



Aplicação de metodologias para solução de problemas de automação com programação de CLPs em Ladder

Application of methodologies for automation problem solving with plc programming in ladder logic

Amanda Mendonça Pereira¹, Marcio Aurelio Furtado Montezuma²

RESUMO

Silva (2018) destaca a importância da linguagem Ladder na programação de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) em automação industrial. A linguagem Ladder, desenvolvida durante a Segunda Guerra Mundial, é amplamente utilizada, visual e baseada em símbolos padronizados. Este estudo se concentra na criação de um manual introdutório para a linguagem Ladder, visando orientar a programação eficaz, otimização de código, resolução de problemas e segurança do sistema. Além disso, busca padronizar o aprendizado da Ladder entre estudantes, melhorando a eficiência da programação na automação industrial. O objetivo é explorar o uso da Ladder na programação de CLPs, incluindo conceitos fundamentais, conversão de circuitos em diagramas Ladder e resolução de problemas. A pesquisa se baseia em revisões bibliográficas detalhadas, análises do manual "DVP-PLC Application Manual" e utiliza software de simulação de CLP como CAdE simu e PC simu, permitindo experimentação eficiente. Isso contribui para a formação de profissionais na automação, facilitando o aprendizado da linguagem Ladder e sua aplicação prática.

PALAVRAS-CHAVE: Automação Industrial; Ladder; Programação CLP.

ABSTRACT

Silva (2018) emphasizes the importance of the Ladder language in the programming of Programmable Logic Controllers (PLCs) in industrial automation. The Ladder language, developed during World War II, is widely used, visual, and based on standardized symbols. This study focuses on creating an introductory manual for the Ladder language, with the aim of guiding effective programming, code optimization, problem resolution, and system safety. Furthermore, it seeks to standardize the learning of Ladder among students, improving programming efficiency in industrial automation. The goal is to explore the use of Ladder in PLC programming, including fundamental concepts, circuit conversion into Ladder diagrams, and problem-solving. The research is based on detailed literature reviews, analysis of the "DVP-PLC Application Manual," and the use of PLC simulation software such as CAdE simu and PC simu, allowing for efficient experimentation. This contributes to the training of professionals in automation, facilitating the learning of the Ladder language and its practical application.

KEYWORDS: Industrial Automation; Ladder; PLC Programming.

INTRODUÇÃO

(SILVA, 2018) enfatiza a significativa importância da linguagem Ladder na programação de controladores lógicos programáveis (CLPs) em sistemas de automação industrial. Ele ressalta que a linguagem Ladder é a mais amplamente adotada nos CLPs do mercado, sendo uma linguagem visual de programação fundamental na indústria de automação.

¹ Bolsista do CNPq. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil. E-mail: amandamendonca@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 1822113369191270.

² Docente no curso de Engenharia Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil. E-mail: montezuma@utfpr.edu.br. ID Lattes: 2487283169795744.



Seu desenvolvimento ocorreu durante a Segunda Guerra Mundial, tornando-se a mais antiga e amplamente adotada na área. Baseada em um diagrama que ilustra circuitos elétricos e de controle, a linguagem ladder utiliza símbolos padronizados para representar componentes e operações lógicas. Sua natureza intuitiva a transformou em uma ferramenta essencial para programar controladores lógicos programáveis (PLCs) em sistemas de automação industrial (RIBEIRO, 2001).

Portanto, o aprendizado da programação em linguagem ladder desempenha um papel crucial na atualidade. Com sua ampla aplicação na automação industrial e em sistemas de controle, essa linguagem desempenha um papel fundamental nos Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), vitais em diversos setores industriais (SILVA, 2018)

Nesse contexto, o foco da pesquisa reside na criação de um manual introdutório para a linguagem ladder. Esse manual visa oferecer orientações sobre as práticas mais eficientes de programação, otimização de código, resolução de problemas e segurança do sistema, tornando-se uma contribuição significativa. Além disso, a elaboração de um manual didático sobre o tema poderá ajudar a promover uma padronização da programação em ladder, fomentando uma compreensão abrangente e uniforme da linguagem entre os estudantes. A disponibilidade dessas orientações concisas e claras tem o potencial de aprimorar a eficiência da programação em ladder, minimizar erros e elevar a confiabilidade dos sistemas automatizados. Ademais, esse manual simplificaria o treinamento de novos profissionais nesse campo em constante evolução.

OBJETIVO GERAL

Explorar e apresentar de forma concisa o uso da linguagem Ladder na programação de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) em sistemas de automação. Isso será alcançado por meio da análise de conceitos fundamentais, da conversão de circuitos elétricos em diagramas Ladder e da resolução de exercícios.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa se fundamenta em uma revisão bibliográfica detalhada, na análise minuciosa do manual de referência "DVP-PLC Application Manual" e na utilização de software de simulação de CLP. Para essa finalidade, foram empregados dois programas, CADe simu e PC simu, que são disponibilizados gratuitamente e possuem uma integração notável. Essa integração possibilita a elaboração do sistema de controle em um deles e a simulação visual correspondente no outro, tornando o processo de experimentação mais eficiente e prático.

Para compreensão da linguagem Ladder, foram conduzidos estudos com base nos manuais: "DVP-PLC Application Manual" e o manual da Siemens AG Microsistema SIMATIC S7-200 (AG, 2000). Dessa forma, a partir dos conhecimentos adquiridos, foi elaborado um manual didático, síntese das referências, que possui seções projetadas especificamente para instruir os estudantes sobre os elementos básicos dessa linguagem essencial na automação (HEADQUARTERS, 2022).

As seções iniciais do manual elaborado abordam os fundamentos da linguagem, suas principais conexões, as situações de erro mais comuns encontradas na prática, exemplos iniciais de



ligações que os estudantes podem realizar e, a importância e relevância de converter um circuito elétrico em um diagrama Ladder. Essa abordagem ampla e detalhada visa proporcionar aos estudantes uma compreensão sólida dos conceitos iniciais da linguagem Ladder e suas aplicações em sistemas de automação.

Para a resolução dos exercícios foi utilizado a implementação de Mapa de Karnaugh, que é uma ferramenta gráfica usada na simplificação de expressões booleanas e na otimização de circuitos lógicos. Este mapa é particularmente útil para simplificar funções booleanas com várias variáveis e pode ser muito eficaz na resolução de exercícios relacionados à álgebra booleana e circuitos digitais. Para realizar a utilização do Mapa de Karnaugh o usuário deve seguir um conjunto de etapas específicas. Primeiro, as entradas e saídas do circuito devem ser identificadas. Isso envolve compreender quais variáveis de entrada afetam o comportamento do circuito e quais variáveis de saída são produzidas em resposta a essas entradas.

Em seguida, é necessário criar uma tabela que liste todas as combinações possíveis de valores para as entradas. Por exemplo, em um circuito com duas variáveis de entrada, A e B, a tabela conterá quatro linhas, representando todas as combinações possíveis de A e B (00, 01, 10, 11). Depois de criar a tabela, é importante determinar os valores de saída correspondentes para cada combinação de entrada. Isso requer avaliar o comportamento do circuito para cada conjunto de valores de entrada e registrar os resultados nas variáveis de saída.

Quando a saída for igual a 1 para uma combinação específica de entrada, essa combinação deve ser anotada na tabela. Além disso, é necessário escrever a expressão booleana correspondente que representa essa situação. Essa expressão geralmente envolve as variáveis de entrada e seus complementos (por exemplo, A, B', C). Com todas as expressões booleanas registradas, o próximo passo é usar um Mapa de Karnaugh para simplificá-las. O Mapa de Karnaugh é uma grade onde os valores da tabela que indicam quando a saída é 1 são preenchidos. Esses valores são organizados nas células do mapa de acordo com as combinações de entrada correspondentes.

Dentro do Mapa de Karnaugh, o usuário deve identificar grupos de células contíguas que contenham o valor 1. Esses grupos podem assumir diferentes formatos, como 2x2, 2x4, etc., dependendo do tamanho do mapa. Cada grupo de células no Mapa de Karnaugh corresponde a um termo na expressão booleana simplificada. O próximo passo é escrever esses termos e combiná-los para formar a equação booleana simplificada.

Assim sendo, com a expressão pronta, para realizar a implementação e teste das programações em linguagem Ladder foram realizados em um ambiente de simulação de CLP, proporcionando um cenário prático e seguro para a experimentação.

EXERCÍCIO PROPOSTO

Dessa maneira, foram desenvolvidos exercícios práticos para a aplicação dos conceitos apresentados. A seguir, será apresentado um dos exercícios selecionados do manual, uma vez que não é possível incluir todos eles neste artigo.



Sequência de leds

É desejado elaborar um sistema que ao ser apertado o botão 1 (Botão verde) acenda o led vermelho, ao ser apertado o botão 2 (vermelho) acenda o led azul e se aperte as chaves simultaneamente acendam o led branco.

Resolução: O primeiro passo é identificar as entradas e saídas do sistema, para o presente problema proposto é possível identificar que os atuadores são os botões, os leds são os sistemas a serem controlados. Após identificar, faz-se a elaboração da tabela verdade apresentada abaixo, analisando os estados de entrada e adotando a saída de acordo com o que foi pedido. Além disso, o desenvolvimento de exercícios práticos desempenhou um papel fundamental no estudo, permitindo a aplicação real dos conceitos aprendidos. Isso incluiu a criação de sequências de LEDs e circuitos de intertravamento, utilizando tanto recursos virtuais quanto componentes físicos, como botões e LEDs. Sendo:

- B1: Botão 01
- B2: Botão 02
- V: Led vermelho
- A: Led azul
- B: Led Branco

B1	B2	V	A	B
0	0	0	0	0
0	1	0	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	1

Tabela 1 – Tabela de estados.

Ao realizar o mapa de Karnaugh tem-se a equação reduzida:

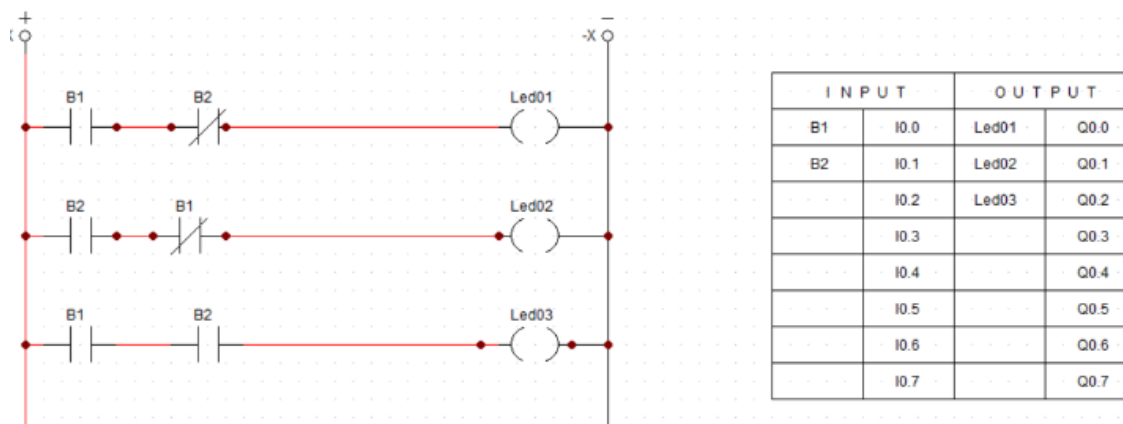
$$V = B1 * \overline{B2} \quad (1)$$

$$A = \overline{B1} * B2 \quad (2)$$

$$B = B1 * B2 \quad (3)$$

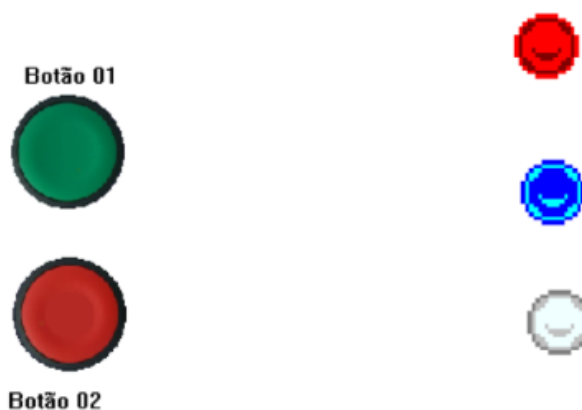
Com as equações montadas, foi elaborado o circuito abaixo(Figura 1), onde as variáveis sem a barra em cima são representadas por um contato aberto e as que possuem a barra são representadas com o contato normalmente fechado, e para ilustrar o sistema foi implementado na Figura 2.

Figura 1 – Programação em ladder - CADe Simu



Fonte: Autoria Própria

Figura 2 – Simulação Leds - PC Simu



Fonte: Autoria Própria

CONCLUSÃO

Este estudo destacou a importância da linguagem Ladder na automação, enfatizando sua natureza intuitiva. A elaboração de um manual didático específico para a linguagem Ladder forneceu diretrizes para programação eficiente e segura.

Por meio de exercícios práticos, foram aplicados conceitos e identificados erros comuns. Sendo assim, a linguagem Ladder é vital para a eficiência e segurança nos processos de controle. Este estudo contribuiu para o início da formação de profissionais mais qualificados, adaptados às demandas.

O principal resultado desta pesquisa é a elaboração de um manual didático abrangente para a linguagem Ladder. Este manual oferece diretrizes claras sobre boas práticas de programação, otimização de código, resolução de problemas e segurança do sistema. A expectativa é que esse recurso simplifique o processo de aprendizado da linguagem Ladder, ao mesmo tempo em que promove a padronização da programação em automação para aqueles que estão iniciando no processo de aprendizagem da mesma.



XIII Seminário de Extensão e Inovação XXVIII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR

Ciência e Tecnologia na era da Inteligência Artificial: Desdobramentos no Ensino Pesquisa e Extensão
20 a 23 de novembro de 2023 - Campus Ponta Grossa, PR



SEI-SICITE
2023

Agradecimentos

Agradeço ao professor Márcio Montezuma pela orientação na elaboração da pesquisa, e também ao CNPq pelo incentivo por meio da bolsa de iniciação científica.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

AG, SIEMENS. Microsistema SIMATIC S7-200. El S7-200 en dos horas, 2000.

HEADQUARTERS, INDUSTRIAL AUTOMATION. **DVP-PLC Application Manual (Programming)**. Taiwan: Delta Electronics, Inc., Taoyuan Technology Center, 2022.

RIBEIRO, Marco Antônio. **Automação Industrial**. 4. ed. Salvador: [s.n.], 2001.

SILVA, J.A. et al. **Automação industrial: conceitos, metodologias e aplicações**. São Paulo: [s.n.], 2018.