

Bancada Didática para o Ensino de Programação de Controladores Lógicos Programáveis (CLP's)

Elias Felipe Silva Gonçalves (IFPB, Campus Cajazeiras), Jonathan Duarte da Silva (IFPB, Campus Cajazeiras), Felliph do Nascimento Silva (IFPB, Campus Cajazeiras), Geronimo Barbosa Alexandre (IFPB, Campus Cajazeiras)

E-mails: elias.silva@academico.ifpb.edu.br; jonathan.duarte@academico.ifpb.edu.br; felliph.nascimento@academico.ifpb.edu.br; geronimo.alexandre@ifpb.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.04.05.02-5 Automação Eletrônica de Processos Elétricos e Industriais.

Palavras-chave: Aprendizagem; Ladder; Automação; Acionamentos.

1. Introdução

Os Controladores Lógicos Programáveis (CLP's) são componentes essenciais em sistemas de automação industrial, desempenhando um papel crítico no controle de processos. Devido à sua importância, o ensino eficaz de programação de CLP's requer abordagens práticas que integrem teoria e aplicação real. Nesse contexto, kits didáticos especializados têm surgido como ferramentas valiosas para laboratórios de engenharia, cursos técnicos e treinamentos industriais, oferecendo desde soluções de baixo custo até plataformas profissionais alinhadas com as demandas do mercado.

Estudos recentes exploram o desenvolvimento e a aplicação desses kits. Por exemplo, Pereira *et al.* (2020), propõem um sistema acessível baseado em Arduino, capaz de simular a lógica ladder, reduzindo custos sem comprometer o aprendizado básico. Já Nguyen *et al.* (2021), destacam a importância de kits modulares com componentes industriais, permitindo que estudantes vivenciem cenários próximos aos de uma fábrica. Alternativas portáteis também têm ganhado espaço, como o trabalho de Kumar *et al.* (2022), que utiliza Raspberry Pi e CODESYS para emular um CLP compatível com o padrão IEC 61131-3, ideal para ambientes com restrições orçamentárias.

A capacidade pedagógica no processo de ensino-aprendizagem dos kits didáticos pode ser ampliada com a introdução de funcionalidades avançadas, como por exemplo, simulação de falhas, diagnóstico e correção de erros. Costa e Oliveira (2021), em seu estudo comparativo, avaliam kits comerciais (Siemens, Rockwell) frente a protótipos acadêmicos, concluindo que a escolha ideal depende do equilíbrio entre custo, relevância industrial e objetivos educacionais.

Neste contexto o objetivo do trabalho é apresentar os detalhes (CLP, entradas, saídas e dispositivos acessórios) do kit didático confeccionado pelos alunos da disciplina de Sistema de Automação, do curso de Engenharia de Controle e Automação, do IFPB Campus Cajazeiras, no semestre 2025.1. Bem como avaliar o kit didático no acionamento de uma partida sequencial de dois motores de indução, comandada pelo sistema supervisório local.

2. Materiais e métodos

A pesquisa realizada tem natureza exploratória e descritiva com abordagem quantitativa, conforme Vergara (2014) a pesquisa exploratória, traz um entendimento da problemática, e de acordo com Malhotra (2012) a pesquisa qualitativa, traz uma visão e compreensão detalhada.

O trabalho da confecção dos kits didáticos, foi idealizado pelo professor da disciplina de Sistemas de Automação, tendo sido apresentada na primeira semana de aula do semestre 2025.1, de imediato os alunos aceitaram o desejo de montar o seu kit didático para trabalhar ao longo do semestre. Na segunda semana foi dedicada ao revisão da literatura e banco de patentes visando explorar produtos análogos. As plataformas usadas foram IEEE Explorer Digital Library, Periódico Capes, Google Acadêmico e Patents Google.

Tabela 1 – Orçamento de um kit didático.

Equipamento	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)*
CLP FX3U 24MR	1	250,00	250,00
Fonte chaveada 220/24V	1	37,00	37,00
Botão 24V	2	6,00	12,00
Relés de interface 220/24V	2	29,62	59,24
Trilho Din	30 cm	3,00	3,00
Lampada fluorescente	2	2,50	5,00
Disjuntor 10A	1	10,00	10,00
Plug tomada macho 3 pinos 10A	1	5,00	5,00
Conectores e fios	-	10,00	10,00
Conversor RS485 para USB	1	28,00	28,00
Total	-	-	419,24

*Cotação feita em maio de 2025.

Na terceira semana foi definido o *layout* da bancada didática, elaborado as listas de materiais e os desenhos técnicos. Com a lista de materias em mãos foi elaborado o orçamento inicial para cada kit didático, as cotações foram feitas em lojas físicas da região e lojas virtuais. Os detalhes do orçamento podem ser visto na Tabela 1.

Na quinta semana foi feita uma aula com o uso de simuladores, onde foi explorado os conceitos de programação em Ladder (linguagem de contatos) usando o *software* CLIC 02 da WEG, nesta aula os alunos exploraram os seguintes conceitos: entrada e saída, circuito lógicos, intrução de set-reset, temporizadores e contadores.

Na sexta semana foi dedicad a simulação do acionamento de motores usando os *softwares* gratuitos CAdE SIMU e PC SIMU, onde foi contruido lógicas de comando tomando como referência os conceitos aprendidos na quinta semana e na disciplina de Máquinas Elétricas e Acionamento.

A sétima semana foi feita a confecção da bancada didatica pelos alunos, e os testes preliminares de entrada e saída, programação em Ladder das instruições aprendidas na semana 5, agora usando o *software* GX Works 2 da Mitsubishi Electric, fabricante do CLP FX3U.

Por fim na oitava semana foi avaliado o acionamento real de um motor de indução usando o CLP, com a programação feita em Ladder e com a comunicação modbus com o VTScada da Delta Electronics. Os testes da partida sequencia de dois motores foram feitos no Laboratório de Máquinas Elétricas e Comandos do IFPB Cajazeiras.

3. Resultados e discussão

O kit didático confeccionado é ilustrado na Figura 1, foram produzidos 04 kits didáticos com o CLP FX3U e reformados 02 kits já existentes (uso dos CLP's Clic 02 e TPW da WEG). Desta forma todos os alunos da turma podem trabalhar de maneira individual na sua bancada didática de automação.

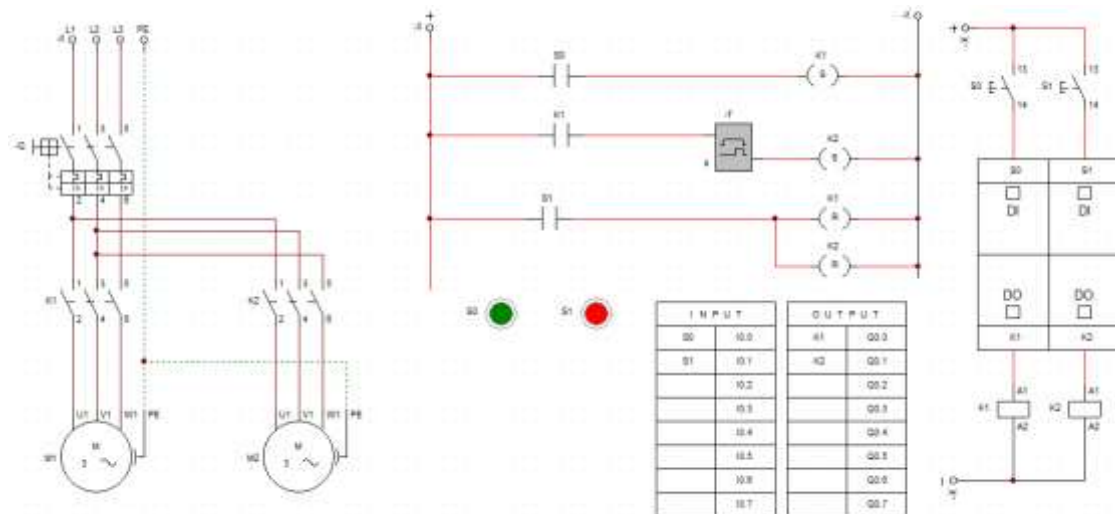
Figura 1 – Detalhes dos kits didáticos confeccionados.



Fonte: Autores (2025).

Na Figura 2 é ilustrado o diagrama de força, o esquema de ligação ao CLP e a lógica Ladder feita no CAdE SIMU para a partida sequencial de dois motores de indução. A lógica usa de duas entradas (botão liga – S0 e botão desliga - S1), duas saídas (K1 e K2, as bobinas das contactoras) e um temporizador (-T), programado em 4s. Desta foma a lógica consiste nas seguintes ações: (1) ao apertar o botão S0, liga o motor 1; (2) conta 4s e liga o motor 2; (3) Ao apertar o botão S1, desliga os dois motores. O botão S1 tatebmn desliga o motor 1, antes de concluída a temporização.

Figura 2 – Partida sequencial de 2 motores com permanência via CLP.



Fonte: Autores (2025).

Na Figura 3 é ilustrado a tela de supervisão SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) e a montagem feita em laboratório para a partida sequencial. A aplicação conta com os botões e sinalização físicos e virtuais. A comunicação usada foi a modbus (RS485), onde o VTScada é o mestre e o CLP é o escravo da rede industrial.

Figura 3 – Montagem física da partida sequencial de dois motores.



Fonte: Autores (2025).

Os dados são adquiridos pelo CLP (FXCPU) e enviados para a aplicação SCADA via protocolo modbus (RS485), numa taxa de transmissão de 38,4 Kbps, numa rede industrial do tipo mestre-escravo do tipo *full duplex* (permite o envio e o recebimento), na rede foi usado um conversor RS485 para USB (*Universal Serial Bus*), este recebe os dados do CLP (pinos A+ e B-) e converte os dados para serial.

A implementação prática, utilizando o CLP em conjunto com o sistema supervisório SCADA, permitiu o comando e a supervisão em tempo real dos parâmetros do processo, possibilitando ajustes rápidos e aprimorando a robustez e a segurança do controle.

4. Considerações finais

A confecção do kit didático é uma ferramenta que: (1) permite comando e supervisão das variáveis de processo; (2) apresenta custo inferior (419,24 R\$) as plantas comerciais (5.000,00 R\$ - bancada da Exsto Tecnologia); (3) permite simular processos industriais e acionamento de motores com supervisão local (4) permite aplicações no processo de ensino-aprendizagem nas disciplinas de Controle do Bacharelado (guia de laboratório). O diferencial do protótipo está na replicabilidade do produto por outras instituições de ensino, todas etapas do processo foram registradas e documentadas em forma de tutorial.

Agradecimentos

Ao IFPB Campus Cajazeiras pela disponibilização da estrutura laboratorial durante a condução dos experimentos.

Referências

- COSTA, P. D.; OLIVEIRA, M. R. Comparative Study of PLC Training Kits: Industry vs. Academic Solutions. **IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1109/FIE49875.2021.9637355>
- INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 61131-3: Programmable controllers: Programming languages**. Genebra, 2013.
- KUMAR, S.; PATEL, A.; RAHMAN, M. N. A Portable PLC Teaching Kit for Vocational Training Using Raspberry Pi and CODESYS. **IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)**, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1109/INDIN51773.2022.9976130>
- MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing: foco na decisão**. 3ª Edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- NGUYEN, T. K.; LE H. Q.; TRAN. D. M. Development of a Modular PLC Training Kit for Industrial Automation Courses. **IEEE Transactions on Education**, 2021. Disponível em: <https://eudl.eu/pdf/10.4108/eai.17-9-2024.2352842>. Acesso em: 15 de maio de 2025.
- PEREIRA, R.; ALVES, L. M.; SANTOS, J. C. Design and Implementation of a Low-Cost PLC Training Kit for Engineering Education. **IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125367>
- VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 15ª Edição. Atlas, 2014.