

Configurações das Portas Lógicas

Aula 2

Profa. Luiza Maria Romeiro Codá



sistemas digitais x sistemas analógicos

Sistemas digitais: as variáveis estão limitadas a um número finito de valores (variação discreta)

Sistemas analógicos: as variáveis podem assumir um número indefinido de valores (variação contínua)

Em termos simplificados, os transístores:
dos circuitos analógicos funcionam em modo linear
dos circuitos digitais funcionam em modo de comutação (corte e saturação)

Portas Lógicas TTL (ou CMOS)

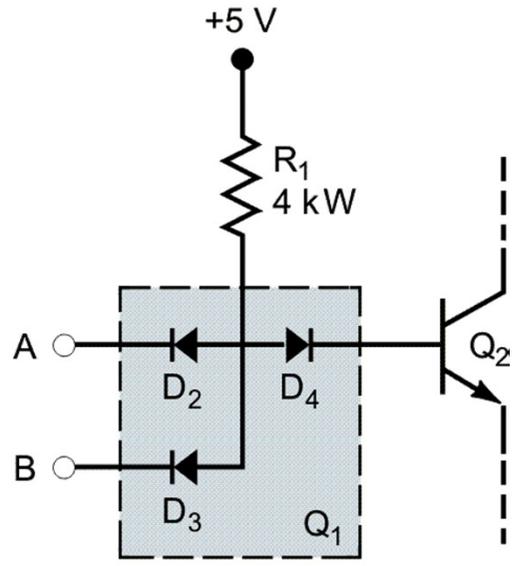
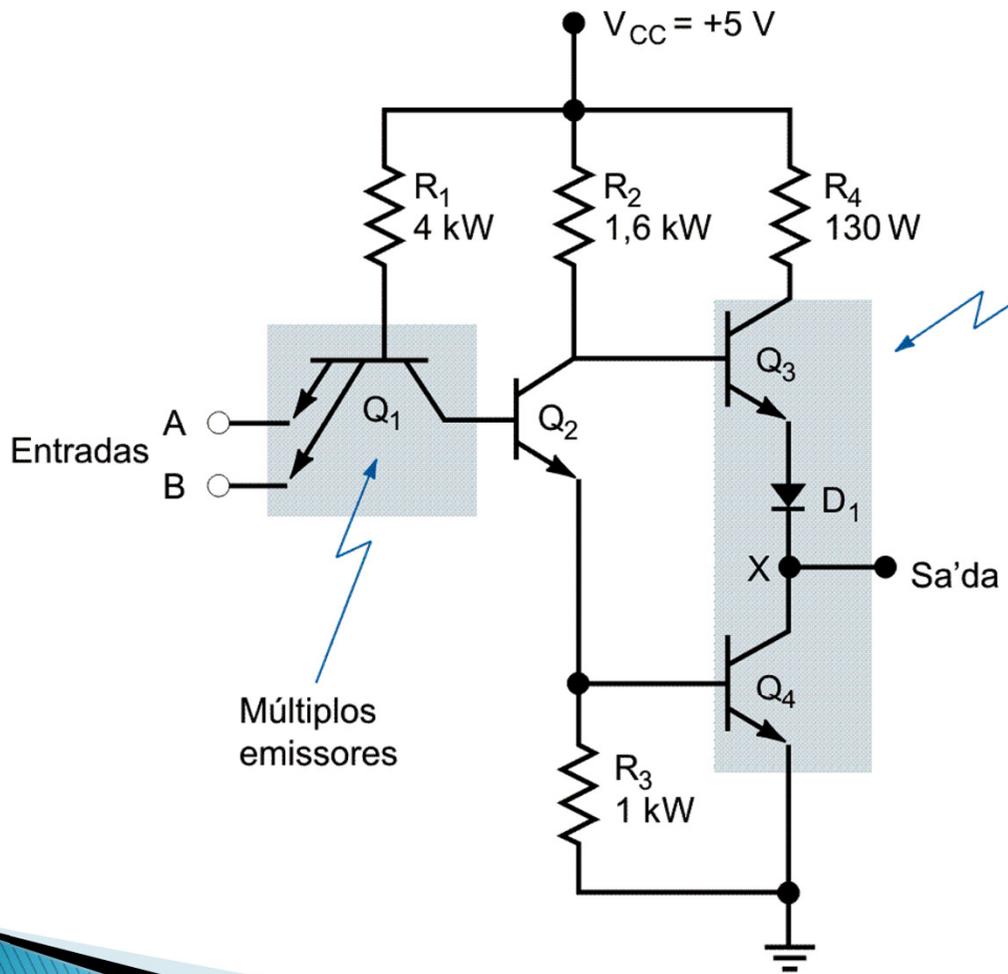
- ✓ Utilizam transistor bipolar (ou MOSFET) como elemento principal na fabricação;
- ✓ Transistor junção de semicondutores NPN ou PNP
- ✓ Baseado no Funcionamento do transistor que se comportam como chave eletrônica: ou estão em condução (1) ou estão ao corte (0).

Estágio da Saída de Portas Lógicas

- ▶ Há três tipos de circuito de saída usados em portas lógicas :
 - *totem pole*
 - *coletor aberto*
 - *3- state*

Porta NAND TTL (*totem pole*)

SEL/EESC-USP Grupo de Sistemas Digitais

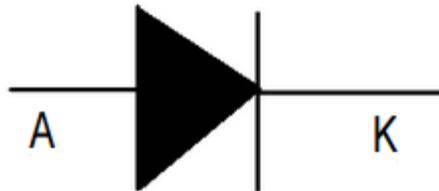


(a)

(b)

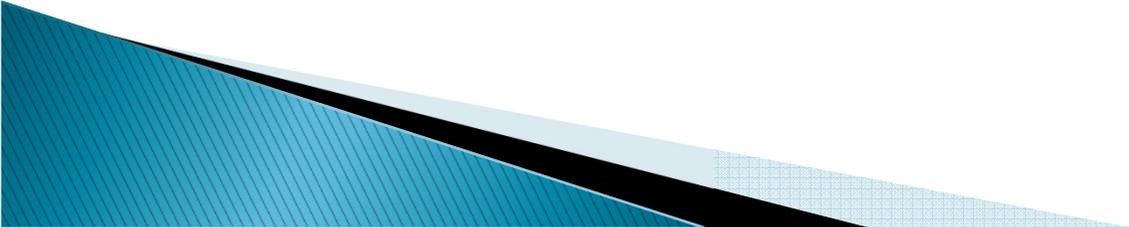
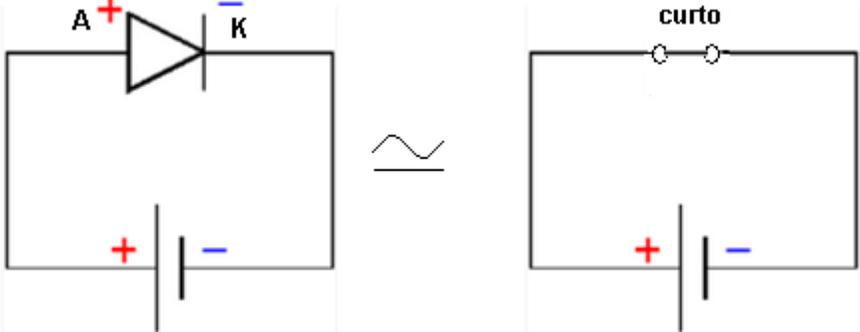
Diodo

- ✓ Diodo: junção de dois semicondutores PN
Semicondutor tipo P (excesso de lacunas);
Semicondutor tipo N (excesso de elétrons);



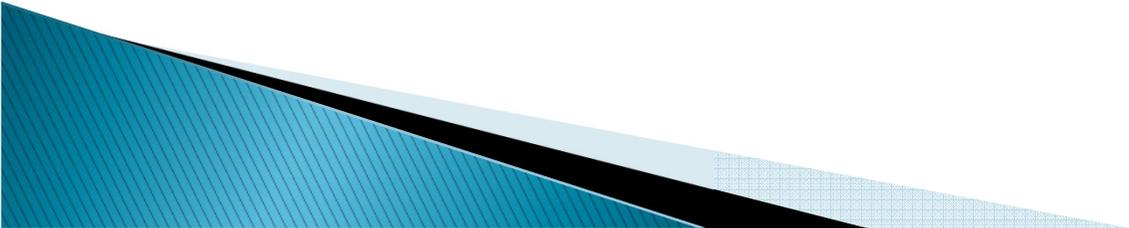
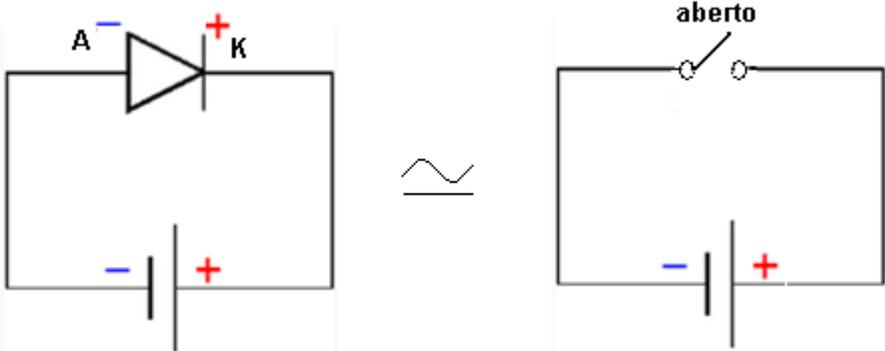
Funcionamento do diodo: Modelo simplificado

Polarizado diretamente: conduz

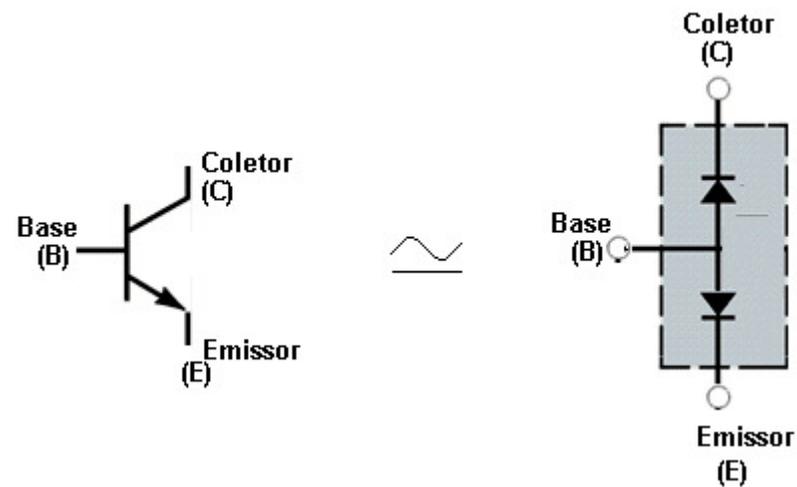


Funcionamento do diodo: Modelo simplificado

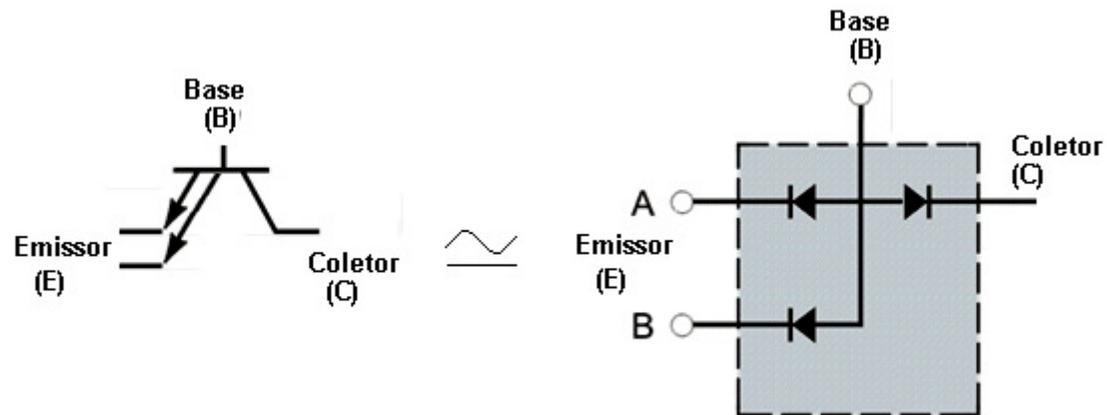
Polarizado reversamente: cortado



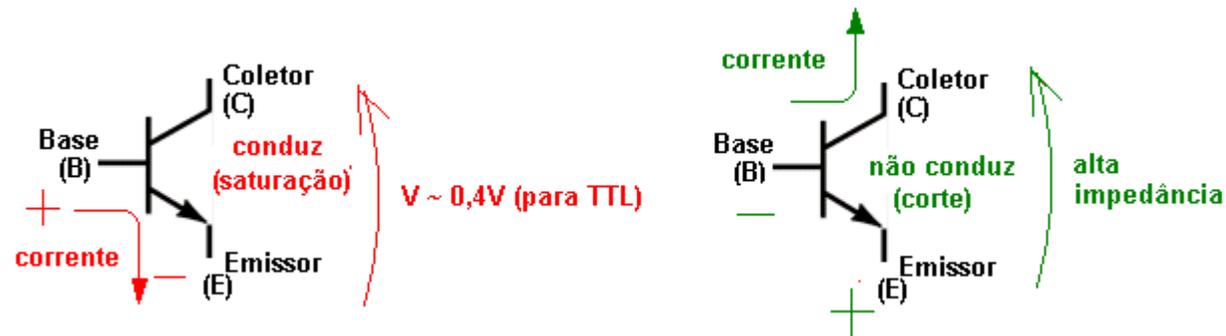
Modelo simplificado do transistor



Modelo simplificado do transistor com 2 emissores



Modelo simplificado do funcionamento do transistor no corte e saturação

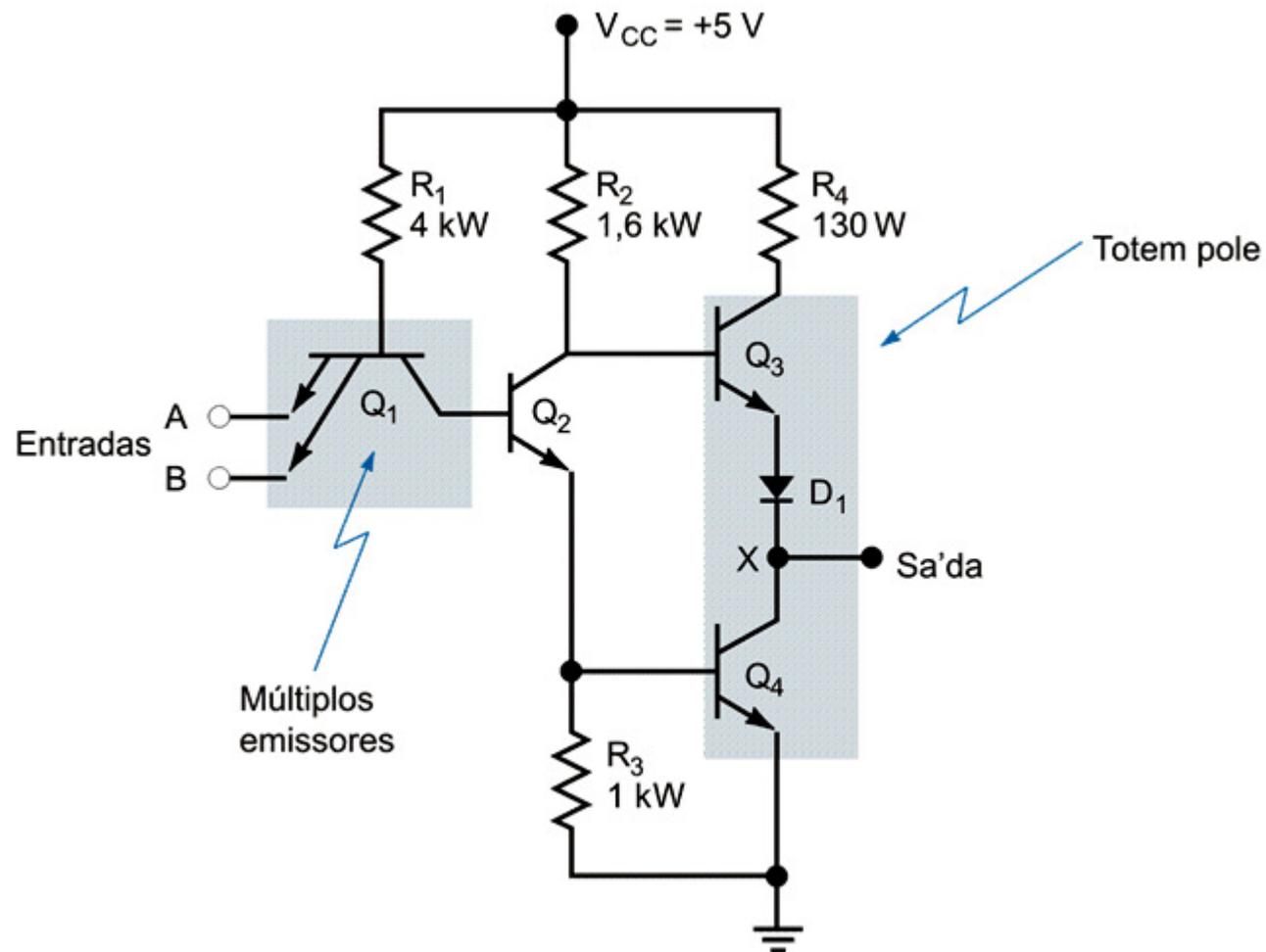


Estado	Polarização	Circuito equivalente
Condução		
Bloqueio		

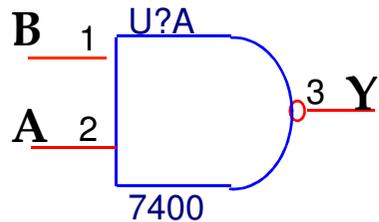
Porta NAND TTL (*totem pole*)

Na configuração *Totem Pole*:

quando o transistor Q3 está conduzindo Q4 está cortado e
quando Q3 está cortado Q4 está conduzindo



Porta NAND TTL – estágio de saída (Totem Pole) representado por chaves



Na fig. a., Q3 e Q4 operam em oposição, nas regiões de corte e saturação

Na fig. b. se Q3 ou Q4 estão na saturação, a chave está fechada.

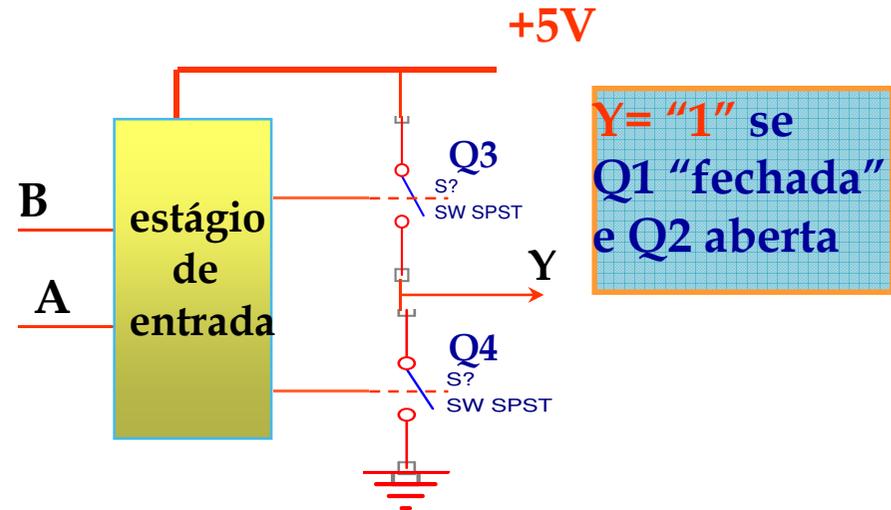
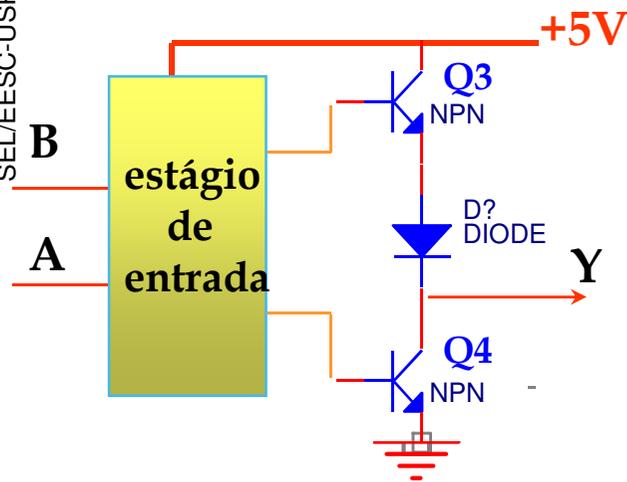
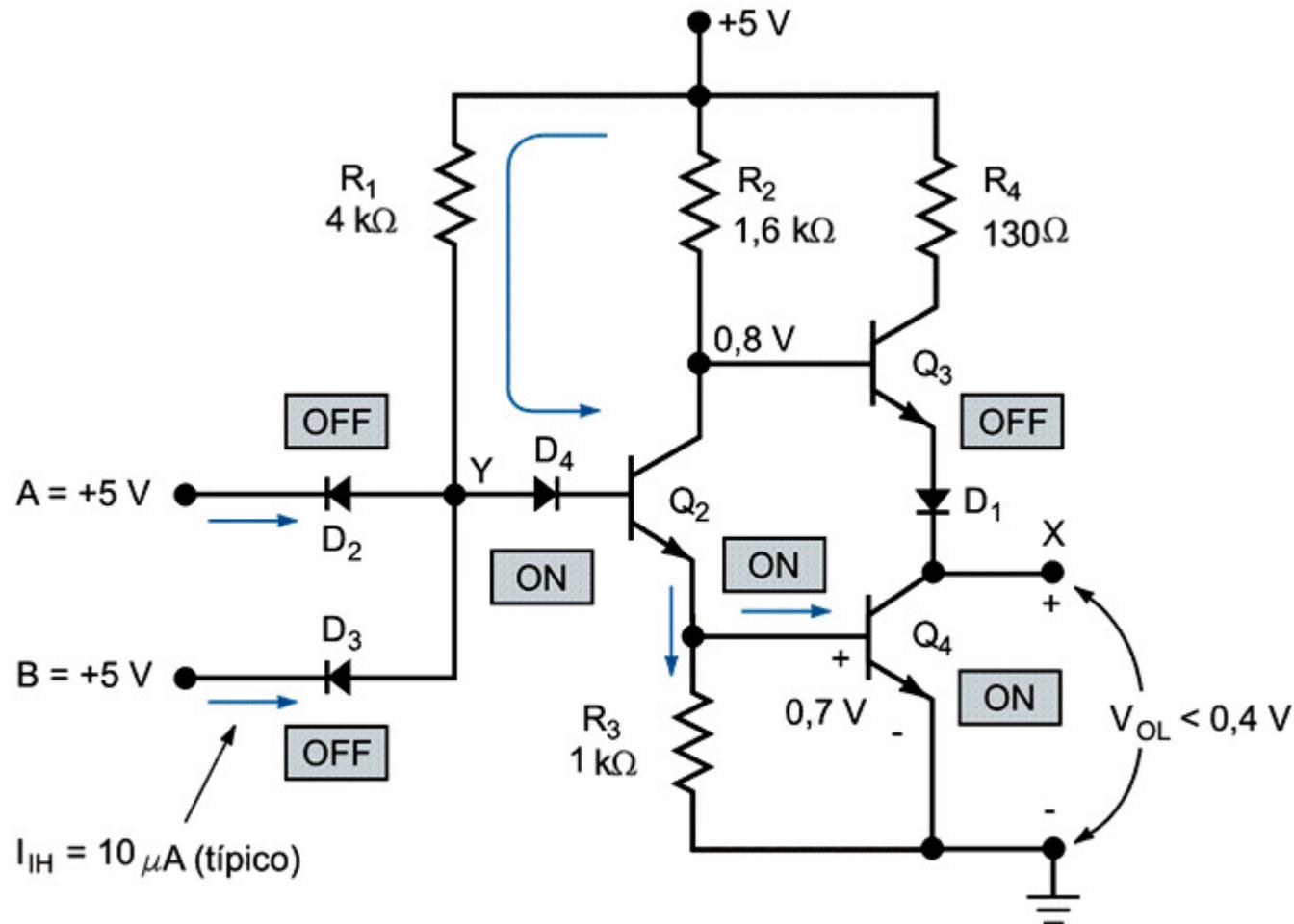


fig. a - estágio de saída da porta padrão - configuração "totem pole"

fig. b - representação do circuito da fig a.1 por chaves.

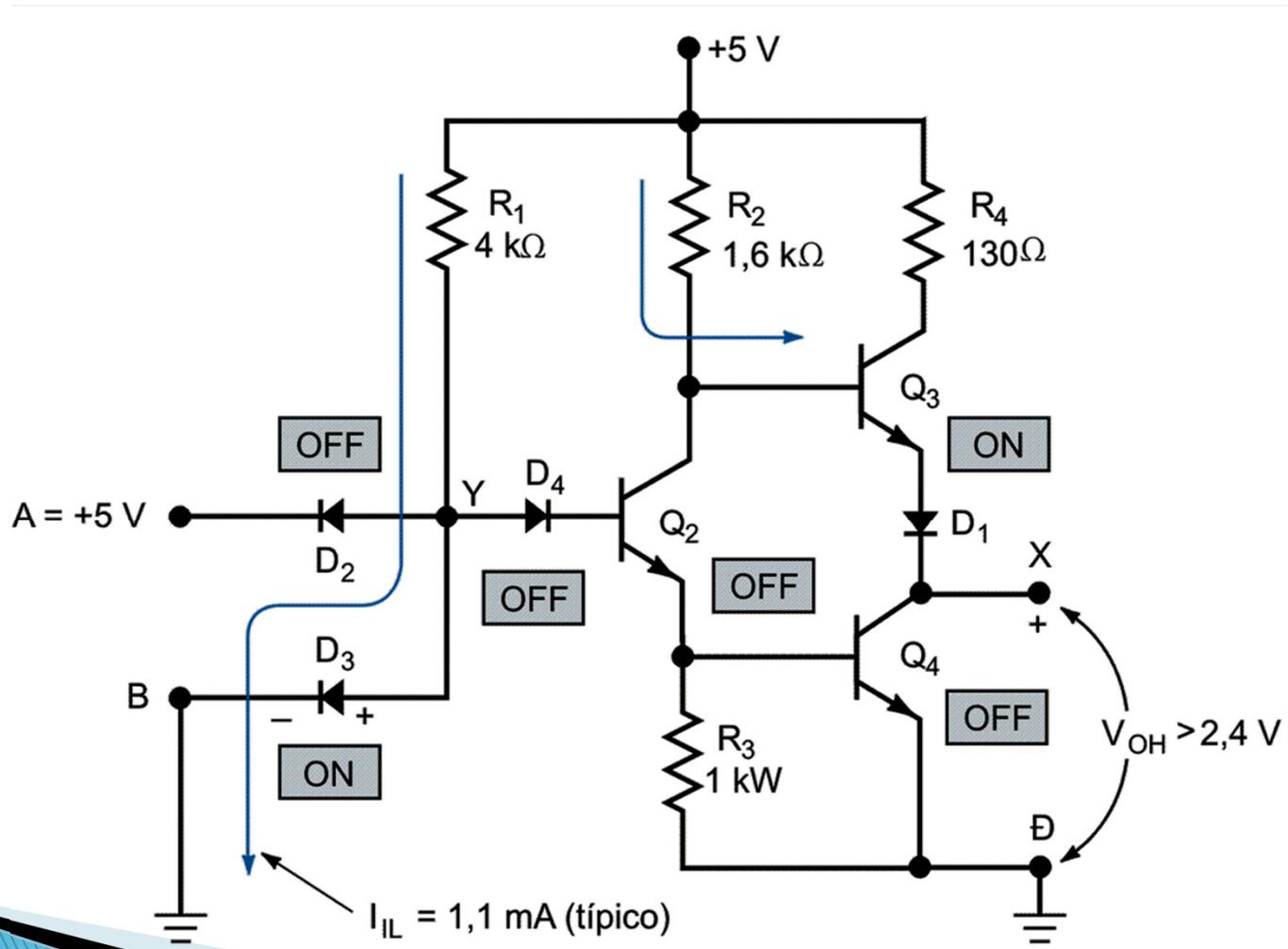
Porta NAND TTL - Saída em "0"



(a) Saída em nível BAIXO

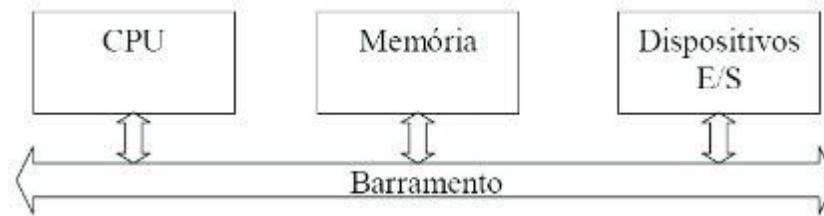
Porta NAND TTL - Saída em "1"

SEL/EESC-USP Grupo de Sistemas Digitais



(b) Saída em nível ALTO

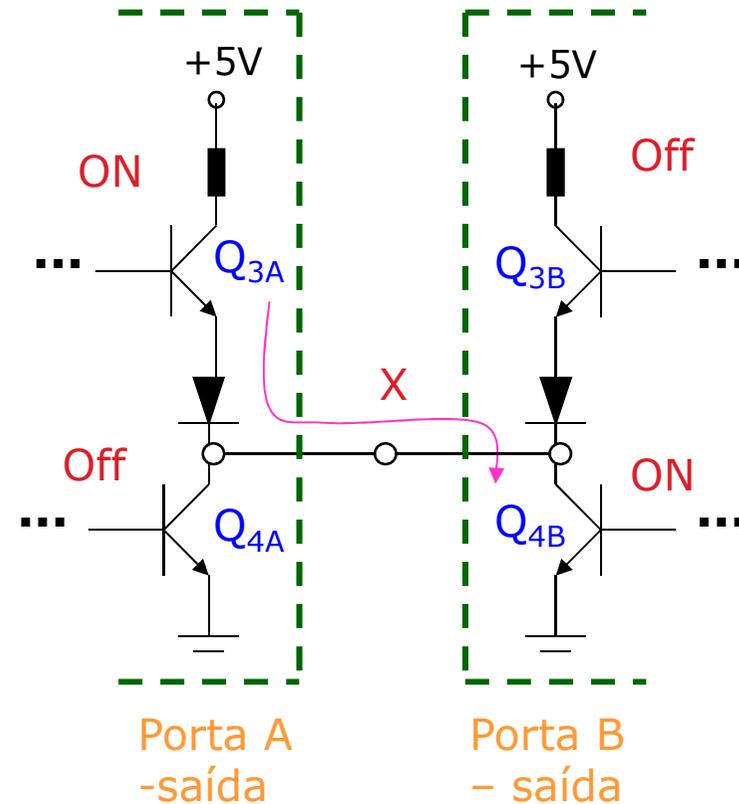
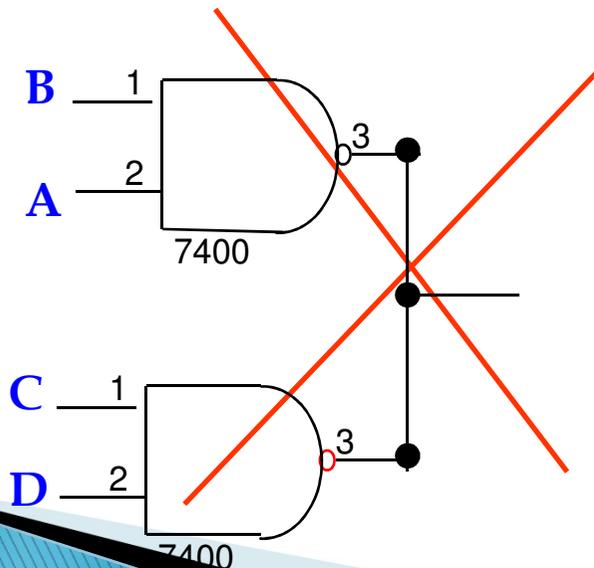
Ligação de Portas lógicas



- Necessidade de compartilhamento de duto (fio)
- Uma saída em **alto** e outra em **baixo** conectadas juntas ➔ PROBLEMA

Ligação de Portas lógicas TTL

- Necessidade de compartilhamento de duto (fio)
- Uma saída em **alto** e outra em **baixo** conectadas juntas
➔ PROBLEMA

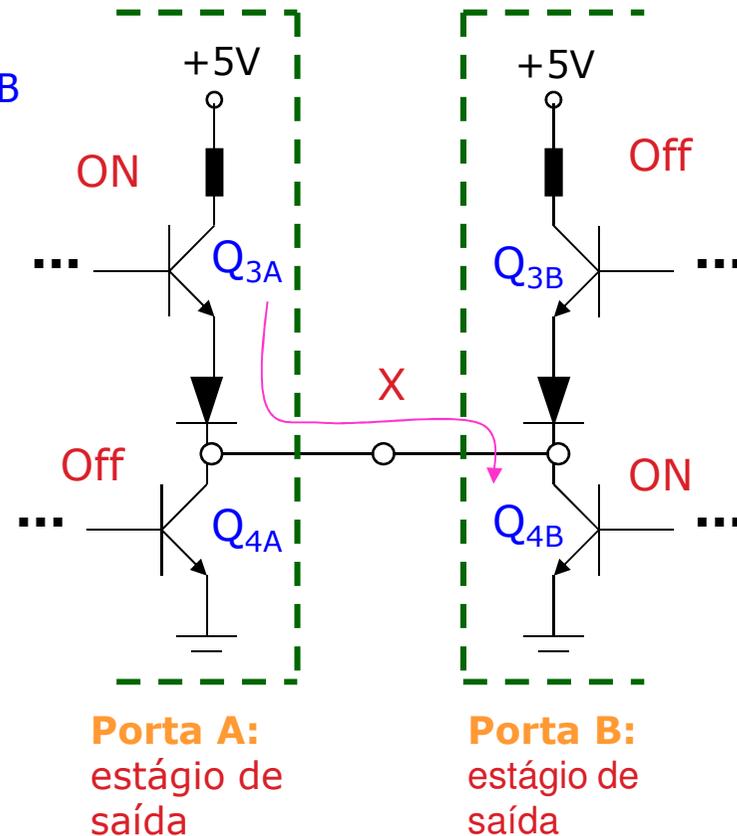


Ligação de Portas lógicas TTL

- Se a saída de A = 1 (alto) $\Rightarrow Q_{3A}$ conduz e Q_{4A} cortado
- Se a saída de B = 0 (baixo) $\Rightarrow Q_{3B}$ cortado e Q_{4B} conduz

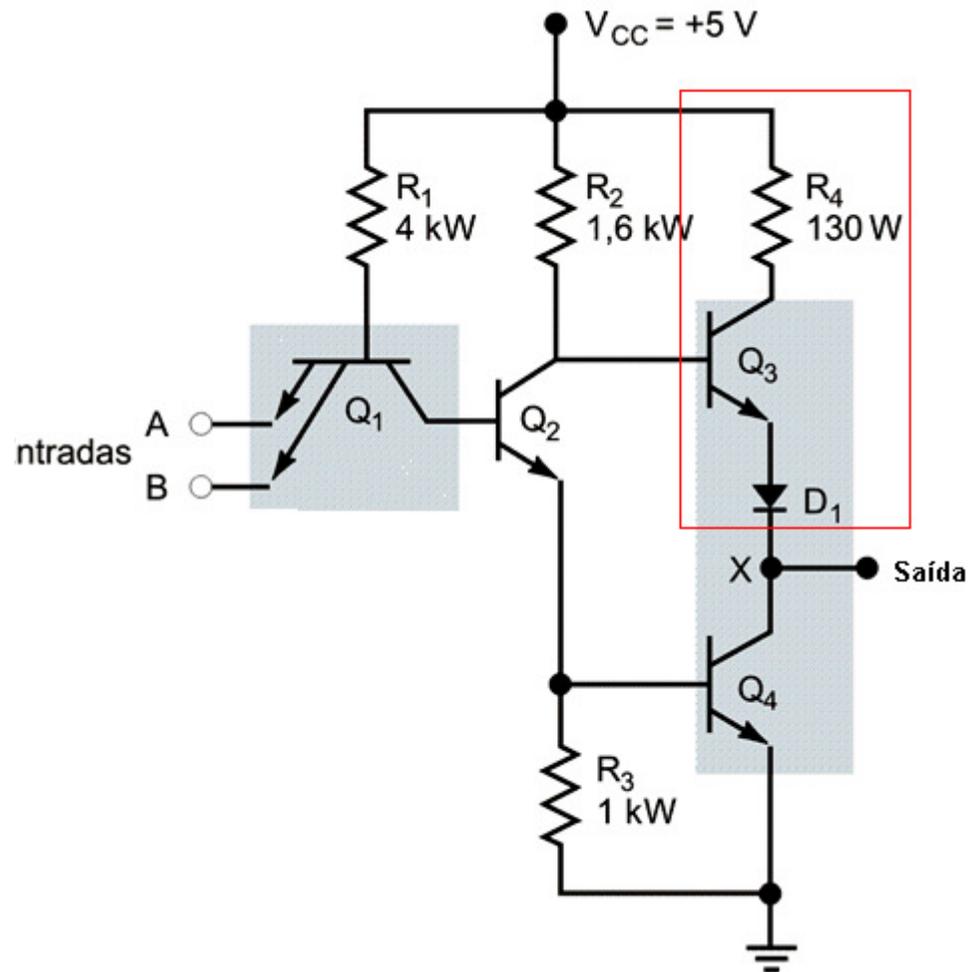
Q_{4B} drenará uma corrente muito alta (representará uma resistência muito baixa comparada a Q_{3A})

DANOS

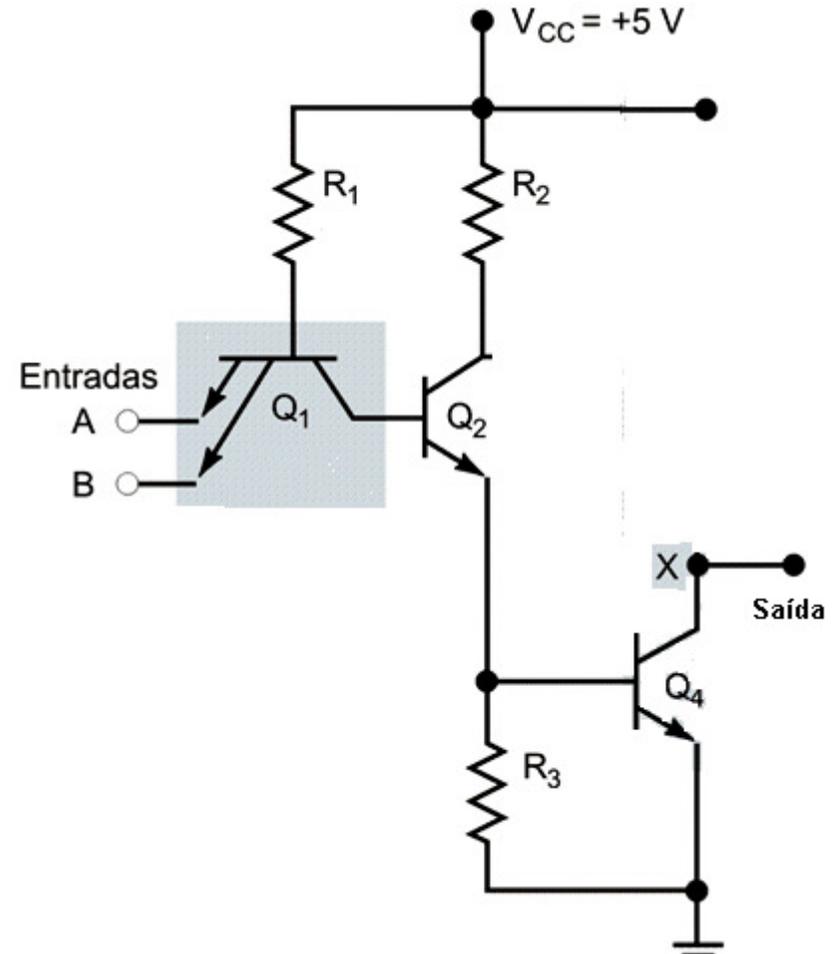


SOLUÇÃO DO FABRICANTE \Rightarrow remover o transistor ativo dos circ. saída (Q_3) \Rightarrow saída em **coletor (dreno) aberto**

CIRCUITO COM SAÍDA EM TOTEM POLE

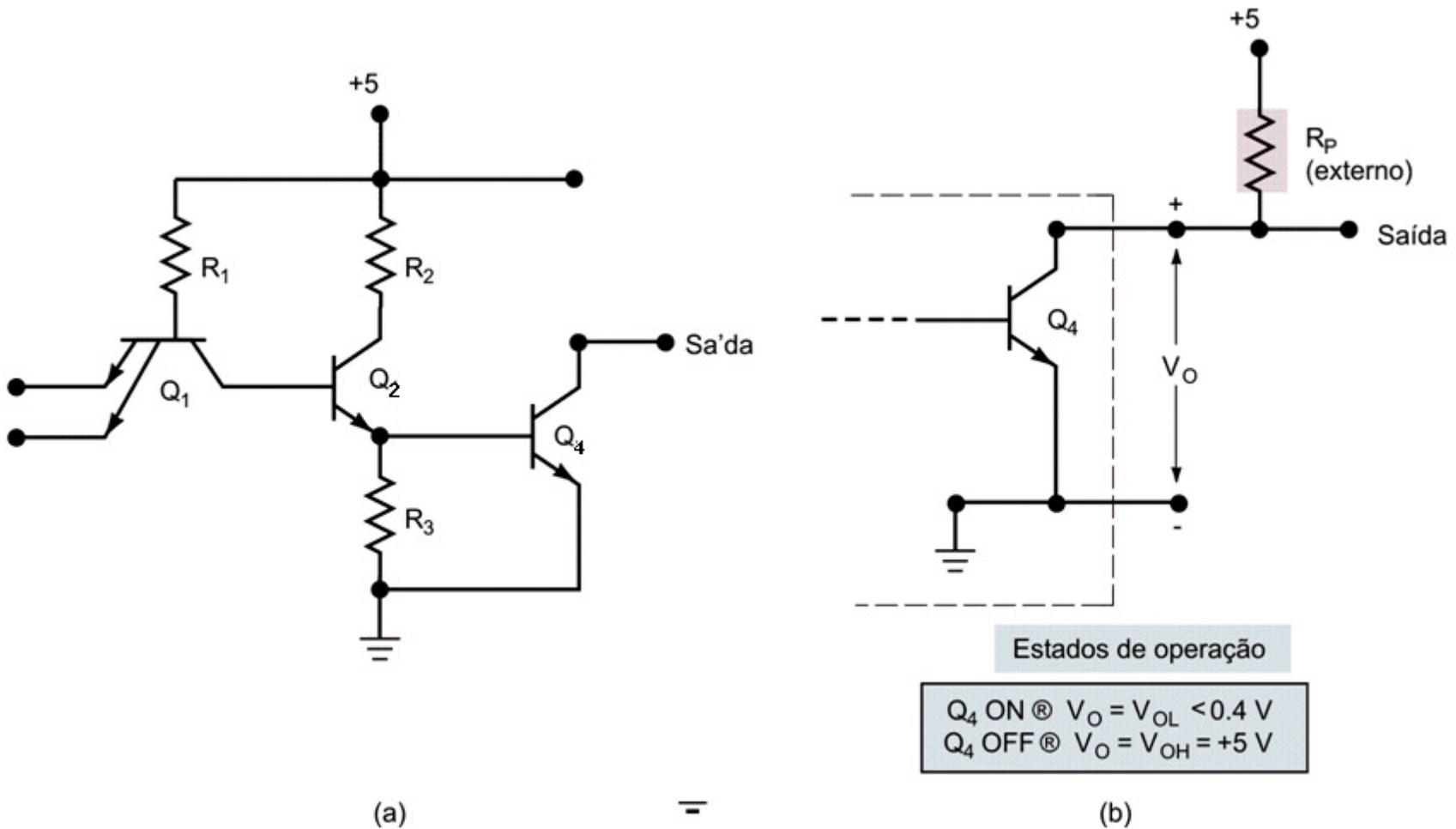


CIRCUITOS DE SAÍDA EM COLETOR ABERTO

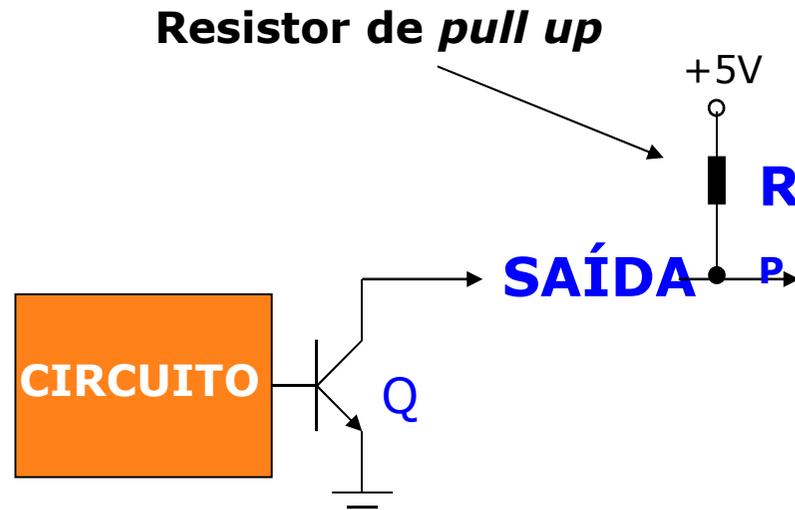


CIRCUITOS DE SAÍDA EM COLETOR

(INDEBIL) ABERTO

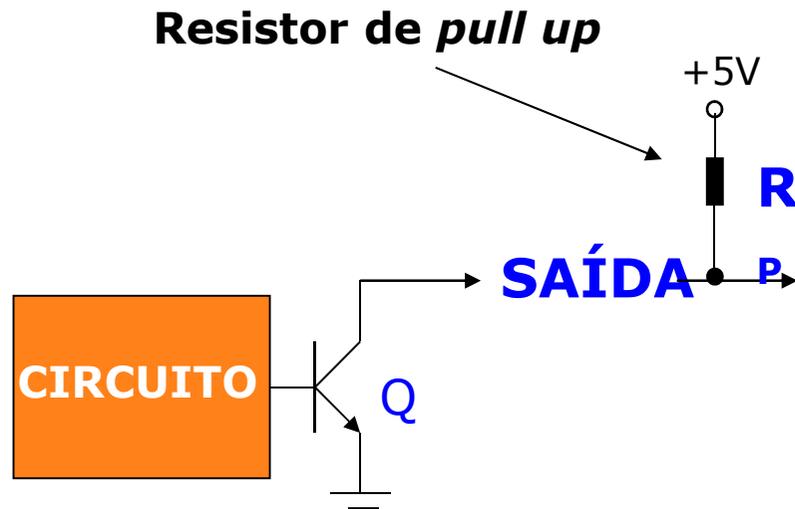


CIRCUITOS DE SAÍDA EM COLETOR ABERTO



- Com saída em **0 (baixo)** → Q conduzindo
- Com saída em **1 (alto)** → Q cortado
- **CIRCUITO ABERTO** → necessidade de **R_p (Pull-up)**

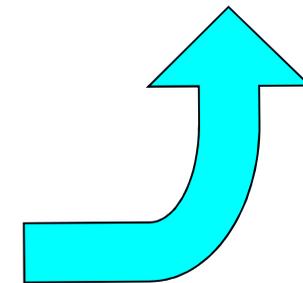
CIRCUITOS DE SAÍDA EM COLETOR ABERTO



- ⇒ Se Q conduz ("ligado")
➔ $S = 0$
- ⇒ Se Q cortado ("aberto")
➔ $S = 1^*$

- Com saída em **0 (baixo)** ➔ Q conduzindo
- Com saída em **1 (alto)** ➔ Q cortado ➔ **CIRCUITO ABERTO** ➔ necessidade de R_p

* *sem R_p ➔ V_o seria indeterminada (flutuante)*



CIRCUITOS DE SAÍDA EM COLETOR (DRENO) ABERTO

Portas de coletor aberto:

- são portas cujo estágio de saída tem somente **um transistor**.
- Como o coletor do transistor está aberto a porta funcionará corretamente somente quando for conectado um resistor “elevador” externo, R_{ext} .

Essas portas podem ter suas saídas conectadas juntas e ligadas a um resistor comum, cujo valor depende do número de saídas

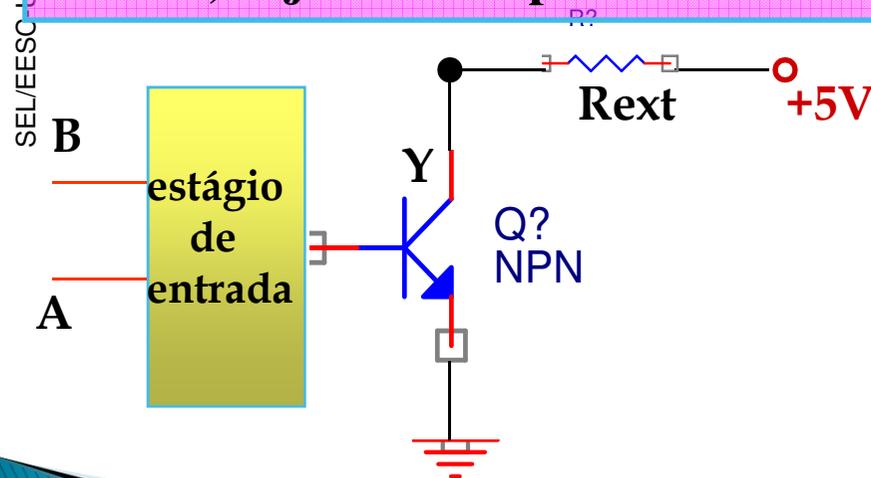


fig.a. - Estágio de saída de uma porta coletor aberto

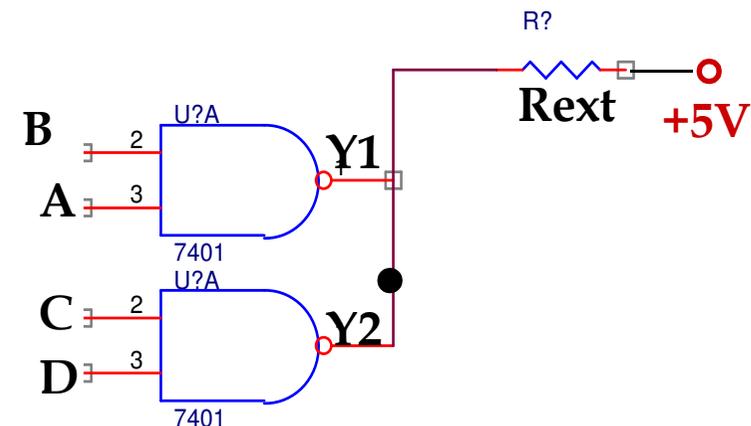
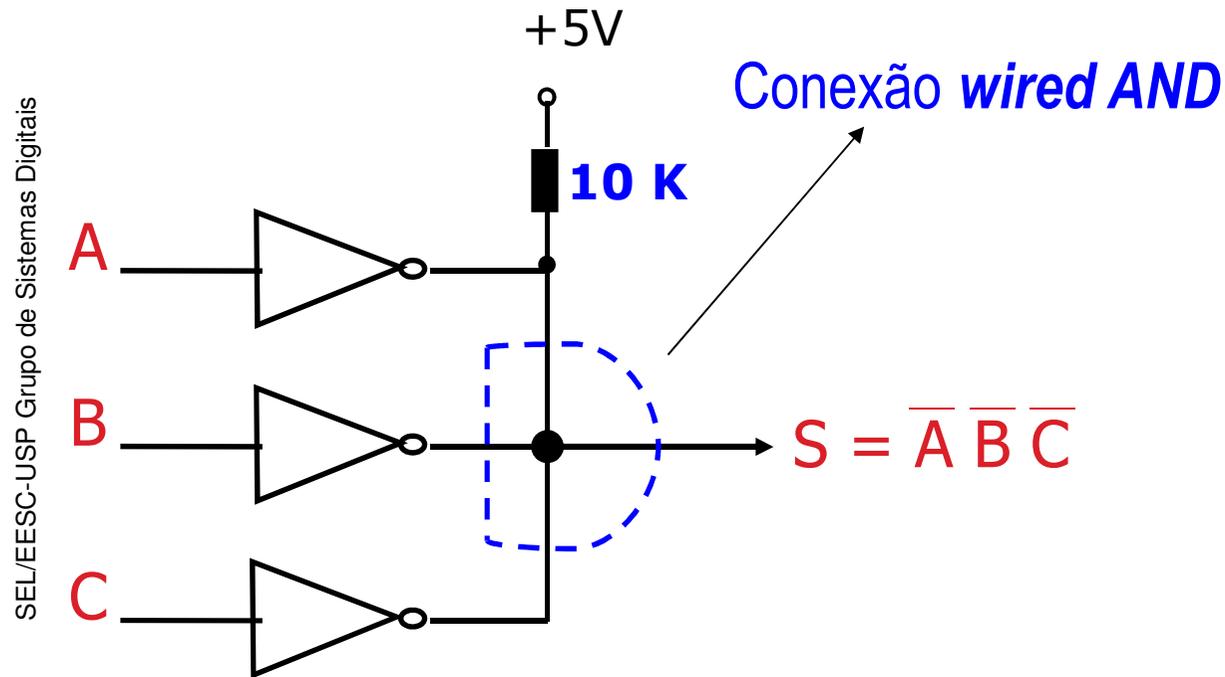


fig.b. - Portas NAND, 7401, saída coletor aberto, com saídas Y1 e Y2 conectadas

CIRCUITOS DE SAÍDA EM COLETOR (DRENO) ABERTO



- ⇒ Se uma ou mais saídas $\rightarrow 0 \rightarrow S = 0$ (o zero "vence")
- ⇒ $S = 1$ apenas se todas as saídas = 1
- ⇒ Mais lento e maior dissipação de potência do que o TTL normal

CIRCUITOS DE SAÍDA EM COLETOR (DRENO) ABERTO

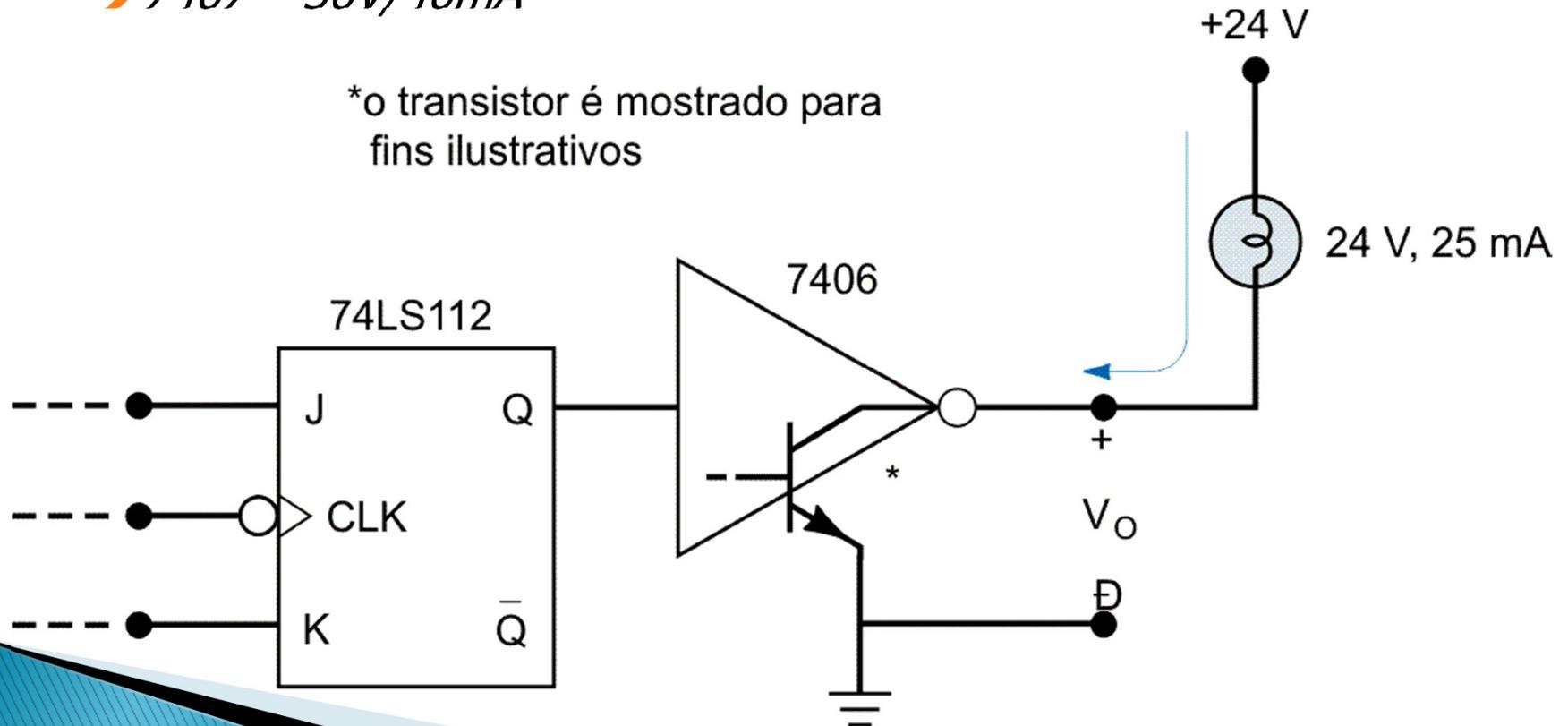
■ EX. DE APLICAÇÕES:

→ **Drivers**

→ *7407 – 30V/40mA*

SEL/EESC-USP Grupo de Sistemas Digitais

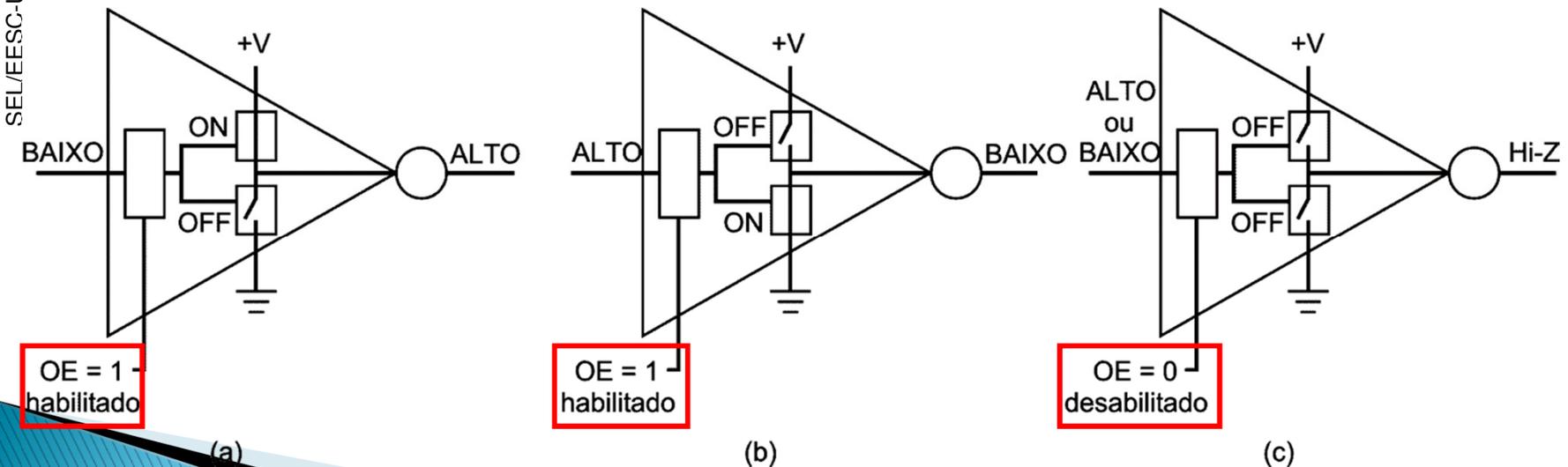
*o transistor é mostrado para fins ilustrativos



CIRCUITOS COM SAÍDA 3-STATE

- Necessidade também de compartilhamento de duto
- Característica ➔ S em
 - Alto
 - Baixo
 - Alta impedância

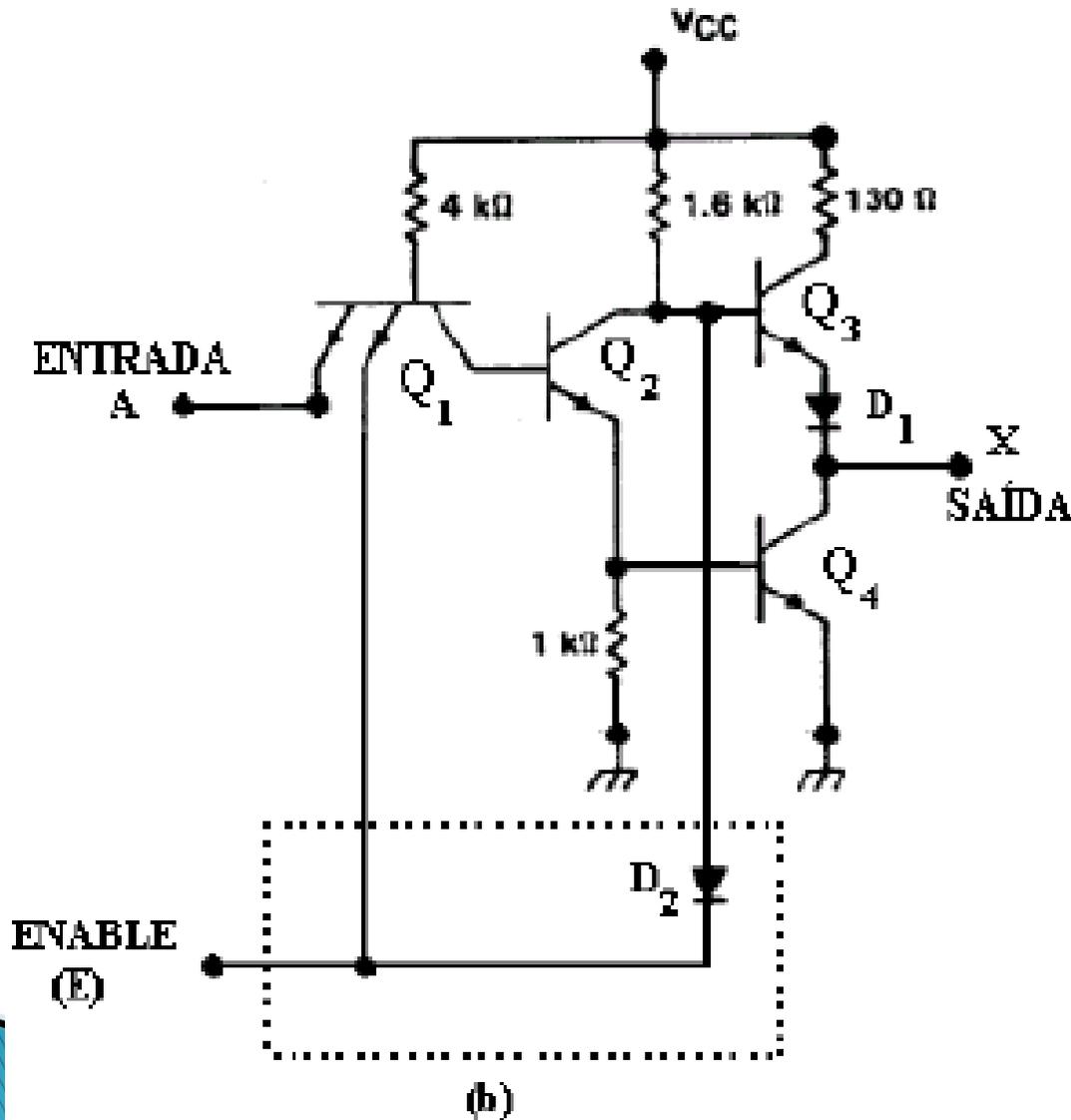
OE é a entrada de controle do 3-state



Porta Inversora com saída 3-state

Porta Inversora Tri-State

SEL/EESC-USP Grupo de Sistemas Digitais



$E = 1 \rightarrow D2$ Aberto
↓
Saída: Inversor normal

$E = 0 \rightarrow D2$ Conduz
↓
Q2, Q3 e Q4 ficam abertos
↓
Saída: Alta impedância

Saídas 3-State

Estágio de saída de uma porta 3-state

SEL/EESC-USP Grupo de Sistemas Digitais

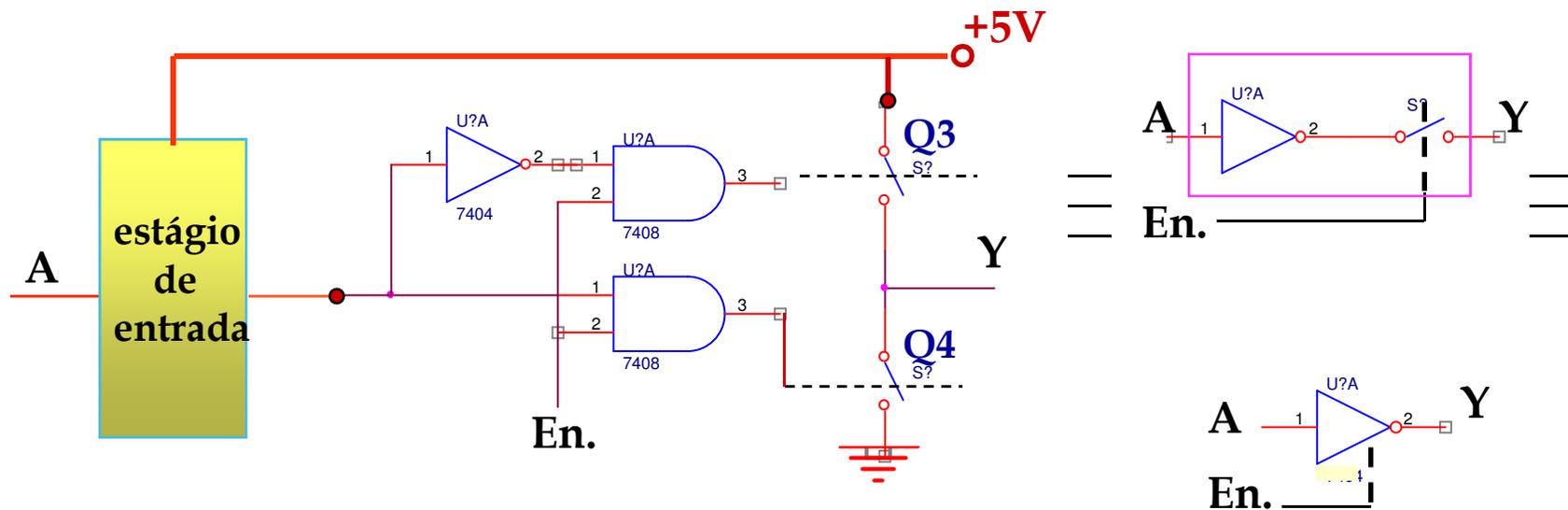


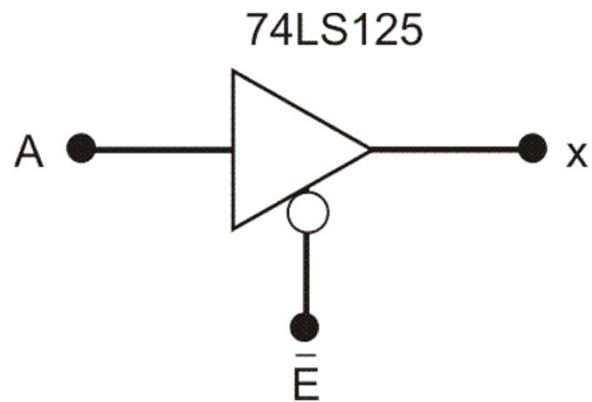
fig. a.3.1 - Estágio de saída de uma porta inversora, representado por chaves

Se $En = "0"$, $Q1$ e $Q2$ permanecem abertos e a saída Y fica em alta impedância, estado esse representado pela letra **Z**.

Saídas 3-State

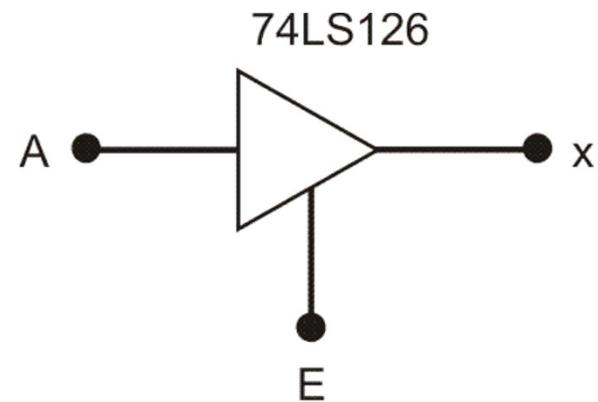
- Saídas de CIs com *3-state* podem ser conectadas juntas sem causar problemas à velocidade de chaveamento (mesma velocidade dos TTL comuns)
- Quando várias portas *3-state* são ligadas juntas, **apenas uma deve ser habilitada por vez!** (pode danificar o dispositivo, pois se torna um totem-pole quando habilitado)

Buffers tristate não inversores



\bar{E}	x
0	A
1	Alta impedância

(a)



E	x
1	A
0	Alta impedância

(b)

PORTA COM CONFIGURAÇÃO SCHIMITT TRIGGER

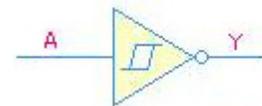
Em muitas aplicações práticas o sinal de entrada de um circuito digital (clock) pode não ser perfeito, prejudicando consideravelmente o funcionamento do circuito que dele dependem. Esse sinais podem apresentar:

- ✓ transição lenta do nível baixo para o nível alto ou vice versa;
- ✓ Ruído (“bounce”), comuns em circuito de comutação

Solução



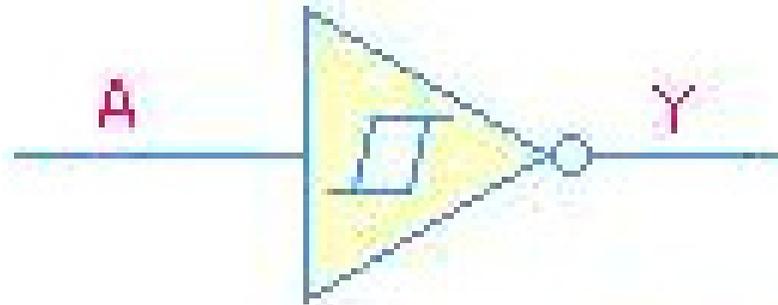
PORTA COM
SCHIMITT TRIGGER



PORTA COM CONFIGURAÇÃO SCHIMITT TRIGGER

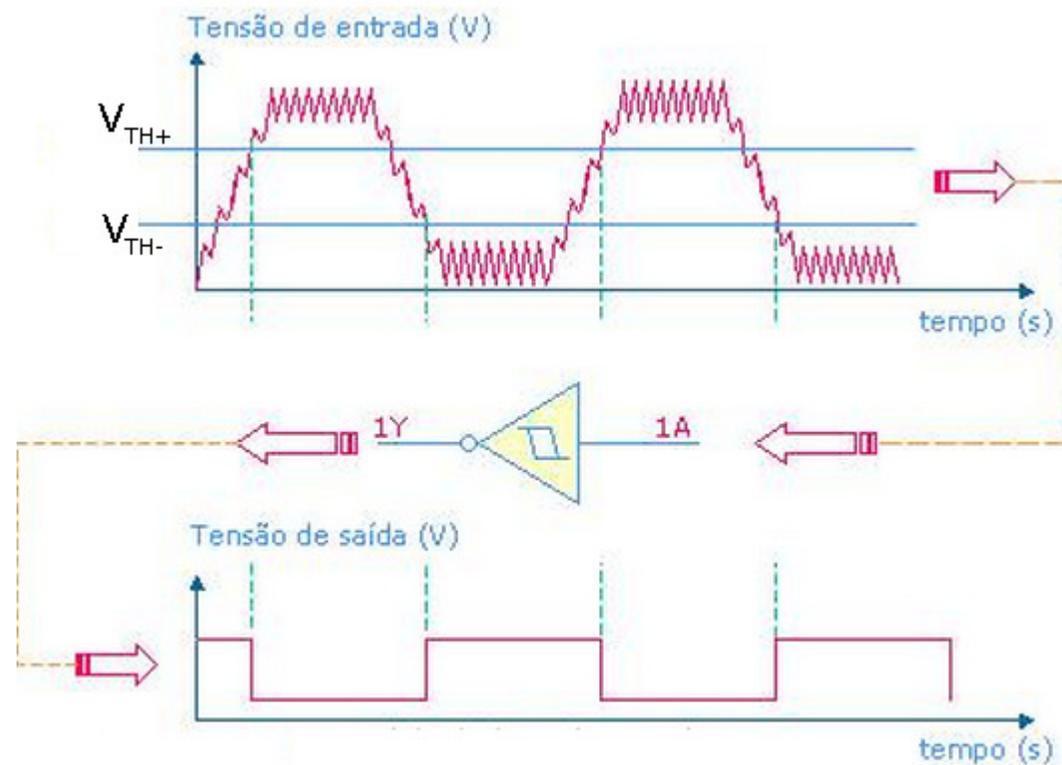
Funcionamento:

A porta inversora ShimiTT Trigger opera com duas tensões de referência, uma inferior V_{TH-} e outra superior V_{TH+} . Quando o sinal de entrada A atinge V_{TH+} (referência superior), a saída Y comuta de nível lógico alto para nível lógico baixo, permanecendo neste estado até que o sinal de entrada alcance V_{TH-} (referência inferior).



PORTA COM CONFIGURAÇÃO SCHIMITT TRIGGER

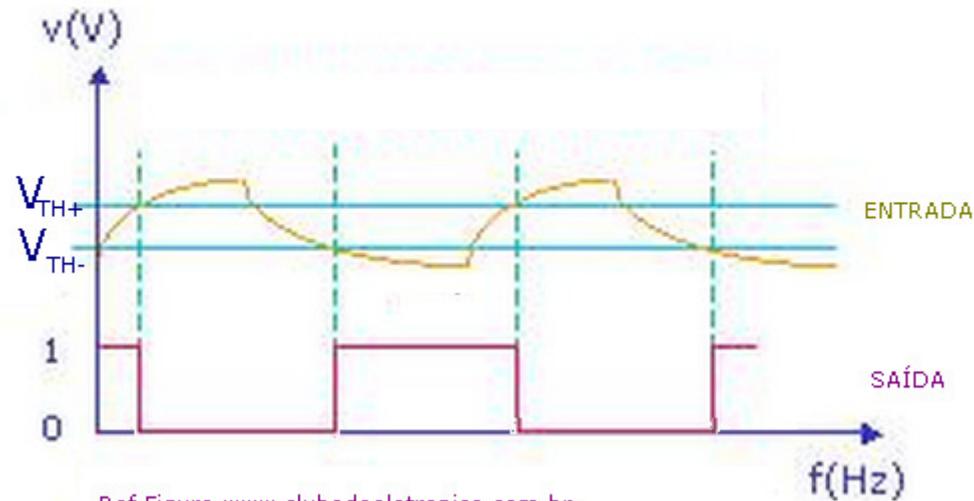
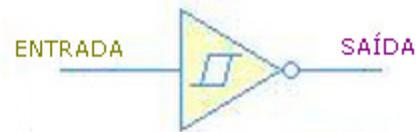
Aplicação em sinais de entrada com ruído (“bounce”)



Ref Figura www.clubedaeletronica.com.br

PORTA COM CONFIGURAÇÃO SCHIMITT TRIGGER:

Aplicação em sinais de entrada com Transição lenta



Ref Figura www.clubedaeletronica.com.br