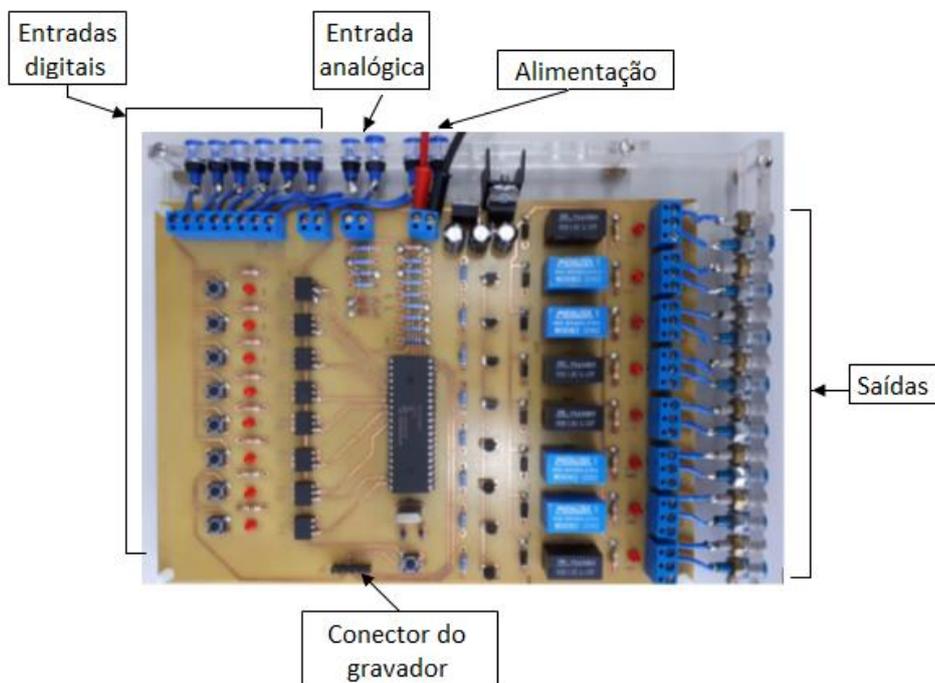
Procedendo da construção de um CLP convencional, foi desenvolvido um modelo simplificado em pequenas dimensões, apresentado nas Figuras 1 e 2, cujos componentes são expostos, o que permite fácil manuseio e transporte, facilitando a identificação e ajuste de peças.

Figura 1 – Placa 3D do CLP produzido



Fonte: O autor, 2019

Figura 2 – Visão detalhada do circuito do CLP finalizado.



Fonte: O autor, 2019.

Produzido no instituto, o CLP tem como objetivo interagir com os protótipos, sua mobilidade permite que a dinâmica das aulas aumente, oferecendo uma alternativa para o contratempo da insuficiência de bancadas nos laboratórios. O controlador foi elaborado com componentes comerciais de fácil acesso e baixo custo, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Componentes utilizados na confecção do CLP e suas características

Quantidade	Componente	Característica
01	Microcontrolador PIC16F887	Passível de alteração



08	Optoacopladores	Promove isolamento de algumas partes do circuito
08	LEDs	Associados a oito resistores, para regulação de corrente
08	Relés	Destinados à cada saída física do circuito
12	Resistores	Atribuídos às entradas do microcontrolador
01	Diodo Zener de 5.1V	Tensão fixada à porta analógica protegida
01	Cristal	Frequência de 12V referente ao microcontrolador
02	Capacitores	Alta frequência de acoplamento do cristal
08	Diodos	Destinados à corrente reversa dos relés
08	Transistores	Destinados ao chaveamento dos relés
08	Botões	Controle dos acionamentos
02	Reguladores de Tensão	Converte tensão acima de 12V de entrada, para 12V e de 12V de entrada, para 5V
03	Capacitores	Remetidos ao regulador de tensão
01	Conversor Chaveado	Acima da potência de entrada, torna mais fácil a conversão de tensão e possibilita mudança no circuito
01	Gravador PIC KIT3	Transferir os programas, gerados no LDMicro, para o CLP
01	Barra de Pinos	Para o gravador

Fonte: O autor, 2020.

2.2 Protótipos

Desenvolvidos em tamanho reduzido, os protótipos em questão, são modelos de equipamentos usados cotidianamente nos estabelecimentos residenciais ou industriais. Com o objetivo de promover a interação dos alunos com o ambiente físico da automação, familiarização de maquinários e processos encontrados no mercado de trabalho.

Por meio da tentativa e erro, inicialmente, os discentes devem fundamentar uma lógica de controle e a partir daí, construir linhas de código, através da linguagem *ladder*. Posteriormente o código deve ser carregado para o microcontrolador do CLP e executado por meio de um dos protótipos, esses, por sua vez, devem desempenhar suas devidas funcionalidades.

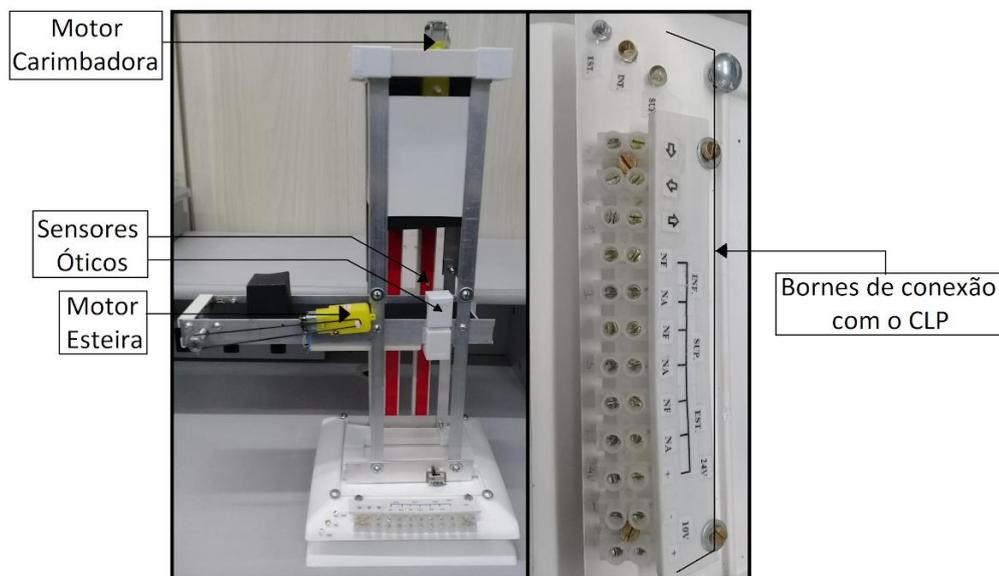
Protótipo de Esteira Carimbadora

Frequentemente utilizado nas fábricas, o modelo representa um processo de etiquetagem de produtos. Nesse processo os produtos são transportados por meio de uma esteira rolante, onde são identificados e uma prensa se aproxima e se afasta do objeto "carimbando" uma possível informação ou logomarca, por exemplo.

Sua composição permite alimentação de 10 a 12V, produzido com materiais de baixo custo como: dois motores de corrente contínua (que controlam o movimento da esteira e a mobilidade da carimbadora); três sensores óticos - inferior, superior e de deslocamento, cujos contatos podem ser NA ou NF, associados à indicadores luminosos em LED (*Light Emitting Diode*) - faixa de tecido, liga elástica, hastes metálicas em alumínio, parafusos, porcas, cantoneiras, pratos de plástico e 12 bornes para conexão ao CLP.

A programação do modelo, exibido na Figura 4, tem como objetivo o acionamento da esteira rolante até que o sensor de posição identifique o objeto, nesse ponto a esteira é desativada e simultaneamente a carimbadora (prensa) é ativada, alcançando o produto e retornando ao seu ponto de partida. Esse ciclo poderá se repetir até que uma botoeira do controlador, quando acionada, pause ou encerre o processo.

Figura 4 – Protótipo de esteira carimbadora, com seus principais componentes destacados



Fonte: O autor, 2019

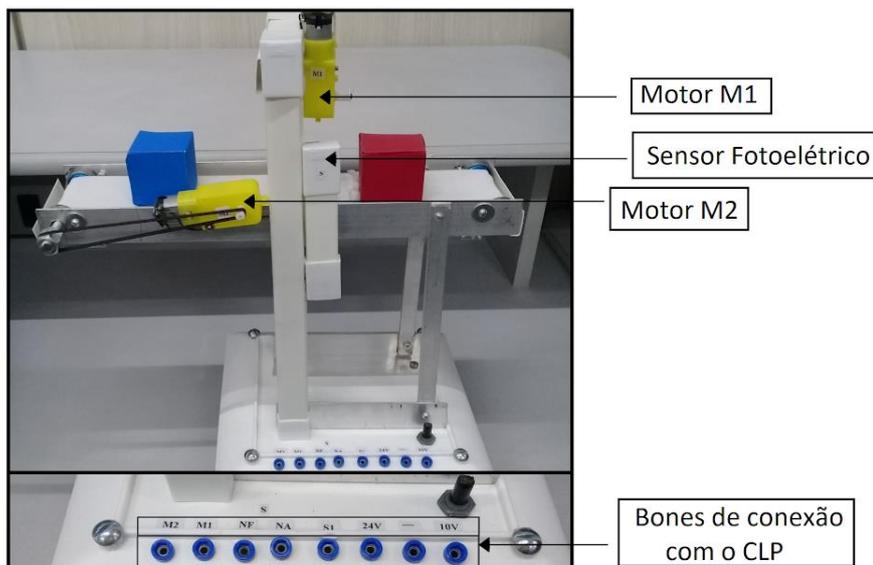
Protótipo de esteira seletora

O modelo representa um dos corriqueiros processos industriais, em que é necessária a separação de determinados itens, seja por defeito ou segmentação para uma nova fase de processamento. Equipada com um sensor fotoelétrico com incidência luminosa na faixa de 480 a 405 THz de frequência, a seletora é capaz de reconhecer e separar os produtos na cor vermelha, ao percorrer a esteira bimotor. Os motores são destinados ao deslocamento dos produtos na esteira e direcionamento dos itens selecionados para uma nova etapa do processo.

O equipamento, foi produzido para ser alimentado com tensão de 10V a 12V, e com materiais de baixo custo como: pratos de plástico, parafusos, porcas, arruelas, faixa de tecido, liga elástica, hastes metálicas em alumínio, haste plástica (para separação do itens identificados sensorialmente), oito bornes (para conexão com o CLP), cantoneiras e papelão (para representar os produtos).

Em *ladder*, a programação de referência do equipamento, apresentado na Figura 3, consiste em iniciar o processo com o acionamento do motor (M2) através de uma das botoeiras do CLP, que por sua vez movimenta a esteira até que as caixas vermelhas sejam identificadas, somente quando os produtos vermelhos alcançarem o sensor ótico, o motor (M1) deve ser acionado para que o item seja separado dos demais. O processo poderá ser interrompido quando uma segunda botoeira for acionada.

Figura 3 – Protótipo de esteira seletora de produtos vermelhos com seus principais componentes destacados

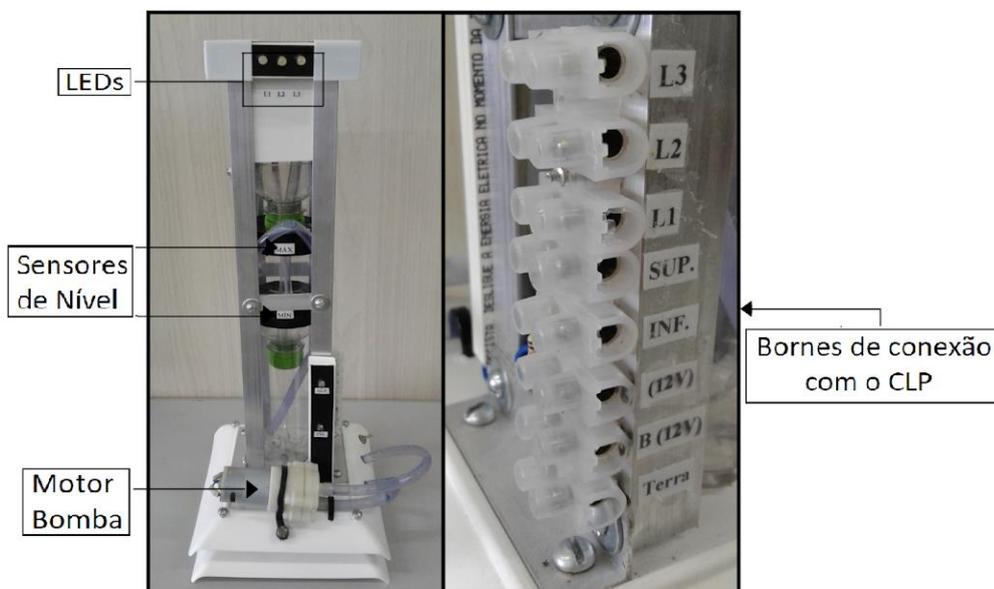


Fonte: O autor, 2019

Protótipo de reservatório de água

Esse protótipo simula um processo corriqueiramente utilizado no setor fabril e residencial. O protótipo que, deve ser alimentado com tensão contínua de 12V, está ilustrado nas Figuras 5 e 6. Equipado com dois sensores de nível condutivos, mínimo e máximo, que através de avisos luminosos, indicam em que ponto o líquido se encontra dentro do reservatório.

Figura 5 – Protótipo do reservatório de líquido com seus principais componentes destacados



Fonte: O autor, 2019



Figura 6 – Protótipo do reservatório de líquido em atuação, conectado ao CLP



Fonte: O autor, 2019

Além de sensores, o modelo é equipado com: LEDs independentes, podem ser associados de maneira personalizada; uma bomba de controle da vazão do líquido; e novamente elaborado com materiais acessíveis como garrafa pet, tubos plásticos para o fluxo de água, cantoneiras, parafusos, porcas, hastes metálicas em alumínio, pratos de plástico e bornes para conexão com o Controlador Lógico Programável.

Sua programação, em *ladder*, objetiva manter o nível da água, ou seja, nem abaixo, nem acima dos limites sensoriais. O processo será iniciado com o acionamento de uma das botoeiras do CLP, que ativará a bomba para o enchimento do reservatório. Os sensores de nível máximo (SUP) e mínimo (INF) deverão controlar a bomba para que seja desativada, quando o fluido atingir o nível máximo e conseqüentemente ativada ao atingir o nível mínimo. Esse processo poderá se repetir automaticamente até que o acionamento de uma botoeira desative o processo.

Protótipo de elevador de cargas

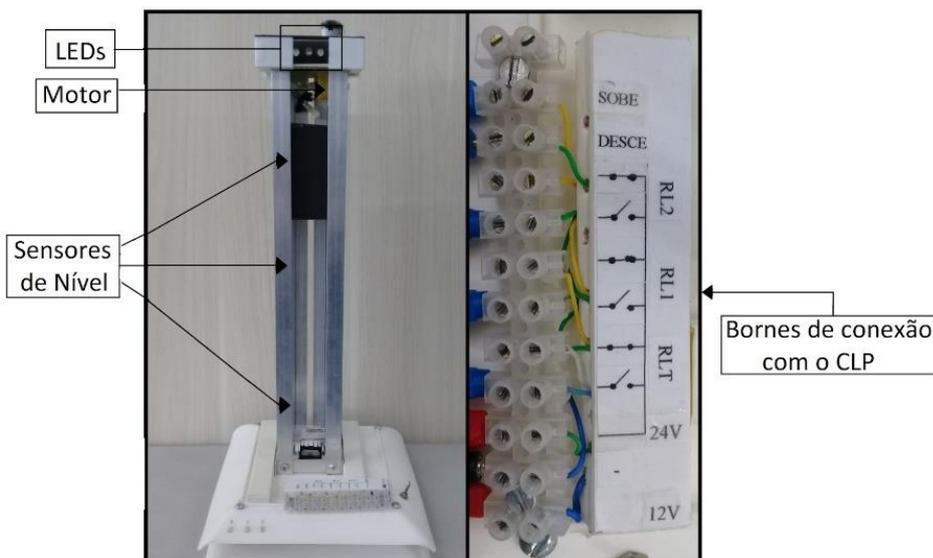
A máquina elevadora, familiar em diversas atividades, compõe o kit didático, agregando ainda mais valor às habilidades técnicas de programação dos alunos. O aparelho foi elaborado para que seu movimento se dê verticalmente, permitindo o posicionamento da cápsula em três andares distintos.

O circuito de alimentação desse protótipo admite tensões na faixa de 10 a 12V, sua configuração é composta por um motor (que desce ou sobe o cabo conectado ao módulo), três sensores ópticos (associados a avisos luminosos, em LED), cantoneiras, hastes metálicas em alumínio, parafusos, porcas, fio de silicone, papelão e bornes para conexão ao CLP.

Desenvolvida em *ladder*, a programação base para o protótipo, apresentado na Figura 7, desenvolve, nos alunos, habilidades para um processo de acionamento de motores. Através das botoeiras do CLP os andares são associados, dessa maneira, quando pressionadas, ativam o motor para deslocamento da cápsula móvel até o andar correspondente.



Figura 7 – Protótipo do elevador de três setores com seus principais componentes destacados



Fonte: O autor, 2019

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No instituto, os laboratórios utilizados para realização de aulas práticas dos cursos técnicos de Eletrotécnica e Eletrônica, não tem capacidade suficiente para contemplar todos os alunos, o kit didático oferece ótima ferramenta de ensino prático. Os protótipos apresentaram bons desempenhos e durabilidade, além de promoverem, aos alunos, uma visão completa de algumas das principais atividades automatizadas, destacando-os futuramente, no mercado de trabalho.

Dessa forma, para que as atividades práticas contribuam efetivamente com o processo de ensino-aprendizagem devem ser cuidadosamente planejadas e estar em sintonia estreita com o conteúdo desenvolvido pelo professor na sala de aula. Por fim, o projeto do kit didático, devido ao seu baixo custo e fácil mobilidade, pode se expandir e ser utilizado em outras instituições como alternativa para o ensino prático da automação.

REFERÊNCIAS

BATITUCCI, M.C. P.; CAMPOS, L.M.; PAGEL, U.R. Metodologias e práticas docentes: uma reflexão acerca da contribuição das aulas práticas no processo de ensino-aprendizagem de biologia. **Experiências em ensino de Ciências**, Vitória, v.10, n.2, p. 15, 2015.

CORTELETTI, D. **Linguagem ladder p/ microcontroladores microchip PIC**. Disponível em: <https://pdfslide.net/documents/linguagem-ladder-p-microcontroladores-ldmicro-gera-codigo-nativo-para-certos.html>. Acesso em: 10 out. de 2019.

ESPINET, M.; IZQUIERDO, M; SANMARTÍ, N. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las ciencia: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**, Barcelona, v. 17, n.1, p. 45-60, 1999.



FOFONKA, L.; PERUZZI, S.L. A importância da aula prática para a construção significativa do conhecimento: a visão dos professores das ciências da natureza. **Educação Ambiental em ação**, Rio Claro, n. 47, ano XII, 2014

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de Ensino de Biologia**. 4ª edição, São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

SANTOS, Winderson Eugenio; SILVEIRA, Paulo Rogério. **Automação e controle discreto**. 4ª edição. São Paulo: Editora Érica. 2002.

SILVA, T. **LD micro – linguagem ladder para Microcontroladores PIC e AVR**. Disponível em: <https://blog.silvatronics.com.br/ld-micro-um-compilador-em-linguagem-ladder-para-microcontroladores-pic-e-avr/>. Acesso em: 14 de out. de 2019.

WEG. **Controladores lógicos programáveis – CLPs Relé Programável**. Disponível em: <http://www.weg.net>. Acesso em 16 de maio de 2017

WESTHUES, J. **LDmicro: Ladder Logic for PIC and AVR**. Disponível em: <https://cq.cx/ladder.pl>. Acesso em 14 de out. de 2019

COMPACT DIDACTIC INITIATION KIT TO CLP FROM THE MICROCONTROLLER PIC16F887

Abstract: *The proposed work promotes to Electrotechnics and Electronics students a new teaching method of automation at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Pernambuco, through the strategic learning using the Programmable Logic Controller. With the advance of the techniques assigned to the automation of the production process, it is crucial to train professionals with these skills. Due to the eventual automation lab's unavailability, caused by the high demand of practical classes, a low cost and easy to use didactic kit comprised of several prototypes and a Programmable Logic Controller (PLC) was built, giving the students a complete view of some of the primary industrial and residential automation activities, e.g.: a water reservoir, an elevator, a stamping and selector conveyor belt. The controller was created from a PIC microcontroller with the goal of operating using a program language called Ladder, which is compatible with the basis of knowledge acquired by these students. The whole elaboration and development process of the kit was carefully planned to make it easily available to all students and professors as well as the sharing of technical knowledge which elevates collective consciousness, because of the current socioeconomic scenery that must never impede the valuable exchange between teaching and learning.*

Keywords: *Industrial automation. Didactic kit. Clp. Low-cost.*