



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

Resumo: CPLD e suas Aplicações na Automação Industrial*

Bernardo Ladeira Borges Kartabil¹

2

Resumo

O artigo trata da utilização dos CPLDs (Dispositivos Complexos de Lógica Programável) na automação industrial, destacando suas principais características e vantagens. Os CPLDs são dispositivos reprogramáveis, o que os torna ideais para aplicações que necessitam de ajustes frequentes no controle de processos industriais, como o gerenciamento de motores e sensores. Diferente dos FPGAs, os CPLDs têm uma arquitetura mais simples e oferecem tempos de resposta mais previsíveis, o que é importante para sistemas de controle em tempo real. Além disso, o artigo faz uma comparação entre diferentes dispositivos programáveis, como ASICs, SoCs e SPLDs, explicando suas funções e aplicações. Apesar de sua capacidade ser menor em comparação aos FPGAs, os CPLDs apresentam um bom equilíbrio entre custo, consumo de energia e flexibilidade, sendo uma solução eficiente para diversas tarefas na automação. O texto ainda menciona o crescimento do uso de CPLDs e FPGAs na indústria, especialmente pela capacidade de personalização e a demanda por sistemas cada vez mais complexos e flexíveis.

Palavras-chave: CPLD, FPGA, automação industrial, dispositivos programáveis, controle de processos, ASIC, SoC.

Abstract

The article discusses the use of CPLDs (Complex Programmable Logic Devices) in industrial automation, highlighting their main characteristics and advantages. CPLDs are reprogrammable devices, making them ideal for applications that require frequent adjustments

*Artigo apresentado ao Instituto de Ciências Exatas e Informática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, campus Contagem, como pré-requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

¹Aluno(a) do Programa de Graduação em Ciências da Computação – 1449304@sga.pucminas.br.

²— .

in the control of industrial processes, such as managing motors and sensors. Unlike FPGAs, CPLDs have a simpler architecture and offer more predictable response times, which is important for real-time control systems.

Additionally, the article compares different programmable devices, such as ASICs, SoCs, and SPLDs, explaining their functions and applications. Although their capacity is lower compared to FPGAs, CPLDs provide a good balance between cost, energy consumption, and flexibility, making them an efficient solution for various tasks in automation. The text also mentions the growing use of CPLDs and FPGAs in the industry, especially due to the demand for customization and increasingly complex and flexible systems.

Keywords: CPLD, FPGA, industrial automation, programmable devices, process control, ASIC, SoC.

1 INTRODUÇÃO AO CPLD E SUAS APLICAÇÕES NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

A automação industrial tem se tornado cada vez mais essencial na modernização dos processos produtivos, sendo um dos principais fatores que impulsionam a eficiência e a competitividade no setor industrial. Dentro desse contexto, os Dispositivos Complexos de Lógica Programável (CPLDs) desempenham um papel fundamental, pois possibilitam a implementação de soluções de controle lógico de forma eficaz e personalizada. Os CPLDs são circuitos integrados reprogramáveis, que permitem a configuração de funções lógicas específicas para atender às demandas de controle de processos automatizados. Isso os torna uma opção versátil e amplamente utilizada em sistemas que requerem uma combinação de flexibilidade e precisão.

Os CPLDs são especialmente úteis em aplicações onde é necessário implementar controle lógico digital, como o gerenciamento de motores, sensores, e atuadores em linhas de produção. Uma de suas principais vantagens é a previsibilidade em termos de tempo de resposta, tornando-os ideais para sistemas de tempo real. Embora sejam menos complexos do que os FPGAs (Field-Programmable Gate Arrays), que são mais robustos e podem ser reconfigurados para tarefas mais elaboradas, os CPLDs oferecem uma solução eficiente em termos de custo e consumo de energia, sendo indicados para aplicações de menor complexidade ou que exigem tempos de resposta rápidos e determinísticos.

Além disso, a reprogramabilidade dos CPLDs permite que eles sejam atualizados ou modificados conforme as necessidades da aplicação evoluem, sem a necessidade de substituição do hardware. Isso oferece uma vantagem significativa em ambientes industriais, onde a adaptabilidade é crucial para manter a eficiência e a competitividade. Comparado a outros dispositivos programáveis, como ASICs (Application-Specific Integrated Circuits) e SoCs (System-on-Chip), o CPLD apresenta uma arquitetura mais simples, porém eficaz para determinadas aplicações que não requerem o processamento massivo de dados.

Assim, entender o papel e as capacidades dos CPLDs na automação industrial é fundamental para o desenvolvimento de soluções tecnológicas que impulsionam a inovação no setor.

2 DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS PROGRAMÁVEIS

Na área de automação industrial, os dispositivos de lógica programável são fundamentais para a implementação de funções de controle e processamento de dados. Esses dispositivos variam bastante, e cada tipo possui características que o tornam mais adequado para aplicações específicas.

2.1 ASIC (Application-Specific Integrated Circuit)

Os ASICs são circuitos integrados que são projetados para atender a uma aplicação específica. Eles são otimizados para realizar funções de forma muito eficiente, proporcionando alto desempenho. No entanto, a grande desvantagem dos ASICs é que eles são fixos e não podem ser reprogramados após a fabricação. Isso significa que são ideais para dispositivos onde não se requer reconfiguração, mas sim eficiência na execução de uma tarefa determinada.

2.2 ASSP (Application-Specific Standard Product)

Já os ASSPs são circuitos integrados que visam atender a um conjunto mais amplo de aplicações específicas. Esses dispositivos oferecem um nível de padronização que pode ser muito útil em ambientes industriais, pois permitem um certo equilíbrio entre customização e reutilização. Dessa forma, os ASSPs podem ser uma escolha prática para diversas situações.

2.3 SPLD (Simple Programmable Logic Device)

Os SPLDs, por sua vez, são dispositivos programáveis mais simples que implementam funções lógicas básicas. Embora não tenham a mesma capacidade ou flexibilidade que CPLDs e FPGAs, eles ainda desempenham um papel importante em aplicações que exigem circuitos lógicos simples e de baixo custo. Isso os torna bastante utilizados em projetos que não são tão complexos.

2.4 CPLD (Complex Programmable Logic Device)

Os CPLDs são uma opção mais avançada entre os dispositivos programáveis. Eles permitem a implementação de circuitos lógicos mais complexos e são bastante usados na automação industrial. A reprogramabilidade dos CPLDs, combinada com a previsibilidade em tempos de resposta, os torna ideais para aplicações que exigem um controle confiável, como o gerenciamento de motores e sensores. Essa flexibilidade é uma grande vantagem em ambientes que precisam de ajustes frequentes.

2.5 FPGA (Field-Programmable Gate Array)

As FPGAs são, sem dúvida, os dispositivos lógicos programáveis mais complexos. Elas têm a capacidade de realizar múltiplas funções lógicas ao mesmo tempo, o que é muito útil

em aplicações que exigem processamento intenso de dados. A reconfigurabilidade das FPGAs permite que elas sejam adaptadas para uma ampla gama de tarefas, o que as torna bastante populares em projetos que necessitam de flexibilidade constante.

2.6 SoC (System-on-Chip)

Os SoCs são outra categoria interessante, pois integram todos os componentes necessários para um sistema completo em um único chip. Isso inclui processadores, memórias e controladores. Essa abordagem é super eficiente e é amplamente utilizada em sistemas embarcados e dispositivos portáteis, onde o espaço é limitado e a eficiência é crucial.

2.7 Comparação entre PROM, PLA e PAL

Além disso, é importante mencionar a diferença entre PROM, PLA e PAL. O PROM é uma memória programável que pode ser ajustada apenas uma vez, sendo ideal para armazenar dados permanentes, como firmware. Já o PLA permite configurar tanto as matrizes AND quanto OR, o que facilita a implementação de circuitos lógicos complexos e personalizados. O PAL, por outro lado, tem uma matriz AND programável, mas a matriz OR é fixa, o que o torna mais eficiente e rápido para aplicações que não exigem tanta complexidade.

Tabela 1 – Comparação entre PROM, PLA e PAL

Dispositivo	Definição	Características Principais	Usos
PROM	Memória programável que pode ser alterada uma única vez.	Programação irreversível, usado para armazenar dados permanentes.	Firmware, sistemas embarcados.
PLA	Dispositivo programável que permite a implementação de circuitos lógicos complexos.	Maior flexibilidade que PAL, permite programação das matrizes AND e OR.	Implementação de lógica personalizada.
PAL	Um tipo de SPLD que permite a programação da matriz AND, enquanto a matriz OR é fixa.	Menor flexibilidade que PLA, mas mais rápido e eficiente em determinadas aplicações.	Sistemas de controle simples, lógicas de decisão.

2.8 Comparação entre CPLD e FPGA

Por fim, a comparação entre CPLDs e FPGAs é fundamental para quem trabalha com automação. Os CPLDs têm uma arquitetura mais simples, com tempos de resposta previsíveis,

sendo a escolha certa para sistemas que precisam de controle rápido e fixo. Além disso, eles consomem menos energia e têm um custo mais baixo, o que é ótimo para projetos menores. Em contrapartida, as FPGAs oferecem uma flexibilidade e capacidade de processamento muito maiores, sendo mais adequadas para aplicações que exigem reconfiguração constante e manuseio de grandes volumes de dados.

Tabela 2 – Comparação entre CPLD e FPGA

Critério	CPLD	FPGA
Arquitetura	Mais rígida e previsível.	Mais flexível e escalável.
Capacidade	Menor capacidade de lógica e memória.	Maior capacidade de lógica, com milhões de gates.
Aplicações	Sistemas com controle fixo e tempo de resposta determinístico.	Sistemas que exigem reconfiguração frequente e alta complexidade.
Reprogramabilidade	Pode ser reprogramado, mas com limitações.	Altamente reconfigurável, pode ser reprogramado após a fabricação.
Consumo de Energia	Geralmente menor consumo de energia.	Consumo de energia mais elevado.
Custo	Mais barato e adequado para aplicações simples.	Mais caro, especialmente em grandes volumes.
Velocidade	Oferece tempos de resposta mais rápidos.	Pode ter latências maiores em comparação aos CPLDs.

3 CONCLUSÃO

Os Dispositivos Complexos de Lógica Programável (CPLDs) desempenham um papel vital na automação industrial, oferecendo soluções flexíveis e eficientes para a implementação de funções de controle lógico. Com sua capacidade de reprogramação e tempos de resposta previsíveis, os CPLDs se destacam em aplicações que exigem confiabilidade e precisão, como no gerenciamento de motores e sensores. A comparação com outros dispositivos programáveis, como FPGAs, ASICs e SPLDs, revela as vantagens e desvantagens específicas de cada tecnologia, permitindo aos engenheiros e desenvolvedores escolherem a melhor solução para suas necessidades.

Além disso, a evolução constante das tecnologias de lógica programável tem impulsionado a inovação na indústria, com novos desenvolvimentos que atendem à crescente demanda por sistemas mais complexos e adaptáveis. A compreensão das características e aplicações dos CPLDs, assim como de outros dispositivos lógicos, é fundamental para o avanço das soluções em automação e o aprimoramento dos processos produtivos. Em um mundo cada vez mais digital e interconectado, os CPLDs e dispositivos similares continuarão a ser essenciais para o desenvolvimento de sistemas automatizados que garantem eficiência e competitividade no mercado.

REFERÊNCIAS

- FREITAS, Tiago Tobias; PASQUALINOTO, Thiago Luiz; LEÃO, Juliano Carlos. O CPLD (Dispositivo Complexo de Lógica Programável) aplicado em automação industrial.
- SANTOS, Carlos; LIMA, Fernanda. Comparação entre Dispositivos Lógicos Programáveis: Uma Análise de CPLD e FPGA em Aplicações de Automação Industrial. *Revista Brasileira de Engenharia e Tecnologia*
- PEREIRA, Ana. Estudo sobre a aplicação de ASICs em sistemas embarcados. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA, 10., 2024, São Paulo.