

Estudo de Caso da Integração Arduino e Controlador Lógico Programável com o Elipse SCADA

Gabriel Schulz Souza (IFPB, Campus Cajazeiras), Maria Mércia Duarte Costa (IFPB, Campus Cajazeiras), Tatiane Pereira Jorge (IFPB, Campus Cajazeiras), Geronimo Barbosa Alexandre (IFPB, Campus Cajazeiras)

E-mails: gabriel.schulz@academico.ifpb.edu.br; costa.mercia@academico.ifpb.edu.br; tatiane.jorge@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: ensino-aprendizagem; ladder; automação; acionamentos.

1. Introdução

A integração entre controladores lógicos programáveis (CLP's) e sistemas SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) tem se mostrado fundamental para o avanço da automação industrial, particularmente no que diz respeito ao acionamento e o controle de velocidade de motores elétricos. Como demonstrado por Rahman *et al.* (2016), essa integração permite o desenvolvimento de sistemas de controle inteligente que combinam a robustez dos CLP's com a capacidade de comando/supervisão em tempo real dos sistemas SCADA, resultando em maior eficiência energética e confiabilidade operacional.

Com o surgimento da Indústria 4.0, a demanda por sistemas inteligentes de controle de motores, desde acionamentos de frequência variável até a manutenção preditiva, tornou-se mais intensa, exigindo uma comunicação perfeita entre CLP's e plataformas SCADA (Singh *et al.*, 2019).

A integração entre CLP e SCADA oferece vantagens significativas, como a supervisão centralizada de sistemas de motores distribuídos, otimização energética e detecção de falhas (Behera *et al.*, 2018). Em Silva *et al.* (2020) demonstraram o uso do padrão OPC UA (*Open Platform Communications Unified Architecture*) para permitir a troca de dados em tempo real entre CLP's e SCADA, garantindo interoperabilidade em ambientes industriais heterogêneos.

Enquanto isso, Franklin *et al.* (2020) destacaram o papel dessa integração em sistemas de correias transportadoras, onde algoritmos de controle adaptativo melhoram a segurança operacional e a produtividade. No entanto, como alertam Gomes *et al.* (2020), essa integração traz novos desafios, particularmente no que diz respeito à segurança cibernética de sistemas industriais. Neste cenário, Sharma *et al.* (2020) propõem uma abordagem inovadora para detecção de falhas em motores utilizando sistemas CLP-SCADA, incorporando técnicas de análise de dados para manutenção preditiva.

Neste contexto o objetivo do trabalho é apresentar a integração prática de dois processos industriais, feita em laboratório, cujo *hardwares* de controle foram a placa Arduino UNO R3 e o CLP FX3U24MR, respectivamente. O processo 1 consiste no controle de velocidade de um motor de corrente contínua (CC), já o processo 2 consiste no acionamento da partida direta em ciclo perpétuo de um motor de indução trifásico. O *software* de comando e supervisão usado foi o Elipse SCADA DEMO, onde a aplicação SCADA local é o mestre da rede *modbus* (RS485) e os escravos são o Arduino e o CLP FX3U.

2. Materiais e métodos

Inicialmente foi feita a revisão bibliográfica em plataformas acadêmicas como: IEEE Explorer Digital Library, Periódicos Capes e Google Acadêmico, dessa pesquisa foram escolhidos alguns artigos que serviram de base do projeto. Em seguida foram elaborados os diagramas elétricos da rede industrial, na sequência foi elaborada a lista de material com o respectivo orçamento para a montagem em laboratório.

Com os materiais em mãos, foi feita a montagem elétrica do acionamento dos motores CC e CA (corrente alternada), na IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino foi feita a lógica de programação em linguagem C para o controle de velocidade do motor CC, usando um LDR (*Light Dependent Resistor*) e uma ponte H. No GX Works 2 foi feita a programação Ladder para a partida direta em ciclo perpétuo do motor CA, foram usadas as instruções SET, RESET e temporizadores. No Elipse SCADA DEMO foram desenvolvidas as telas da aplicação, ao todo foram três janelas: Tela 1 – Apresentação, Tela 2 – Acionamento do motor CA e Tela 3 – Acionamento do motor CC.

Na sequência foram configurados os *drivers modbus* (protocolo RS485) referentes aos escravos (CLP e Arduino), inicialmente a comunicação foi testada individualmente (SCADA-CLP e SCADA-Arduino), por fim a comunicação foi avaliada de maneira conjunta, tendo um mestre e os dois escravos na rede industrial. Na comunicação do CLP-SCADA 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.

O acesso a supervisão local é feito por meio de computador local que está executando a aplicação SCADA. A aplicação foi configurada para o cadastro de usuários, controle de acesso por senhas, monitoramento em tempo real e exportação dos dados operacionais após um dia de operação. Os dados são exportados em formato de tabelas e gráficos.

3. Resultados e discussão

Na Figura 1(a) é ilustrada a montagem física da rede industrial para o acionamento dos motores CC e CA. Na Figura 1(b) é ilustrado a tela principal da aplicação SCADA, onde o usuário pode escolher acessar o escravo 1 (Arduino) ou o escravo 2 (CLP FX3U). A telas 1 e 2 possuem um botão para voltar para a tela principal, contudo não conversam entre si. Na comunicação *half-duplex* implementada, o SCADA conversa com os escravos (envio e recebimento de dados), contudo os escravos não conversam entre si.

Figura 1(a) – Montagem física da rede industrial proposta.

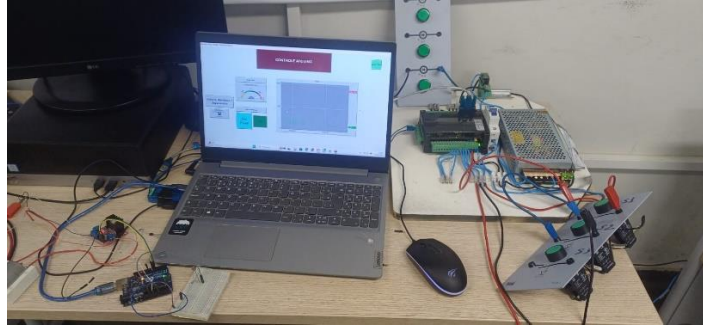
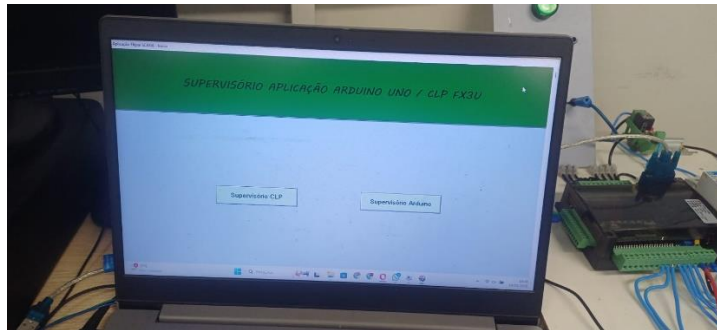


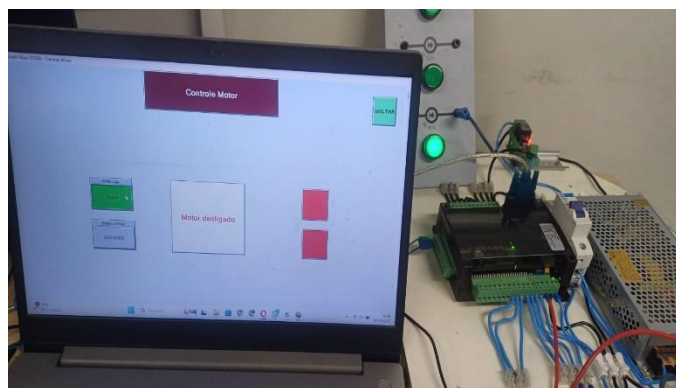
Figura 1(b) – Tela de apresentação do acionamento.



Fonte: Autores (2025).

Na Figura 2 é ilustrada a tela de comando e supervisão do motor CA, uma partida direta em ciclo perpétuo, a aplicação SCADA possui dois botões virtuais (ligar e desligar), a sinalização do estado do motor (em texto) e a sinalização dos estados dos botões físicos, tendo em vista que o usuário pode comandar o motor fisicamente e virtual.

Figura 2 – Tela de comando e supervisão do motor CA.

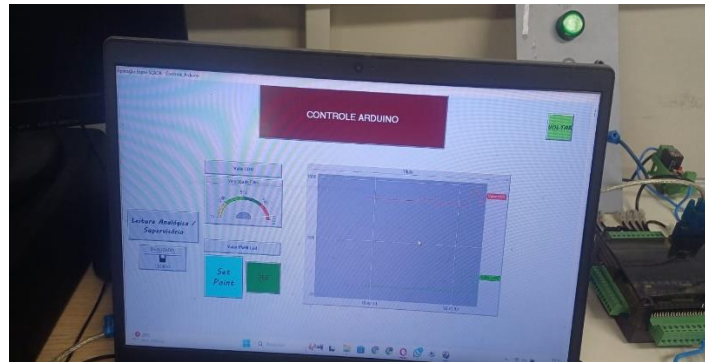


Fonte: Autores (2025).

Na Figura 3 é ilustrada a tela de comando e supervisão do motor CC, a velocidade do motor varia conforme a incidência de luz no LDR. A operação do processo pode ser feito manual (fisicamente) ou virtual (tela SCADA), por meio de uma chave inserida na aplicação, na posição ON é acionado o modo manual e na posição OFF é acionado o comando virtual.

No modo manual o usuário incide luz no LDR e verifica fisicamente a variação da velocidade, bem como pode observar o gráfico da luminosidade e o percentual de velocidade atual (mostrador em forma de velocímetro) na tela de supervisão. No modo virtual, o usuário digita o valor de referência (*setpoint*) da luminosidade, conseqüentemente o valor de velocidade do motor, na aplicação SCADA continua sendo motrado o gráfico e o velocímetro.

Figura 3 – Tela de comando e supervisão do motor CC.



Fonte: Autores (2025).

Durante os testes experimentais de validação da aplicação SCADA na operação do processo didático foi observado um atraso (latência) no envio / recebimento dos dados de aproximadamente 2 (dois) segundos na comunicação.

A montagem da rede industrial *half-duplex*, foi resultado da avaliação de aprendizagem 1 da disciplina Sistemas de Automação Industrial (semestre 2025.1), do curso de Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação. Além do protótipo desenvolvido, foi confeccionado um guia descrevendo o passo-passo da programação e ligação dos sensores e atuadores aos *hardwares* de controle para uso por outros alunos e /ou Instituições de Ensino, o guia está disponível na página eletrônica do Orientador do Trabalho.

4. Considerações finais

A montagem da rede industrial proposta é uma ferramenta que: (1) permitiu comando e supervisão das variáveis de processo; (2) permitiu uma operação do processo confiável e econômica, minimizando paradas operacionais; (3) permitiu simular procesos industriais e acionamento de motores com supervisão local; (4) Trouxe melhorias no processo de ensino-aprendizagem na disciplina, tornando o aluno agente ativo, no uso da metodologia de ensino baseado em projetos. O diferencial do protótipo está na replicabilidade do produto por outras instituições de ensino, pois todas as etapas do processo foram registradas e documentadas em forma de tutorial.

Como trabalhos futuros sugere-se: (a) comunicação com outros processos; (b) desenvolvimento da aplicação SCADA remota (*web site*); (d) criação de um banco de dados robusto para monitorar o histórico operacional; (e) projetar e validar um sistema inteligente para diagnóstico de falhas (CLP, atuadores, sensores, comunicação) na rede industrial.

Agradecimentos

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

Referências

- BEHERA, R. K.; DAS, S. P.; PATI, B. B. Energy-Efficient Motor Control and Performance Analysis via SCADA-Integrated PLC Systems, **2018 IEEE International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems (PEDES)**, Chennai, India, 2018, pp. 1-6. DOI: [10.1109/PEDES.2018.8707792](https://doi.org/10.1109/PEDES.2018.8707792).
- DOWNLOAD. **IDE Arduino**. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/software>. Acesso em: 15 maio de 2025.
- DOWNLOAD. **Elipse SCADA**. Disponível em: <https://www.elipse.com.br/downloads/>. Acesso em: 14 maio de 2025.
- FRANKLIN, G. F.; POWELL, D.; EMAMI-NAEINI, A. Industrial Motor Control and Automation Using PLC-SCADA Systems: A Case Study in Conveyor Belt Systems, **IEEE Transactions on Control Systems Technology**, vol. 28, no. 3, pp. 1026-1035, May 2020.
- RAHMAN, M. A.; RADWAN, T. S.; OSHEIBA, A. M. PLC-Based Intelligent Control and SCADA Integration for Industrial Motor Drives. **IEEE Transactions on Industry Applications**, vol. 52, n° 1, pp. 592-601, Jan.-Feb. 2016.
- SHARMA, A. K.; KUMA, V.; BIJWE, P. R. Fault Detection in Motor Drives Using PLC and SCADA for Predictive Maintenance, **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, vol. 67, no. 8, pp. 6543-6552, Aug. 2020.
- SILVA, J. L.; OLIVEIRA, H. R.; SAMPAIO L. P. Real-Time Monitoring and Control of Motor Drives Using PLC-SCADA Integration via OPC UA, **2020 IEEE 16th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)**, Hong Kong, 2020, pp. 345-350. DOI: [10.1109/CASE48305.2020.9216980](https://doi.org/10.1109/CASE48305.2020.9216980).
- SINGH, S. K.; KUMAR, P. KUMAR; TRIPATHI R. K. Design and Implementation of a SCADA-Controlled PLC-Based Variable Frequency Drive for Induction Motors, **2019 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)**, Melbourne, Australia, 2019, pp. 1235-1240.