

Integração de robô industrial com dispositivos remotos utilizando interface Web de controle.

Matheus Passos Pechin Ronchi, 061250046@faculdade.cefsa.edu.br, Faculdade Engenheiro Salvador Arena

Eduardo Moraes Souza, 061250022@faculdade.cefsa.edu.br, Faculdade Engenheiro Salvador Arena

Gabriela Amorim Souza, 061250023@faculdade.cefsa.edu.br, Faculdade Engenheiro Salvador Arena

Rubem Nero Gomes Xavier, pro21002477@cefsa.edu.br, Faculdade Engenheiro Salvador Arena

Resumo

O presente trabalho apresenta um estudo inicial, referente a aplicação dos conceitos de Internet das Coisas (IoT) e integração de sistemas, tecnologias habilitadoras do conceito de Indústria 4.0. A proposta visa apresentar um projeto que facilita a interação entre ativos industriais, utilizando uma interface web. O desenvolvimento realizado visa possibilitar a aquisição e transmissão de dados entre robô industrial e outros dispositivos externos sem a necessidade de interligação física. Para a implementação, utilizou-se uma placa de prototipagem eletrônica ESP32 como dispositivo principal de controle e comunicação, acompanhado do desenvolvimento de circuitos eletrônicos com optoacoplados para condicionar os diferentes sinais existentes. Os resultados preliminares obtidos em testes de bancada validaram tanto o circuito de conversão de sinais quanto a funcionalidade da interface web, que demonstrou comunicação bidirecional estável com o microcontrolador via Wi-Fi. A partir desses aspectos foi possível considerar válida a aplicação no aspecto funcional, representando um avanço relevante para a integração completa e o controle total do sistema robótico, possuindo limitações no estudo referentes a capacidade de dados a ser transmitida utilizando o ESP32.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Internet das Coisas. Integração de Sistemas. Robô Industrial.

Introdução

Segundo Groover (2014), a automação pode ser entendida como uma tecnologia a qual age em um processo ou procedimento, majoritariamente industrial, obtendo então, o seu funcionamento sem assistência ou interferência humana ao decorrer do trabalho. Sendo realizada utilizando-se o conjunto de programa de instruções e um sistema de controle para a execução de instruções pré-determinadas.

A indústria 4.0 vai além do uso de tecnologias simples para a automatização de processos, ela converge em complexas inovações de novas tecnologias para a atualização de novos processos e negócios, causando assim, uma mudança na cadeia de valor no desenvolvimento de produtos e serviços. (COELHO, 2016)

Conforme Alvares (2019), a automação industrial e de processos está inserida na indústria 4.0, trazendo mais eficiência aos processos, pela junção de análises avançadas de *Big Data* e *IoT* (Internet das Coisas) nos campos de automação e controle. Portanto, a adesão contínua de modelos industriais da indústria 4.0 só pode ser possível com avanços tecnológicos na automação industriais e áreas correlacionadas.

A *IoT* emergiu em conjunto com estudos na área de sistemas embarcados, eletrônica, controle, sensoriamento e comunicação. Um dos pontos principais impostos pela Internet das Coisas é a conexão de objetos do dia a dia a internet para serem monitorados e controlados de forma remota. Assim como no dia a dia, a *IoT* está altamente presente na indústria 4.0, o que possibilita o controle e monitoramento remoto de processos industriais realizados em tempo real. A tecnologia Wi-Fi é uma das soluções de comunicação *wireless* extremamente usada em *IoT*, estando presente em sistemas embarcados de baixo custo, como a placa de prototipagem eletrônica ESP32, e em sistemas de monitoramento de alto valor (SANTOS, 2016).

De acordo com Sacomano (2018), a união de tecnologias divergentes para o trabalho coordenado de um sistema é chamada integração de sistemas. Em um ambiente industrial, a integração de sistemas é fundamental para a eficiência do processo com base na emissão e recepção de dados.

Ao realizar estudos referentes a processos de automação ligados à Internet das Coisas, Indústria 4.0 e tecnologias para o aumento da produção e eficiência, contribui para o surgimento de novas tecnologias e arquiteturas de sistemas industriais, enfatizando não somente o aumento da eficiência, assim como a eficácia de processos industriais (XAVIER, *et al*, 2023).

Neste cenário, a tática de *retrofitting*, que consiste em atualizar equipamentos e softwares antigos ou desatualizados, se apresenta como uma opção viável e econômica em comparação à substituição total do parque industrial (MAY *et al.*, 2019). O projeto está em conformidade com essa perspectiva, sugerindo uma solução fundamentada no estudo e desenvolvimento no contexto de IoT, pois além de ser uma tecnologia pertencente a Indústria 4.0, facilita a integração de sistemas, correlacionando sistemas antigos com limitações utilizando hardwares e softwares atuais.

Este projeto visa a aquisição e transmissão de dados de um robô industrial por meio de uma interface web e uma rede local, utilizando um microcontrolador com módulo de comunicação Wi-Fi para a interação entre o sistema industrial do robô e sistemas embarcados.

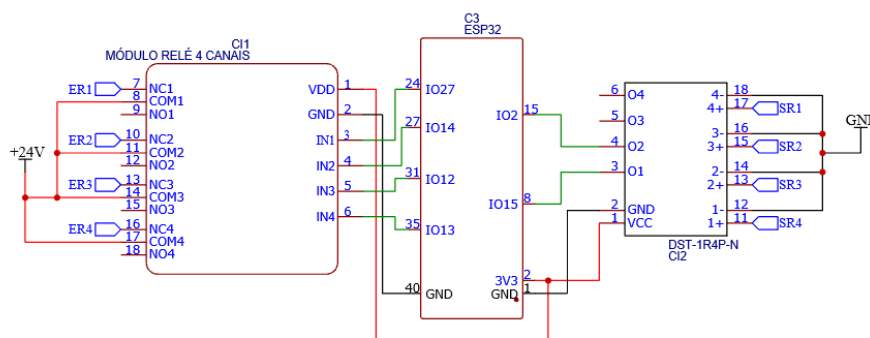
Metodologia

O projeto foi desenvolvido em etapas sequenciais, partindo, primeiramente, de uma revisão teórica, a partir de revisões bibliográficas para o estabelecimento dos requisitos, posteriormente partindo para o desenvolvimento prático do sistema, e por fim a validação dos resultados preliminares referentes ao desenvolvimento.

Visando a comunicação entre interface web e robô, foi utilizada a placa de prototipagem eletrônica ESP32, pelo seu baixo custo, baixo consumo de energia, alta eficiência no processamento de informações e existência módulos de comunicações Bluetooth e Wi-Fi interconectados, possibilitando uma conexão e comunicação de alto nível, conforme citado no trabalho de Lima (2022).

Diante a diferença de níveis de sinais existentes, comparando-se entradas e saídas do robô industrial SCORBOT ER 9 e da placa de prototipagem eletrônica ESP32 foi utilizado o uso de circuitos elétricos de conversão e acionamento, com optoacopladores, tanto na recepção de sinais digitais (SR1 a SR4) quanto na transmissão de sinais digitais (ER1 a ER4). A figura 1 evidencia o circuito eletrônico elaborado para o envio e recebimento de sinais digitais do ESP32.

Figura 1 – Esquema elétrico de ligações do circuito entre robô e ESP32



Fonte: Autoria Própria (2025)

Com o intuito de desenvolver a interface web responsável pelo controle, envio e recebimento de dados, foi usada a biblioteca Wi-Fi.h, utilizada para emular uma rede Wi-Fi, baseada em um ponto de acesso para outros dispositivos se comunicarem ao ESP32 e programação da interface em HTML, CSS e JavaScript, realizada localmente no programa da placa. Foi utilizada também a biblioteca WebServer.h, utilizada para realizar o filtro de dados mais eficiente e aquisição e transmissão de dados e tomada de decisões. A figura 2 exibe a interface web do ESP32 para controle do robô e a figura 3 exibe o fluxograma base para o funcionamento.

Figura 2 – Interface web de controle e visualização do tempo de execução de rotinas do robô.

Controle de Ciclo do Robô

1. Selecione o Ciclo

Ciclo 1

Ciclo 2

Ciclo 3

2. Inicie o Processo

Iniciar Ciclo no Robô

Aguardando início do robô...

Tempos Gravados (ms)

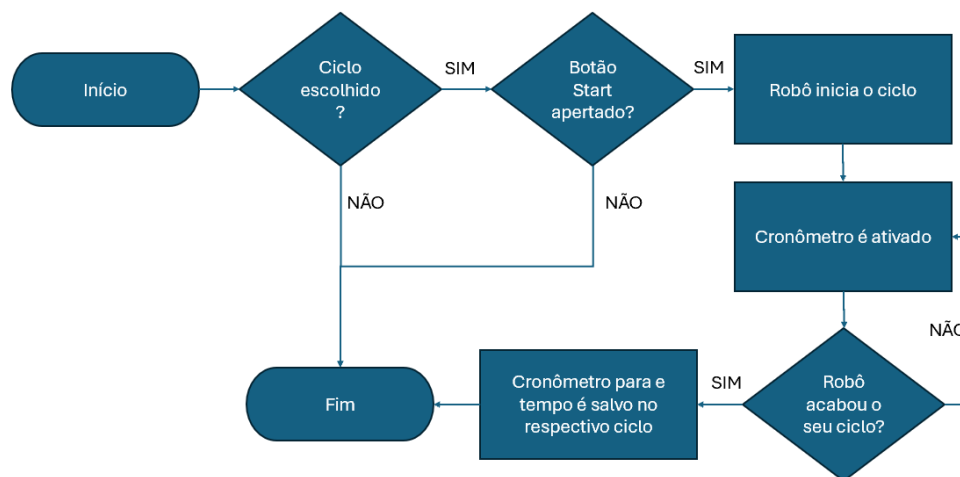
Ciclo 1: 0 ms

Ciclo 2: 0 ms

Ciclo 3: 0 ms

Fonte: Autoria Própria (2025)

Figura 3 – Fluxograma base do funcionamento do projeto.



Fonte: Autoria Própria (2025)

Após o desenvolvimento, foram realizados testes iniciais de funcionalidade. Primeiramente, foram feitos testes em bancada para a verificação do circuito eletrônico, interligando e conectando os dispositivos para verificações de tempo de respostas.

Resultados preliminares

Nesta fase inicial do projeto, foram realizados testes de validação focados em dois subsistemas críticos: o circuito de interfaceamento eletrônico e a interface de controle web. O objetivo destes ensaios foi verificar a funcionalidade dos componentes de forma isolada, antes da integração completa com o robô industrial SCORBOT ER 9.

O primeiro teste validou o circuito eletrônico de conversão de nível de tensão (Figura 1). Utilizando um multímetro, um osciloscópio e o robô industrial, foi verificado que o circuito com optoacopladores foi capaz de converter, de forma eficaz e sem perdas significativas, os sinais de 3,3V do ESP32 para os 24V requeridos pelas entradas do robô, e vice-versa. Os sinais de saída se mostraram estáveis e com o nível de tensão adequado para a comunicação entre os dispositivos, validando a solução de hardware proposta para a compatibilização dos sistemas, podendo realizar a ativação de ciclos propostos e a medição de tempos de operação.

O segundo teste focou na interface web (Figura 2). O ESP32 foi configurado como um ponto de acesso (Access Point), e um dispositivo cliente (smartphone) foi utilizado para se conectar à rede Wi-Fi criada. A interface web foi acessada com sucesso através de um navegador, exibindo corretamente todos os elementos visuais programados em HTML e CSS.

Os testes de funcionalidade confirmaram que os comandos enviados pela interface (acionamento de botões) eram recebidos e processados corretamente pelo ESP32, que respondia alterando o estado de seus pinos de saída. Da mesma forma, dados de ciclos, operações e rotinas foram transmitidos e exibidos em tempo real na interface, validando a comunicação bidirecional via WebServer.

Entretanto, dados mais precisos, como posicionamento e sinais do sistema de segurança, não são captados pela interface e o uso da rede de comunicação entre ESP32 e usuário no formato Access Point

exige a obrigatoriedade de uma distância máxima para a operação, sendo estas, melhorias futuras no trabalho.

Referências

ALVARES, Beatriz Vieira; MADANI, Fernando Silveira. **INDÚSTRIA 4.0 – AUTOMAÇÃO DA ANÁLISE DE DADOS E RECURSOS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO COM FOCO NA GESTÃO**. Instituto Mauá de Tecnologia, 2019.

COELHO, P. **RUMO à INDÚSTRIA 4.0**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Coimbra – FCTU, Portugal, 2016.

GROOVER, Mikell P. **AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E SISTEMAS DE MANUFATURA**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2014. 594 p.

LIMA, G. **SMARTLOCK: UM SISTEMA DE CONTROLE DE ACESSO USANDO O MICROCONTROLADOR ESP32**. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO, 2022.

SACOMANO, José Benedito et al. **INDÚSTRIA 4.0**. Editora Blucher, 2018.

SANTOS, Bruno P. et al. **INTERNET DAS COISAS: DA TEORIA À PRÁTICA**. Departamento de Ciência da Computação Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) Belo Horizonte, MG, Brasil, 2016.

MAY, Jonas Lago; TEREZA, G. A. S. V.; SANTOS, E. A. P. **RETROFITTING DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS COMO ESTRATÉGIAS DE ADEQUAÇÃO À INDÚSTRIA 4.0**. Revista Produção Online, Florianópolis, v. 19, n. 2, p. 571-597, 2019.

XAVIER, R. N. G.; CUARELLI, C.; KANESHIRO, P. J. I.; ASATO, O. L.; MORO, J. R.; NAKAMOTO, F. Y. **Architecture Proposal for SMT Production Line in the Context of Industry 4.0**. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRY APPLICATIONS (INDUSCON), 15., 2023, São Bernardo do Campo: IEEE, 2023. p. 518-524. DOI:<https://doi.org/10.1109/INDUSCON58041.2023.10375056>.