

INE5607 – Organização e Arquitetura de Computadores

Abstrações, Tecnologias e Organização do Software e do Hardware

Aula 3: Semicondutores e processo de fabricação

Prof. Laércio Lima Pilla

laercio.pilla@ufsc.br



Sumário

- Indústria de semicondutores
- Transistor MOS
- Do transistor ao processador
- Processo de fabricação
- Considerações finais

INDÚSTRIA DE SEMICONDUCTORES

Indústria de semicondutores

- A tecnologia de circuitos integrados (**chips**) determina a velocidade de evolução dos computadores.
- Chips são o produto da **indústria de semicondutores**



Indústria de semicondutores

- Dois tipos de empresas:
 - **IDMs** (*Integrated Device Manufacturer*)
 - **Fabless Companies** (terceirizam fabricação)

Indústria de semicondutores

- Top 10 das empresas de semicondutores em 2010:

	Empresa	Receita em 2010 (USD)
1	Intel	\$43.623.000.000
2	Samsung Electronics – Semi Division	\$33.266.160.000
3	Texas Instruments	\$13.966.000.000
4	Toshiba Semiconductor	\$13.199.427.000
5	Renesas Electronics – Semi Division	\$11.813.557.000
6	Hynix Semiconductor	\$10.692.779.000
7	STMicroelectronics	\$10.346.000.000
8	Sony Electronics – Semi & Component Divisions	\$9.211.049.000
9	Micron Technology	\$8.994.000.000
10	QUALCOMM – QCT Division	\$7.204.000.000

<http://www.gsaglobal.org/2011/01/semiconductor-fabless-facts/>

Indústria de semicondutores

- Top 10 das **Fabless Companies** em 2010:

	Empresa	Receita em 2010 (USD)
1	QUALCOMM – QCT Division	\$7.204.000.000
2	Broadcom – Product Division	\$6.589.270.000
3	Advanced Micro Devices (AMD)	\$6.494.000.000
4	MediaTek	\$3.909.158.000
5	Marvell Semiconductor	\$3.611.893.000
6	NVIDIA	\$3.543.309.000
7	SanDisk – OEM Division	\$2.776.800.000
8	LSI	\$2.570.047.000
9	Xilinx	\$2.310.613.000
10	ST-Ericsson	\$2.293.000.000

<http://www.gsaglobal.org/2011/01/semiconductor-fabless-facts/>

Indústria de semicondutores

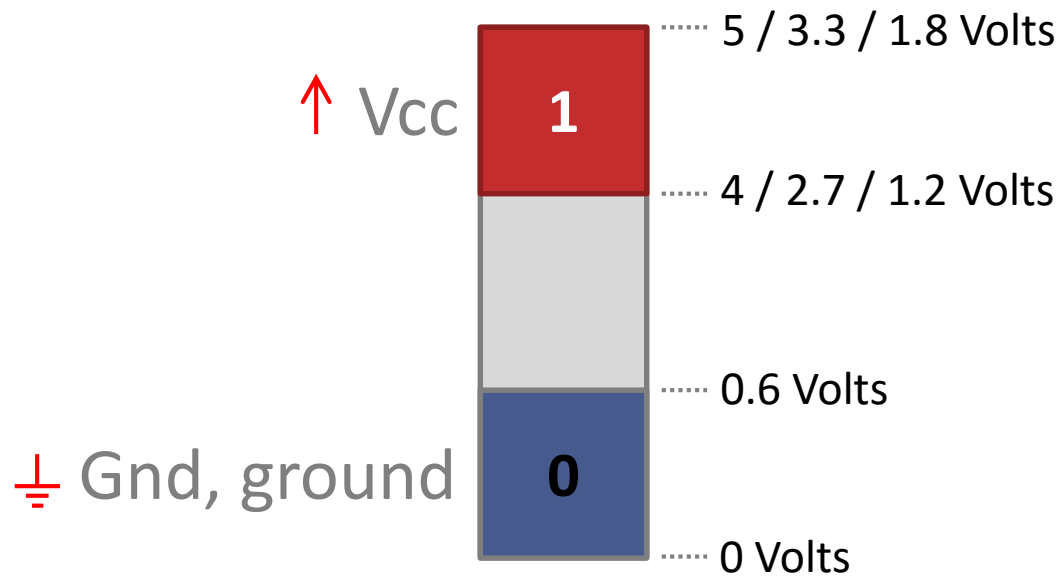


<http://www.gsaglobal.org/2011/01/semiconductor-fabless-facts/>

TRANSISTOR MOS

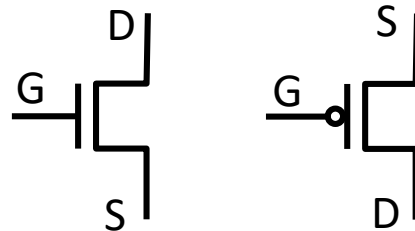
Transistor MOS

- Nos sistemas digitais, diferentes **níveis lógicos** são representados por diferentes valores ou faixas de tensão elétrica



Transistor MOS

- Para manipular esse **bits**, os transistores são utilizados
- **Transistor MOS** = MOSFET = *MOS Field-Effect Transistor*
 - MOS = *Metal-oxide-semiconductor*
 - Tipos: **nMOS** e **pMOS**



S: Source

D: Drain

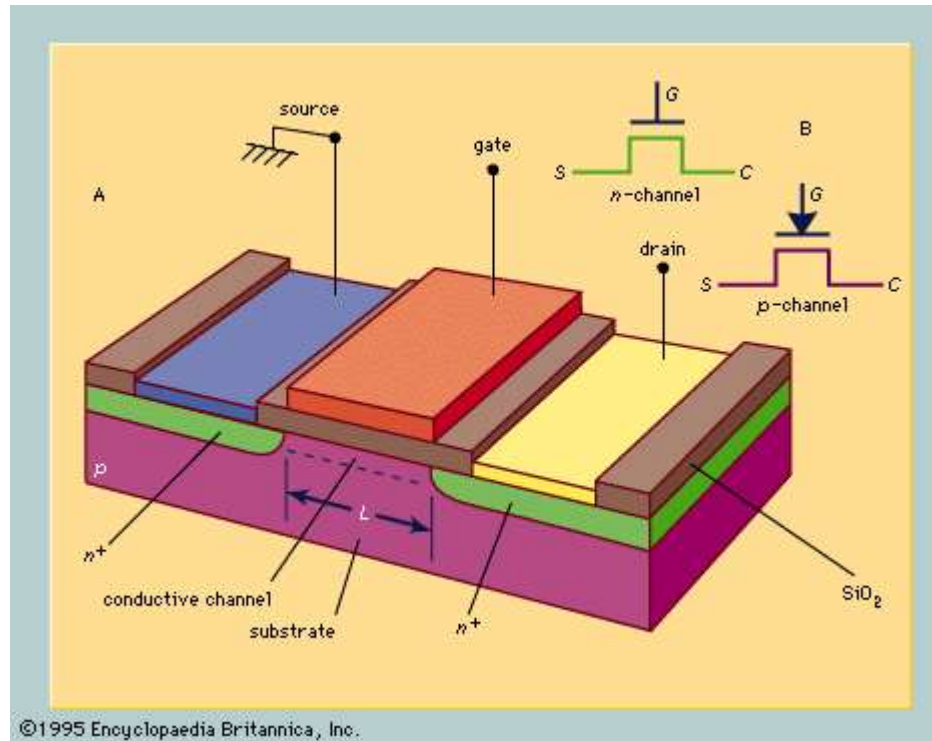
G: Gate

Transistor MOS

- Um transistor precisa fazer três coisas bem
 - Deixar passar o **máximo de corrente possível quando ligado**
 - *Active current*
 - Deixar o **mínimo de corrente passar quando desligado**
 - *Leakage current*
 - **Trocar entre estados o mais rápido possível**

Transistor MOS

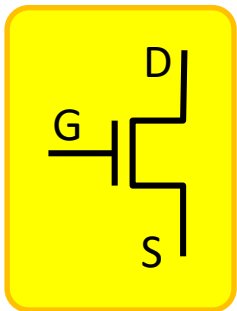
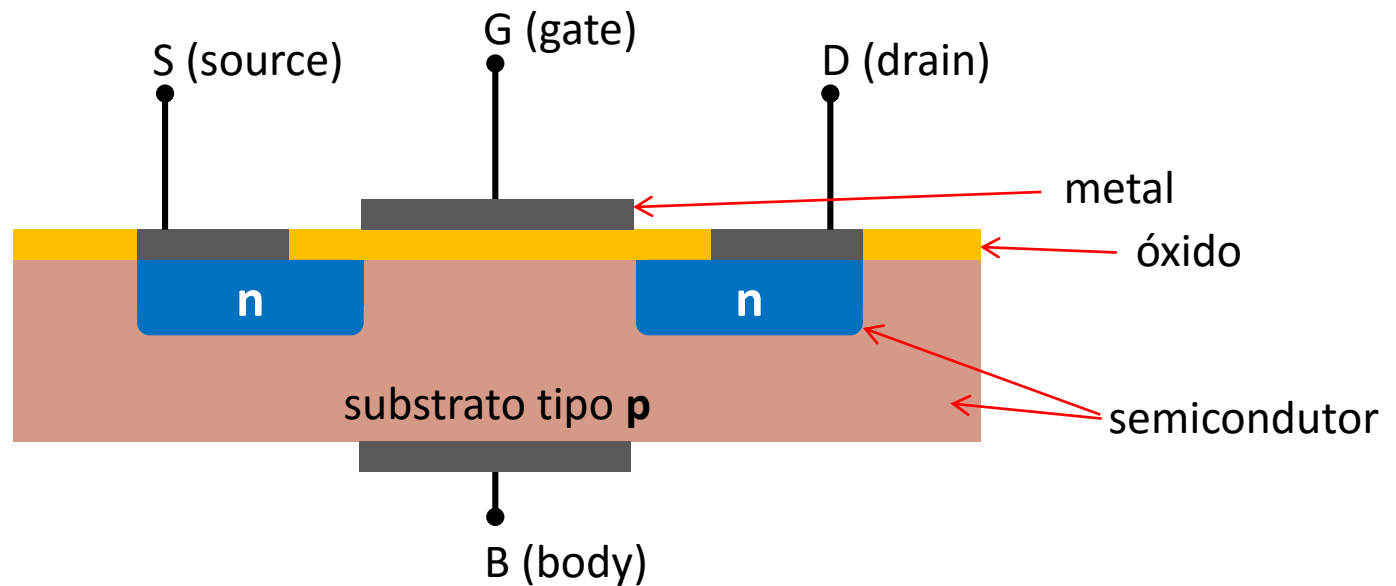
- Estrutura do transistor **nMOS**:



Para entender melhor: http://www.youtube.com/watch?v=v7J_snw0Eng

Transistor MOS

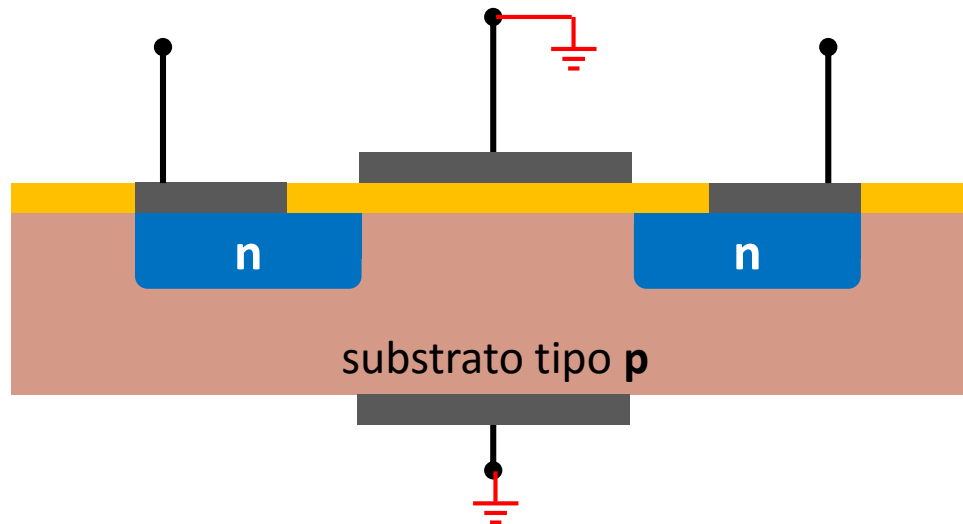
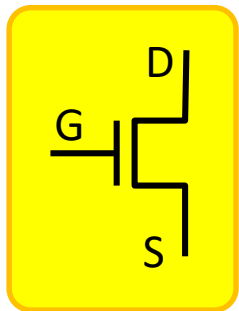
- Estrutura do transistor **nMOS**:



Para entender melhor: http://www.youtube.com/watch?v=v7J_snw0Eng

Transistor MOS

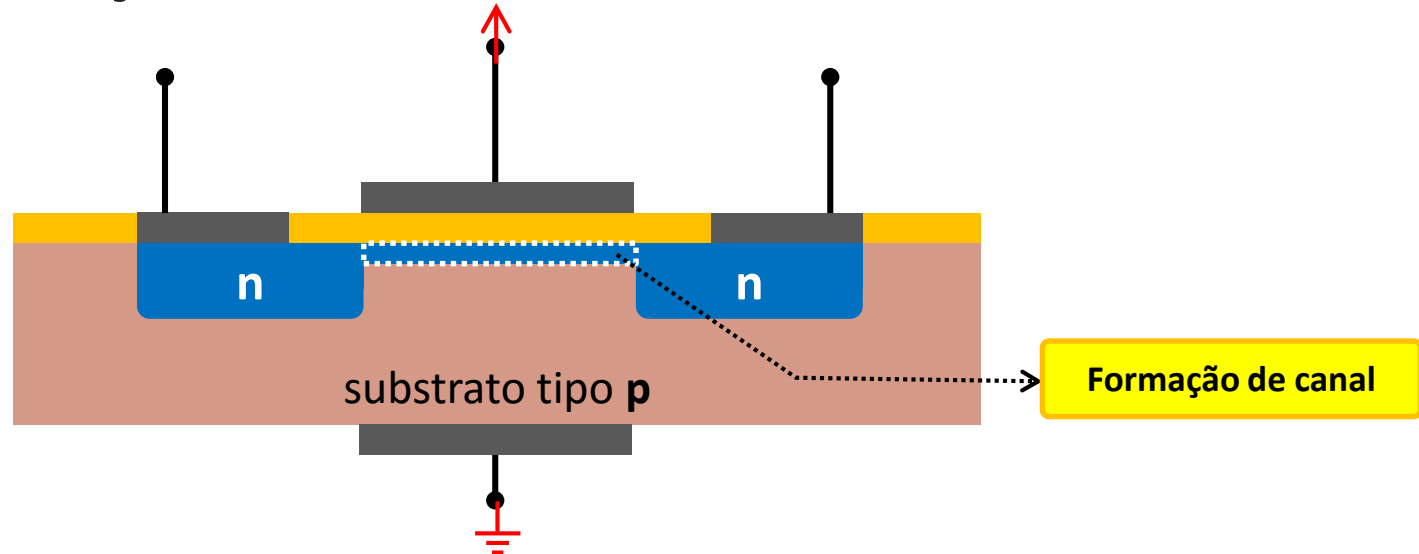
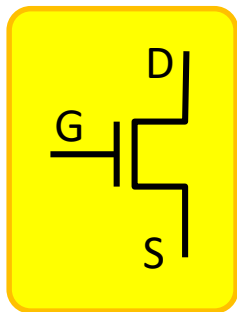
- Funcionamento do transistor **nMOS**:
 - Considerando **B** ligado em gnd (0 volts):
 - Se uma tensão **igual a zero** é aplicada em **G**, **não há** circulação de corrente entre **S** e **D**



Para entender melhor: http://www.youtube.com/watch?v=v7J_snw0Eng

Transistor MOS

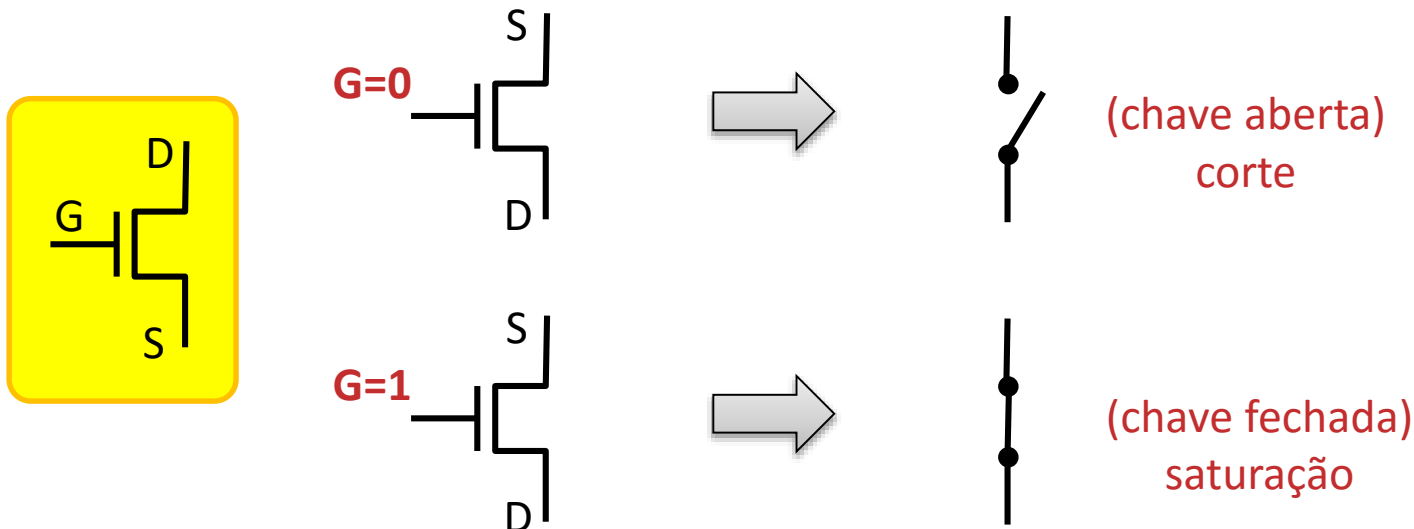
- Funcionamento do transistor **nMOS**:
 - Considerando **B** ligado em gnd (0 volts):
 - Se **Vcc (1)** é aplicada em **G**, **pode haver** circulação de corrente entre **S** e **D**



Para entender melhor: http://www.youtube.com/watch?v=v7J_snw0Eng

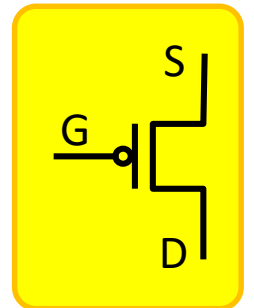
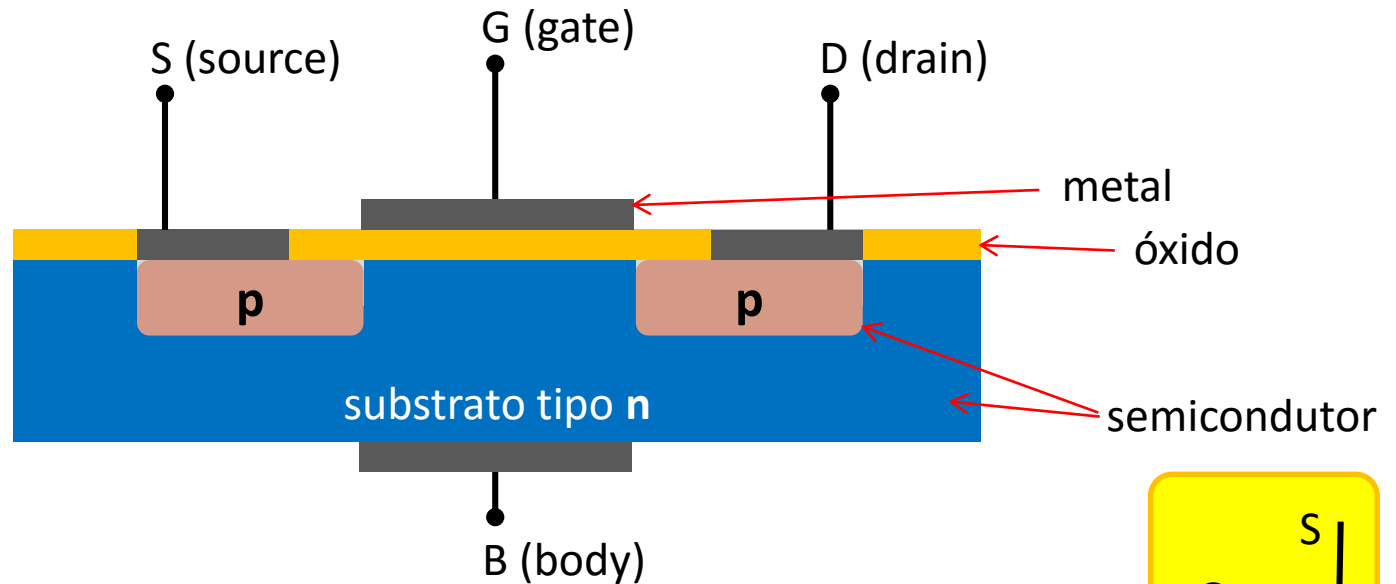
Transistor MOS

- Funcionamento do transistor **nMOS**:
 - De forma muito simplificada: transistor **nMOS** entra em **condução** quando a tensão em **G** é **Vcc (1)** e fica **em aberto** quando a tensão em **G** é **gnd (0)**
 - Funciona como uma **chave**.



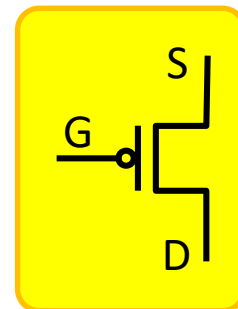
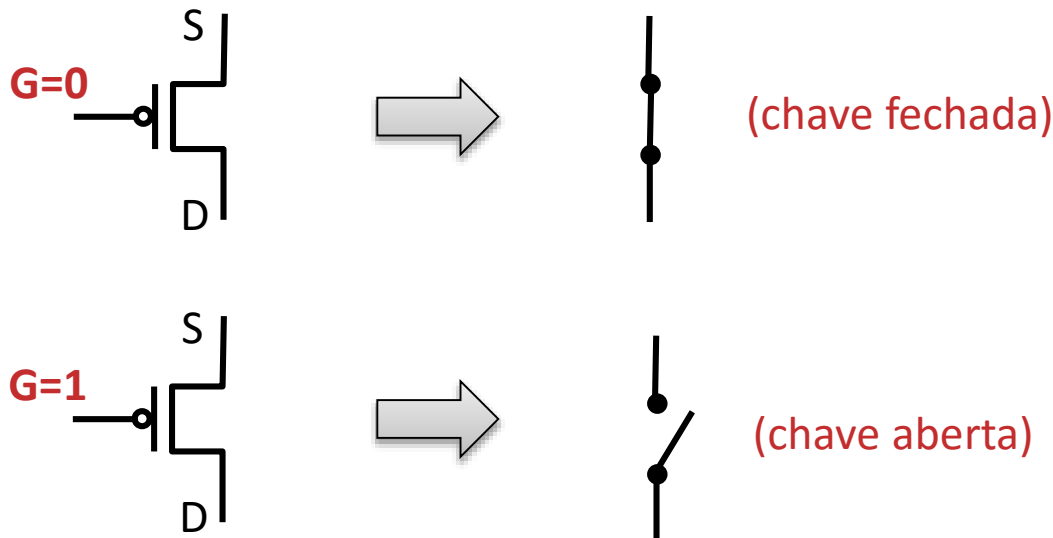
Transistor MOS

- Estrutura do transistor **pMOS**:



Transistor MOS

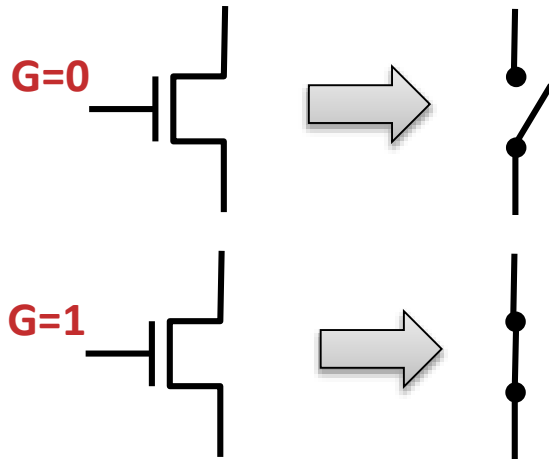
- Funcionamento do transistor **pMOS**:
 - De forma muito simplificada: transistor **pMOS** entra em **condução** quando a tensão em **G** é **gnd (0)** e fica **em aberto** quando a tensão em **G** é **Vcc (1)**
 - Funciona como uma **chave**.



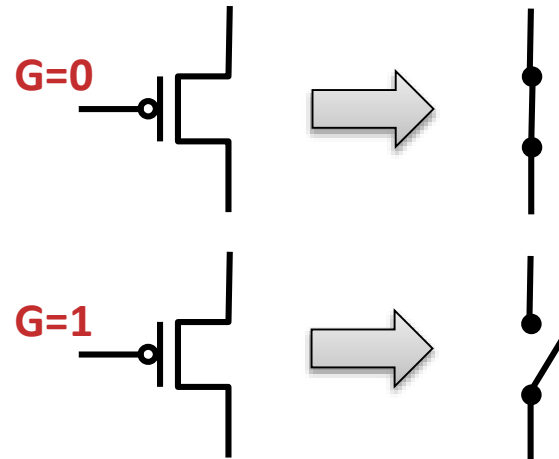
Transistor MOS

- Resumo

nMOS:



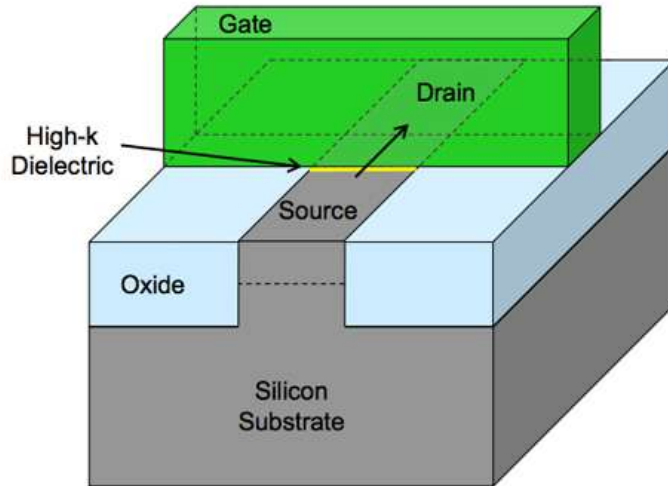
pMOS:



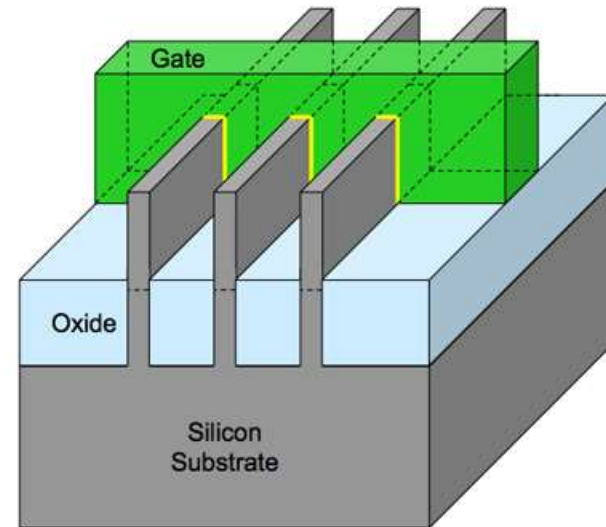
Transistor MOS

- **Tri-Gate** Transistor
 - Tecnologia Intel
 - 3D

Traditional Planar Transistor



22 nm Tri-Gate Transistor



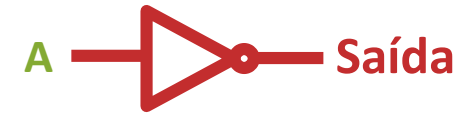
Tri-Gate transistors can have multiple fins connected together to increase total drive strength for higher performance

DO TRANSISTOR AO PROCESSADOR

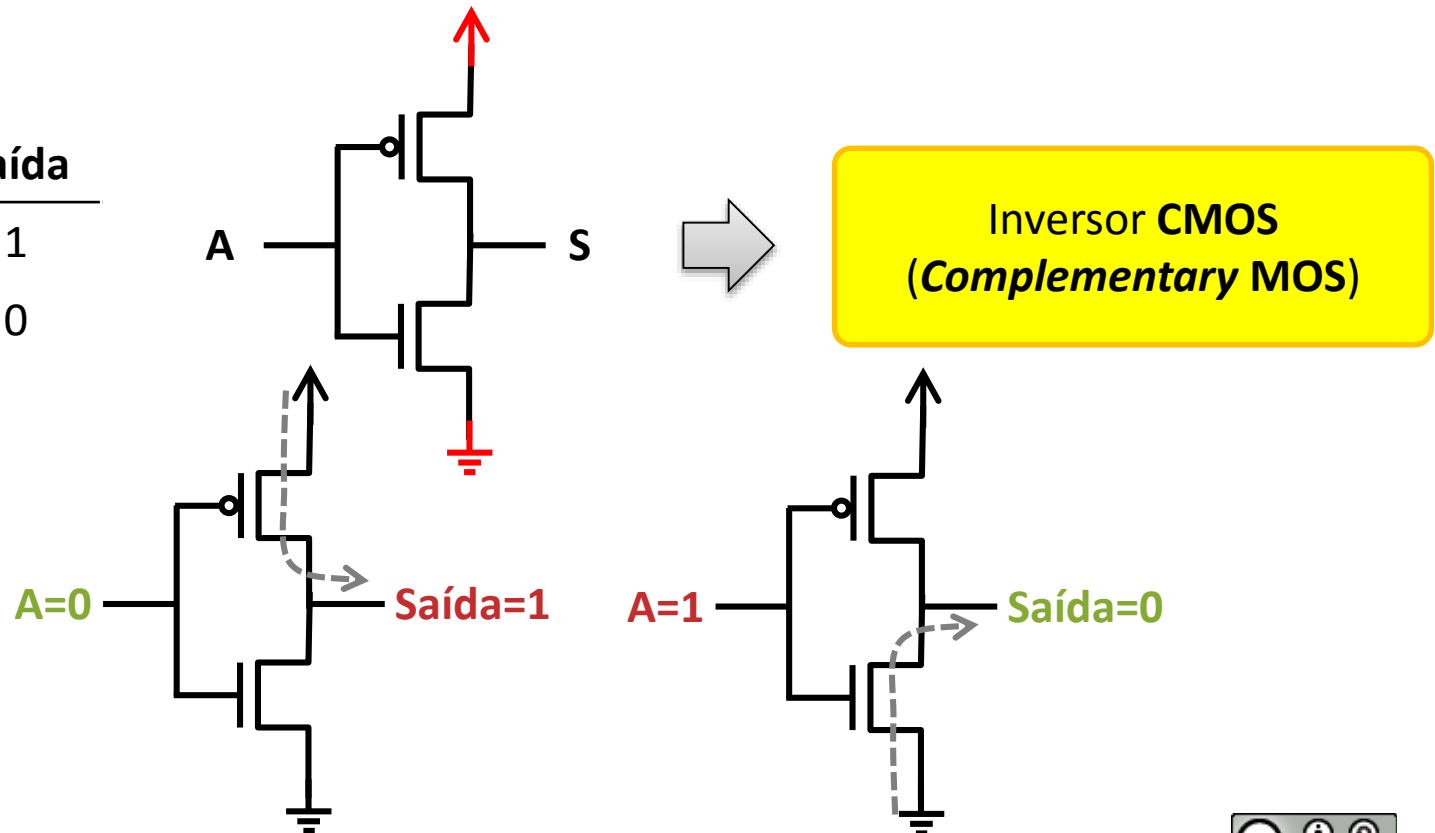
Do transistor ao processador

- Os transistores são usados para montar **portas lógicas**

— Exemplo 1: porta inversora

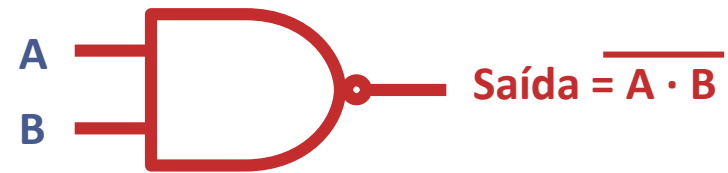
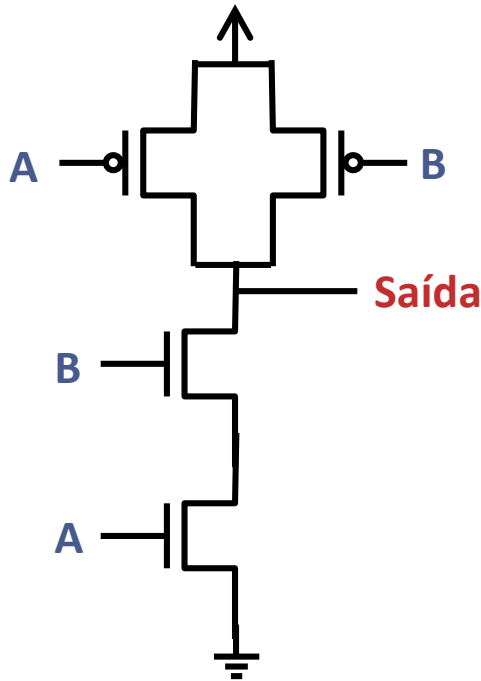


A	Saída
0	1
1	0



Do transistor ao processador

- Os transistores são usados para montar **portas lógicas**
 - Exemplo 2: porta **NÃO-E (NAND)**

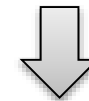
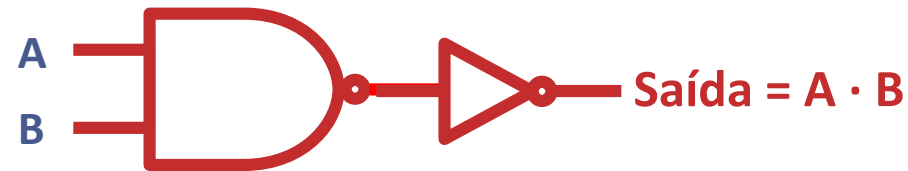
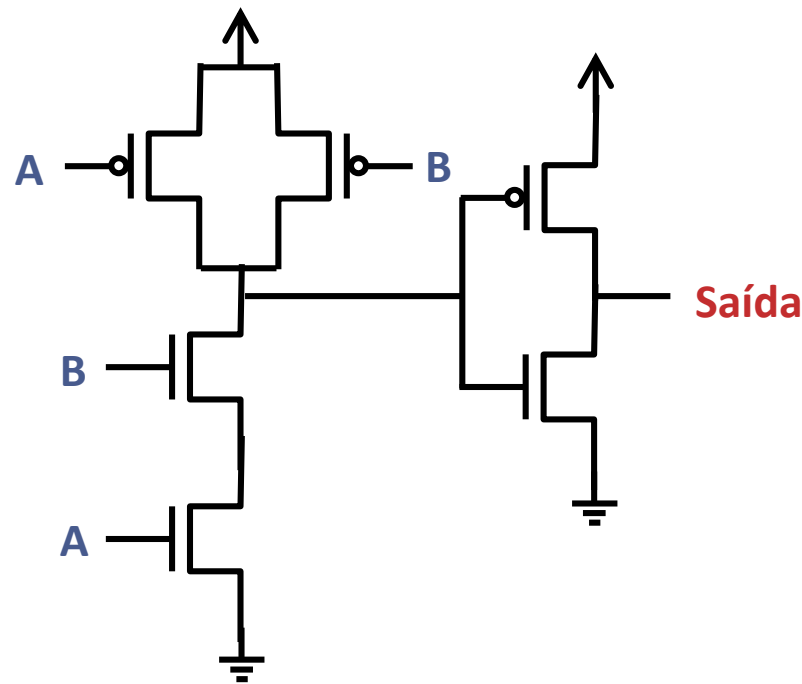


A	B	Saída
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Do transistor ao processador

- Os transistores são usados para montar **portas lógicas**

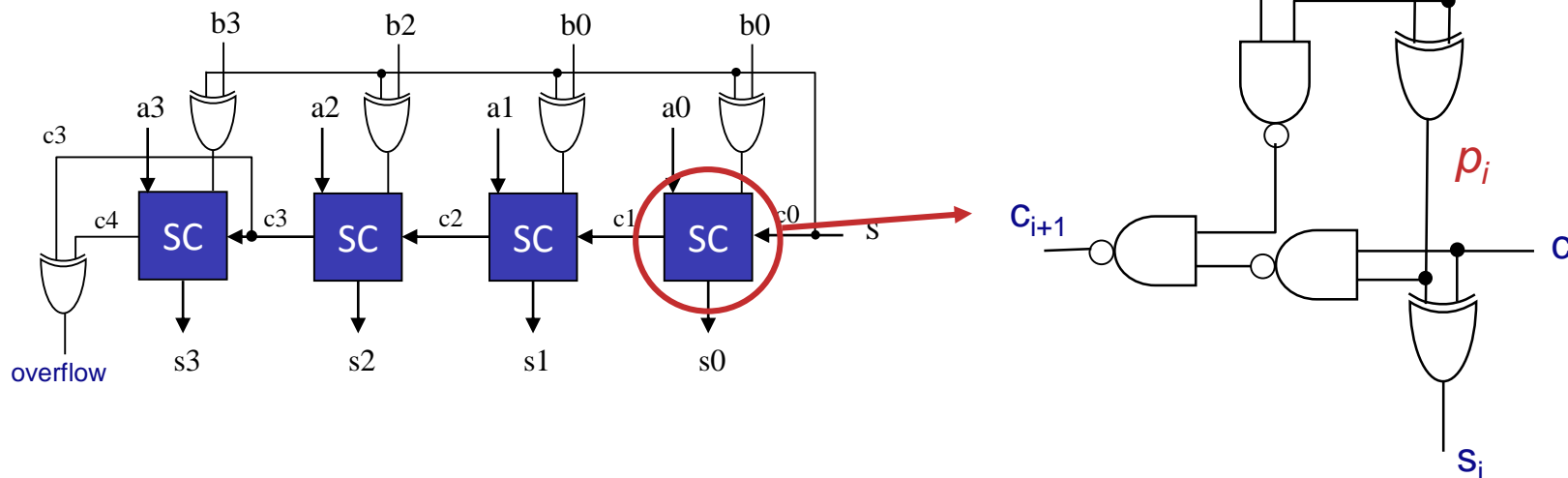
— Exemplo 3: porta E (AND)



A	B	Saída
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

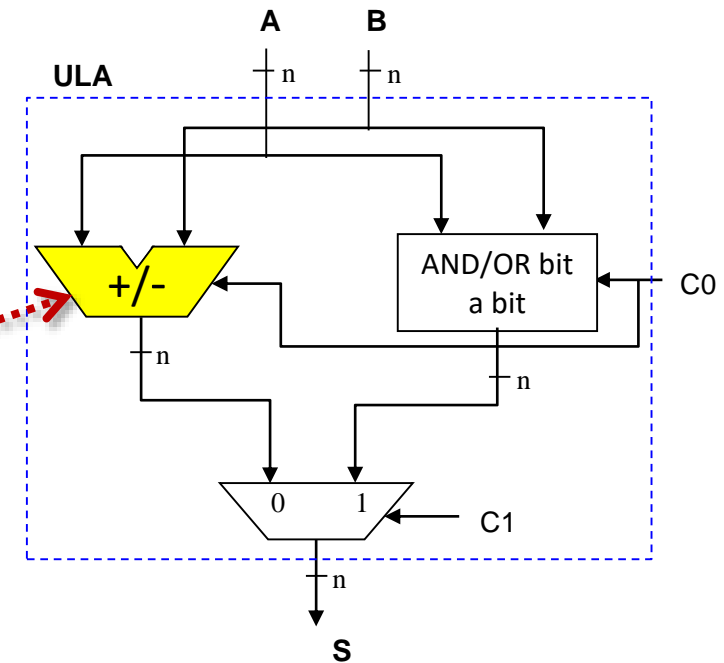
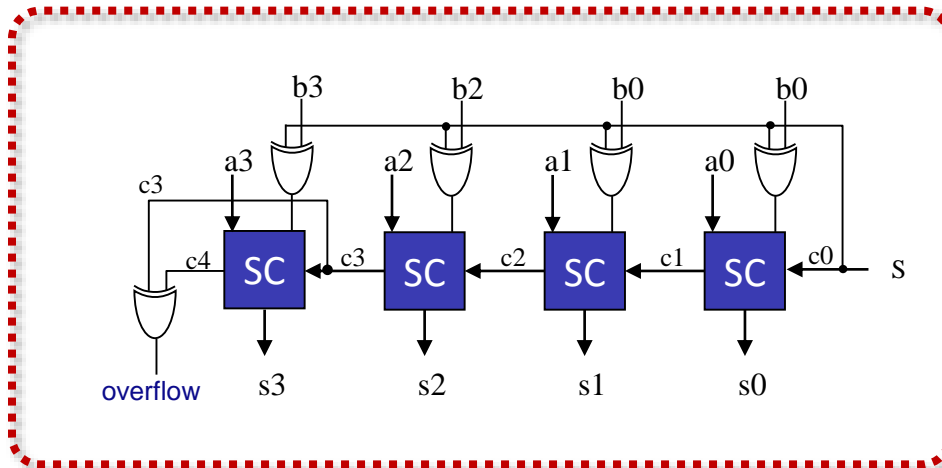
Do transistor ao processador

- A partir de **portas lógicas** básicas (**E**, **OU**, **NÃO**, etc), é possível montar uma infinidade de **funções menos simples**
 - Exemplo: um **somador-subtrator** de números de N bits



Do transistor ao processador

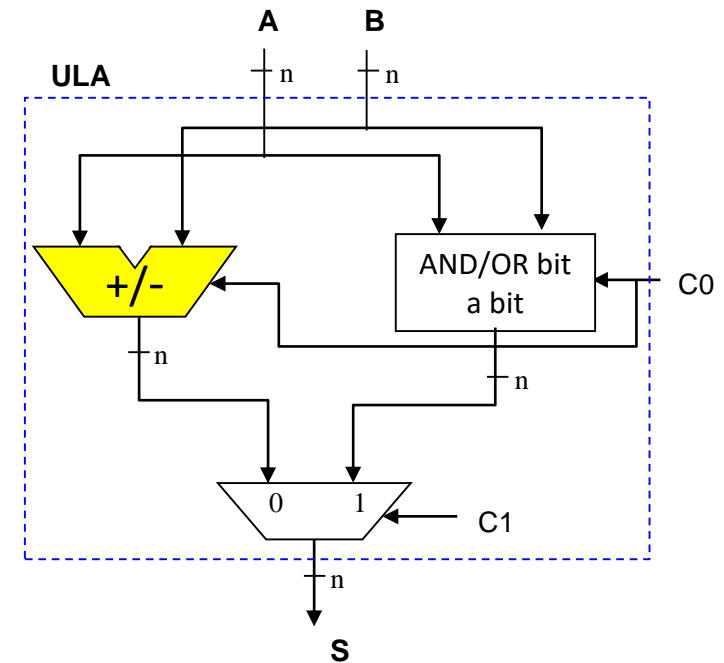
- **Circuitos mais complexos** podem então ser montados:
 - Exemplo: **Unidade Lógico-Aritmética**



Do transistor ao processador

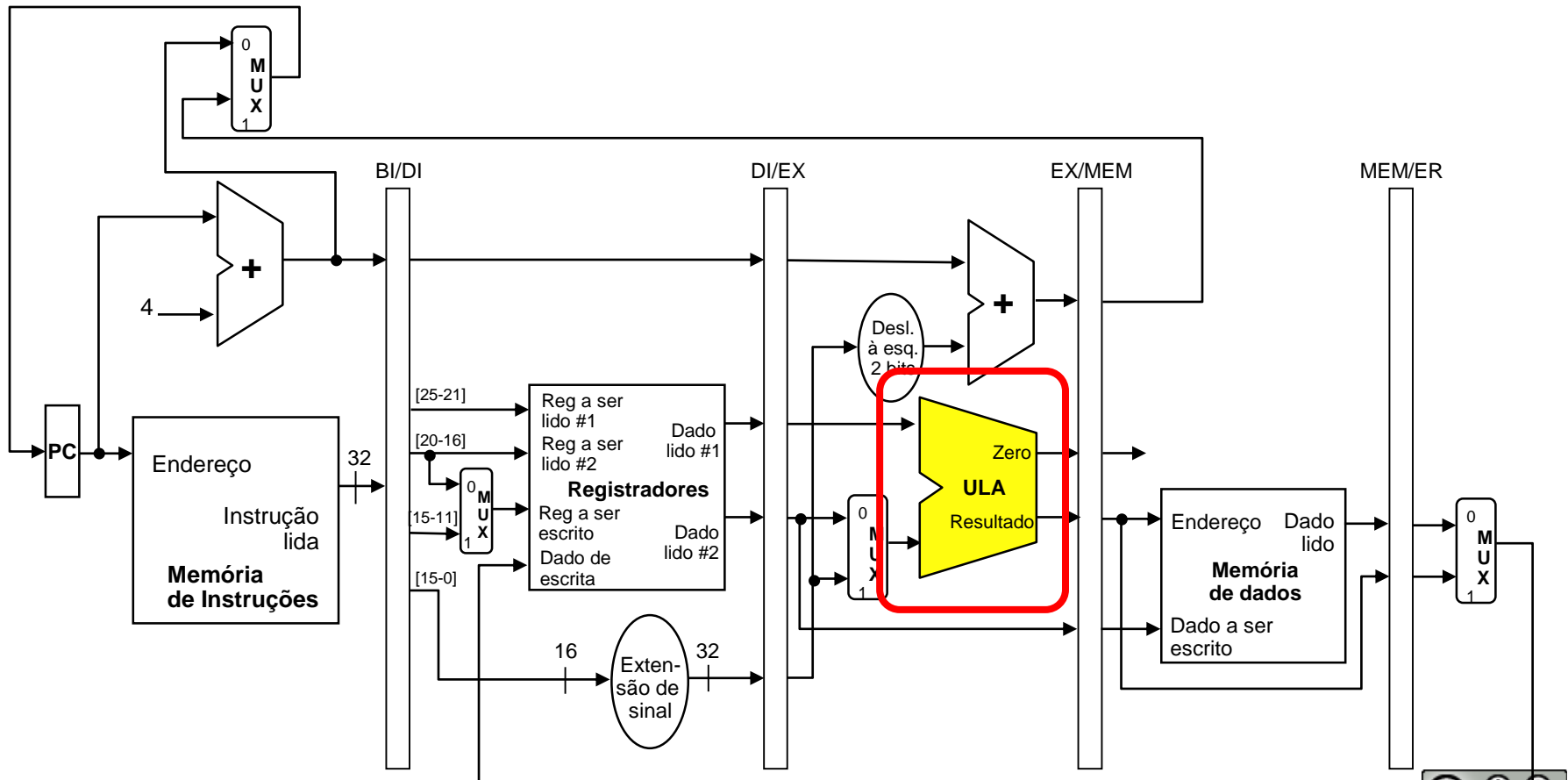
- **Circuitos mais complexos** podem então ser montados:
 - Exemplo: **Unidade Lógico-Aritmética**

C1	C0	operação
0	0	$S = A + B$
0	1	$S = A - B$
1	0	$S = A \text{ AND } B$
1	1	$S = A \text{ OR } B$



Do transistor ao processador

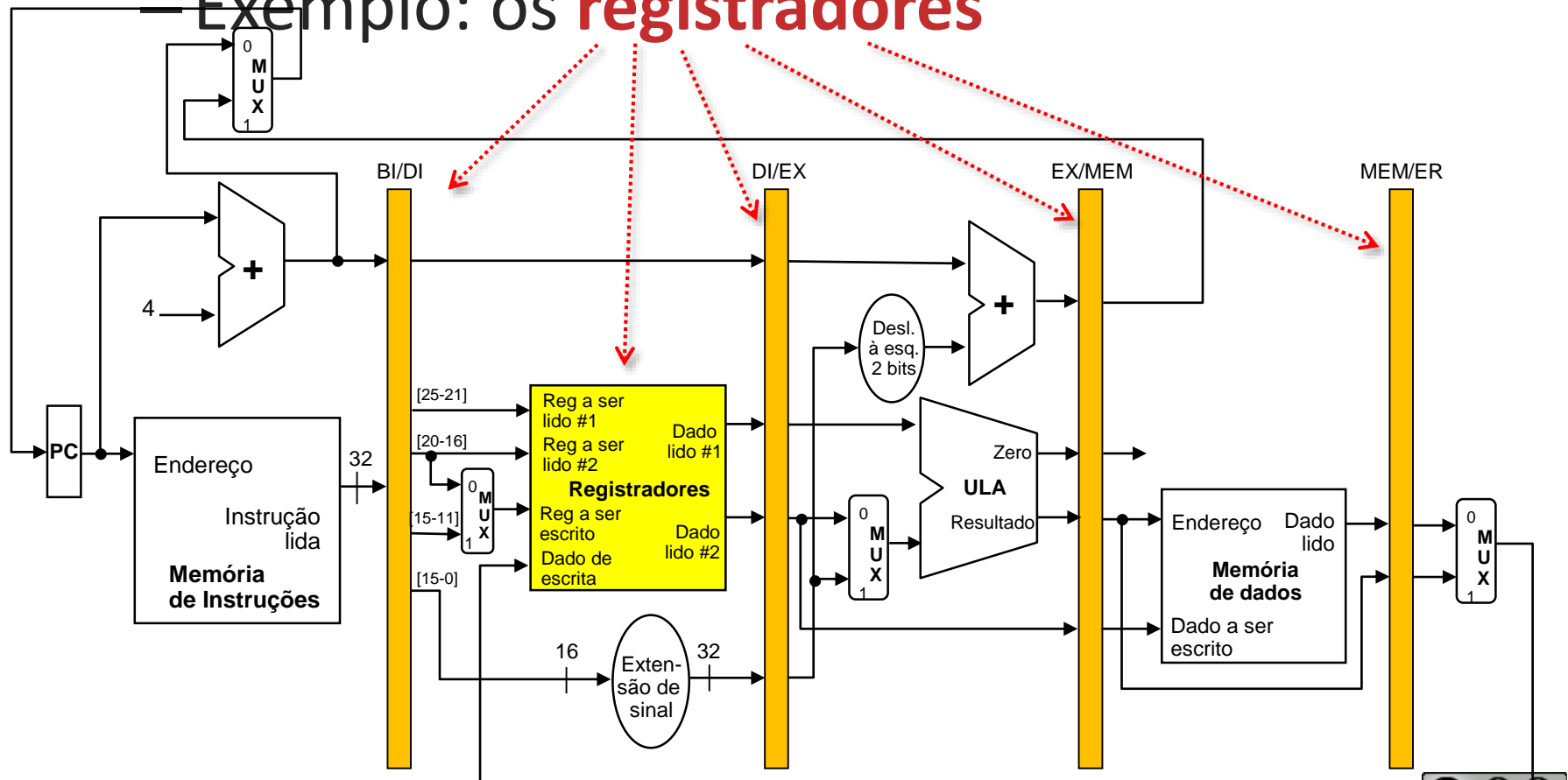
- Composição de sistemas
 - Exemplo: **datapath** de um processador



Do transistor ao processador

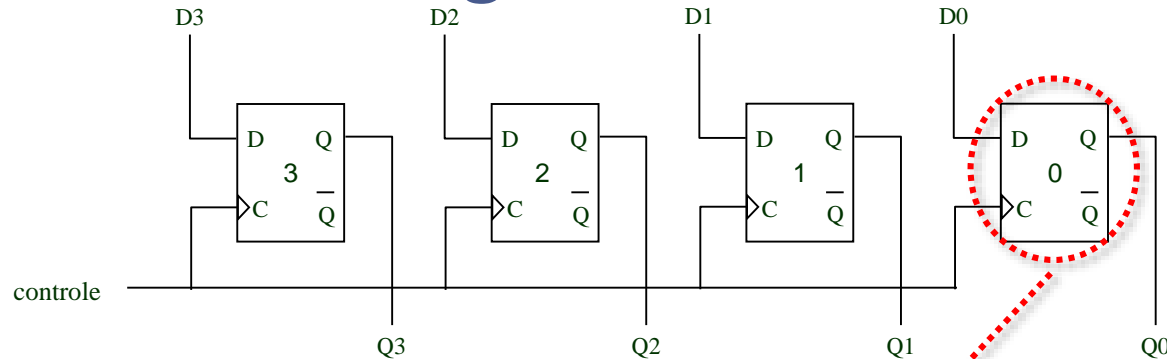
- Praticamente tudo no **datapath** é baseado em portas lógicas

Exemplo: os **registradores**

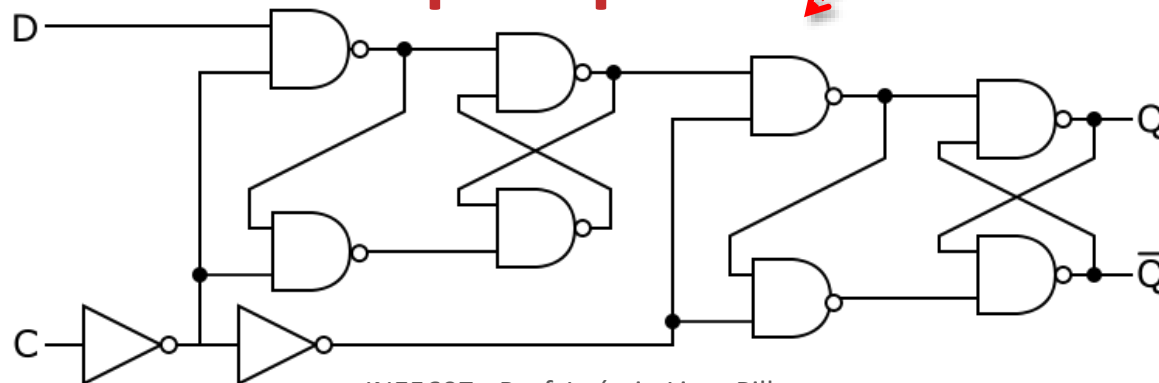


Do transistor ao processador

- Praticamente tudo no **datapath** é baseado em portas lógicas
 - Cada um dos **registradores**:



- Cada um dos **flip-flops**:



Do transistor ao processador

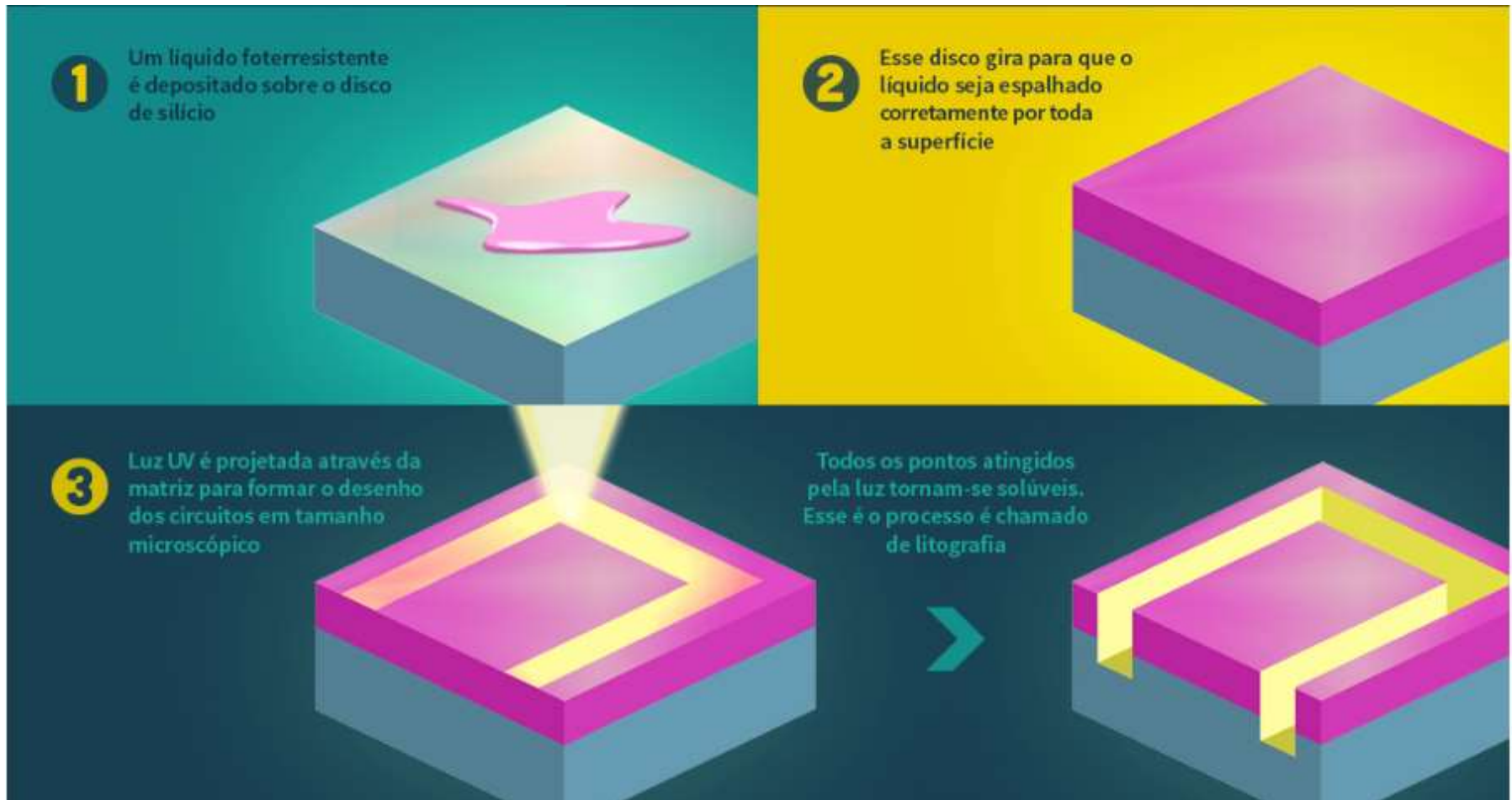
- Resultado:



PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Processo de fabricação

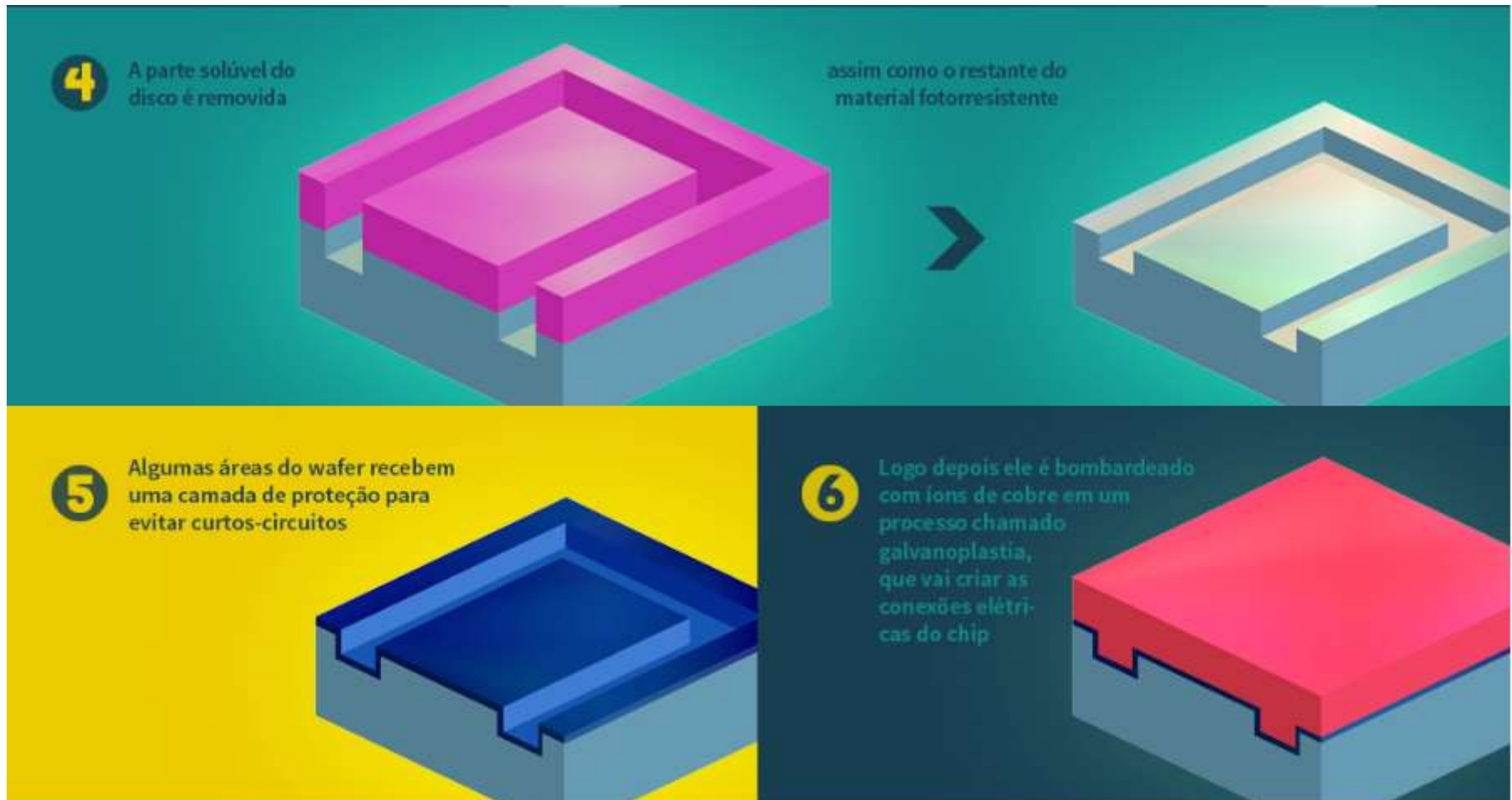
- Litografia



<http://www.tecmundo.com.br/processadores/59510-litografia-feito-processador-infografico.htm>

Processo de fabricação

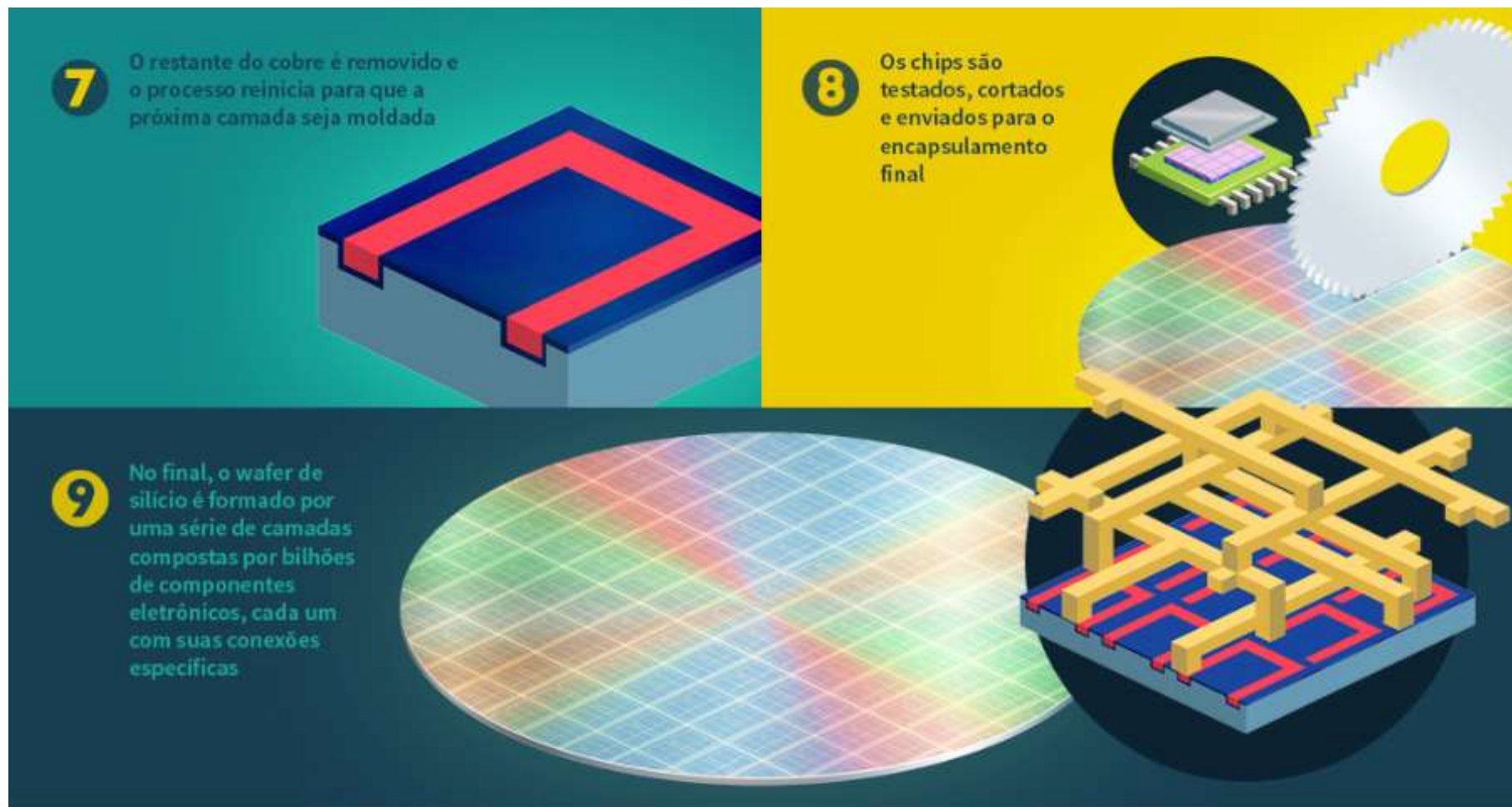
- Litografia



<http://www.tecmundo.com.br/processadores/59510-litografia-feito-processador-infografico.htm>

Processo de fabricação

- Litografia



<http://www.tecmundo.com.br/processadores/59510-litografia-feito-processador-infografico.htm>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerações finais

- Semicondutores
 - Transistores
 - nMOS e pMOS
 - Portas lógicas
 - Circuitos complexos

Considerações finais

- Próxima aula
 - Avaliação de desempenho

INE5607 – Organização e Arquitetura de Computadores

Abstrações, Tecnologias e Organização do Software e do Hardware

Aula 3: Semicondutores e processo de fabricação

Prof. Laércio Lima Pilla

laercio.pilla@ufsc.br

