

# Lógica RTL, DTL e TTL

Yuri Kaszubowski Lopes

UDESC

Anotações

---

---

---

---

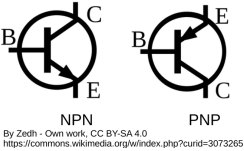
---

---

---

## RTL, DTL e TTL

- RTL Resistor-Transistor Logic
- DTL Diode-Transistor Logic
- TTL: Transistor-Transistor Logic
- Em circuitos RTL, DTL e TTL, comumente:
  - **0 lógico** é representado por **0 Volts**
    - ★ Mais precisamente, por uma conexão com o Terra (Ground, GND)
  - **1 lógico** é representado por **5 Volts**
- Utilização de transistores de junção bipolar



Anotações

---

---

---

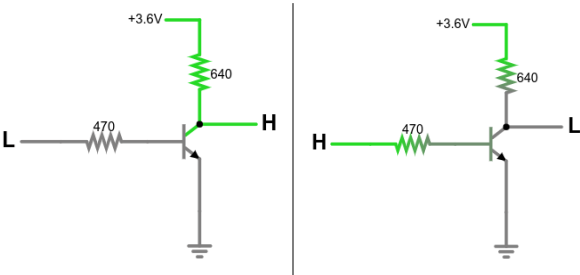
---

---

---

---

## Porta NOT RTL



Anotações

---

---

---

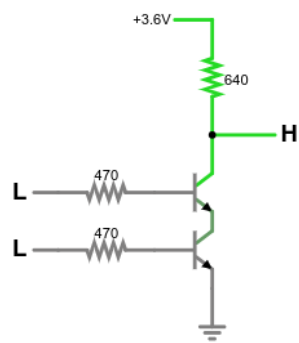
---

---

---

---

Porta NAND RTL: LL



Anotações

---

---

---

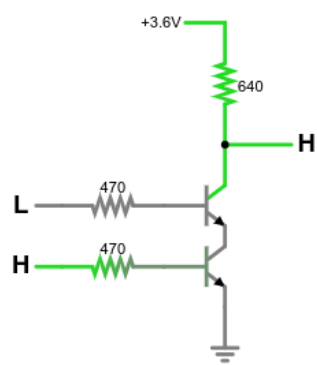
---

---

---

---

Porta NAND RTL: LH



Anotações

---

---

---

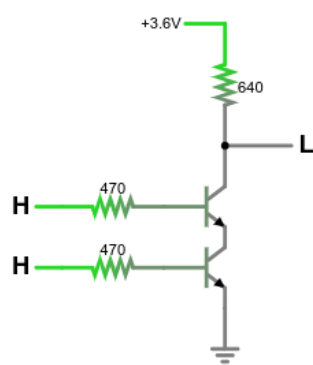
---

---

---

---

Porta NAND RTL: HH



Anotações

---

---

---

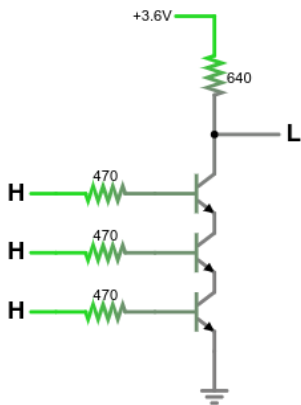
---

---

---

---

Porta NAND RTL: 3 entradas



Anotações

---

---

---

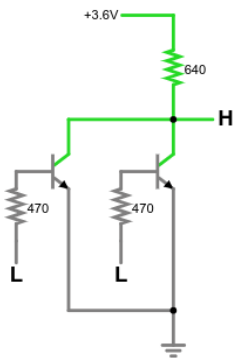
---

---

---

---

Porta NOR RTL: LL



Anotações

---

---

---

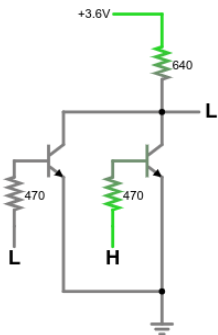
---

---

---

---

Porta NOR RTL: LH



Anotações

---

---

---

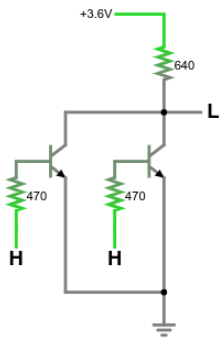
---

---

---

---

Porta NOR RTL: LH



Anotações

---

---

---

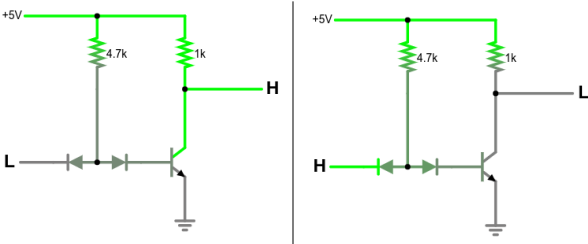
---

---

---

---

Porta NOT DTL



Anotações

---

---

---

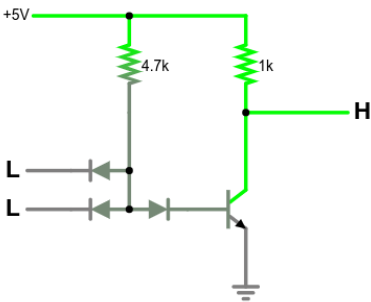
---

---

---

---

Porta NAND DTL: LL



Anotações

---

---

---

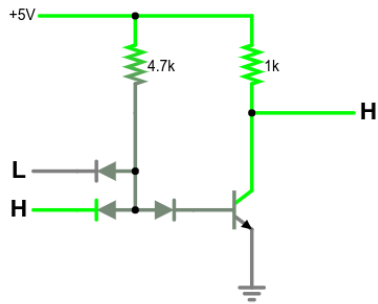
---

---

---

---

Porta NAND DTL: LH



Anotações

---

---

---

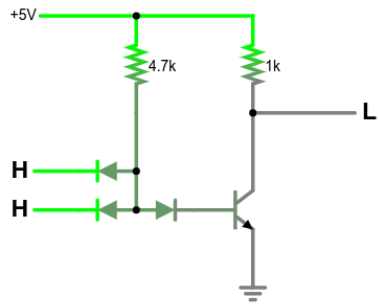
---

---

---

---

Porta NAND DTL: HH



Anotações

---

---

---

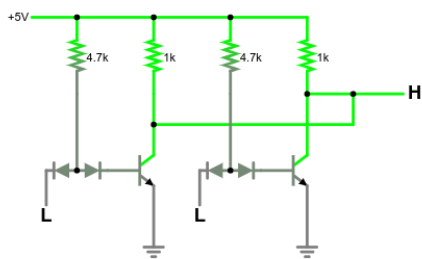
---

---

---

---

Porta NOR DTL: LL



Anotações

---

---

---

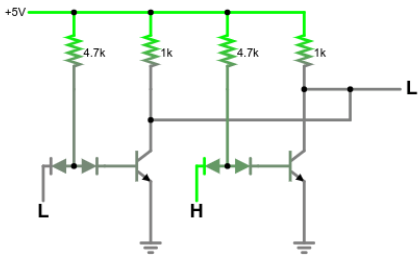
---

---

---

---

Porta NOR DTL: LH



Anotações

---

---

---

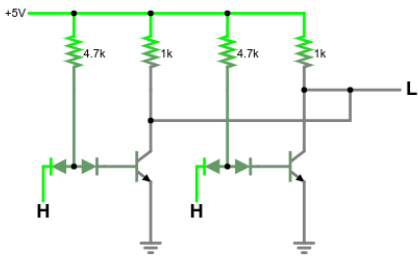
---

---

---

---

Porta NOR DTL: LH



Anotações

---

---

---

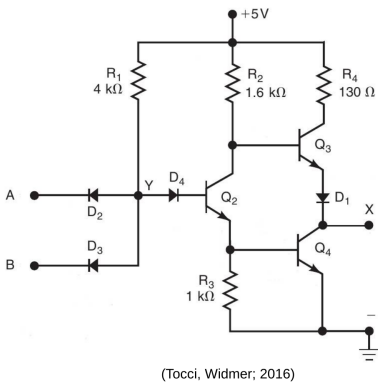
---

---

---

---

Porta NAND TTL



Anotações

---

---

---

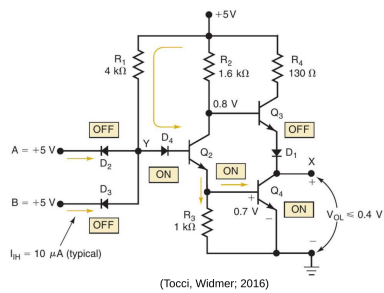
---

---

---

---

Porta NAND TTL: Saída baixa



Anotações

---

---

---

---

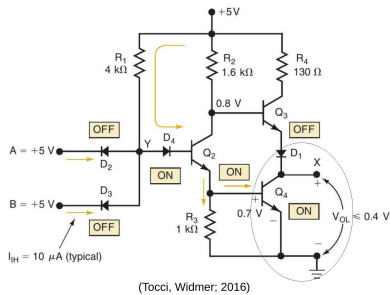
---

---

---

---

Porta NAND TTL: Saída baixa



Anotações

---

---

---

---

---

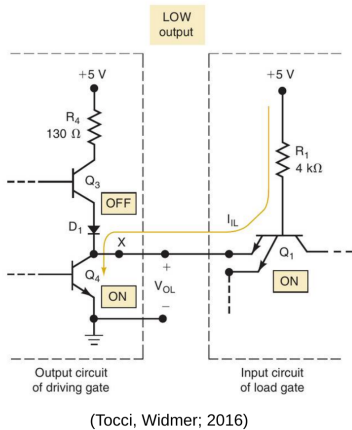
---

---

---

- Quando a saída é baixa (0 lógico) a porta atua como um dreno de corrente (current sink)
- Um componente conectado na saída X estará conectado ao Terra

Saída baixa: Encadeando Componentes



Anotações

---

---

---

---

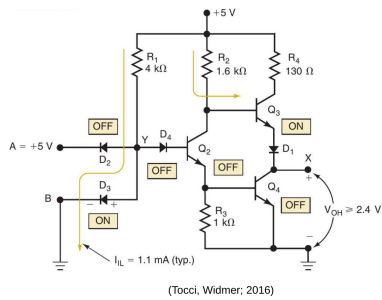
---

---

---

---

Porta NAND TTL: Saída alta



Anotações

---

---

---

---

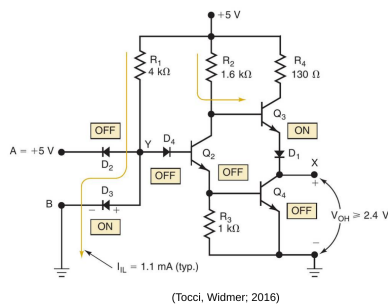
---

---

---

---

Porta NAND TTL: Saída alta



Anotações

---

---

---

---

---

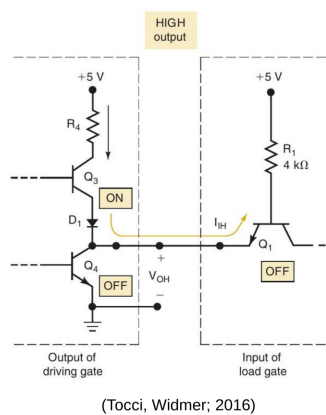
---

---

---

- Quando a saída é alta (1 lógico) a porta atua como uma fonte de corrente (current source)
- Qualquer coisa conectado na saída X recebe uma corrente  $I_{IH}$  que parte dos 5V

Saída alta: Encadeando Componentes



Anotações

---

---

---

---

---

---

---

---



Encadeando Componentes

- No exemplo, a saída de uma porta lógica é utilizada para alimentar a entrada de outra porta lógica
  - Estamos encadeando os componentes
  - Deve existir um limite para quantas portas podemos encadear!
    - ★ O nome desse limite é fan-out, ou fator de carga
    - ★ Fabricantes de circuitos integrados especificam o fan-out de seus componentes

Anotações

---

---

---

---

---

---

---

Outras portas

- Raciocínios similares podem ser usados para se criar portas NOR, NOT, ...

Anotações

---

---

---

---

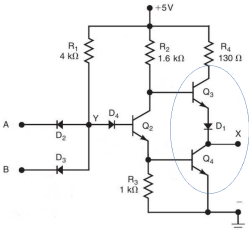
---

---

---

Totem-Pole

- Os transistores  $Q_3$  e  $Q_4$  formam um **Totem-Pole**
  - Conectam a saída a fonte, ou ao terra, dependendo do estado lógico do circuito



(Tocci, Widmer; 2016)

Anotações

---

---

---

---

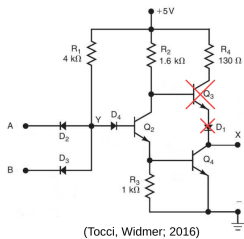
---

---

---

Totem-Pole

- Poderíamos nos livrar do transistor  $Q_3$  e do diodo  $D_1$ , desfazendo o Totem-Pole
- O circuito ainda funcionaria!
- Problemas?
  - ▶ Quando a saída é 0 lógico: Está conectada com o terra
  - ▶ Existirá também um caminho entre 5V e o terra que passa por um resistor de apenas  $130\Omega$ ,  $\frac{5V}{130\Omega} \approx 40mA$  dissipados!



Anotações

---

---

---

---

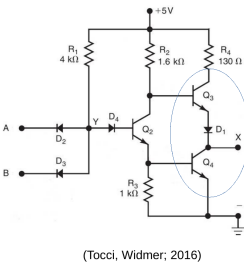
---

---

---

Totem-Pole

- Durante as transições de 0 lógico para 1 lógico
  - ▶ O tempo para  $Q_4$  desligar (OFF) é maior do que o tempo que  $Q_3$  demora para ligar (ON)
  - ▶ Por um breve momento,  $Q_3$  e  $Q_4$  estão ligadas
    - ★ Caminho para a corrente fluir entre os 5V e o terra passando por um resistor de apenas  $130\Omega$



Anotações

---

---

---

---

---

---

---

Totem-Pole

- Durante as transições:
  - ▶ Temos um surto de corrente
    - ★ Gera calor
    - ★ Queima de componente se mal projetado
    - ★ Gasto de tempo (para o circuito estabilizar)
    - ★ Desperdício de energia

Anotações

---

---

---

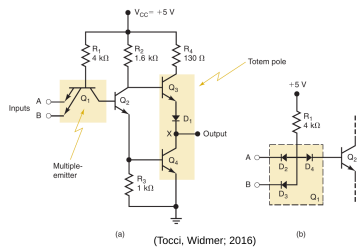
---

---

---

---

Porta NAND TTL: Q1 emissor múltiplo



Anotações

---

---

---

---

---

---

---

---

- A entrada da porta NAND ( $Q_1$ ) é composta por uma junção de diodos
  - Chamado emissor múltiplo (multiple-emitter)
  - É um transistor
- A entrada pode ter até 8 emissores (para uma porta NAND de 8 entradas)

CIs (circuitos integrados)s

- Existem Circuitos Integrados (CIs) TTL prontos no mercado
- A família de CIs TTL mais famosa é a 74
- Alguns exemplos:
  - 7400: Quatro portas NAND de duas entradas
  - 7402: Quatro portas NOR de duas entradas
  - 7404: Seis portas NOT
  - 7483: Full adder de 4 bits



Anotações

---

---

---

---

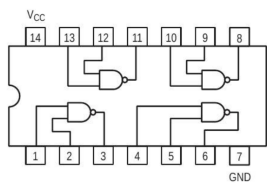
---

---

---

---

Exemplo 7400



GUARANTEED OPERATING RANGES						
Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit	
$V_{CC}$	Supply Voltage	4.75	5.0	5.25	V	
$T_A$	Operating Ambient Temperature Range	0	25	70	°C	
$I_{OH}$	Output Current – High			–0.4	mA	
$I_{OL}$	Output Current – Low			8.0	mA	

Anotações

---

---

---

---

---

---

---

---

## NANDS e NORS

- Estudamos a construção de NANDs e NORs
- Qual a importância?
  - ▶ NANDs e NORs são completos
  - ▶ Podemos implementar qualquer outra porta lógica através delas
  - ▶ Pode não ser ótimo em número de componentes necessários
    - \* Mas muitos circuitos integrados disponíveis no mercado disponibilizam apenas essas portas
  - ▶ Se você comprar um desses circuitos (em quantidade o suficiente), poderá montar qualquer porta

Anotações

---

---

---

---

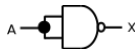
---

---

---

## Exercícios

- 1 Mostre como montar um AND, um OR e um NOT usando apenas:
  - 1 Portas NAND
  - 2 Portas NOR
  - ▶ Você pode precisar de mais de uma porta NAND/NOR para cada porta solicitada
  - ▶ Mostre através dos símbolos elétricos. Um exemplo de NOT feito com NANDS é dado a seguir
- 2 Considerando o AND, OR e NOT montados com portas NAND do exercício anterior, mostre o esquema elétrico para esses componentes utilizando lógica TTL



Anotações

---

---

---

---

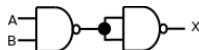
---

---

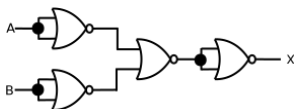
---

## Alguns exemplos

- AND com NANDs:



- NAND com NORs:



Anotações

---

---

---

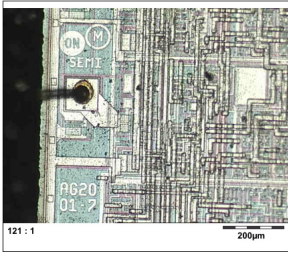
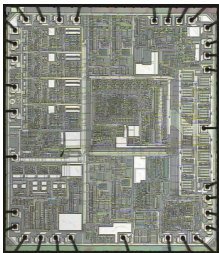
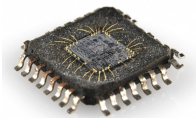
---

---

---

---

CI: construção



Anotações

---

---

---

---

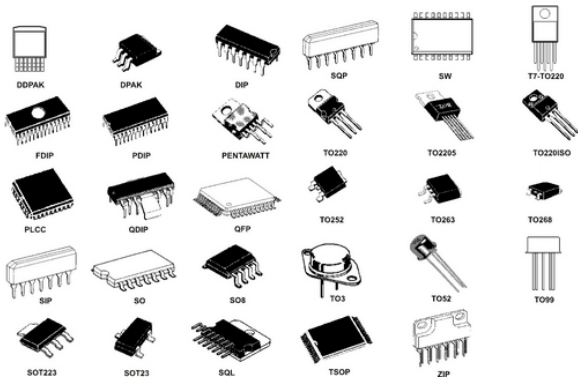
---

---

---

---

CI: encapsulamento



Anotações

---

---

---

---

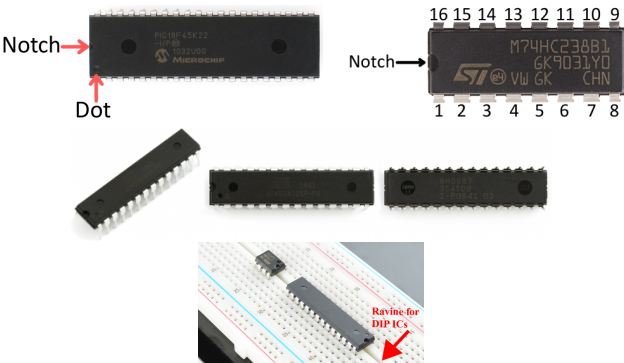
---

---

---

---

CI: DIP



Anotações

---

---

---

---

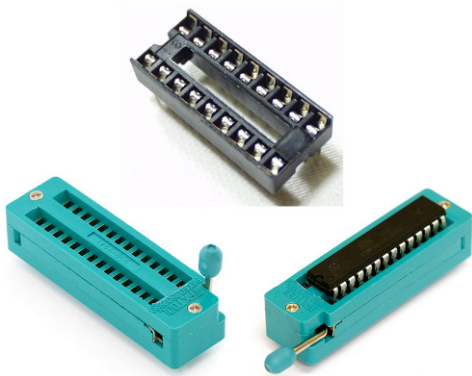
---

---

---

---

CI: DIP



Anotações

---

---

---

---

---

---

---

Referências

- TOCCI, R.J.; MOSS, G.L.; WIDMER,N.S. **Digital Systems: Principles and Applications**. 12a ed, Prentice-Hall, 2016.
- TOCCI, R.J.; WIDMER,N.S. **Sistemas digitais: princípios e aplicações**. 11a ed, Prentice-Hall, 2011.
- RUGGIERO, M.; LOPES, V. da R. **Cálculo numérico: aspectos teóricos e computacionais**. Makron Books do Brasil, 1996.
- NULL, L.; LOBUR, J. **Princípios Básicos de Arquitetura e Organização de Computadores**. 2014. Bookman, 2009. ISBN 9788577807666.

Anotações

---

---

---

---

---

---

---

Anotações

---

---

---

---

---

---

---