

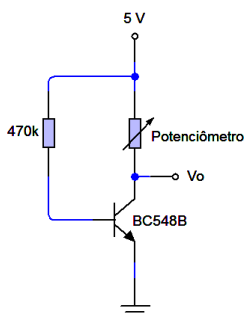
NOME: \_\_\_\_\_ NOTA: \_\_\_\_\_

MAT.: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**ATENÇÃO:** (\*) Elabore um vídeo, de até 10 minutos, mostrando a montagem, funcionamento, análises e explicações da questão a seguir. (\*) Use um simulador de sua preferência (Sugestão: LTspice). (\*) Tudo deve ser feito usando o simulador, mas você pode usar cálculos teóricos para fundamentar e justificar suas explicações e análises. (\*) Caso você ultrapasse os 10 minutos do vídeo, serão descontados 10% da nota total a cada 30 segundos de atraso, contando a partir dos 10 minutos. (\*) Envie o link do vídeo no formulário de envio dessa avaliação. (\*) Apenas uma pessoa da equipe precisa enviar o link do vídeo. (\*) O link do vídeo deve estar habilitado para qualquer pessoa com o link poder acessá-lo.

### QUESTÃO 1 (10,0 PONTOS)

A tabela apresentada no item “a” foi construída tomando como base o circuito da figura abaixo.



a) Construa a curva característica do transistor ( $I_C \times V_{CE}$ ) usando os dados da tabela abaixo.

$V_B$ (V)	$V_{CE}$ (V)	$I_C$ (A)
0.65	5.00	2.99e-3
0.65	4.25	2.98e-3
0.65	3.93	2.97e-3
0.65	3.52	2.96e-3
0.65	3.32	2.95e-3
0.65	3.03	2.94e-3
0.65	2.5	2.92e-3
0.65	2.12	2.91e-3
0.65	1.96	2.9e-3
0.65	1.44	2.88e-3
0.65	0.95	2.85e-3
0.65	0.59	2.81e-3
0.65	0.26	2.55e-3
0.65	0.23	2.44e-3
0.65	0.17	2.13e-3
0.64	0.14	1.66e-3
0.63	0.1	0.99e-3
0.62	92.3e-3	0.77e-3
0.61	77.5e-3	0.5e-3
0.6	66.1e-3	0.34e-3
0.6	56.9e-3	0.24e-3

b) A curva característica está conforme você esperava? Justifique sua resposta.

c) Ao observar o gráfico, identifique as regiões de operação do transistor.

d) Determine os valores da corrente de base do transistor. Justifique sua resposta.

e) Determine os valores de  $\beta$  para cada ponto da curva característica.

- O que acontece com os valores de  $\beta$  à medida que  $V_{CE}$  diminui? Justifique sua resposta.
- Os valores de  $\beta$  da região ativa estão dentro do esperado? Justifique sua resposta.
- Qual é o valor da tensão de Early? Justifique sua resposta. (Dica: utilize o Cftool do Matlab)
- Qual é o valor da resistência ( $r_o$ ) de saída entre coletor e emissor? Justifique sua resposta.

### Dados do Datasheet:

#### Absolute Maximum Ratings

Stresses exceeding the absolute maximum ratings may damage the device. The device may not function or be operable above the recommended operating conditions and stressing the parts to these levels is not recommended. In addition, extended exposure to stresses above the recommended operating conditions may affect device reliability. The absolute maximum ratings are stress ratings only. Values are at  $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_{CBO}$	Collector-Base Voltage	BC546 BC547 / BC550 BC548 / BC549	80 50 30
$V_{CEO}$	Collector-Emitter Voltage	BC546 BC547 / BC550 BC548 / BC549	65 45 30
$V_{EBO}$	Emitter-Base Voltage	BC546 / BC547 BC548 / BC549 / BC550	6 5
$I_C$	Collector Current (DC)	100	mA
$P_C$	Collector Power Dissipation	500	mW
$T_J$	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
$T_{STG}$	Storage Temperature Range	-65 to +150	$^\circ\text{C}$

#### Electrical Characteristics

Values are at  $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$I_{CBO}$	Collector Cut-Off Current	$V_{CB} = 30\text{ V}, I_E = 0$			15	nA
$h_{FE}$	DC Current Gain	$V_{CE} = 5\text{ V}, I_C = 2\text{ mA}$	110		800	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}, I_B = 0.5\text{ mA}$ $I_C = 100\text{ mA}, I_B = 5\text{ mA}$		90 250	250 600	mV
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}, I_B = 0.5\text{ mA}$ $I_C = 100\text{ mA}, I_B = 5\text{ mA}$		700 900	700 900	mV
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter On Voltage	$V_{CE} = 5\text{ V}, I_C = 2\text{ mA}$ $V_{CE} = 5\text{ V}, I_C = 10\text{ mA}$	580	660 720	700	mV
$f_T$	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = 5\text{ V}, I_C = 10\text{ mA}, f = 100\text{ MHz}$		300		MHz
$C_{ob}$	Output Capacitance	$V_{CB} = 10\text{ V}, I_E = 0, f = 1\text{ MHz}$	3.5	6.0		pF
$C_{ib}$	Input Capacitance	$V_{CB} = 0.5\text{ V}, I_C = 0, f = 1\text{ MHz}$	9			pF
NF	Noise Figure	BC546 / BC547 / BC548 $V_{CE} = 5\text{ V}, I_C = 200\text{ }\mu\text{A}, f = 1\text{ kHz}, R_G = 2\text{ k}\Omega$		2.0	10.0	dB
		BC549 / BC550		1.2	4.0	
		BC548		1.4	4.0	
		BC550		1.4	3.0	

#### $h_{FE}$ Classification

Classification	A	B	C
$h_{FE}$	110 ~ 220	200 ~ 450	420 ~ 800