**Nome: Eduardo Lucas Lemes Januário**

**Nome: Guilherme Batista de Souza**

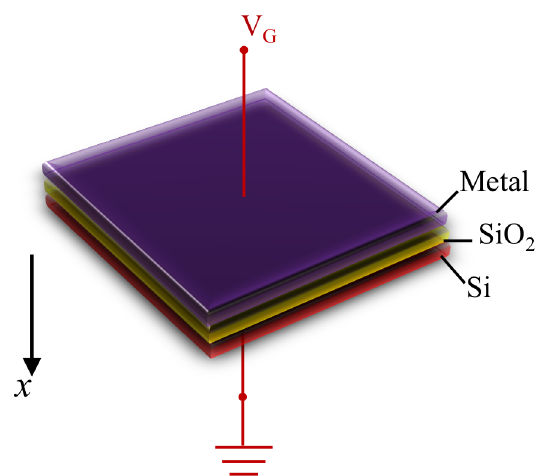
**Nome: Lucas Marcelino**

**VLSI - Large-Scale Integration (Integração em Grande Escala)**

A integração em grande escala (VLSI) é o processo de criação de um circuito integrado (IC) combinando milhões ou bilhões de transistores MOS em um único chip. O VLSI começou na década de 1970, quando os chips de circuito integrado MOS (Metal Oxide Semiconductor) foram desenvolvidos e amplamente adotados, possibilitando tecnologias complexas de semicondutores e telecomunicações . O microprocessador e os chips de memória são dispositivos VLSI, sendo o microprocessador Intel 4004 o primeiro dispositivo disponível comercialmente.

Estruturas MOS são blocos de construção fundamentais dos circuitos integrados. Eles são usados para criar portas lógicas, que são a base de todos os circuitos digitais. Os princípios de formação da estrutura MOS são semelhantes aos das estruturas de contato metal-semicondutor (MS), mas a estrutura MOS é como uma estrutura sanduíche que possui uma fina camada de óxidos de silício no meio entre a camada metálica e semicondutora (Si). A Figura 1 abaixo mostra um esquema de um dispositivo MOS-C ideal. Para uma estrutura MOS-C ideal, algumas propriedades devem seguir as instruções abaixo.

1. A porta metálica deve ser espessa o suficiente para ser uma região equipotencial, onde todos os pontos tenham o mesmo potencial no espaço, sob condições de polarização CA e CC.
2. A camada de óxidos no meio deve ser um isolante perfeito com corrente zero fluindo sob todas as condições de polarização estática.
3. Não deve haver centros de carga localizados na interface óxido-semicondutora.
4. O semicondutor deve ser dopado uniformemente com doadores ou aceitadores como semicondutores tipo p ou tipo n.
5. O semicondutor (Si) deve ser espesso o suficiente para que as cargas encontrem uma região livre de campo (volume de Si) antes de atingir o contato traseiro.
6. Os contatos Ôhmicos devem ser estabelecidos na parte traseira do dispositivo MOS.
7. MOS-C é uma estrutura unidimensional com variáveis ​​relacionadas apenas à coordenada x (distância) conforme Figura 1 abaixo.
8. A função trabalho do metal ( Φ M ) deve ser igual à função trabalho do semicondutor ( Φ S ), bem como a afinidade eletrônica (X) com a diferença da banda de condução ( E c ) e energia de Fermi ( EF ) na banda plana direta, Φ M =Φ S = χ + ( E c − EF ) F B . Esta propriedade pode ser omitida, mas é mais fácil de ajudar no entendimento inicial do comportamento estático em dispositivos MOS.



*Figura 1: O esquema de um dispositivo MOS-C ideal*

Antes da introdução da tecnologia VLSI, a maioria dos ICs tinha um conjunto limitado de funções que podiam executar. Um circuito eletrônico pode consistir em uma CPU , ROM , RAM e outras lógicas de cola . O VLSI permite que os projetistas de IC adicionem tudo isso em um único chip .

A General Microelectronics introduziu o primeiro circuito integrado MOS comercial em 1964. No início dos anos 1970, a tecnologia de circuito integrado MOS permitiu a integração de mais de 10.000 transistores em um único chip. Isso abriu o caminho para o VLSI nas décadas de 1970 e 1980, com dezenas de milhares de transistores MOS em um único chip.

Os primeiros chips semicondutores continham dois transistores cada. Avanços subsequentes adicionaram mais transistores e, como consequência, mais funções ou sistemas individuais foram integrados ao longo do tempo. Os primeiros circuitos integrados continham apenas alguns dispositivos, talvez até dez diodos , transistores , resistores e capacitores , possibilitando a fabricação de uma ou mais portas lógicas em um único dispositivo. Agora conhecida retrospectivamente como integração em pequena escala (SSI), melhorias na técnica levaram a dispositivos com centenas de portas lógicas, conhecidos como integração em média escala (MSI). Outras melhorias levaram à integração em larga escala (LSI), ou seja, sistemas com pelo menos mil portas lógicas. A tecnologia atual ultrapassou essa marca e os microprocessadores atuais têm muitos milhões de portas e bilhões de transistores individuais.

Ao mesmo tempo, houve um esforço para nomear e calibrar vários níveis de integração em larga escala acima do VLSI. Termos como integração em escala ultralarga (ULSI) foram usados. Mas o enorme número de portas e transistores disponíveis em dispositivos comuns tornou discutíveis essas distinções sutis. Termos que sugerem níveis de integração superiores ao VLSI não são mais amplamente utilizados.

Em 2008, processadores com bilhões de transistores tornaram-se disponíveis comercialmente. Isso se tornou mais comum à medida que a fabricação de semicondutores avançou a partir da geração atual de processadores de 65 nm . Os projetos atuais, diferentemente dos primeiros dispositivos, utilizam extensa automação de projeto e síntese lógica automatizada para organizar os transistores, permitindo níveis mais elevados de complexidade na funcionalidade lógica resultante. Certos blocos lógicos de alto desempenho, como a célula SRAM ( memória estática de acesso aleatório ), ainda são projetados manualmente para garantir a mais alta eficiência.

# Aqui estão alguns pontos importantes sobre a tecnologia VLSI:

* Escalabilidade: Uma das características mais importantes da VLSI é sua capacidade de escalabilidade. Isso significa que os fabricantes podem aumentar o número de componentes em um chip sem aumentar significativamente seu tamanho físico. Isso permite a criação de dispositivos eletrônicos cada vez mais poderosos e compactos.
* Tecnologias de fabricação: A fabricação de circuitos integrados VLSI envolve uma série de processos complexos, incluindo litografia, deposição de material, fotolitografia, gravação, dopagem, entre outros. Avanços constantes nessas tecnologias de fabricação permitem a criação de circuitos integrados cada vez mais densos e eficientes em termos de energia.
* Aplicações: A tecnologia VLSI é amplamente utilizada em uma variedade de dispositivos eletrônicos, desde computadores e smartphones até dispositivos médicos e sistemas embarcados. Praticamente qualquer dispositivo eletrônico moderno que contenha um microprocessador ou memória utiliza tecnologia VLSI.
* Benefícios: Os benefícios da tecnologia VLSI incluem maior poder de processamento, menor consumo de energia, tamanho reduzido, maior confiabilidade e custos de produção mais baixos por unidade.
* Desafios: Embora a tecnologia VLSI tenha trazido muitos benefícios, também apresenta desafios significativos. O aumento da densidade de componentes em um chip pode levar a problemas de dissipação de calor, interferência eletromagnética e dificuldades no projeto e teste de circuitos complexos.
* Tendências futuras: As tendências futuras na tecnologia VLSI incluem o desenvolvimento de processos de fabricação ainda mais avançados, como litografia ultravioleta extrema (EUV), empilhamento 3D de chips para aumentar a densidade, integração de novos materiais semicondutores e o uso de técnicas de computação quântica para otimizar o projeto de circuitos.

# As principais vantagens da tecnologia VLSI são as seguintes:

* Dimensão reduzida dos circuitos
* Aumento da relação custo-eficácia dos dispositivos
* Melhor desempenho em termos de velocidade de funcionamento dos circuitos
* Requer menos energia do que os componentes discretos
* Maior fiabilidade dos dispositivos
* Necessita de menos espaço e promove a miniaturização

# As principais desvantagens da tecnologia VLSI são as seguintes:

#### Dificuldades na fabricação

#### Sensibilidade a interferências

#### Projeto e layout complexos

A tecnologia VLSI tem uma importância e impacto significativos no mundo atual e continua a moldar nosso ambiente tecnológico de várias maneiras, tais como avanços tecnológicos, dispositivos portáteis e móveis, computação de alto desempenho, Internet das Coisas (IoT), melhoria na eficiência energética, e avanços na medicina e ciências da vida. Em termos do que mudará com essa tecnologia, podemos esperar: maior conectividade, automação inteligente, desenvolvimento de tecnologias emergentes (inteligência artificial, realidade aumentada, realidade virtual e veículos autônomos).

Em geral, o design de CI VLSI incorpora duas etapas ou partes principais:

* Design de Front-End: Isso inclui o design digital usando uma linguagem de descrição de hardware, por exemplo, Verilog, System Verilog e VHDL. Além disso, esta etapa abrange a verificação de design por meio de simulação e outras técnicas de verificação. Todo o processo também incorpora o design, que começa com os portões e continua até o design para testabilidade.
* Design de Back-End: Isso consiste em caracterização e design de biblioteca CMOS. Além disso, envolve simulação de falhas e design físico.

# Outros tipos de Circuitos Integrados:

## **SSI – Integração de Pequena Escala**

Os circuitos integrados de pequena escala (SSI) contêm entre 1 e 30 portas lógicas ou menos de 10 transistores. Esses circuitos são usados para funções simples, como portas lógicas, flip-flops e contadores.

## **MSI – Integração de Média Escala**

Os circuitos integrados de média escala (MSI) contêm entre 30 e 300 portas lógicas ou entre 10 e 100 transistores. Esses circuitos são usados para funções mais complexas, como decodificadores, multiplexadores e registradores.

## **LSI – Integração de Grande Escala**

Os circuitos integrados de grande escala (LSI) contêm entre 300 e 3.000 portas lógicas ou entre 100 e 1.000 transistores. Esses circuitos são usados para funções ainda mais complexas, como microprocessadores e memórias.

## **ULSI – Integração em Escala Ultra Grande**

Os circuitos integrados em escala ultra grande integram milhões ou bilhões de transistores. A vantagem da ULSI é que ela possibilita a criação de circuitos mais complexos, rápidos e eficientes, como microprocessadores, memórias e dispositivos lógicos programáveis.\*-

Em resumo, a tecnologia VLSI desempenha um papel central na evolução contínua da sociedade digital, como na fabricação de dispositivos eletrônicos modernos, permitindo a criação de circuitos integrados cada vez mais complexos e poderosos em espaços físicos cada vez menores, desta forma capacitando uma ampla gama de dispositivos e aplicações que transformam a maneira como vivemos, trabalhamos e nos comunicamos.

**Referências:**

* <https://en.wikipedia.org/wiki/Very_Large_Scale_Integration>
* <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/118526>
* <https://eng.libretexts.org/Bookshelves/Materials_Science/Supplemental_Modules_(Materials_Science)/Semiconductors/Metal-Oxide-Semiconductor_(MOS)_Fundamentals>
* <https://resources.pcb.cadence.com/blog/2020-vlsi-technology-its-history-and-uses-in-modern-technology>
* <https://pt.wikipedia.org/wiki/Intel_4004>
* <https://portalcripto.com.br/dicionario/o-que-significa-integracao-em-grande-escala-vlsi-componentes/>