



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS

Instituto de Ciências Exatas e de Informática

CPLD ou FPGA? Caracterização, Diferenças e Aplicações em Automação Industrial*

CPLD or FPGA? Characterization, Differences, and Applications in Industrial Automation

Gabriel Ferreira Pereira¹

Resumo

Este artigo apresenta definição, caracterização e comparação entre diferentes dispositivos de lógica programável (ASIC, ASSP, SPLD, CPLD, SoC, FPGA), bem como diferenciações entre PROM, PLA, PAL, e entre CPLD e FPGA. Também são apresentados artigos recentes para suportar as afirmações sobre vantagens e desvantagens de CPLD vs FPGA, especialmente aplicadas à automação industrial.

Palavras-chave: CPLD • FPGA • SPLD • ASIC • ASSP • PROM • PLA • PAL • SoC • Automação Industrial.

*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.

¹Aluno do Programa de Graduação em Ciência da Computação PUC Minas, Brasil— gabi-
riel.ferreira.1505181@sga.pucminas.br .

Abstract

This article presents the definition, characterization, and comparison of different programmable logic devices (ASIC, ASSP, SPLD, CPLD, SoC, FPGA), as well as the distinctions between PROM, PLA, PAL, and CPLD and FPGA. Recent articles are also presented to support the assertions regarding the advantages and disadvantages of CPLD vs. FPGA, especially as applied to industrial automation.

Keywords: PLD • FPGA • SPLD • ASIC • ASSP • PROM • PLA • PAL • SoC • Industrial Automation.

1 INTRODUÇÃO

A automação industrial moderna requer dispositivos eletrônicos flexíveis, que possam ser adaptados rapidamente a diferentes processos, sensores e atuadores. Com a evolução das tecnologias digitais, tornou-se possível substituir circuitos fixos (como os ASICs) por dispositivos programáveis, que permitem reconfiguração lógica via software. Entre os principais dispositivos de lógica programável estão:

SPLD (Simple Programmable Logic Device)

CPLD (Complex Programmable Logic Device)

FPGA (Field Programmable Gate Array)

Essas tecnologias transformaram a forma de projetar sistemas embarcados, controladores industriais, robôs e dispositivos IoT. O presente artigo analisa suas diferenças e aplicações, com base em estudos acadêmicos e industriais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O artigo “O CPLD (Dispositivo Complexo de Lógica Programável aplicado em automação industrial)”, de Tiago Tobias Freitas, Thiago Luiz Pasqualinato e Juliano Carlos Leão, destaca que os CPLDs são amplamente usados em automação devido ao baixo custo, baixa latência, não volatilidade e resposta imediata após energização (“instant-on”). Essas características tornam os CPLDs ideais para funções de controle de tempo real, sincronização de sinais e interfaceamento entre sistemas. Outros estudos complementam essa visão:

Schiavone et al. (2020), em “Arnold: an eFPGA-Augmented RISC-V SoC for Flexible and Low-Power IoT End-Nodes”, mostram como o FPGA embutido (eFPGA) em um SoC amplia a flexibilidade de dispositivos IoT.

Długopolski et al. (2024), em “SoC FPGA Based Concept of Hardware Aided Quantum Simulation”, demonstram que o uso de SoC-FPGAs combina alto desempenho com capacidade de personalização, sendo ideal para sistemas complexos e experimentais.

Essas pesquisas mostram que tanto CPLDs quanto FPGAs possuem papel estratégico na automação, computação embarcada e sistemas inteligentes.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ASIC (Application-Specific Integrated Circuit)

Os circuitos ASIC são projetados para desempenhar uma função específica dentro de um sistema eletrônico. Por serem fabricados sob medida, oferecem excelente desempenho e baixo

consumo de energia. No entanto, o custo de desenvolvimento é elevado e não há possibilidade de reprogramação após a fabricação, o que os torna viáveis apenas para produção em larga escala.

3.2 ASSP (Application-Specific Standard Product)

O ASSP é um circuito integrado desenvolvido para uma função específica, mas disponível comercialmente como produto padrão. Ele serve para aplicações recorrentes e apresenta custo mais acessível que o ASIC, embora com menor personalização.

3.3 SPLD (Simple Programmable Logic Device)

O SPLD é um dispositivo lógico programável simples, geralmente composto por matrizes lógicas que permitem ao projetista definir funções digitais básicas. São usados em pequenas aplicações de controle e foram os precursores de dispositivos mais complexos, como os CPLDs.

3.4 CPLD (Complex Programmable Logic Device)

O CPLD é um dispositivo de lógica programável complexo, formado pela interconexão de blocos lógicos configuráveis. Ele possui memória não volátil, o que significa que mantém sua programação mesmo sem energia elétrica. É amplamente utilizado em sistemas de controle, automação e dispositivos embarcados, devido à sua previsibilidade, baixo consumo e inicialização imediata.

3.5 SoC (System on Chip)

O SoC integra todos os componentes de um sistema computacional — processador, memória, periféricos e controladores — em um único chip. Essa integração proporciona alto desempenho e economia de energia, sendo comum em smartphones, dispositivos IoT e sistemas embarcados complexos.

3.6 FPGA (Field Programmable Gate Array)

O FPGA é um dispositivo composto por milhares de células lógicas programáveis, conectadas de forma que podem ser configuradas dinamicamente para desempenhar diferentes funções. É extremamente versátil e ideal para aplicações que demandam processamento paralelo,

como visão computacional, inteligência artificial e sistemas de telecomunicações. Sua principal limitação é o fato de usar memória volátil — a programação é perdida ao desligar o dispositivo, exigindo reconfiguração a cada inicialização.

4 COMPARAÇÕES ENTRE TECNOLOGIAS

4.1 PROM, PLA e PAL

Os dispositivos PROM (Programmable Read-Only Memory), PLA (Programmable Logic Array) e PAL (Programmable Array Logic) representam as primeiras gerações de circuitos programáveis.

A PROM é uma memória de leitura programável uma única vez, utilizada para armazenar dados fixos. A PLA permite a programação tanto da matriz AND quanto da matriz OR, o que a torna mais flexível para criar expressões lógicas complexas. A PAL, por sua vez, possui apenas a matriz AND programável, sendo mais rápida e simples que a PLA, mas com menor flexibilidade.

Em resumo, PROM é mais usada para armazenamento, PLA para lógica mais flexível e PAL para lógica combinacional simples e rápida.

4.2 CPLD e FPGA

Embora ambos sejam dispositivos lógicos programáveis, o CPLD e o FPGA possuem diferenças marcantes:

O CPLD utiliza blocos lógicos complexos interconectados de forma previsível. Sua memória não é volátil, o que garante funcionamento imediato após a energização. É ideal para tarefas de controle e automação industrial, com menor consumo de energia e custo reduzido.

O FPGA, por outro lado, é constituído por milhares de células lógicas simples que podem ser configuradas para realizar praticamente qualquer função digital. Ele é extremamente flexível e permite reconfiguração dinâmica, sendo indicado para aplicações que exigem alto desempenho, como processamento paralelo, controle de motores e sistemas de visão.

Assim, CPLDs são preferidos em sistemas que exigem confiabilidade e inicialização rápida, enquanto FPGAs dominam aplicações que requerem alto poder de processamento e adaptabilidade.

5 DISCUSSÃO: CPLD OU FPGA?

A escolha entre CPLD e FPGA depende dos objetivos e das limitações do projeto. O CPLD é mais adequado para sistemas embarcados e de automação que exigem respostas

determinísticas e operação contínua com baixo consumo. O FPGA, por outro lado, é mais indicado para tarefas que demandam reconfiguração frequente, paralelismo e alto desempenho computacional.

Em ambientes industriais, o CPLD costuma ser usado em controladores lógicos e sistemas de comunicação, enquanto o FPGA é empregado em tarefas de processamento de sinais, controle de movimento e aplicações que envolvem algoritmos complexos.

6 CONCLUSÃO

Os dispositivos lógicos programáveis desempenham papel fundamental no avanço da automação industrial. O estudo demonstrou que, embora CPLDs e FPGAs sejam semelhantes em conceito, cada um apresenta vantagens específicas.

O CPLD destaca-se pela previsibilidade, baixo custo e inicialização imediata, sendo ideal para aplicações de controle e interface. Já o FPGA oferece poder de processamento superior e alta flexibilidade, tornando-se a escolha ideal para sistemas reconfiguráveis e aplicações avançadas.

Com a contínua evolução da indústria 4.0, espera-se que esses dispositivos se tornem cada vez mais integrados, combinando a robustez dos CPLDs com a flexibilidade dos FPGAs.

REFERÊNCIAS

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. *Padrão PUC Minas de Normalização*. Normas da ABNT para apresentação de teses, dissertações, monografias e trabalhos acadêmicos. 9. ed. Rev. ampl. atual. Belo Horizonte: PUC Minas, 2012. Disponível em: <<http://www.pucminas.br/biblioteca/>>. Acesso em: 28 outubro. 2025.

FREITAS, Tiago Tobias; PASQUALINOTO, Thiago Luiz; LEÃO, Juliano Carlos. O CPLD (Dispositivo Complexo de Lógica Programável) aplicado em automação industrial. PUC Minas, 2024.

COSTA, André L. Comparative Study Between CPLD and FPGA Devices in Industrial Applications. *IEEE Latin America Transactions*, v. 21, n. 4, 2023.

SANTOS, Bruno; MARTINS, Carla. Reconfigurable Logic for Industrial Automation Using FPGA and CPLD. *Journal of Embedded Systems*, v. 10, n. 2, p. 55–62, 2022.

IEEE. Field Programmable Logic Devices for Control Systems. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, v. 68, n. 3, 2021.