

Universidade Estadual de Campinas

FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO

EE534 (Laboratório de Eletrônica Básica I)

Prof. Bruno Sanches Masiero , Prof. Fernando Ortolano e Monitor
João Victor Gomes Carneiro

Nome	Henrique Parede De Souza	R.A.	260497
Nome	Mateus De Lima Almeida	R.A.	242827
Nome	Victor Hoshikawa Satoh	R.A.	260711

Data da realização do experimento	11/09/2025	Turma	X	Bancada	4
-----------------------------------	------------	-------	---	---------	---

OBSERVAÇÕES IMPORTANTES

- Apenas os locais hachurados devem ser preenchidos;
- Este relatório deve ser enviado pelo Classroom;
- Apenas um participante de cada grupo deve enviar o relatório.

Experimento III – Transistores Bipolares

1. Objetivos

- Polarizar o TBJ em configuração Emissor Comum;
- Observar efeitos da temperatura nas características da configuração Emissor Comum;
- Verificar a estabilidade do ponto de operação e do ganho.

2. Componentes

- 1 Resistor de cada valor: $470\ \Omega$; $1,2\ k\Omega$; $5,1\ k\Omega$; $15\ k\Omega$; $100\ k\Omega$; $560\ k\Omega$ e $750\ k\Omega$;
- 1 Transistor bipolar NPN, BC548;
- 1 Capacitor de $1\ \mu F$;
- 1 Trimpot, 20 voltas, de $10\ k\Omega$.

3. Parte Experimental

OBS: . Evite aquecer continuamente por muito tempo. Entre um terminal e outro aguarde algumas dezenas de segundos.

3.1. Circuito sem resistor no emissor

- 3.1.1. O circuito mostrado na Figura 1 implementa um amplificador na configuração emissor-comum. Calcule o valor de $RB1$ para se obter $VC=8V$. Para isto, você

precisará do valor do ganho de corrente hFE, também conhecido como β_{CC} . Dica, entre no [site da Octoparts](#) e digite BC548, escolha um dos fornecedores e baixe a folha de especificação (*datasheet*). Pesquise o hFE e use um valor médio aproximado. O valor encontrado serve apenas como referência, pois o hFE varia com a temperatura e também de dispositivo para dispositivo.

$hFE = 300$
$R_{B1} = 737\text{k}\Omega$ iremos usar $750\text{k}\Omega$

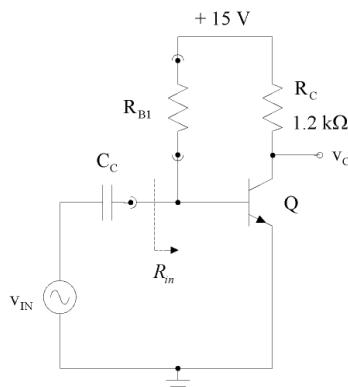


Figura 1

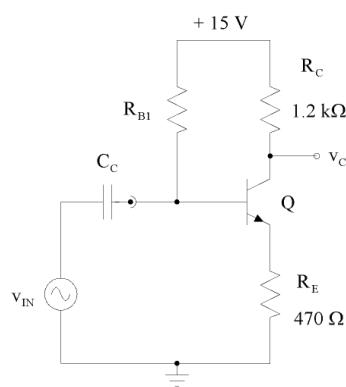


Figura 2

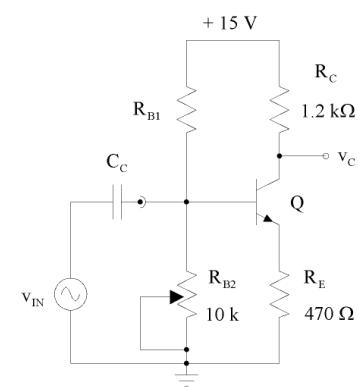


Figura 3

- 3.1.2. Meça RC e RB1. Monte o circuito da Figura 1, ainda sem a fonte de sinal e o capacitor de acoplamento. Polarize e meça VC e VB. Calcule IB, IC e β_{CC} . Compare com os valores teóricos e tire suas conclusões.

$R_C = 1.2\text{k}\Omega$	$R_{B1} = 750\text{k}\Omega$	$\beta_{CC} = 348.43$
$V_C = 7\text{V}$	$V_B = 0.65\text{V}$	
$I_C = 6.67\text{mA}$	$I_B = 19.13\mu\text{A}$	

Comparação: O β_{CC} medido é cerca de 16% maior que o valor teórico obtido no datasheet (300). A principal explicação para esta diferença consiste na obtenção do valor teórico sem levar em consideração a variação de temperatura e o dispositivo utilizado, o que pode ter induzido um valor distinto do real. Outras explicações possíveis são a diferença entre o V_B teórico (0.7V) e o experimental (0.65V), a tolerância dos resistores, variação de β_{CC} entre transistores e com o ponto de operação, erro nas medições, corrente de fuga e carregamento dos instrumentos.

a. Análise de pequenos sinais. Calcule:

- 3.1.2.a.1. A impedância de entrada R_{in} do circuito.
- 3.1.2.a.2. A frequência de passagem determinada por C_C e R_{in} .
- 3.1.2.a.3. A transcondutância do bipolar operando nesta condição.
- 3.1.2.a.4. O ganho (v_c/v_{in}) deste amplificador.

a. $R_{in} = 1305\Omega$	b. $f_c = 121,7\text{Hz}$
c. $g_m = 266.8mS$	d. $A_v = -320.6$

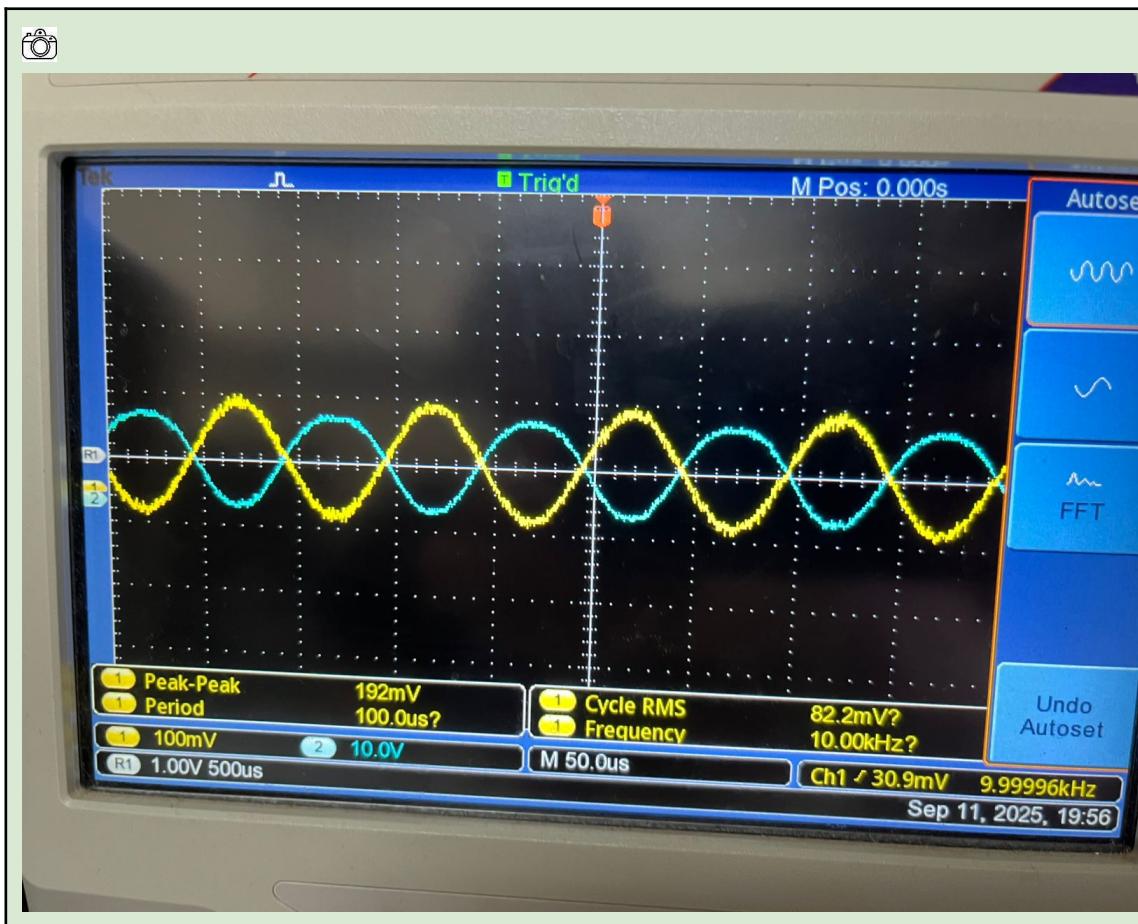
- 3.1.3. Aplique, através do capacitor de acoplamento CC, um sinal de aproximadamente 20mVpp ($offset=0$ e frequência=10 kHz) na entrada V_{in} . OBS: Atente para que a impedância do gerador de sinais esteja em alta impedância (*High Z*).

Meça o ganho experimental A_v e compare com a teoria. Fotografe ou imprima a tela do osciloscópio para V_{in} e V_C . Tome cuidado para que o transistor não opere próximo da região de saturação e nem da região de corte. Isto pode ser verificado analisando se o sinal senoidal da saída está saturando na parte de baixo (saturação) ou de cima (corte).

$$V_C = 14.4V, V_B = 152mV$$

$$A_v = -24$$

O ganho experimental foi bem menor que o previsto com $\beta = 300$. Essa diferença ocorre porque o transistor real tem β efetivo em torno de 25 no ponto de operação observado, uma vez que o transistor polarizou com I_c muito mais baixo.



- 3.1.4. Monitorando constantemente com o osciloscópio o sinal do coletor, aqueça cuidadosamente o transistor com o ferro de solda. Relate suas observações quanto ao efeito da temperatura tanto no ganho de tensão quanto no valor da tensão CC do coletor (V_C). Conclua.

O ganho diminui com o aumento da temperatura.

3.2. Circuito com resistor no emissor

- 3.2.1. Desconecte o gerador de sinais e introduza um resistor de emissor (R_E) no circuito, conforme mostrado na Figura 2. Recalcule R_B1 para se obter a máxima excursão do sinal de saída ($V_C \approx 8V$).

$$R_{B1} = 595\text{k}\Omega \text{ iremos usar } 560\text{k}\Omega$$

- 3.2.2. Meça V_B , V_C e V_E e calcule I_B , I_C , I_E e β_{CC} .

$V_B = 3.9V$	$I_B = 19,8 \mu A$	$\beta_{CC} = 328,3$
$V_C = 7.2V$	$I_C = 6,5 mA$	
$V_E = 3.2V$	$I_E = 6,8 mA$	

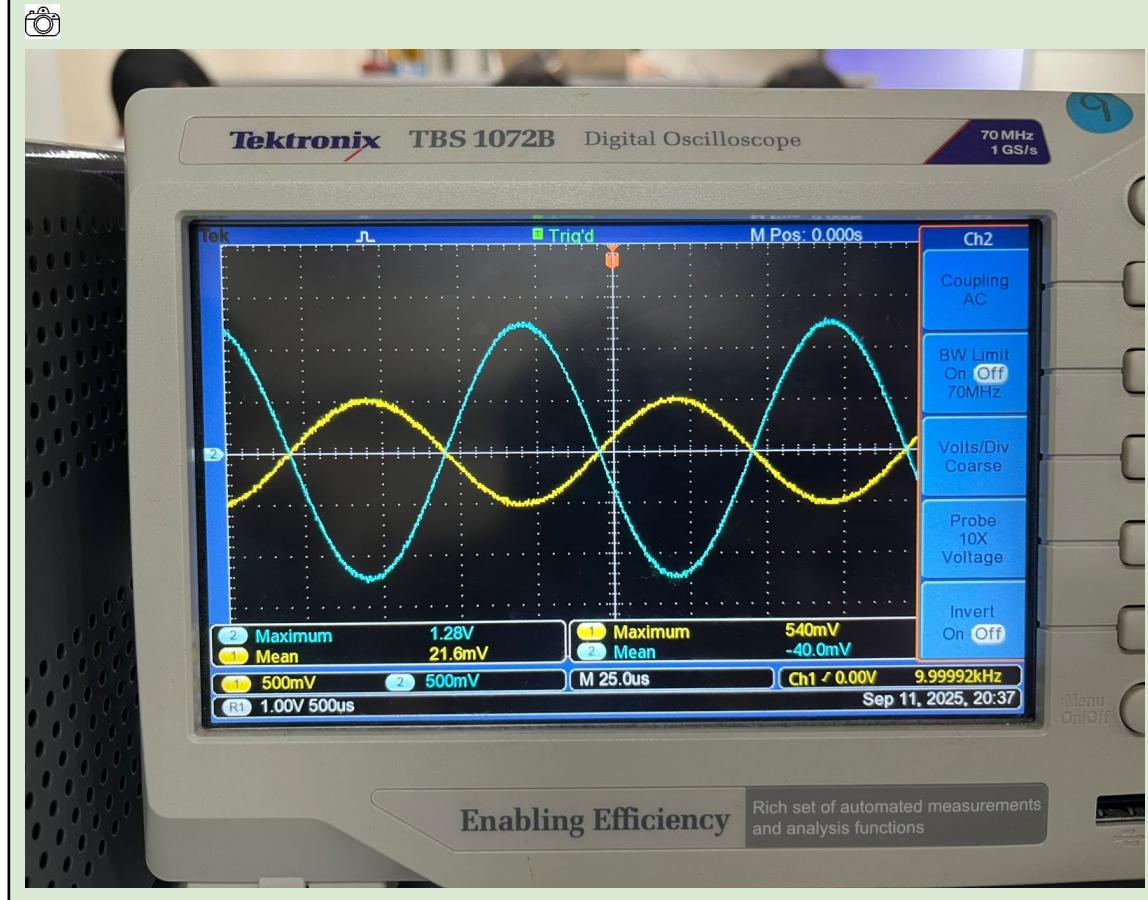
Repeta os itens 3.1.3, 3.1.4 e 3.1.5 para o circuito da Figura 2.

3.2.3

a. $R_{in} = 122K\Omega$	b. $f_c = 1,3Hz$
c. $g_m = 260,0 mS$	d. $A_v = -3,22$

3.2.4

$$A_V = 2,37$$



3.2.5

O ganho diminui com o aumento da temperatura, contudo apresenta uma variação muito menor em relação ao circuito 1. Isso pode ser explicado devido a adição do resistor de 470 ohms no emissor.

3.3. Circuito com divisor de tensão na base

- 3.3.1. Faça as alterações modificando o circuito conforme a **Figura 3**. Desconecte o gerador de sinais, substitua $R_{B1}=15\text{ k}\Omega$ e introduza o trimpot (R_{B2}), no circuito.

Ajuste o valor de trimpot R_{B2} , alterando o ponto de operação do circuito de forma a se obter a máxima excursão de sinal na saída (coletor de Q). Meça o valor de R_{B2} .

$$R_{B2} = 4.8\text{ k}\Omega$$

- 3.3.2. Com a mesma regulagem obtida através de R_{B2} meça V_B , V_C , V_E e calcule I_B , I_C e I_E .

$V_B = 3.8\text{ V}$	$I_B = 20,05\text{ }\mu\text{A}$	$\beta_{CC} = 328,3$
$V_C = 7.5\text{ V}$	$I_C = 6,576\text{ mA}$	
$V_E = 3.1\text{ V}$	$I_E = 6,596\text{ mA}$	

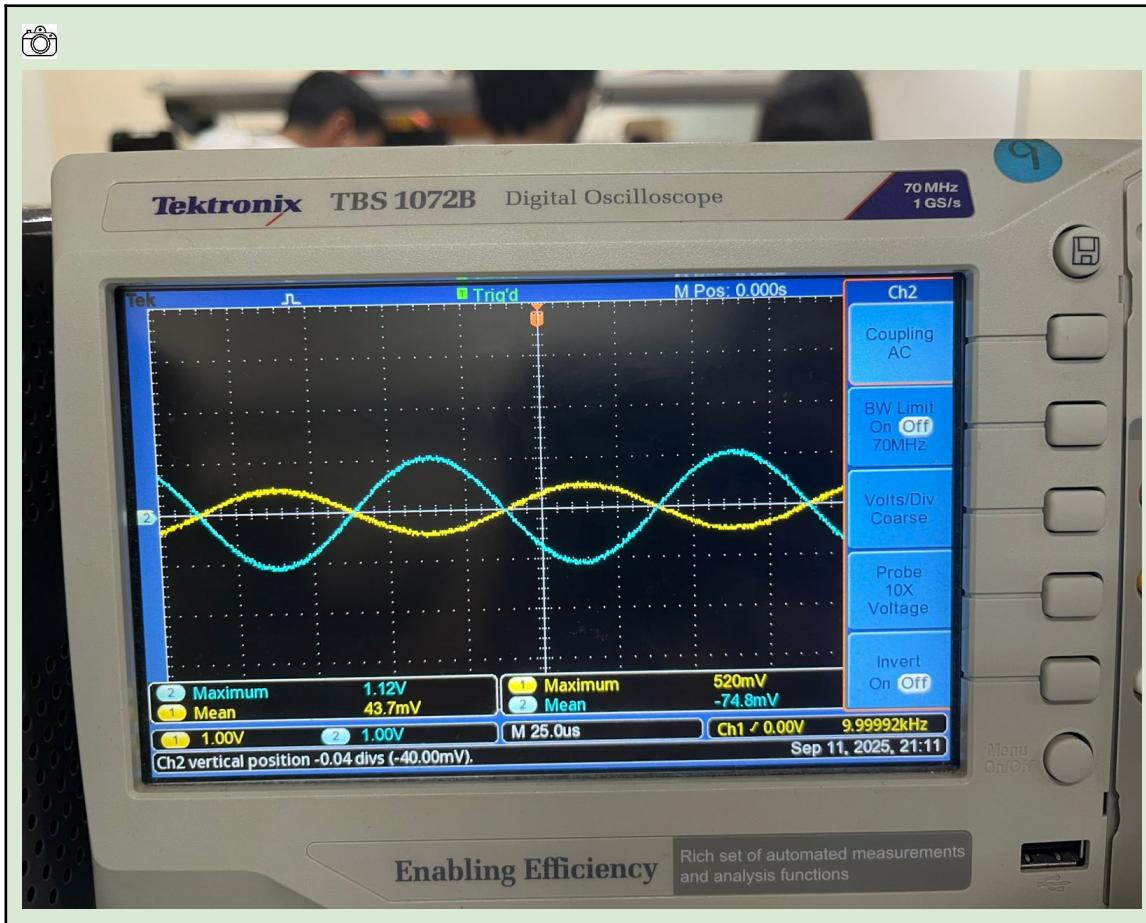
Repita os itens 3.1.3, 3.1.4 e 3.1.5 para o circuito da Figura 3.

3.3.3

a. $R_{in} = 3,55\text{ K}\Omega$	b. $f_c = 44,8\text{ Hz}$
c. $g_m = 263\text{ mS}$	c. $A_v = -2,53$

3.3.4

$$A_v = 2,15$$



3.3.5

O ganho também diminui com o aumento da temperatura, porém apresenta uma variação ainda menor em relação ao circuito 2. Isso ocorre devido à combinação do resistor de 470Ω no emissor com a polarização por divisor de tensão na base, que torna o ponto de operação mais estável, e menos sensível às variações térmicas do transistor.

4. Bibliografia

- A. S. Sedra, K.C.Smith, Microeletrônica, Makron Books Ltda.
- B. R. Boylestad e L. Nashelsky, Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos, Prentice-Hall.