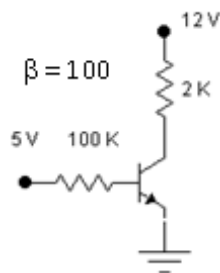


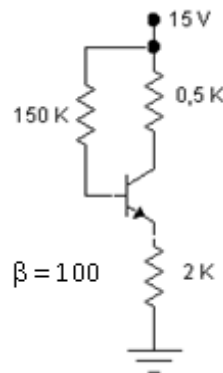
## Lista de Exercícios Transistor

- Quais são as relações entre as dopagens e as dimensões no emissor, base e coletor de um transistor bipolar?
- Para o funcionamento de um transistor, como devem estar polarizadas suas junções?
- Quais as relações entre as correntes e as tensões num transistor NPN e PNP?
- De que forma a corrente de base controla a corrente entre emissor e coletor?
- Por que o ganho de corrente na configuração BC é um pouco menor que 1?
- Por que o ganho de corrente na configuração EC é muito maior que 1?
- Nos circuitos abaixo, calcule o valor de  $I_C$  e  $V_{CE}$  ( $V_{EC}$  no item c). Considere  $V_{BE}=0,7V$  ( $V_{EB}$  no item c =  $0,7V$ ):

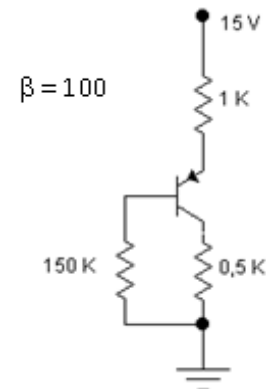
a)



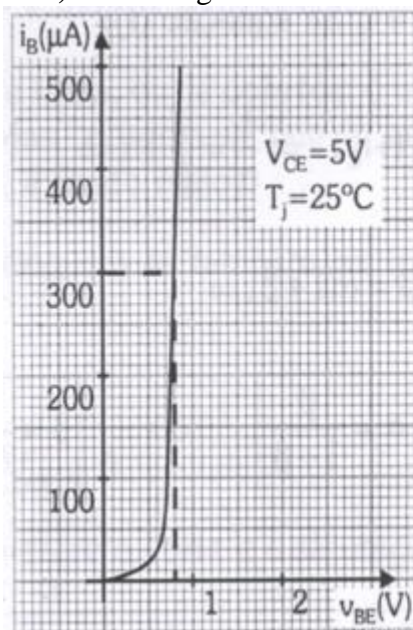
b)



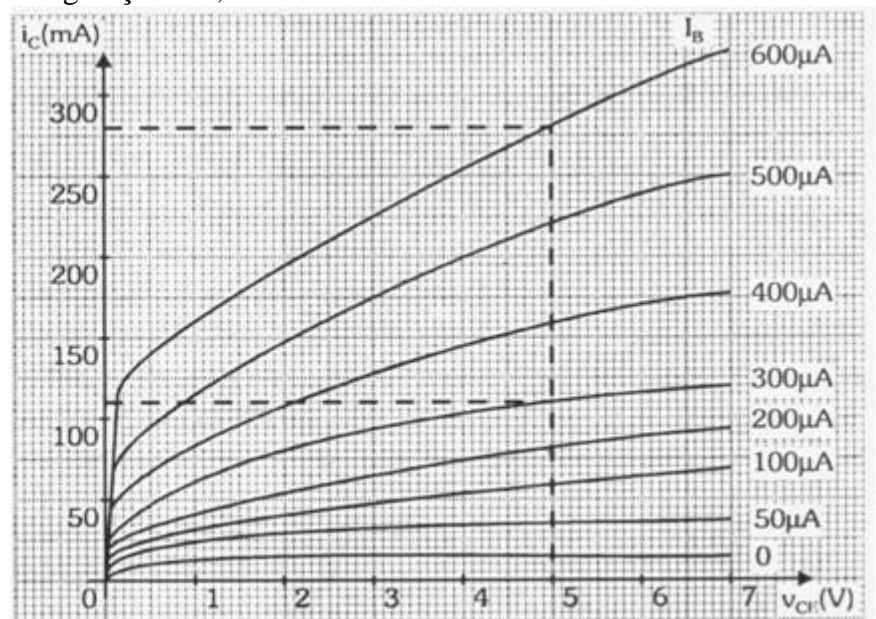
c)



- Relacionar as três regiões de trabalho do transistor, identificando de que forma suas junções estão polarizadas em cada região.
- Dadas as curvas características de entrada (a) e saída (b) de um transistor NPN, determinar:
  - A corrente de base para  $V_{BE} = 0,8V$ ;
  - O ganho de corrente nas condições do item a;
  - O ganho de corrente na configuração BC;
  - O novo ganho de corrente, caso  $I_B$  dobre de valor, mantida a tensão  $V_{CE}$ ;
  - O novo ganho de corrente na configuração BC;



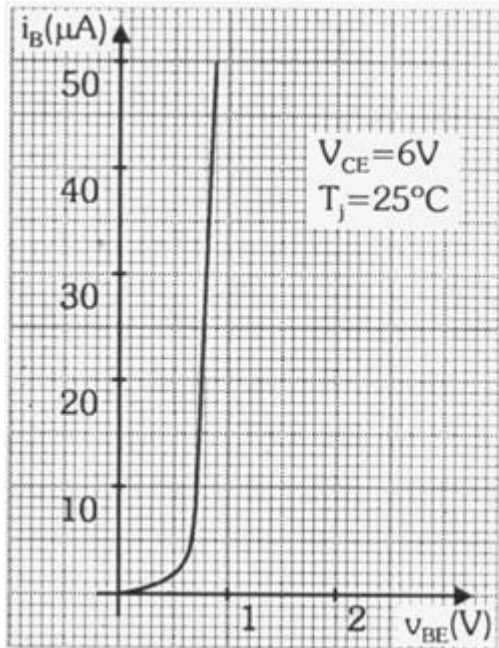
(a) Entrada



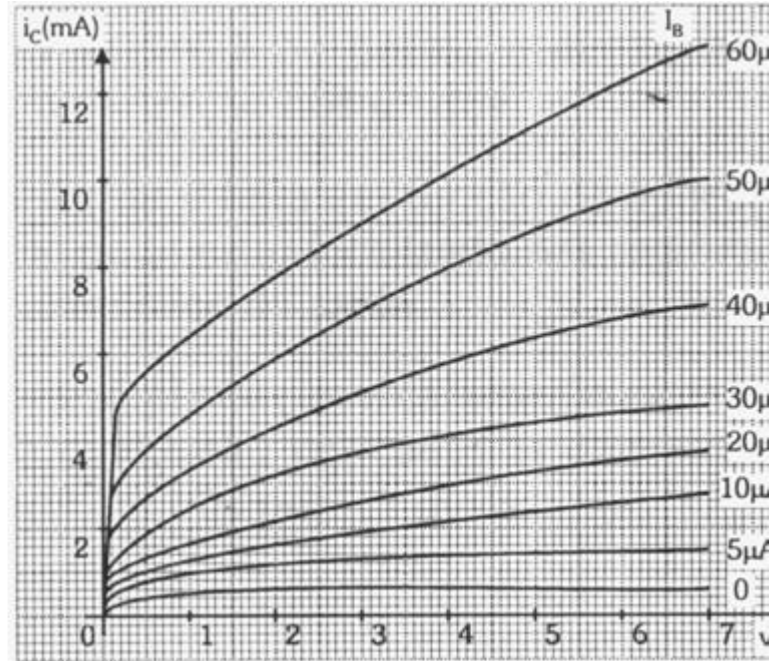
(b) Saída

# Lista de Exercícios Transistor

10. Um transistor na configuração EC tem as seguintes curvas características. Justifique cada valor que você inserir na tabela:



(a) Entrada

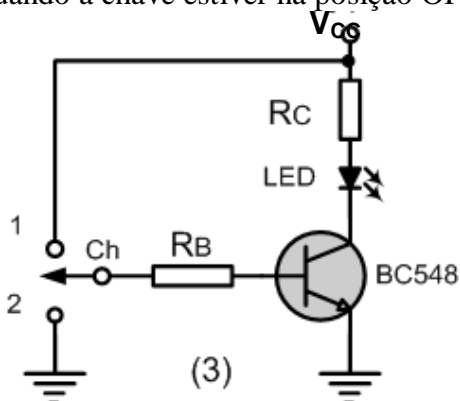


(b) Saída

Completar a tabela abaixo (com valores aproximados), para cada uma das situações:

Situação	$V_{CB}(V)$	$V_{BE}(V)$	$V_{CE}(V)$	$I_E(mA)$	$I_C(mA)$	$I_B(\mu A)$	$\alpha$	$\beta$
I		0,8	6,0					
II	5,3		6,0					
III			6,0			40		
IV			6,0		8,0			

11. Projetar o circuito de polarização do transistor (valores comerciais), no circuito abaixo, a fim de que o LED seja acionado quando a chave estiver na posição ON e desativado quando a chave estiver na posição OFF.



**Dados do Transistor:**

$$\beta_{sat} = 20$$

$$V_{BEsat} = 0,7V$$

$$V_{CEsat} = 0,3V$$

**Dado de projeto:**

$$V_{CC} = 9V$$

**Dados do LED:**

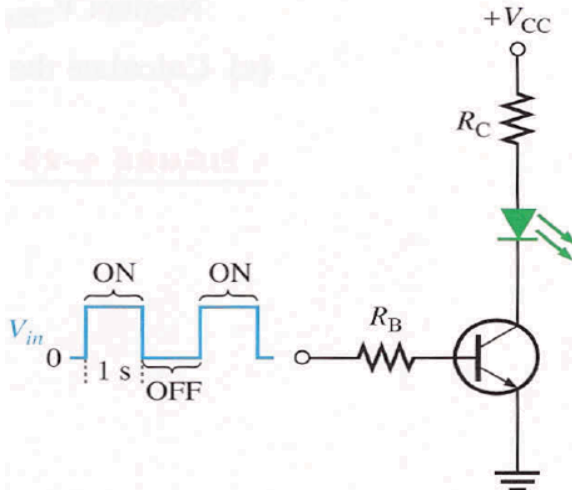
$$I_D = 25mA$$

$$V_D = 1,5V$$

## Lista de Exercícios Transistor

12. O LED na figura requer 30 mA para emitir um nível de luz satisfatório. Portanto a corrente de coletor deve ser de aproximadamente 30mA.

Para o circuito abaixo, determine a amplitude da onda quadrada necessária para assegurar que o transistor sature. Utilize o dobro de  $I_B(\min)$  como margem de segurança.



### Dados do Transistor:

$$\beta_{sat} = 50$$

$$V_{BEsat} = 0,7V$$

$$V_{CEsat} = 0,3V$$

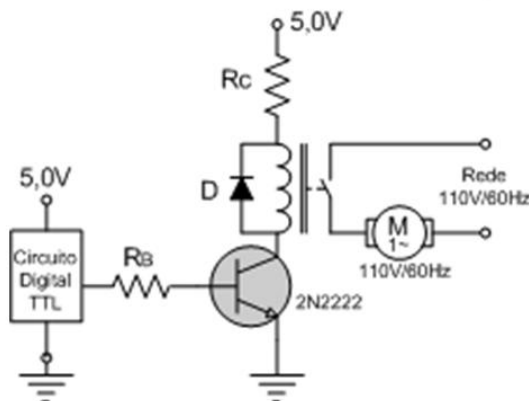
### Dado de projeto:

$$V_{CC} = 9V$$

$$R_C = 270\Omega$$

$$R_B = 3,3k\Omega$$

13. Um circuito digital (TTL) deve acionar um motor de 110V/60Hz. Para isto é necessário projetar uma interface de potência, composta de um transistor atuando como chave sobre um relé eletromagnético. Este, por sua vez, aciona os contatos do circuito principal (potência). Projetar o circuito de polarização do transistor, levando em consideração os seguintes parâmetros:



### Dados do Transistor:

$$V_{BEsat} = 0,7V$$

$$V_{CEsat} = 0,3V$$

$$\beta_{sat} = 10$$

$$I_{Cmax} = 500mA$$

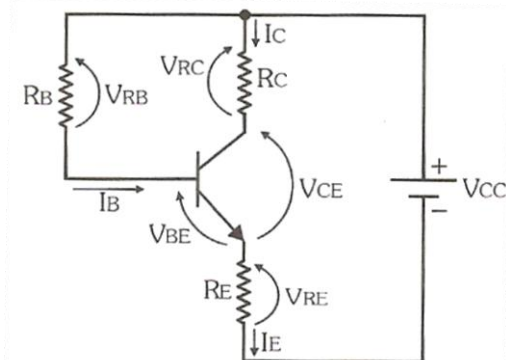
$$V_{CEmax} = 100V$$

### Dados do Relé:

$$R_R = 80\Omega$$

$$I_R = 50mA$$

14. Polarize o transistor BC547 na região ativa, com corrente de emissor constante, determinando os valores comerciais dos resistores  $R_B$ ,  $R_E$  e  $R_C$ .



### Dados do transistor:

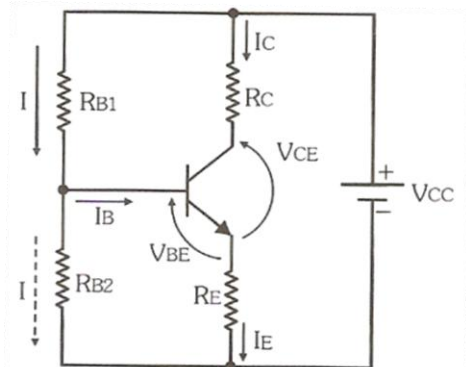
- Código – BC547B – Silício
- $V_{BE} = 0,6V$
- $H_{FEmin} = 200$

### Dados de projeto:

- $V_{CC} = 15V$
- $I_C = 10mA$
- $V_{CE} = V_{CC}/2$

# Lista de Exercícios Transistor

15. Polarize o transistor BC547 na região ativa, com divisor de tensão na base, determinando os valores comerciais dos resistores  $R_{B1}$ ,  $R_{B2}$ ,  $R_E$  e  $R_C$ .



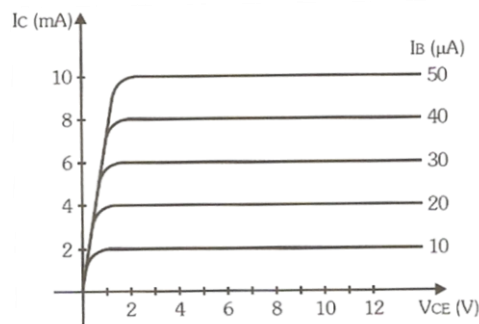
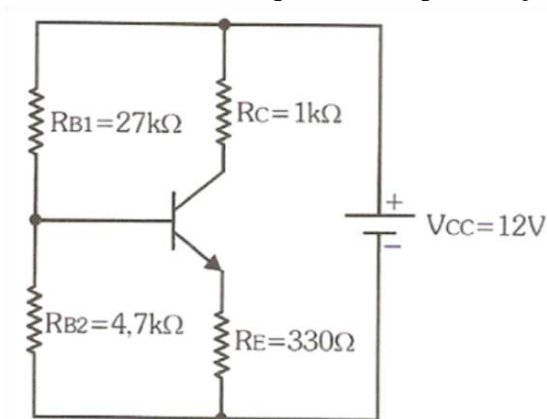
**Dados do transistor:**

- Código – BC547B – Silício
- $V_{BE} = 0,6 \text{ V}$
- $H_{FE\text{mín}} = 110$

**Dados de projeto:**

- $V_{CC} = 10 \text{ V}$
- $I_C = 5\text{mA}$
- $V_{CE} = V_{CC}/2$

16. Considere o circuito e a curva característica do transistor da figura abaixo, e determine os valores de  $V_{CE}$  e  $I_C$  quiescentes pelo traçado da reta de carga, sabendo-se que  $I_B = 20\mu\text{A}$



## RESPOSTAS

7)

- a)  $I_C = 4,3\text{mA}$       b)  $V_{CE} = 3,4 \text{ V}$   
 b)  $I_C = 4,10\text{mA}$     b)  $V_{CE} = 4,81 \text{ V}$   
 c)  $I_C = 5,33\text{mA}$     b)  $V_{EC} = 6,58 \text{ V}$

9)

- a)  $I_B = 300\mu\text{A}$ ;    b)  $\beta = 367$ ;  $I_C = 110\text{mA}$       c)  $\alpha = 0,993$     d)  $\beta = 467$ ;    e)  $\alpha = 0,9979$

10)

Situação	$V_{CB}(\text{V})$	$V_{BE}(\text{V})$	$V_{CE}(\text{V})$	$I_E(\text{mA})$	$I_C(\text{mA})$	$I_B(\mu\text{A})$	$\alpha$	$\beta$
I	5,2	<b>0,8</b>	<b>6,0</b>	4,63	4,5	30	0,994	153
II	<b>5,3</b>	0,7	<b>6,0</b>	1,405	1,4	5	0,996	280
III	5,15	0,85	<b>6,0</b>	6,84	6,8	<b>40</b>	0,994	170
IV	5,12	0,88	<b>6,0</b>	8,045	<b>8,0</b>	45	0,994	178

12)  $V_{IN} = 4,96\text{V}$

13)

- $R_C = 14 \Omega$  (valor comercial =  $15 \Omega$ );  $P_{RC} = 37,5\text{mW}$  ( $1/8\text{W}$ )  
 $R_B = 860 \Omega$  (valor comercial =  $820 \Omega$ );  $P_{RB} = 20,5\text{mW}$  ( $1/8\text{W}$ )

14)  $R_B = 270 \text{ k}\Omega$ ;  $R_E = 150 \text{ k}\Omega$ ;  $R_C = 560 \Omega$  ou  $680 \Omega$

15)  $R_{B1} = 15 \text{ k}\Omega$  ou  $18 \text{ k}\Omega$ ;  $R_{B2} = 3,3 \text{ k}\Omega$ ;  $R_E = 180 \Omega$  ou  $220 \Omega$ ;  $R_C = 820 \Omega$

16)  $V_{CE} = 6,5\text{V}$  e  $I_C = 4\text{mA}$

## VALORES COMERCIAIS DE RESISTORES

Os valores comerciais de resistores são potências de 10 multiplicadas pelos valores abaixo.

10	12	15	18	22	27
33	39	47	56	68	82

A potência dos resistores comerciais pode ser de 1/8W, 1/4W, 1/2W, 1W, 2W, 10W, etc. Em geral, identifica-se a potência de um resistor pelo seu tamanho, ou por alguma inscrição em sua superfície (para potências a partir de 1W).

## RESUMO DE EQUAÇÕES

<b>Relações básicas entre correntes e tensões</b>	<b>Transistor NPN</b>	$V_{CE} = V_{CB} + V_{BE}$
	<b>Transistor PNP</b>	$V_{EC} = V_{BC} + V_{EB}$
	<b>Transistores NPN e PNP</b>	$I_E = I_C + I_B$
		$I_C = \beta \cdot I_B$
		$I_C = \alpha \cdot I_E$
		$\beta = h_{fe}$
<b>Polarização por Corrente de Base Constante (NPN)</b>	<b>Resistores</b>	$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B}$
		$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{I_C}$
	<b>Saturação Ideal</b>	$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C}$
	<b>Corte Ideal</b>	$V_{CE} = V_{CC}$
<b>Polarização por Corrente de Emissor Constante (NPN)</b>  $V_{RE} = 0,1 \cdot V_{CC}$ $I_C \cong I_E$	<b>Resistores</b>	$R_E = \frac{0,1 \cdot V_{CC}}{I_E}$
		$R_B = \frac{0,9 \cdot V_{CC} - V_{BE}}{I_B}$
		$R_C = \frac{0,9 \cdot V_{CC} - V_{CE}}{I_C}$
	<b>Saturação Ideal</b>	$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$
	<b>Corte Ideal</b>	$V_{CE} = V_{CC}$
<b>Polarização por Divisão de Tensão de Base (NPN)</b>  $V_{RE} = 0,1 \cdot V_{CC}$ $I_C \cong I_E$ $I_{B1} \cong I_{B2} \cong 0,1 \cdot I_C$	<b>Resistores</b>	$R_{B2} = \frac{V_{BE} + 0,1 \cdot V_{CC}}{0,1 \cdot I_C}$
		$R_{B1} = \frac{V_{CC}}{0,1 \cdot I_C} - R_{B2}$
		$R_E = \frac{0,1 \cdot V_{CC}}{I_E}$
		$R_C = \frac{0,9 \cdot V_{CC} - V_{CE}}{I_C}$
	<b>Saturação Ideal</b>	$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$
	<b>Corte Ideal</b>	$V_{CE} = V_{CC}$