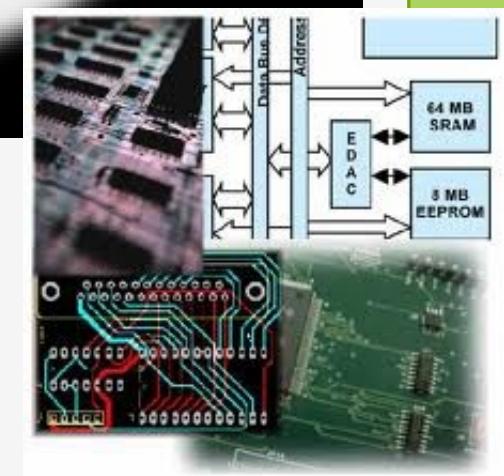


# Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de SC

## FAMÍLIA DE CIRCUITOS LÓGICOS

Profa. Fernanda Argoud  
Fev., 2013



# Componentes Eletrônicos

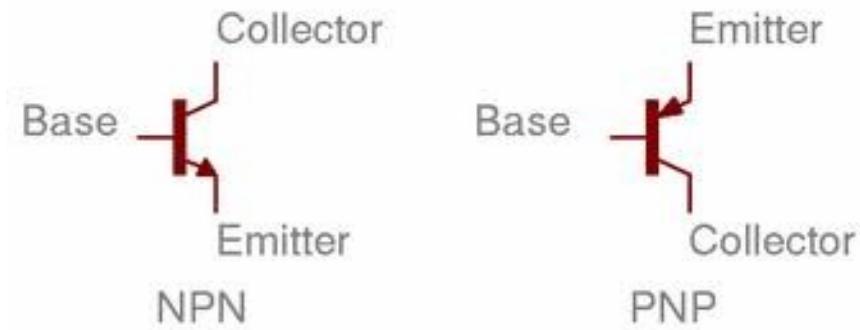
- Até 1955: diodos e válvulas
- Válvulas: grandes, alto consumo e geração de calor
- Transistor – consumo muito menor e dimensões muito reduzidas
- Com popularização do uso: “FAMÍLIAS” lógicas, para padronização dos níveis lógicos.

# Principais Famílias Lógicas

- RTL – Lógica resistor-transistor
- DTL – Lógica diodo-transistor
- DCTL – Lógica transistor de acoplamento direto
- TTL – Lógica transistor-transistor
- ECL – Lógica emissor-acoplado
- MOS – Metal Oxide Semicondutor
- PMOS – Lógica MOSFETs de canal p
- NMOS – Lógica MOSFETs de canal n
- CMOS – Lógica MOSFETs complementares

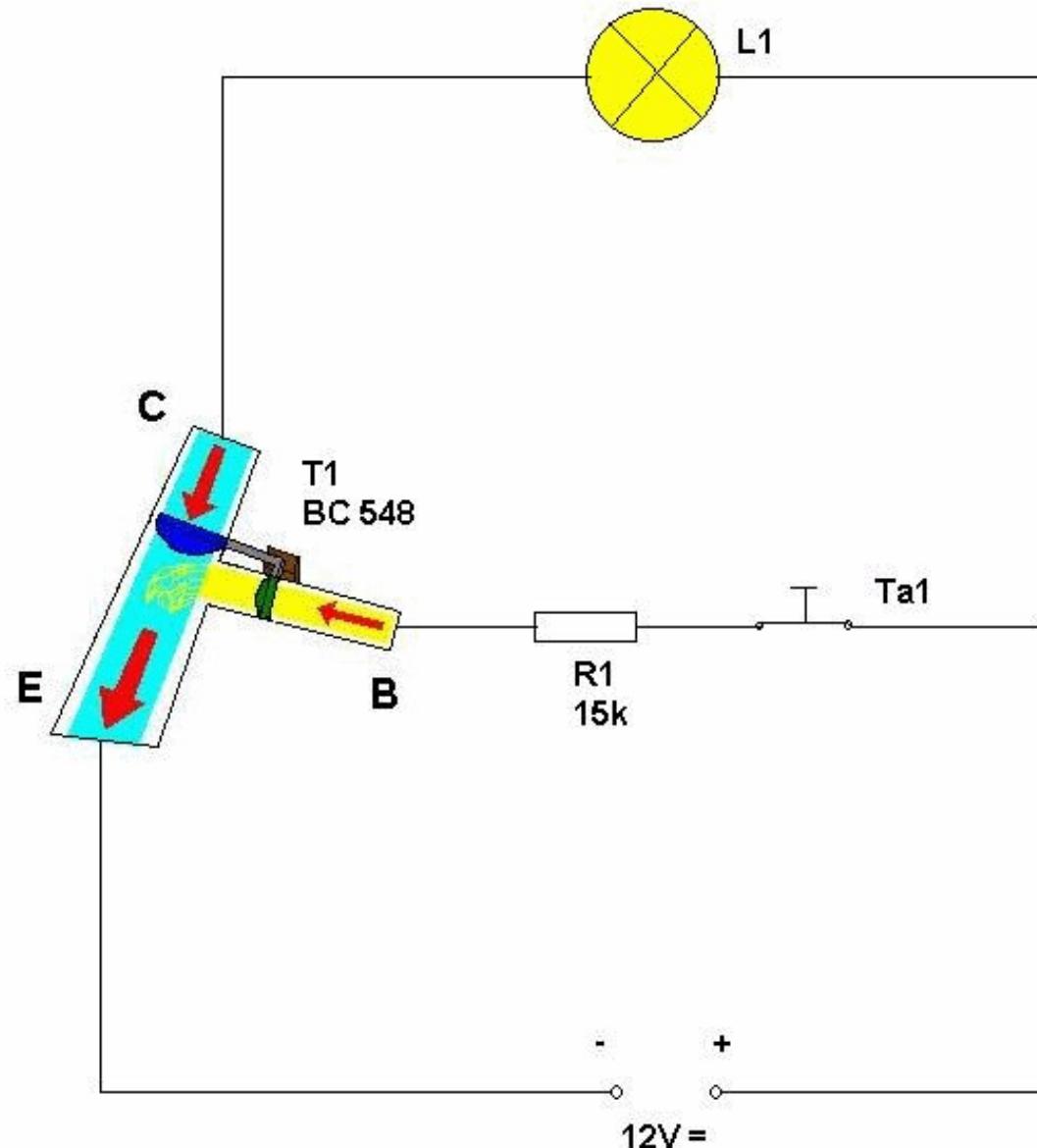
# Família RTL

## O transistor como chave

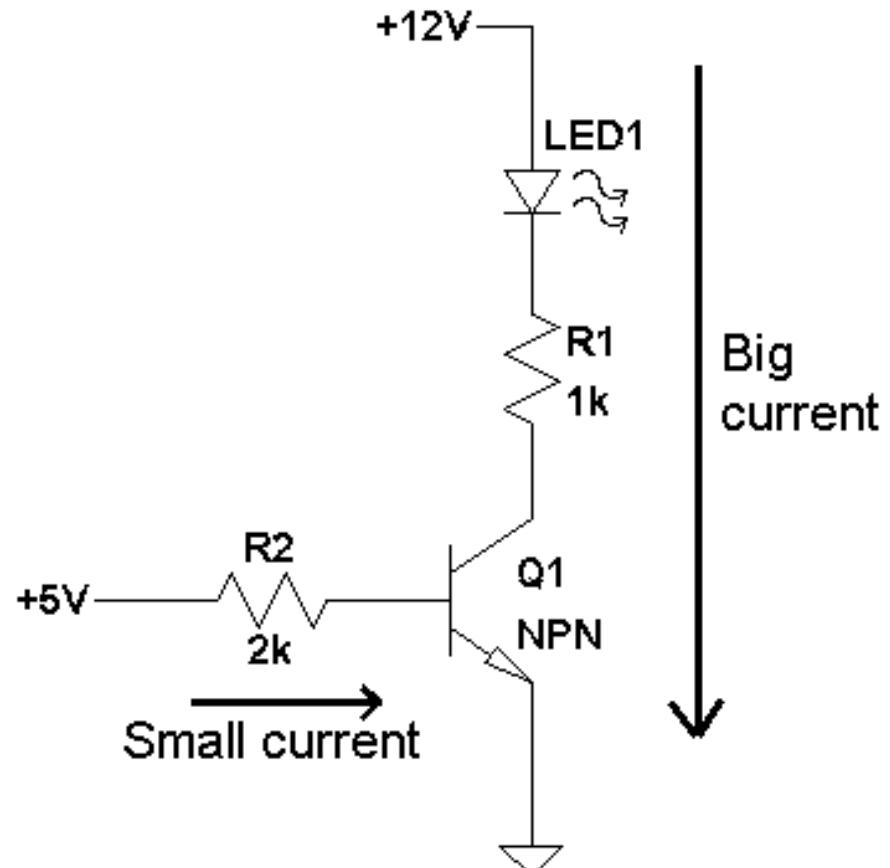
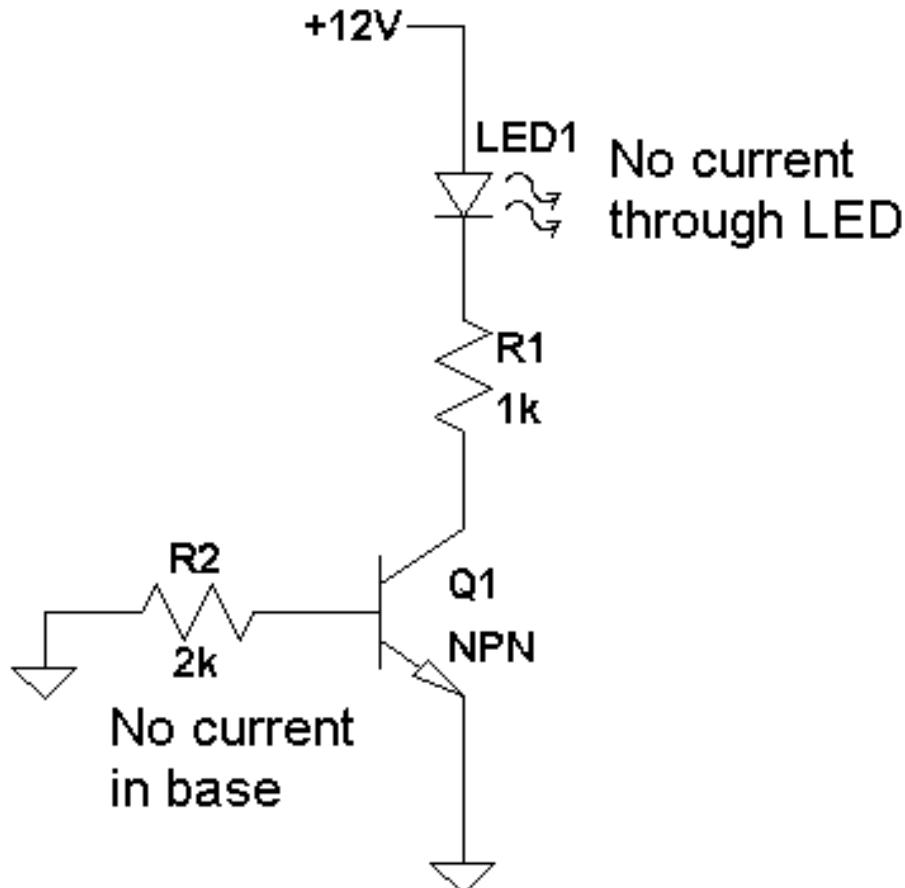


- O transistor opera em 3 estados:
  - CORTE – chave aberta  $\rightarrow I_B = 0$
  - Amplificação – conduzindo e amplificando a corrente da base  $\rightarrow \exists I_B$
  - SATURAÇÃO – chave fechada  $\rightarrow I_B \gg 0$

# Família RTL (mais simples)

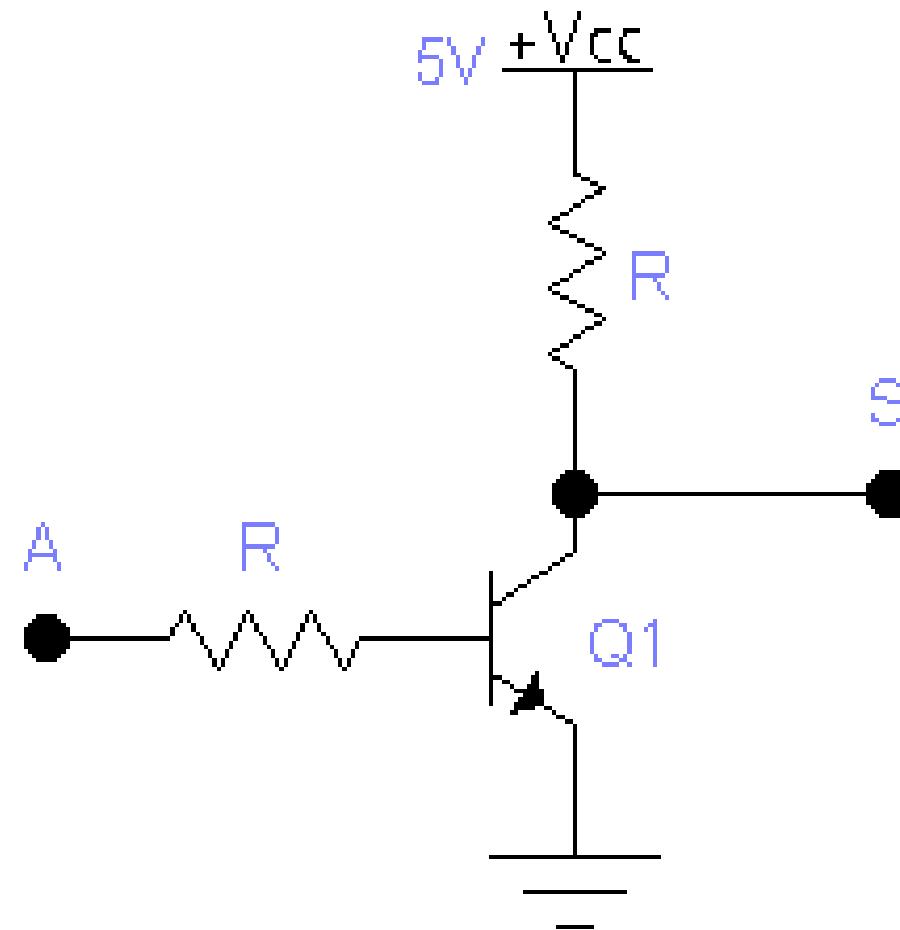


# Família RTL (mais simples)



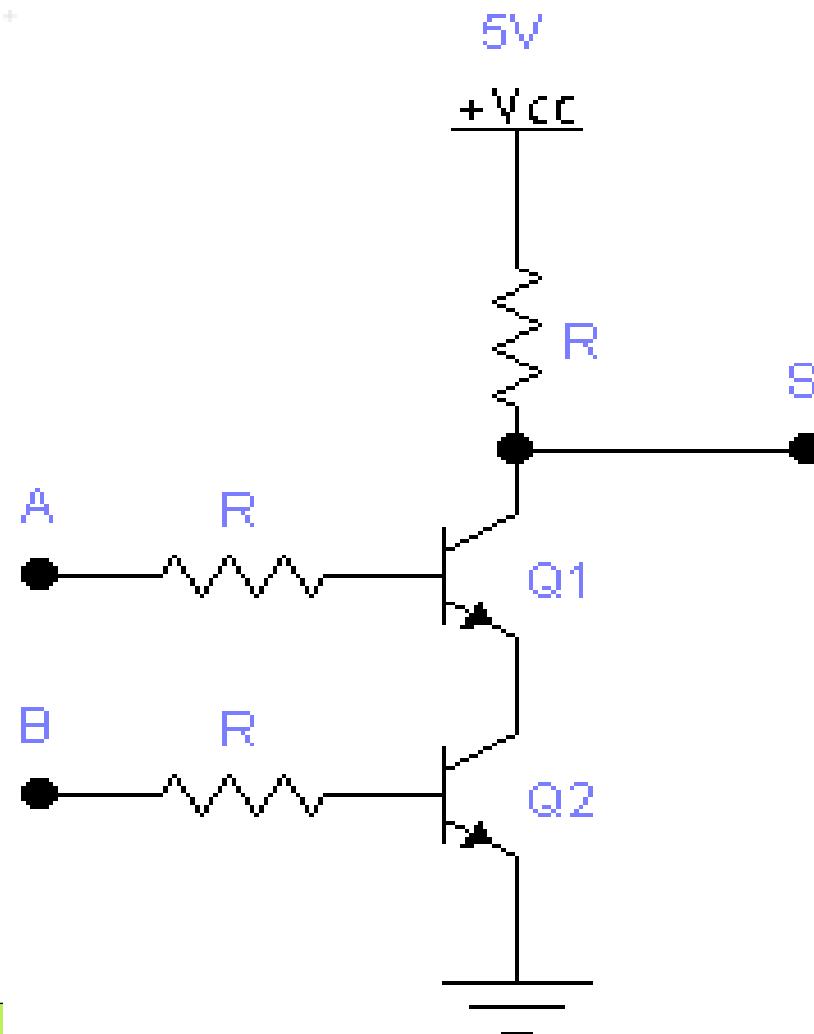
# Família RTL

- Representação de uma inversora na família RTL:



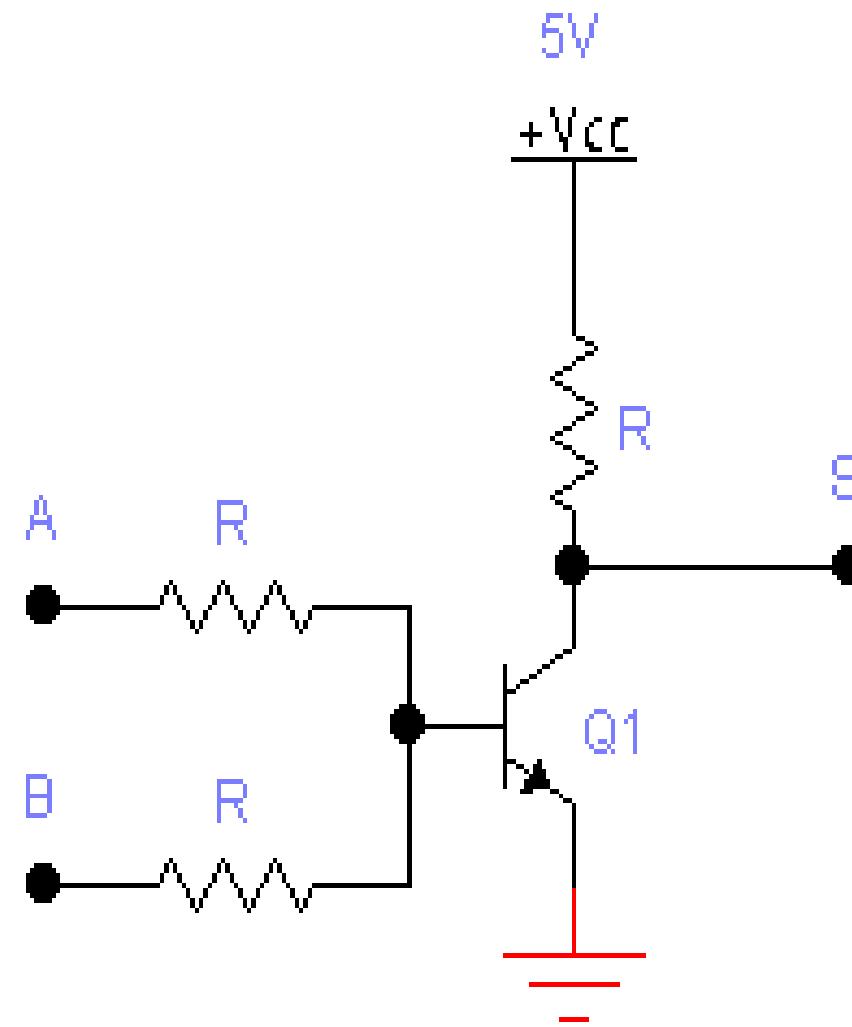
# Família RTL

- Representação de uma NAND na família RTL:



# Família RTL

- Representação de uma NOR na família RTL:

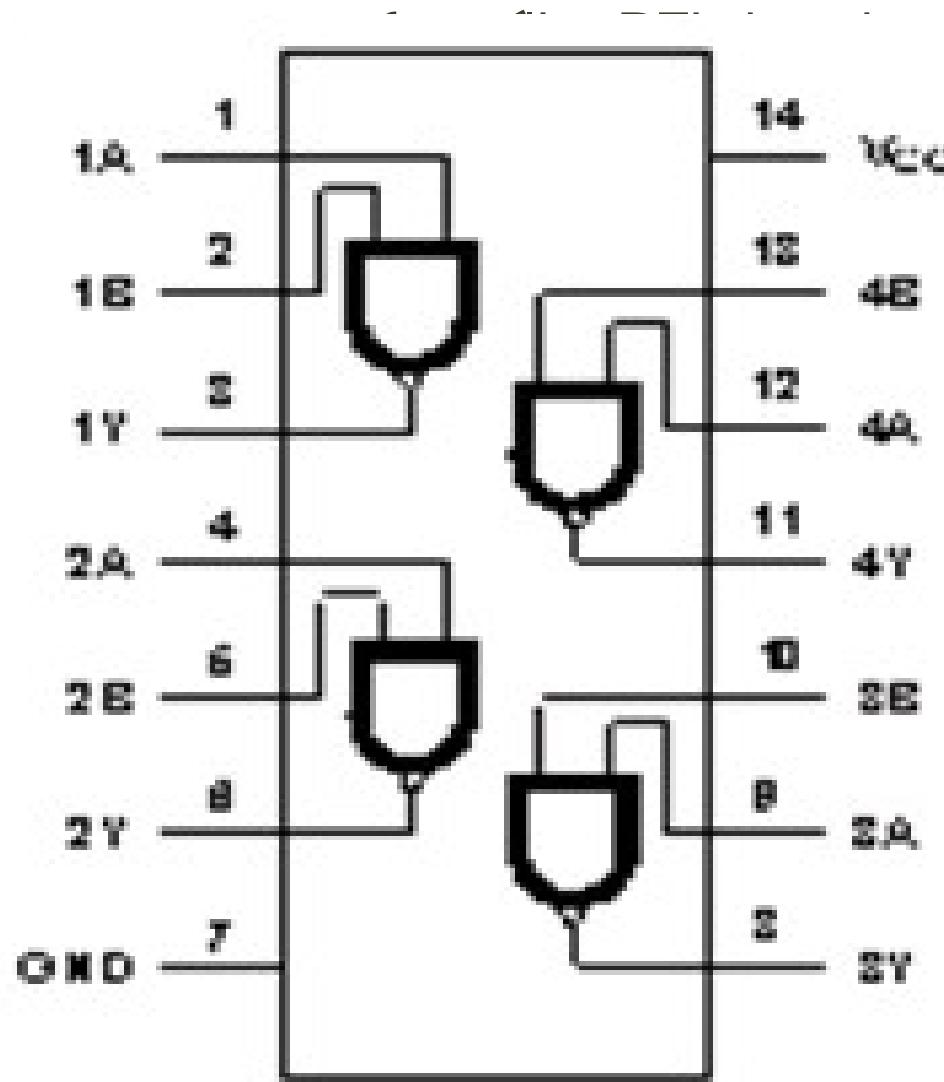


# Família RTL

- Apesar do sucesso, a família RTL trazia uma série de limitações, para criação de circuitos mais complexos
- Era necessário ter todos os componentes funcionando com a mesma tensão de alimentação, que fornecessem sinais que fossem reconhecidos pelos demais e sensíveis o suficiente para reconhecer os sinais dos demais.

# Família TTL

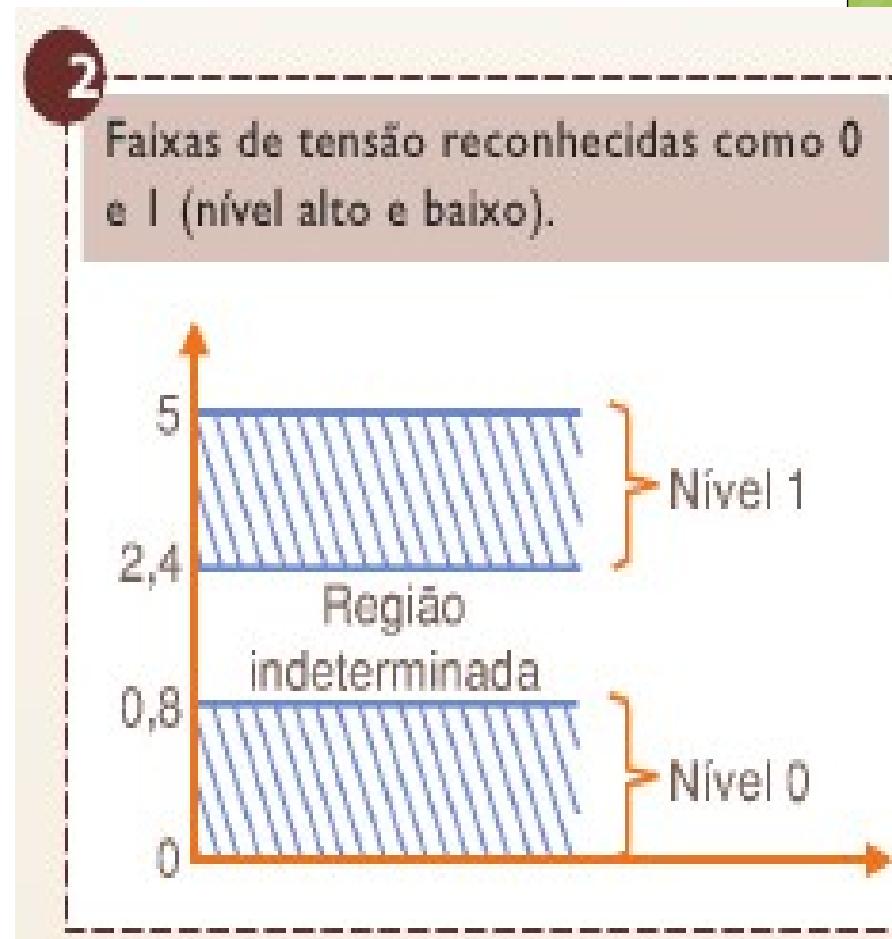
- Apesar das limitações complexas
- Era necessário funcionar com alimentação reconhecida para reconhecer
- Circuitos integrados em pastilha



na série de  
3  
fossem  
suficiente  
uma única

# Família TTL

- Desenvolvida pela Texas (TI) - família mais popular
- Duas séries:
  - 54 para uso militar (-55..125°C)
  - 74 para uso comercial (0..70°C)



# Família TTL

- Classificação:

SSI - *Small Scale Integration* ou Integração em Pequena Escala: 1 a 12 portas lógicas

MSI - *Medium Scale Integration* ou Integração de Média Escala: 13 a 99 portas

LSI - *Large Scale Integration* ou Integração em Grande Escala: 100 a 999 portas

VLSI - *Very Large Scale Integration* ou Integração em Escala Muito Grande: mais de 1000 portas ou funções lógicas em um único CI.

# Família TTL

- Características típicas:

Séries	Tipo de transistor de potência	Atraso de propagação, ns	Dissipação de potência, mW	Produto velocidade-potência, pJ
54LS /74LS	Schottky, baixa potência.	9.5	2	19
54L/74L	Comum, baixa potência.	33	1	33
54S/74S	Schottky, potência normal.	3	19	57
54/74	Comum, potência normal.	10	10	100
54H/74H	Comum, alta potência.	6	22	132

# Família TTL

- CORRENTES DE ENTRADA

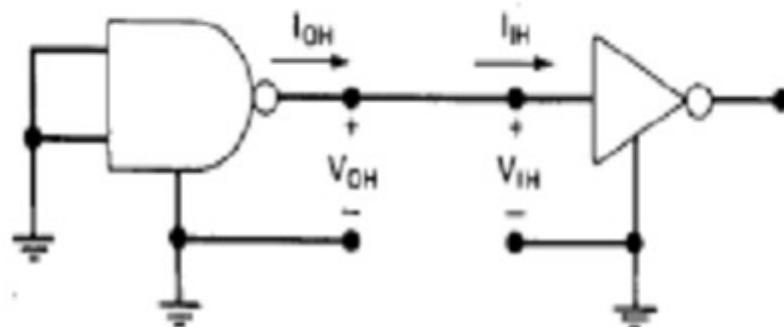
- $I_{IL}$  máxima - corrente de entrada no CI TTL em nível lógico 0 - corrente saindo do CI da ordem de 1,6mA
- $I_{IH}$  mínima - corrente de Entrada no CI TTL em nível lógico 1 - corrente entrando no CI da ordem de 40 $\mu$ A

- CORRENTES DE SAÍDA

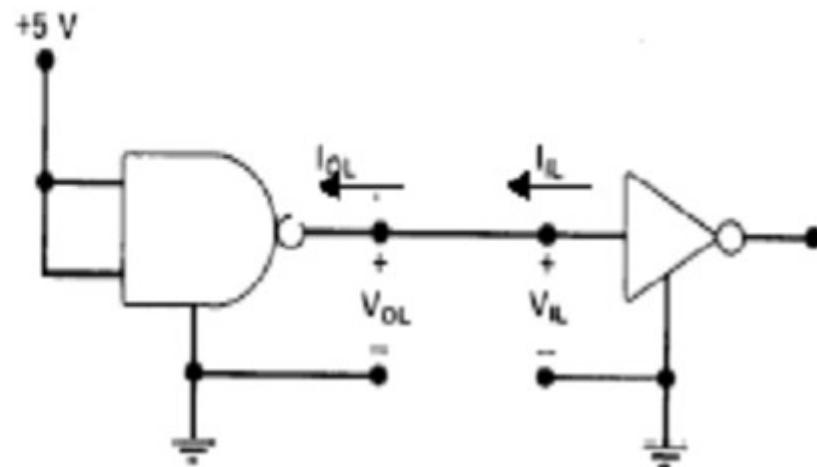
- $I_{OL}$  máxima - corrente de saída do CI TTL em nível lógico 0 - corrente drenada da ordem de 16mA
- $I_{OH}$  mínima - corrente de saída do CI TTL em nível lógico 1 - corrente fornecida da ordem de 400 $\mu$ A

# Família TTL

ALTO



BAIXO



# Família TTL

- CAPACIDADE DE SAÍDA (fan-out):

A saída de um circuito lógico é projetada para alimentar várias entradas de outros circuitos lógicos.

- ***fan-out***, também chamado ***fator de carga***, é definido como o número máximo de entradas de circuitos lógicos que uma saída pode alimentar, de maneira confiável.

# Família TTL

Exemplo 1: Uma porta lógica com fan-out de 10 pode alimentar até 10 entradas lógicas padrão.

- Para determinar quantas entradas diferentes a saída de um CI pode alimentar:  $I_{OL}$  (máx) e  $I_{OH}$  (máx) de tal CI e as necessidades de corrente de cada entrada,  $I_L$  e  $I_H$ :

$$\text{fan-out (BAIXO)} = \frac{I_{OL}(\text{máx})}{I_L(\text{máx})} ;$$

$$\text{fan-out (ALTO)} = \frac{I_{OH}(\text{máx})}{I_H(\text{máx})}$$

# Família TTL

Exemplo 2: Uma porta lógica com  $I_{OL}$  máximo de 15 mA pode alimentar quantos Cls cuja  $I_L$  é de 0,7mA?

Resposta: 21 Cls, porque o fan-out será dado por  $15\text{mA}/0,7\text{mA} = 21,42$ .

Exemplo 3: Uma porta lógica com  $I_{OL}$  máx de 16 mA e  $I_{OH}$  mín de  $320\mu\text{A}$  pode alimentar quantos Cls cujas  $I_L$  e são de 1mA e  $40\mu\text{A}$ , respectivamente?

Resposta: Apenas 8 Cls, porque apesar de o fan-out para nível baixo ser de  $16\text{mA}/1\text{mA} = 16$  Cls, o fan-out para nível alto será limitado a  $320\mu\text{A} / 40\mu\text{A} = 8$  Cls.

# Família TTL

- MARGEM DE RUÍDO:

Diferença entre tensões que permite que variações na alimentação e interferências não alterem os níveis lógicos:

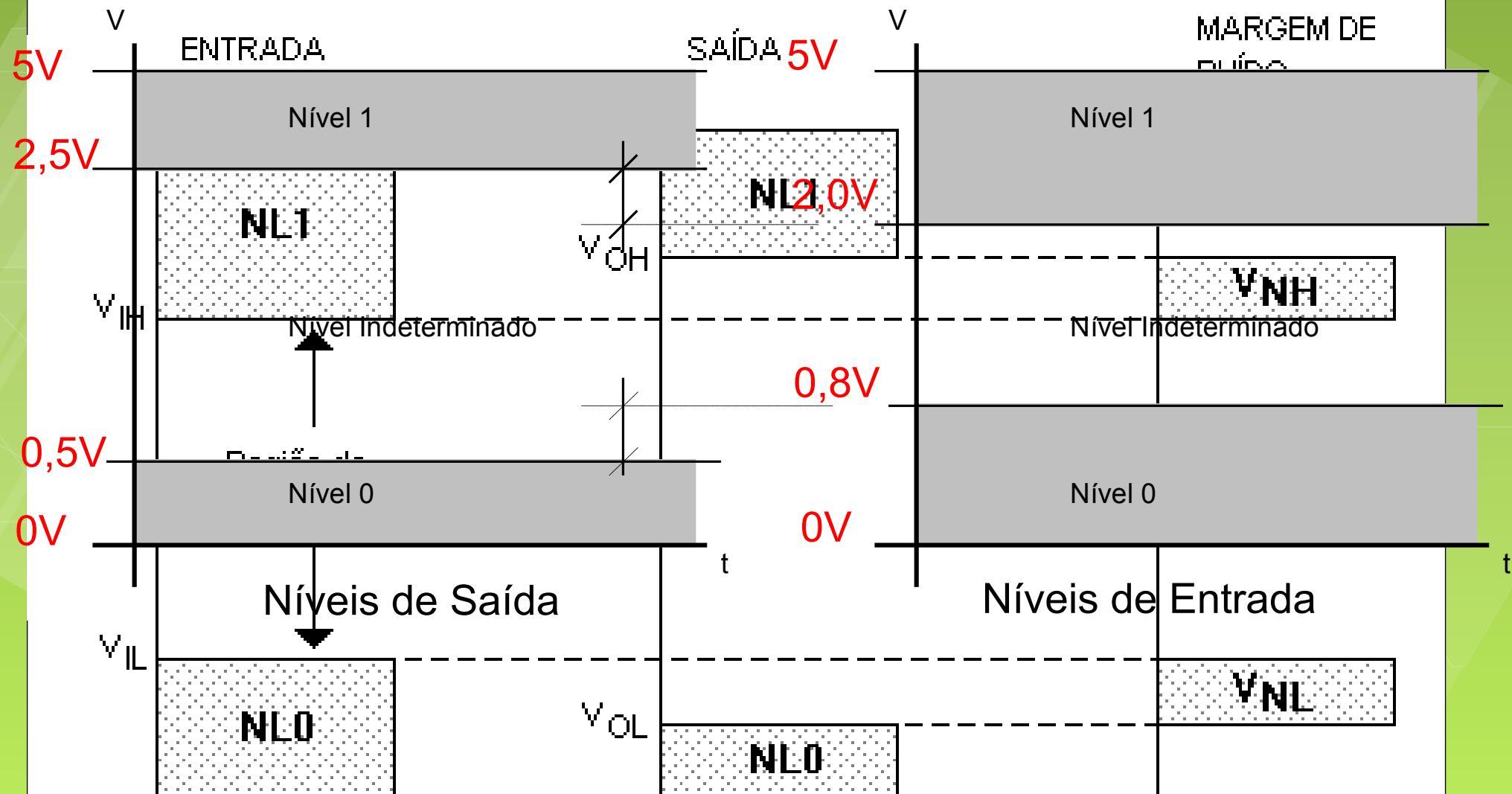
**A margem de ruído para o nível alto,  $V_{NH}$ , é definida como:**

$$V_{NH} = V_{OH} (\text{mínimo}) - V_{IH} (\text{mínimo})$$

**A margem de ruído para o nível baixo,  $V_{NL}$ , é definida como:**

$$V_{NL} = V_{IL} (\text{máximo}) - V_{OL} (\text{máximo})$$

# Família TTL



# Família TTL

Exemplo 4: Qual a margem de ruído de um CI com  $V_{OH}$  de 3V, para alimentar um CI com  $V_{IH}$  de 2V?

Resposta: A margem será de 1V.

Exemplo 5: Qual a margem de ruído de um CI com  $V_{OL}$  de 0,5V, para alimentar um CI com  $V_{IL}$  de 0,8V?

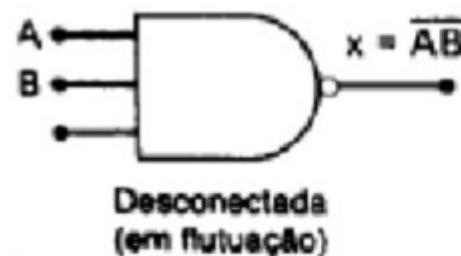
Resposta: A margem será de 0,3V.

# Família TTL

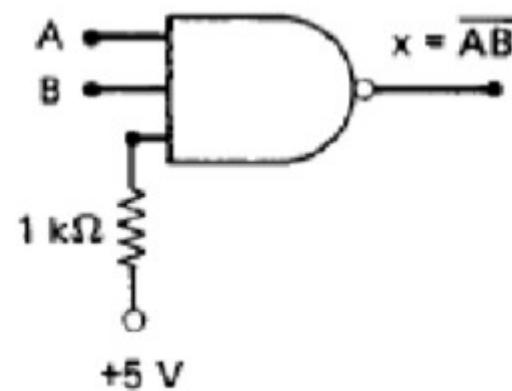
OBS: Quando uma entrada ficar desconectada, a VI oscila no intervalo de 0,8 a 2,0 Volts -> a saída vai ficar variando aleatoriamente.

A isto chama-se “entrada flutuando” => Saída imprevisível!!!

O procedimento certo é o de b) (ou c) caso o fan-out permita):



(a)



(b)



(c)

# Família TTL

- FORMAS DE LIGAÇÃO:

Até agora vimos Cls “Totem-Pole”, mas existem também os chamados “Coletor Aberto”

Quando dois Cls forem ligados em paralelo e estiverem com saídas em níveis diferentes -> curto-circuito!