



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Exatas e de Informática

Dispositivos Lógicos Programáveis*

Mariana Almeida Mendonça¹
²

Resumo

Este artigo explora as principais diferenças na aplicação de sistemas em dispositivos lógicos programáveis (PLDs). Apresenta uma comparação entre diversos dispositivos, analisando fatores como flexibilidade, custo, velocidade e suas aplicações no mercado. Por meio dessa análise, são destacadas as vantagens de cada dispositivo, oferecendo uma visão sobre seu uso ideal em diferentes contextos industriais e comerciais.

Palavras-chave: PLDs. Dispositivos Lógicos Programáveis.

* Artigo apresentado ao Instituto de Ciências Exatas e Informática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como pré-requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

¹ Aluno do Programa de Graduação em Ciência da Computação, Brasil – mamendonca@sga.pucminas.br.

², Brasil – .

Abstract

This article explores the key differences in the application of systems using programmable logic devices (PLDs). It presents a comparison of various devices, analyzing factors such as flexibility, cost, speed, and their market applications. Through this analysis, the advantages of each device are highlighted, providing insights into their optimal use in different industrial and commercial contexts.

Keywords: PLDs. Programmable Logic Devices.

1 INTRODUÇÃO

A evolução da tecnologia tem sido marcada pela busca incessante por soluções mais eficientes, rápidas e adaptáveis, especialmente no setor de automação industrial. Nesse contexto, os dispositivos lógicos programáveis (PLDs) surgem como uma peça-chave para atender a essas demandas, permitindo o desenvolvimento de sistemas flexíveis que podem ser programados de acordo com as necessidades específicas de cada aplicação. Compreender a construção e a aplicação desses dispositivos é mais do que apenas uma análise técnica – trata-se de entender como a indústria de automação se transformou e continua a evoluir ao longo das décadas.

Os PLDs são dispositivos que permitem a criação de circuitos lógicos personalizados, sem a necessidade de projetar um circuito integrado dedicado para cada aplicação. Isso proporciona um nível elevado de adaptabilidade, permitindo que soluções sejam implementadas rapidamente e modificadas conforme necessário, sem os custos elevados de fabricação de hardware sob medida. Ao estudar a aplicação desses dispositivos, como os ASICs, FPGAs, CPLDs e outros, é possível traçar uma linha de desenvolvimento que acompanha a evolução da própria indústria de automação.

Além disso, a história dos PLDs está intrinsecamente ligada ao crescimento da automação em diversas áreas, desde a manufatura até o controle de processos complexos em setores como o automotivo, aeroespacial e de telecomunicações. A necessidade de otimizar processos, reduzir custos e aumentar a eficiência produtiva impulsionou o uso de PLDs, substituindo muitas vezes soluções baseadas em hardware fixo, como os circuitos integrados específicos para uma função.

Por meio dessa análise, pode-se perceber como esses dispositivos desempenharam um papel fundamental na criação de sistemas que são não apenas flexíveis, mas também escaláveis. Isso resultou em uma indústria de automação mais ágil, capaz de se adaptar rapidamente às demandas de um mercado global cada vez mais competitivo. As questões de flexibilidade, custo, velocidade de processamento e escalabilidade são determinantes para o sucesso dos sistemas industriais modernos, e é justamente nesse ponto que os PLDs se destacam.

Assim, ao mergulhar na construção e nas diversas aplicações dos dispositivos lógicos programáveis, não só se compreende melhor as soluções tecnológicas adotadas no presente, mas também é possível observar como a evolução desses dispositivos moldou e continua a moldar o futuro da automação industrial. Este artigo tem como objetivo explorar as principais características desses dispositivos, realizando comparações entre suas vantagens e desvantagens, e como eles podem ser aplicados de maneira estratégica em diferentes contextos do setor industrial.

2 DESENVOLVIMENTO

Nesta seção, serão discutidas as principais características e diferenças entre os dispositivos lógicos programáveis e outros circuitos integrados amplamente utilizados na automação

industrial. A análise será focada nas comparações entre ASICs, ASSPS, SPLDs, CPLDs, SoCs, e FPGAs, considerando fatores como flexibilidade, custo, e velocidade. Além disso, será explorada a distinção entre PROMs, PLAs, e PALs, que são dispositivos mais antigos, mas ainda relevantes em determinadas aplicações. Por fim, serão comparadas as principais diferenças entre CPLDs e FPGAs, dois dos dispositivos mais usados atualmente em sistemas de automação.

2.1 Comparação entre dispositivos lógicos

Nessa seção, iremos abordar as principais diferenças entre ASICs, ASSPS, SPLDs, CPLDs, SoCs e FPGAs, dispositivos amplamente utilizados na automação industrial. Cada um desses componentes oferece vantagens e limitações em termos de flexibilidade, custo, velocidade e aplicabilidade. Enquanto os ASICs e ASSPS são voltados para funções específicas, os dispositivos programáveis, como SPLDs, CPLDs e FPGAs, fornecem maior adaptabilidade. Já os SoCs integram múltiplos componentes em um único chip. A comparação irá explorar como esses dispositivos se encaixam em diferentes demandas e cenários industriais.

2.1.1 ASIC

São circuitos personalizados, ou seja, projetados especificamente para atender às necessidades de um projeto. Sua principal desvantagem é o custo elevado, já que demandam mão de obra especializada para sua construção. Para pequenas e médias indústrias, esse custo pode ser excessivo. Entretanto, em grandes empresas ou produções em larga escala, o investimento se justifica, pois a necessidade é mais significativa. A flexibilidade desses circuitos é baixa, pois são feitos para atender a um único projeto específico. São amplamente utilizados em indústrias de IoT e smartphones.

2.1.2 ASSP

Diferencia-se do ASIC por ser mais flexível. Embora seja mais específico, pode ser aplicado em mais de uma solução, sendo parcialmente customizado. Sua flexibilidade não é tão ampla, mas pode atender a projetos similares. É utilizado em indústrias de chips ou áudio.

2.1.3 SPLD

Os Dispositivos de Lógica Programáveis Simples (Simple Programmable Logic Devices) têm como principais características o baixo custo e o bom desempenho. Sua estrutura é

baseada em portas AND e OR, sendo uma categoria de pequenos PLDs. Permitem que sua lógica seja programada pelo usuário, oferecendo flexibilidade e customização moderadas. São utilizados em aplicações simples, como controle de sinais.

2.1.4 CPLD

Mais complexos que os SPLDs, os CPLDs são formados por múltiplos PLDs em um único chip, com blocos que se comunicam por interconexões programáveis. Seus barramentos são contínuos, permitindo maior capacidade lógica e de interconexões. Oferecem alta flexibilidade e têm custo relativamente acessível. São usados em aplicações de controle, decodificadores e sistemas embarcados simples.

2.1.5 SoC

É um sistema que integra diversos componentes, como CPU, memória e interfaces, em um único chip. Ele é customizado para agregar várias funcionalidades, mas sua flexibilidade é baixa, pois é projetado para um uso específico. Seu custo pode ser alto, especialmente para pequenas e médias demandas, mas o investimento é compensado pela sua eficiência na resolução de problemas. É amplamente utilizado em dispositivos IoT, smartphones e sistemas embarcados avançados.

2.1.6 FPGA

Os FPGAs não utilizam portas AND e OR, mas sim blocos lógicos configuráveis. Sua programação é feita em campo, permitindo reconfiguração. São altamente customizáveis, com grande flexibilidade, já que podem ser alterados após a fabricação. O custo inicial é baixo, mas pode aumentar devido ao consumo de energia em grandes produções. São amplamente utilizados em protótipos, sistemas de teste, atualizações de hardware e em aplicações de média e baixa produção.

2.2 Comparação entre PROM, PLA e PAL

Nesta seção, iremos comparar três dos principais dispositivos programáveis mais antigos: PROM (Programmable Read-Only Memory), PLA (Programmable Logic Array) e PAL (Programmable Array Logic). Embora menos utilizados atualmente, esses dispositivos desempenharam papéis essenciais na evolução dos circuitos lógicos programáveis. A análise abordará

suas principais características, como capacidade de programação, flexibilidade e aplicações.

2.2.1 PROM

Foi o primeiro tipo de CHIP programável pelo usuário, sendo programada uma única vez. Seu estado padrão é sempre 1, isso sendo alterado posteriormente. Muito utilizada em situações em que as informações não precisam ser modificadas, como em sistemas embarcados ou dados fixos.

2.2.2 PLA

Primeiro dispositivo a ser produzido para implementar funções lógicas definidas, sua constituição é feita por meio de arranjos AND e OR, onde ambos são programáveis. Entretanto apresenta alto custo.

2.2.3 PAL

Constituído de arranjos AND e OR, sendo o primeiro programável e o segundo fixo, foi um dispositivo no qual barateou a fabricação de dispositivos de lógica programável graphicx

Critério	PROM	PLA	PAL
Definição	Programa apenas uma vez	Programável com arrays configuráveis	Arquitetura fixa para simplificação
Flexibilidade	Não reprogramável	Totalmente programável	Parcialmente programável
Aplicação	Armazena dados fixos	Circuitos personalizados	Circuitos que necessitam de simplicidade e velocidade
Custo	Parcialmente barateado	Custo elevado	Menos elevado (mais barato que PLA)
Velocidade	Não envolve execuções	Mais lento que o PAL	Mais veloz devido à sua arquitetura

Tabela 1 – Comparação entre PROM, PLA e PAL

2.3 Diferenças entre CPLD e FPGA

Nesta seção, iremos explorar as principais diferenças entre os dispositivos lógicos programáveis Complex Programmable Logic Devices (CPLD) e Field Programmable Gate Arrays (FPGA). Ambos desempenham um papel crucial na implementação de soluções em automação e eletrônica, mas possuem características distintas que os tornam mais adequados para diferentes aplicações. Discutiremos aspectos como flexibilidade, capacidade de programação, custo, desempenho e consumo de energia, proporcionando uma compreensão aprofundada de quando

e por que escolher um CPLD ou um FPGA para projetos específicos.

Critério	CPLD	FPGA
Blocos Lógicos	Quantidade pequena de grandes blocos lógicos	Quantidade grande de pequenos blocos lógicos
Volatilidade	Não volátil	Volátil
Velocidade	Resposta mais rápida	Resposta mais lenta
Escalabilidade	Restritos a pequenos e médios projetos	Abrange projetos de grande escala

Tabela 2 – Comparação entre CPLD e FPGA

2.4 Conclusão

Neste artigo, exploramos as principais diferenças e características dos dispositivos lógicos programáveis, incluindo ASIC, ASSP, SPLD, CPLD e FPGA. A análise dessas tecnologias revelou que, embora cada tipo tenha suas vantagens e desvantagens, a escolha do dispositivo ideal depende das necessidades específicas de cada projeto.

Os circuitos integrados personalizados, como ASIC e ASSP, oferecem soluções altamente especializadas, porém com custos elevados, o que os torna mais adequados para grandes indústrias que operam em larga escala. Por outro lado, os dispositivos como SPLD, CPLD e FPGA oferecem maior flexibilidade e são frequentemente utilizados em projetos que demandam adaptações rápidas e eficientes, especialmente em setores como automação industrial e Internet das Coisas (IoT).

Além disso, as comparações entre PROM, PLA e PAL destacaram as particularidades de cada tecnologia em relação à programação, custo e velocidade. A distinção entre CPLD e FPGA também se mostrou crucial, principalmente ao considerar fatores como escalabilidade e velocidade de resposta, que impactam diretamente a eficiência e o desempenho dos sistemas em que são aplicados.

Portanto, entender as diferenças entre essas tecnologias e suas aplicações não só permite uma escolha mais informada na hora de desenvolver projetos, mas também contribui para uma melhor compreensão da evolução e do consumo na indústria de automação. À medida que as demandas por soluções mais eficientes e adaptáveis continuam a crescer, o papel dos dispositivos lógicos programáveis se torna cada vez mais central, moldando o futuro da automação industrial e da tecnologia em geral.

REFERÊNCIAS

CODá, Luiza Maria Romeiro. Dispositivos lógicos programáveis. **Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação, EESC - USP**, v. 28, n. 11, 2023. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5512480/mod_resource/content/2/DISPOSITIVOS%20L%C3%93GICOS%20PROGRAM%C3%81VEIS_2014.pdf>. Acesso em: 15/10/2024.

COSTA, Cesar da. **Implementação de controlador lógico baseado em lógica programável estruturada (FPGA)**. [S.l.], 2022.

OLIVEIRA, Caio Augusto de et al. **Dispositivos lógicos programáveis**. [S.l.], 2011.

SIMIÃO, Juliana de Freitas. **A evolução promovida pelos sistemas automatizados na indústria**. [S.l.], 2023.

(Simião, 2023) (Codá, 2023) (Costa, 2022) (Oliveira et al., 2011).