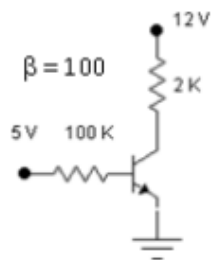


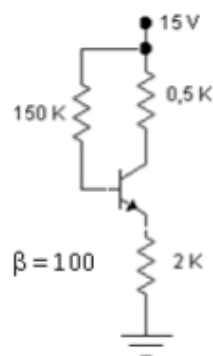
LISTA DE EXERCÍCIOS MÓDULO II

- 1 - Quais são as relações entre as dopagens e as dimensões no emissor, base e coletor de um transistor bipolar?
- 2 - Quais as relações entre as correntes e as tensões num transistor NPN e PNP?
- 3 - 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 = $0,7V$):

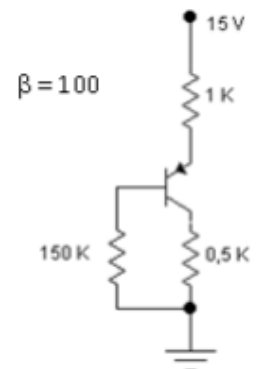
a)



b)



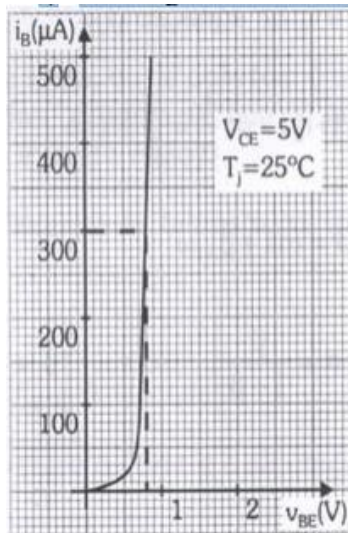
c)



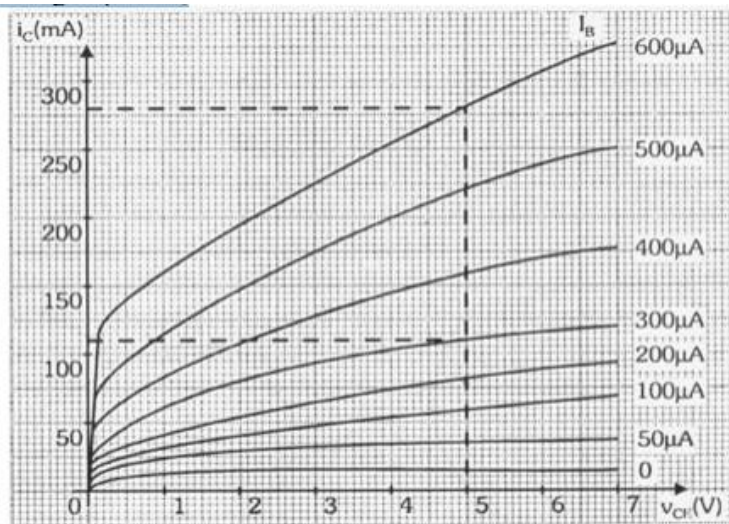
Resp: a) $I_C=4,3mA$ - $V_{CE}=3,4V$; b) $I_C=4,1mA$ - $V_{CE}=4,81V$;
c) $I_C=5,33mA$ - $V_{CE}=6,58V$;

- 4 - Dadas as curvas características de entrada (a) e saída (b) de um transistor NPN, determinar:

- a) A corrente de base para $V_{BE} = 0,8V$;
- b) O ganho de corrente nas condições do item a;
- c) O ganho de corrente na configuração Base Comum;
- d) O novo ganho de corrente, caso I_B dobre de valor, mantida a tensão V_{CE} ;
- e) O novo ganho de corrente na configuração Base Comum.



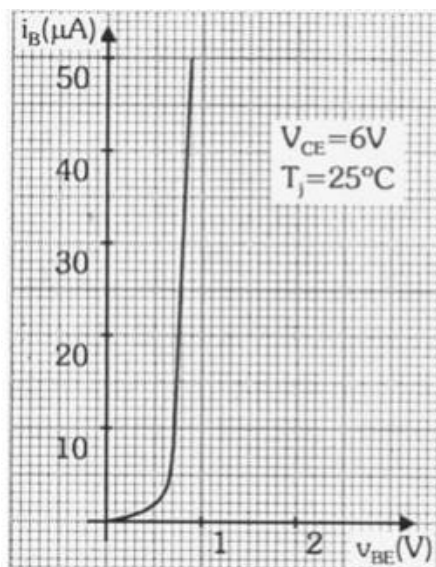
(a) Entrada



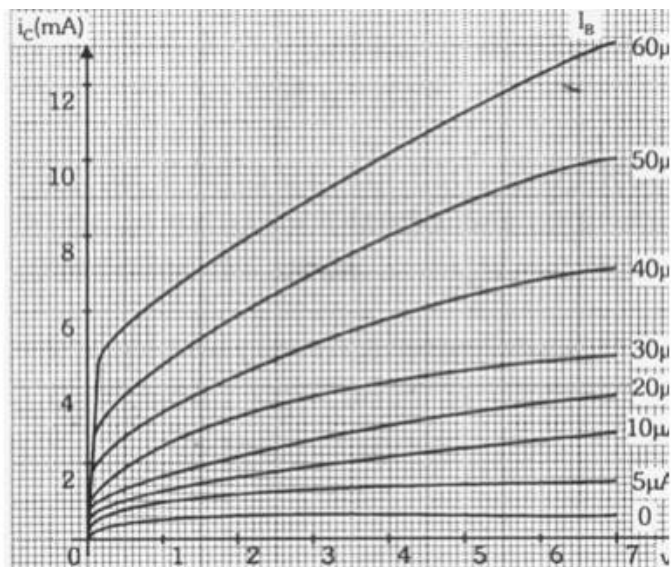
(b) Saída

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

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



(a) Entrada



(b) Saída

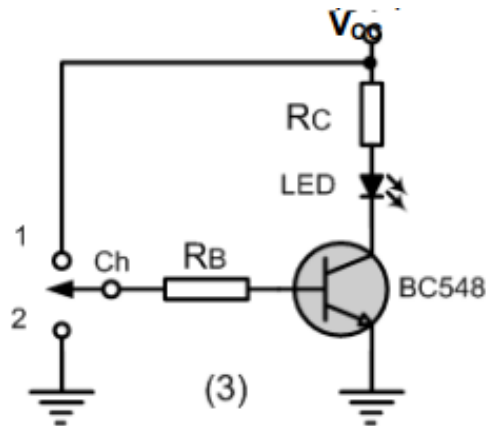
Completar a tabela abaixo (com valores aproximados), para cada uma das situações:

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

Resp:

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

6 - 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 (1) e desativado quando a chave estiver na posição (2).



Dados do Transistor:

$$\beta_{sat} = 20$$

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

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

Dado de projeto:

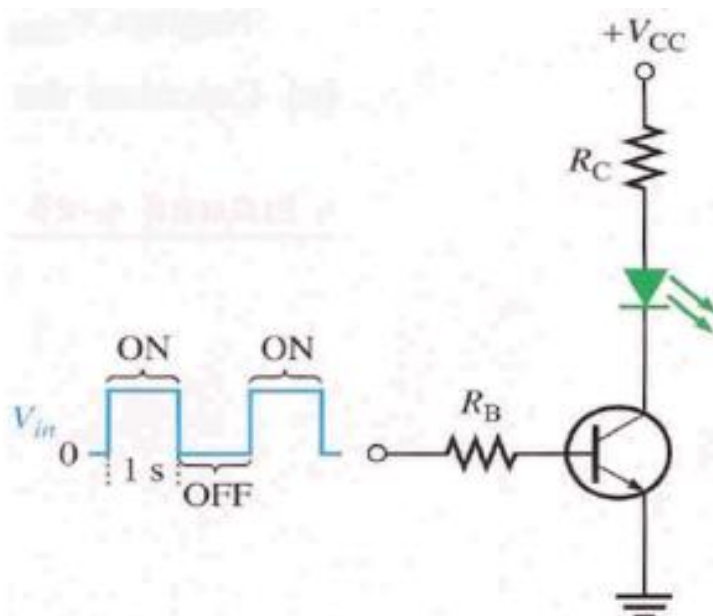
$$V_{CC} = 9V$$

Dados do LED:

$$I_D = 25mA$$

$$V_D = 1,5V$$

7 - 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:

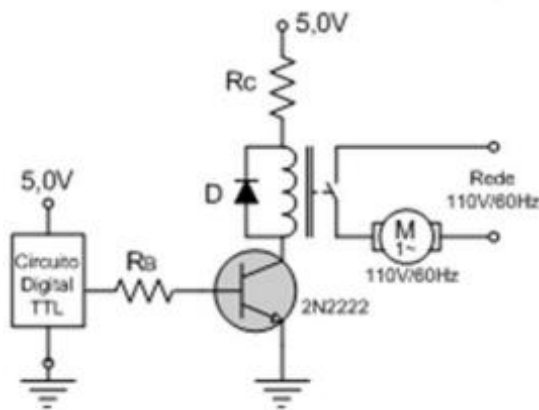
$$V_{CC} = 9V$$

$$R_C = 270\Omega$$

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

Resp: $V_{IN} = 4,96V$

8 - 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:

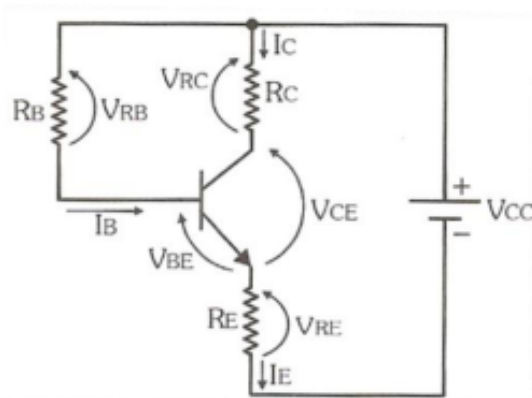
$$\begin{aligned} V_{BEsat} &= 0,7V \\ V_{CEsat} &= 0,3V \\ \beta_{sat} &= 10 \\ I_{Cmax} &= 500mA \\ V_{CEmax} &= 100V \end{aligned}$$

Dados do Relé:

$$\begin{aligned} R_R &= 80\Omega \\ I_R &= 50mA \end{aligned}$$

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

9 - 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:

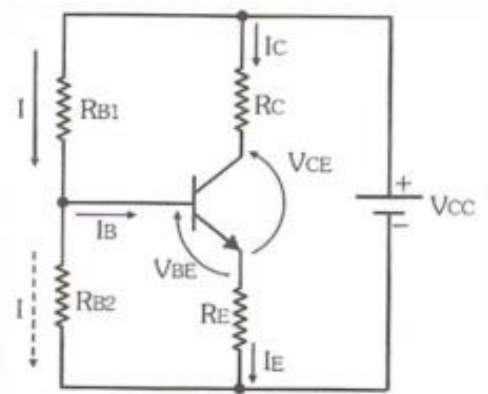
- Código - BC547B - Silício
- $V_{BE} = 0,6\text{ V}$
- $H_{FEmin} = 200$

Dados de projeto:

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

Resp: $R_B=270\text{ kOhms}$; $R_E=150\text{ kOhms}$; $R_C=560\text{ Ohms}$ ou 680 Ohms

10 - 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:

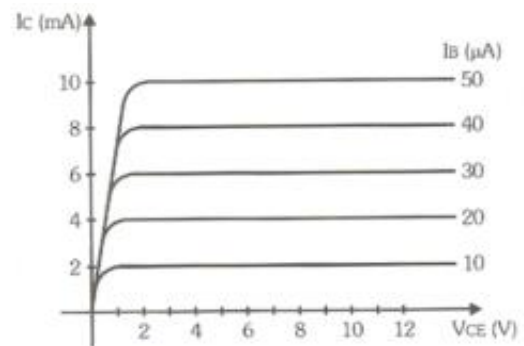
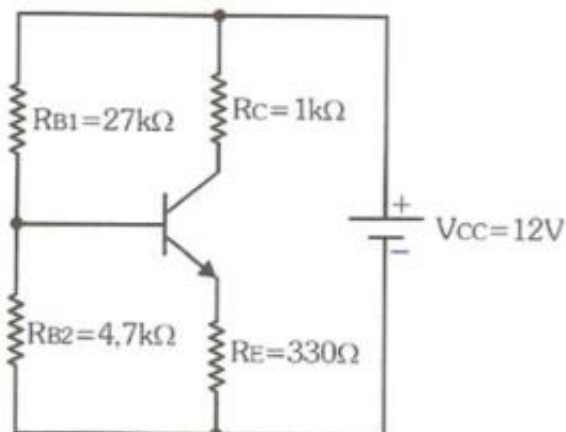
- Código – BC547B – Silício
- $V_{BE} = 0,6 \text{ V}$
- $H_{FEmin} = 110$

Dados de projeto:

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

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

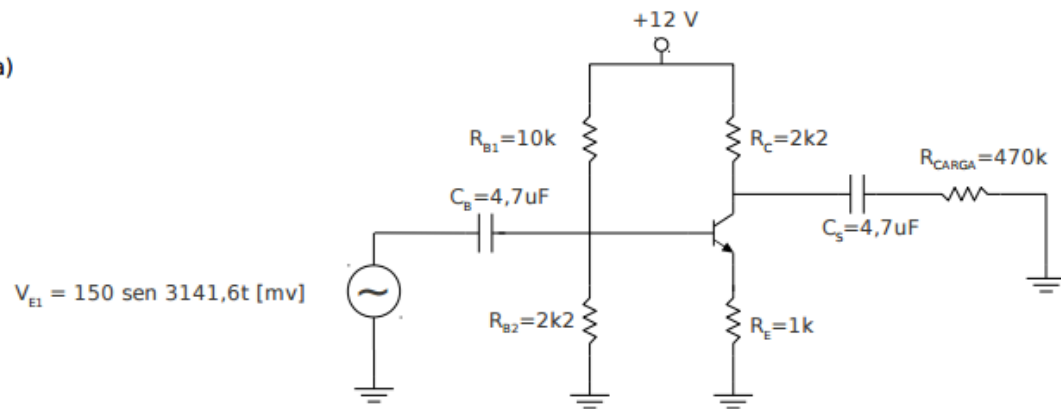
11 - Considere o circuito e a curva característica do transistor da figura abaixo, e determine os valores de V_{CE} e I_C quiescentes pelo traçado da reta de carga, sabendo-se que $I_B=20\mu\text{A}$



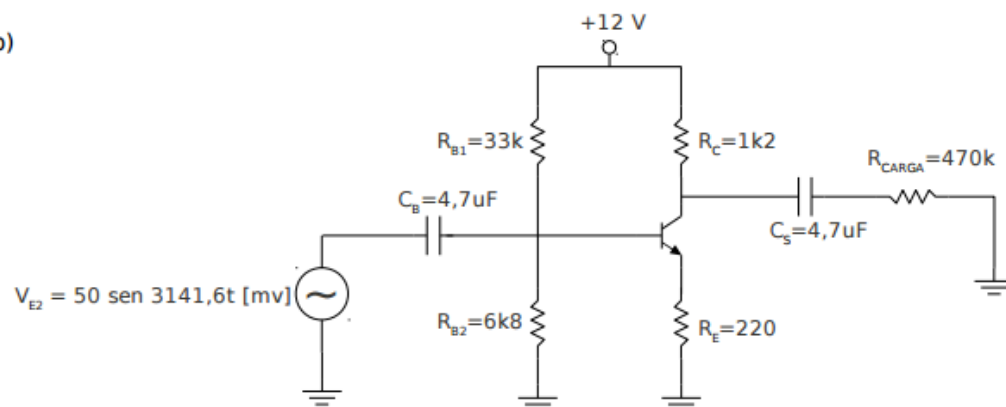
Resp: $V_{CE}=6,5 \text{ V}$ e $I_C=4 \text{ mA}$

12 - Dados os circuitos abaixo, esboce (pelo menos dois ciclos) o sinal de entrada, o sinal de saída e calcule o ganho de tensão

a)



b)



Resp: a) Ganho de Tensão 2,18; b) Ganho de Tensão 5,44

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

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