

EE610 Eletrônica Digital I

Prof. Fabiano Fruett

Email: fabiano@dsif.fee.unicamp.br

2_a Conceitos Fundamentais de Circuitos Digitais

2. Semestre de 2007

Conceitos Fundamentais

1

Circuitos lógicos-digitais

Conceitos Fundamentais

- Parâmetros para caracterização de circuitos lógicos
- Escalas de integração
- Tecnologias de CIs digitais e famílias de circuitos lógicos Famílias digitais

Conceitos Fundamentais

2

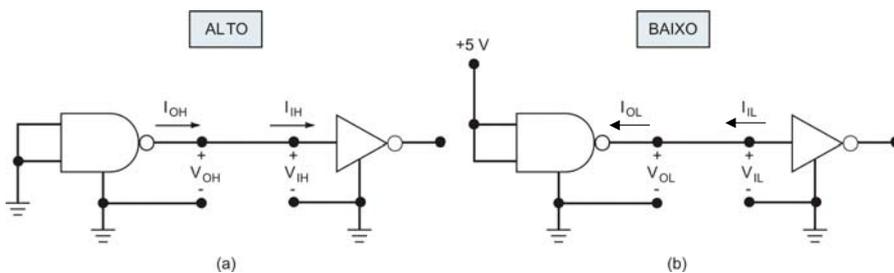
Parâmetros para caracterização de circuitos lógicos

- Margens de ruído
- Atrasos de propagação
- Dissipação de potência
- Produto atraso-potência
- Fan-in Fan-out
- Área na pastilha de silício

Conceitos Fundamentais

3

Correntes e tensões nos dois níveis lógicos

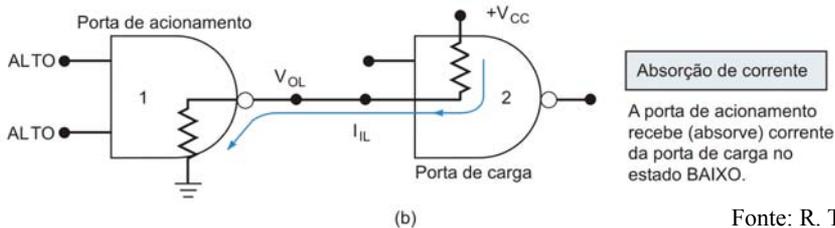
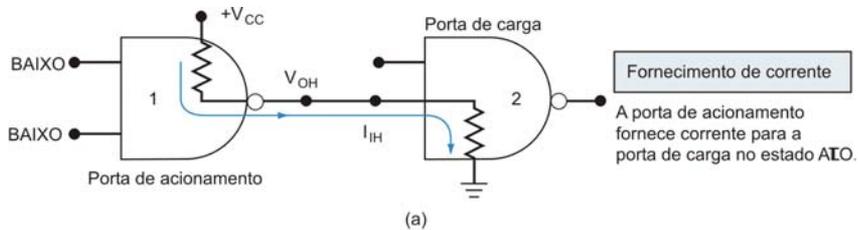


Fonte: R. Tocci

Conceitos Fundamentais

4

Comparação entre fornecimento e absorção de corrente



Fonte: R. Tocci

Conceitos Fundamentais

5

Correntes e tensões nos dois níveis lógicos

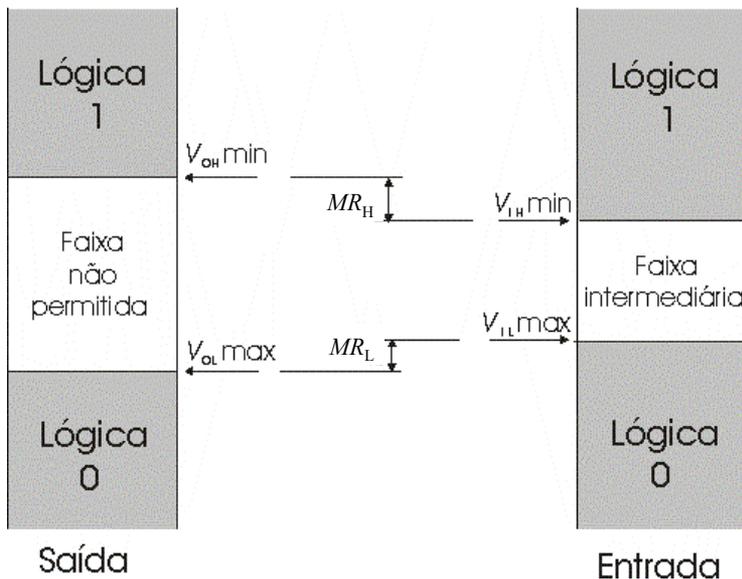
- V_{IH} High-level Input Voltage
- V_{IL} Low-level Input Voltage
- V_{OH} High-level Output Voltage
- V_{OL} Low-level Output Voltage

- I_{IH} High-level Input Current
- I_{IL} Low-level Input Current
- I_{OH} High-level Output Current
- I_{OL} Low-level Output Current

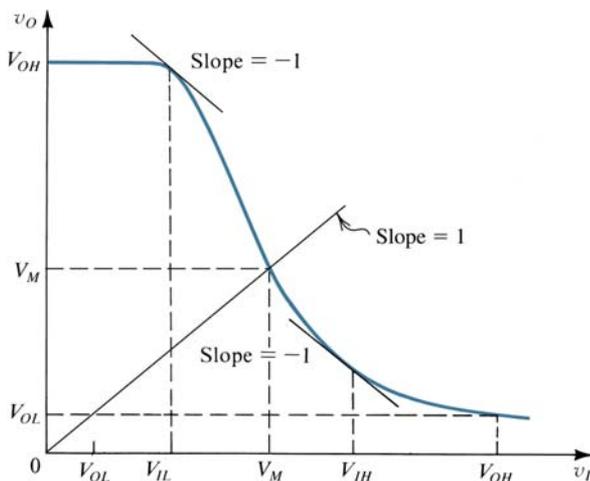
Conceitos Fundamentais

6

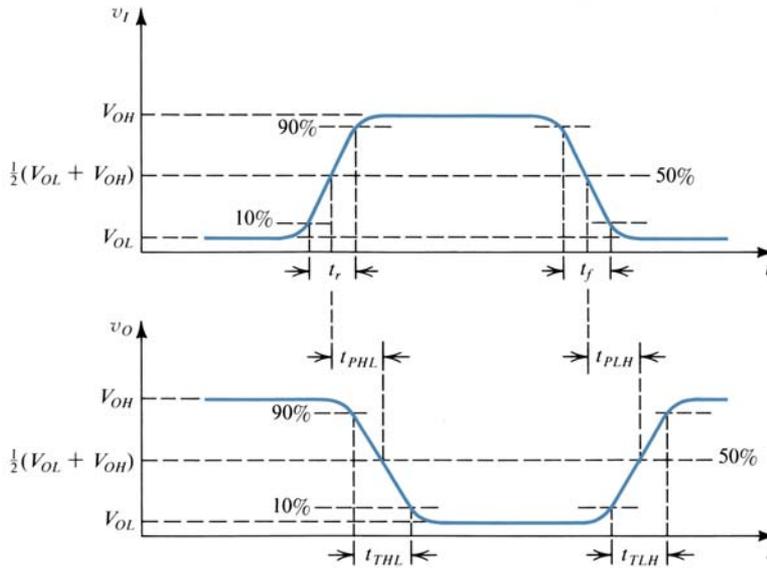
Margens de Ruído



Característica de transferência de tensão do inversor real



Atraso de propagação de um inversor lógico



Conceitos Fundamentais

Fig. 13.3₃

Dissipação de potência

- Potência estática

Média entre lógica alta e lógica baixa

- Potência dinâmica

Exemplo: Inversor alimentado com V_{DD} ,
capacitância de carga C chaveado na frequência f

$$P_D = fCV_{DD}^2$$

Produto atraso-potência

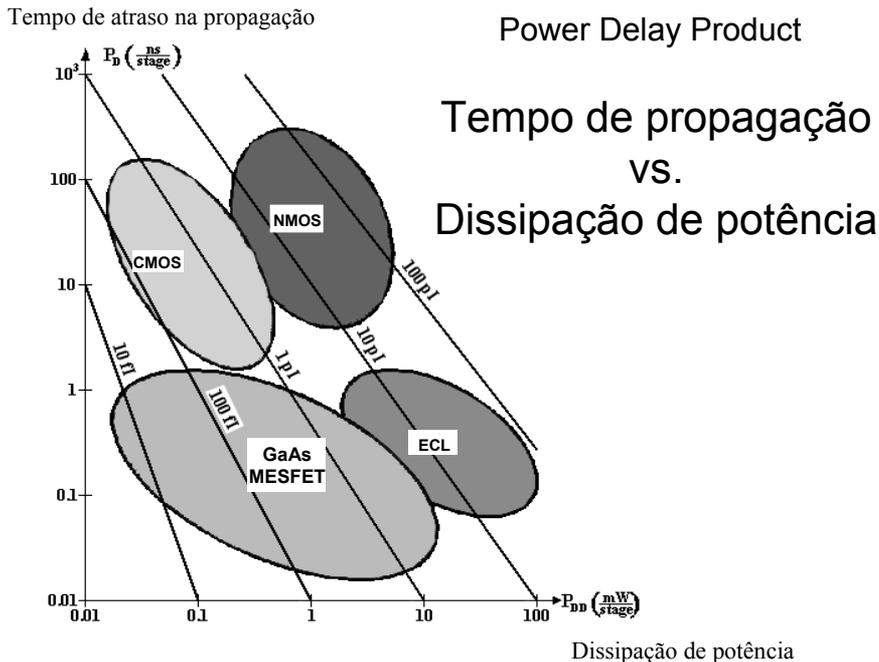
Figura de mérito para comparação das famílias lógicas

Delay-Power product

$$DP = P_D t_p \quad [\text{J}]$$

Quanto $\downarrow DP$, mais eficaz \uparrow é a família lógica

Exemplo: Suponha que uma família lógica tenha um tempo médio de atraso de 10 ns e uma potência dissipada média de 5 mW. O produto atraso potência é:



Conceitos Fundamentais

13

Escala de integração

- Small-Scale Integrated **SSI** circuit
menos que 12 portas lógicas
- Medium-Scale Integrated **MSI** circuit
12 a 99 portas lógicas
- Large-Scale Integrated **LSI** circuit
100 a 9.999 portas lógicas
- Very-Large-Scale Integrated **VLSI** circuit
10.000 a 99.999 portas lógicas
- Ultra-Large-Scale Integrated **ULSI** circuit
100.000 a 999.999 portas lógicas
- Giga-Scale Integrated **GSI** circuit
1.000.000 ou mais portas lógicas

Conceitos Fundamentais

14

Área na pastilha

- A redução da área de silício ocupada por porta lógica/circuito pode ser feita de três modos diferentes:
 - Avanços da tecnologia de processam./fabric.
 - Avanços nas técnicas de projeto do circuito
 - Otimização do layout do circuito integrado

Fan-In

Fan-In (leque de entrada) é o número de entradas que uma porta lógica possui.

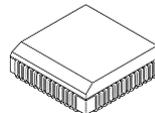
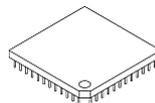
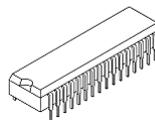
Fan-Out

Fan-Out (leque de saída) é o número máximo de portas similares que uma porta pode acionar permanecendo dentro das especificações.

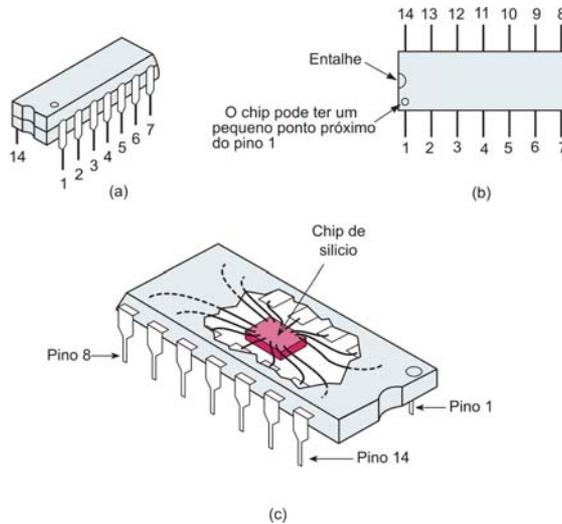
É importante saber quantas entradas uma dada saída pode alimentar sem comprometer a confiabilidade.

IC packages

- **DIL (Dual In Line)**
 - Low pin count
 - Large
- **PGA (Pin Grid Array)**
 - High pin count (up to 400)
 - Previously used for most CPU's
- **PLCC (Plastic leaded chip carrier)**
 - Limited pin count (max 84)
 - Large
 - Cheap
 - SMD
- **QFP (Quarter Flat pack)**
 - High pin count (up to 300)
 - small
 - Cheap
 - SMD



Encapsulamento Dual-in-line (DIP)



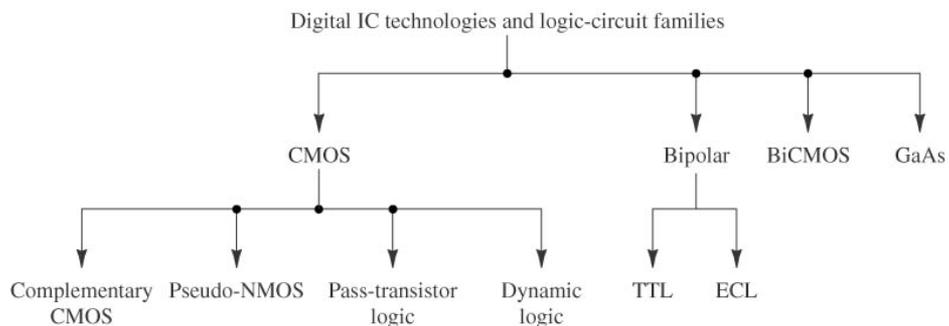
Fonte: R. Tocci

Conceitos Fundamentais

19

Serda p. Nove 65

Tecnologias de CIs digitais e famílias de circuitos lógicos



Conceitos Fundamentais

20

CMOS

- Tecnologia dominante
 - ↳ Baixa dissipação de potência
 - ↳ Alta impedância de entrada
 - ↳ Tamanho reduzido

Bipolar

- TTL – Transistor Transistor Logic
 - SSI, MSI e LSI
 - ↳ Robusto
 - ↳ Lento
- ECL - Emitter-Coupled Logic
 - ↳ Alta velocidade
 - ↳ Aumento na dissipação de potência e área

BiCMOS

👍 Combina alta velocidade dos transistores bipolares com a baixa dissipação de potência do CMOS

👎 Alto custo

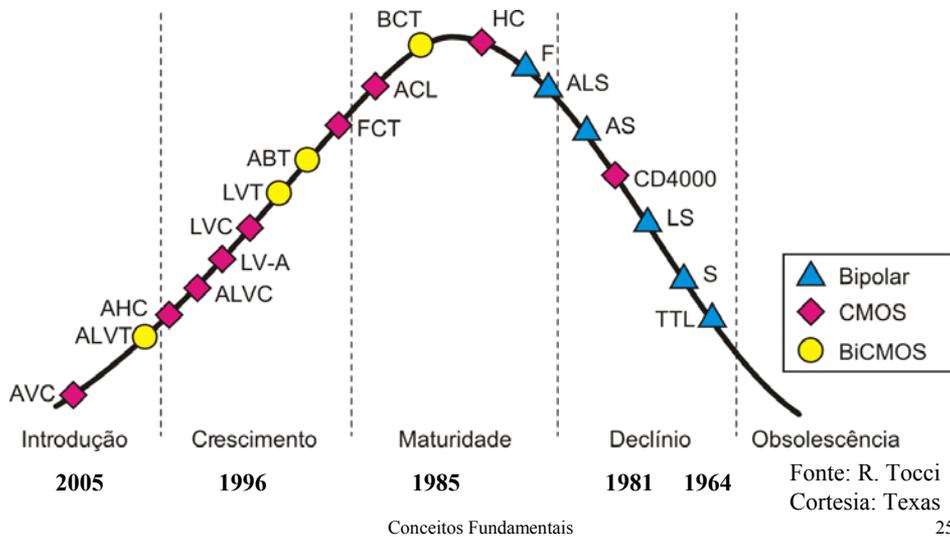
GaAs

👍 Alta velocidade de operação
Devida a alta mobilidade dos elétrons no GaAs

👎 Custo

👎 Não é um processo standard

Ciclo de vida das famílias lógicas



Exercício:

Uma família lógica, otimizada para baixo-consumo, é utilizada para o processamento digital de sinais de uma prótese auditiva que pode operar com uma única bateria de 1,2 V. Sabe-se que para seu inversor, o sinal de saída excursiona de 0 a V_{DD} , os pontos de “ganho unitário” são separados por pelo menos $1/3 V_{DD}$ e a margem de ruído baixa é 90% da margem de ruído alta. Quais são os valores de V_{IL} , V_{IH} , V_{OL} , V_{OH} , NM_L e NM_H ?