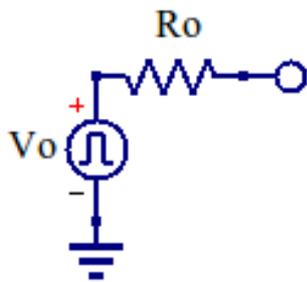


Microcontroladores

- Características elétricas das portas de saída
 - Tensão de saída de 0 V a V_{cc}
 - Corrente máxima de saída 10 a 100 mA
 - Resistência interna de 10 a 100 Ω
- Circuito equivalente de saída:



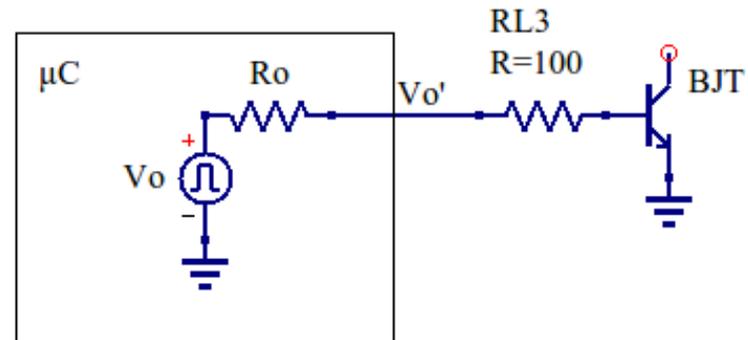
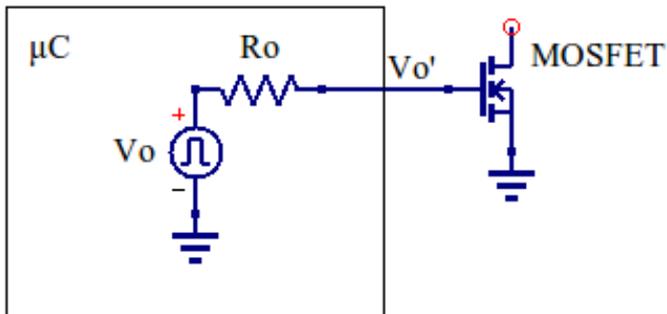
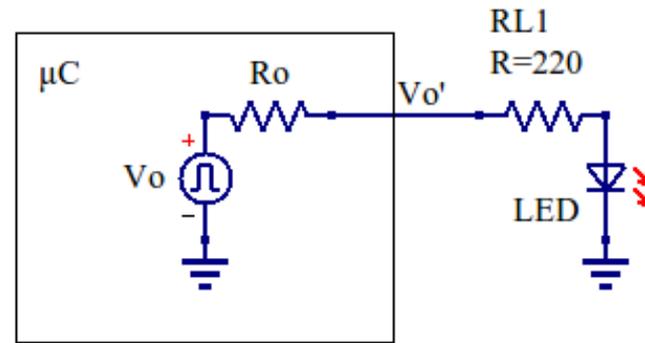
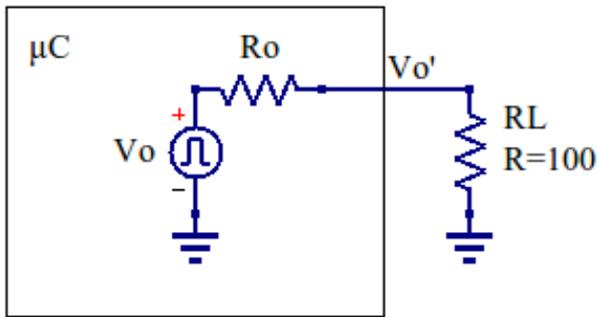
V_o	
“0”	0 V
“1”	V_{cc}

	R_o	V_{cc}
MSP430	$\sim 25 \Omega$	3,6 V
Arduino Uno (Atmega328)	$\sim 45 \Omega$	5 V
PIC (2550)	$\sim 80 \Omega$	5 V

V_{cc} : tensão de alimentação

Microcontroladores

- Circuitos típicos de acionamento com μC :



Condicionamento de Atuadores

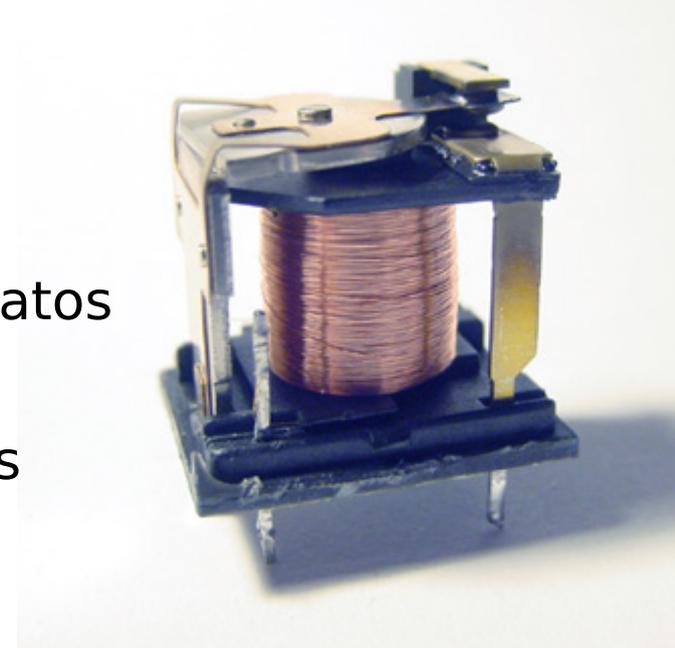
- Principais atuadores usados em Instrumentação
 - Resistências (aquecimento)
 - Motores (deslocamento angular e linear, pressão, aquecimento/resfriamento, vazão, etc)
 - Lâmpadas (iluminância, aquecimento)
 - Válvulas (pressão, vazão)
- Principais características

Condicionamento de Atuadores

- Fontes de Energia
 - Tensão DC
 - Tensão AC (rede elétrica)
- Modos de atuação
 - Contínuo
 - Chaveado
- Componentes de atuação
 - Relés
 - Transistores
 - Optoacopladores
 - SCRs e TRIACs

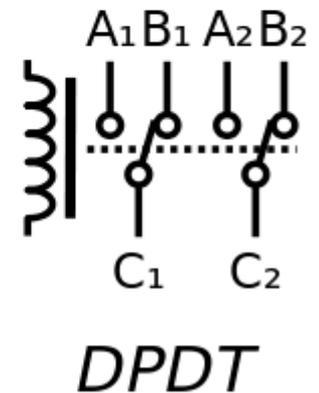
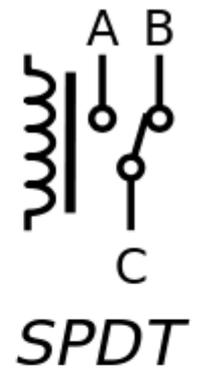
Relés

- Características principais:
 - Atuação em modo chaveado
 - Tensão DC ou AC
 - Isolação elétrica entre bobina e contatos
 - Tempos de comutação: 10^{-1} a 10^{-2} s
 - Tempo de vida: 10^4 a 10^6 comutações
 - Contatos NA e/ou NF
 - Corrente da bobina: 20 a 500 mA
 - Corrente dos contatos: 2 a 50 A
 - Resistência dos contatos: 1 m Ω a 10 m Ω



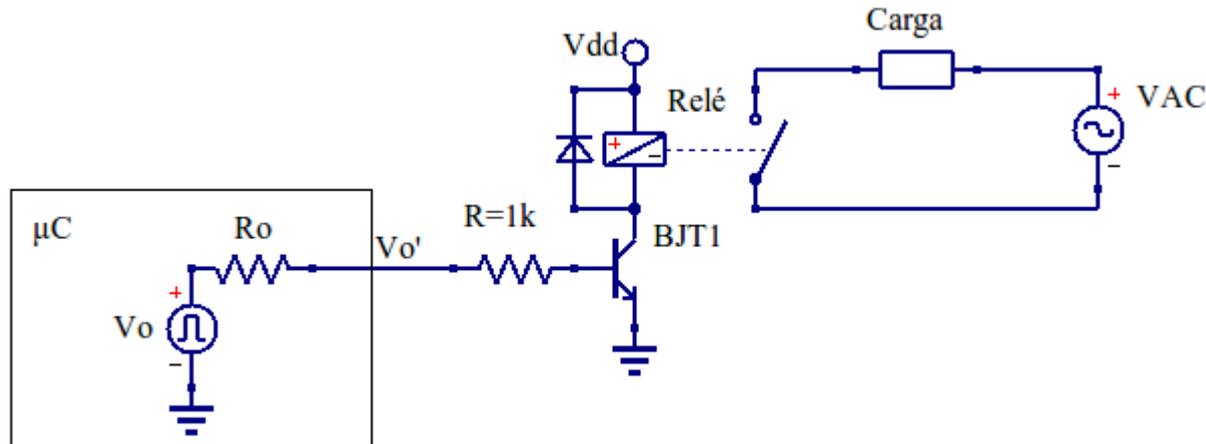
Relés

- Simbologia elétrica e configuração dos contatos:
 - SPST: um polo uma posição
 - SPDT: um polo duas posições
 - DPST: dois polos uma posição
 - DPDT: dois polos duas posições
 - n PDT: n polos duas posições



Relés

- Circuito de acionamento típico com μC :
 - Usar transistor para amplificar corrente (BJT ou MOSFET)
 - Usar diodo para evitar sobretensão quando a bobina é desativada
 - A tensão V_{dd} deve ser compatível com a bobina do relé



Transistores

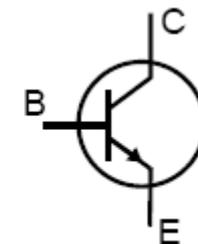
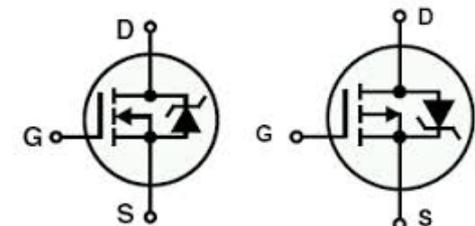
Características principais:

- Atuação em modo contínuo e chaveado
- Operam em tensão DC
- Não possui Isolação elétrica entre entrada (base ou porta) e saída (coletor ou dreno)
- Tempos de comutação: 10^{-7} a 10^{-9} s
- Correntes de entrada: 0 a 1 A
- Correntes de saída: 1 a 100 A

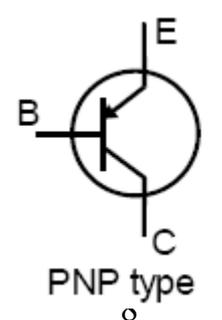


N-channel

P-channel



NPN type



PNP type

Transistores

MOSFET:

- Operando como chave:

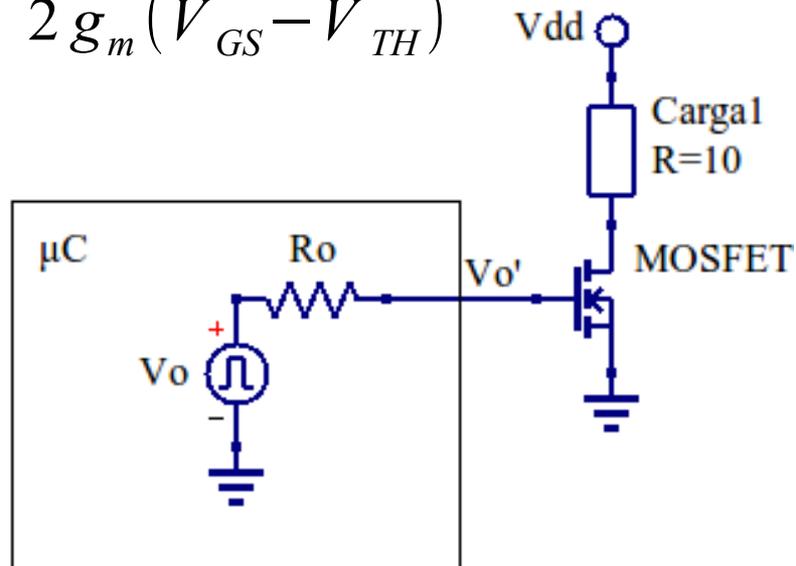
$$I_D \approx 2 g_m (V_{GS} - V_{TH}) V_{DS}$$

$$R_{DS} \approx \frac{1}{2 g_m (V_{GS} - V_{TH})}$$

g_m : transcondutância

V_{TH} : tensão de limiar

V_{GS} : tensão de saída do μC



Transistores

BJT:

Operando como chave:

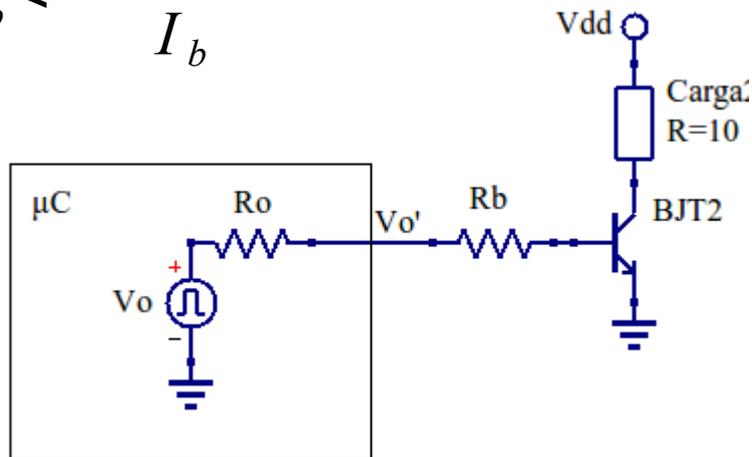
$$I_b > 2 \frac{I_c}{\beta}$$

$$R_b < \frac{V_{o'} - V_{be}}{I_b}$$

β : ganho de corrente

V_{be} : tensão da junção B-E ($\sim 0,7$ V)

$V_{o'}$: tensão de saída do μC

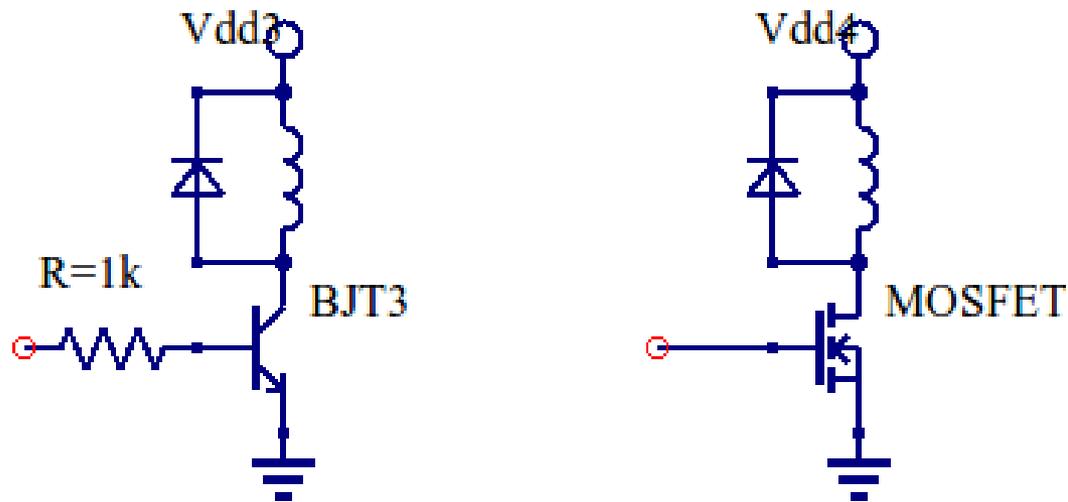


Obs: no BJT Darlington ($\beta \sim 1000$) usar:

$$V_{be} \sim 1,4 \text{ V}$$

Transistores

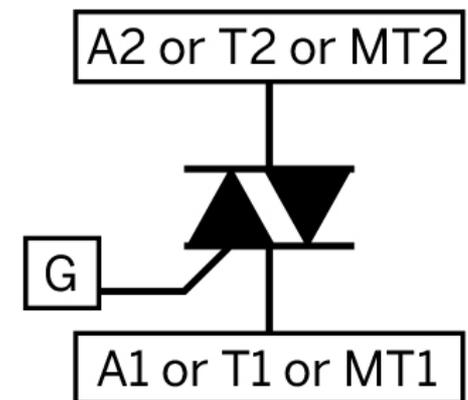
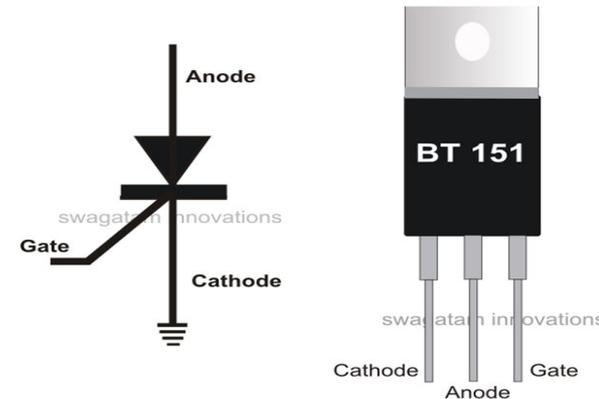
Obs: Com cargas indutivas (Motores, bobinas, etc) usar sempre um diodo reversamente polarizado em paralelo com a carga.



Tiristores

- SCRs e TRIACs

- Atuação apenas em modo chaveado
- Operam em tensão AC
- Não possui Isolação elétrica entre entrada (porta) e saída
- Tempos de comutação: 10^{-7} a 10^{-5} s
- Correntes de disparo: 10 a 100 mA
- Correntes de carga: 10 a 1000 A

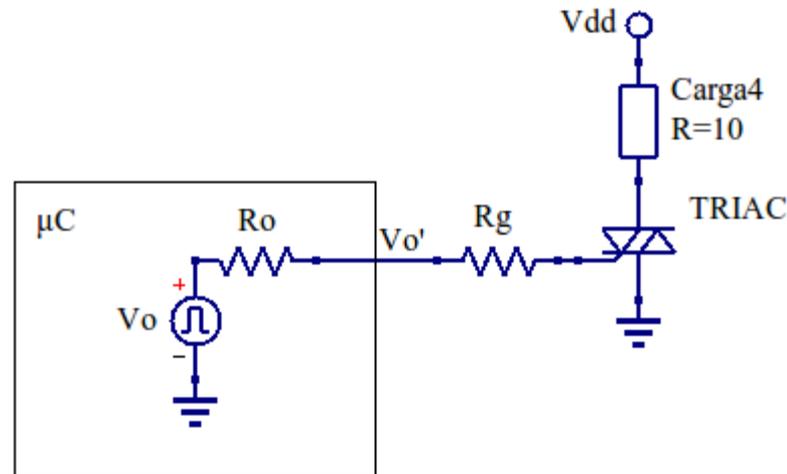


Tiristores

- Circuito de acionamento sem isolação elétrica:

- - $$R_g = \frac{V_{o'} - V_g}{I_{gt}}$$

I_{gt} : corrente de disparo de *gate*
 V_g : tensão da junção de *gate* ($\sim 0,7$ V)



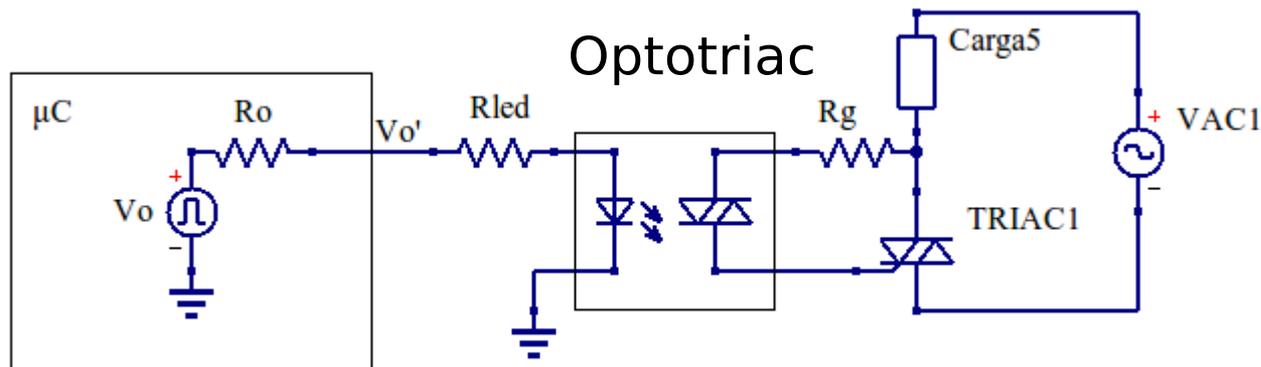
Tiristores

- Circuito de acionamento com isolação elétrica:

$$R_{led} = \frac{V_{o'} - V_{LED}}{I_{TH}}$$

I_{TH} : corrente de disparo do *gate*

V_{LED} : tensão da junção do LED ($\sim 1,2$ V)



Optoacopladores

- Optoacopladores

- Atuação em modo contínuo e chaveado
- Possui Isolação elétrica (óptica)
- Tempos de comutação pequenos (10^{-6} a 10^{-8} s)
- Baixas correntes (10^{-2} a 10^{-1} A)

- Tipos principais:

- Fototransistores
- Optotriacs

