

1. Título: Prática – **Amplificador transistorizado - emissor comum com R_e .**

2. Objetivos

Projeto, simulação, montagem, medição das tensões e correntes nos terminais básicos do amplificador com transistor.

3. Fundamentos Teóricos

O circuito da Figura 1 é um amplificador básico com transistor na configuração emissor comum com resistência de emissor. O amplificador pode ser polarizado por uma fonte de tensão negativa através de uma resistência ou uma fonte de corrente. A função dessa estrutura é fornecer condições que assegurem que a junção base-emissor fique diretamente polarizada e a junção base-coletor com polarizada reversa, de maneira que o transistor opere na região ativa.

Os capacitor C_{c1} , C_{c2} impedem que alguma componente CC presente na fonte de sinal CA altere o ponto de operação do amplificador, ou uma componente continua seja aplicada a carga., sendo denominados esses capacitores de desacoplamento. O capacitor CE é denominado capacitor de passagem, normalmente é calculado para que seja o polo principal definindo a frequência de core para baixas frequências.

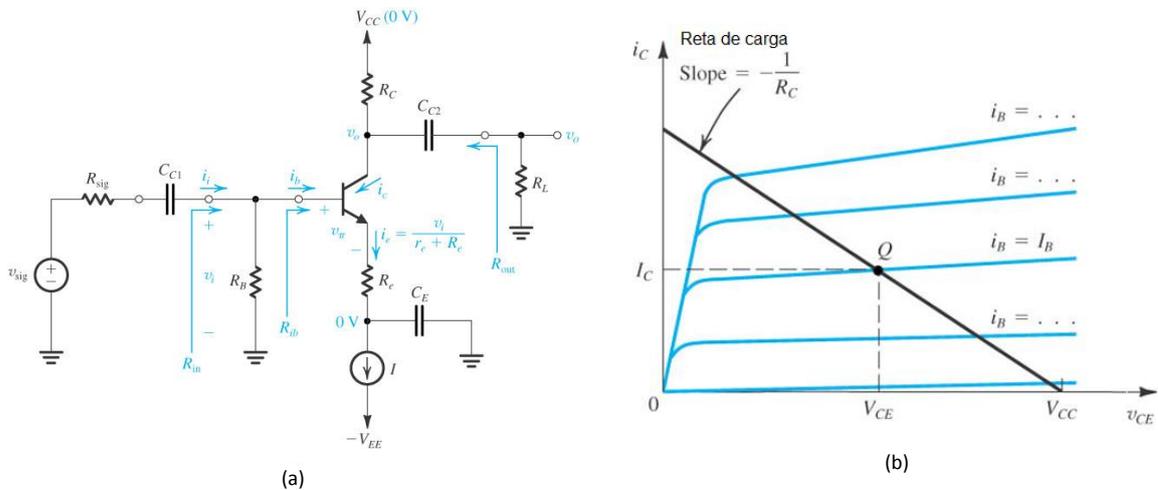


Figura 1 – a) Amp. Emissor Comum com R_e , b) características de polarização.

As características dos amplificadores com transistores dependem da configuração utilizada, sendo que cada uma possui determinadas aplicações. Independentemente da configuração utilizada, todos podem ser representados através de um dos quatro modelos ideais de amplificadores: Tensão, Corrente, Transcondutância e Transresistência.

3.1. Amplificadores de Tensão Ideal

A Figura 2 mostra o amplificador de tensão ideal, representados pelos parâmetros em pequenos sinais do modelo do transistor, com a fonte de sinal e sua respectiva resistência de saída, assim como a carga, representada através de um resistor. Os principais parâmetros são:

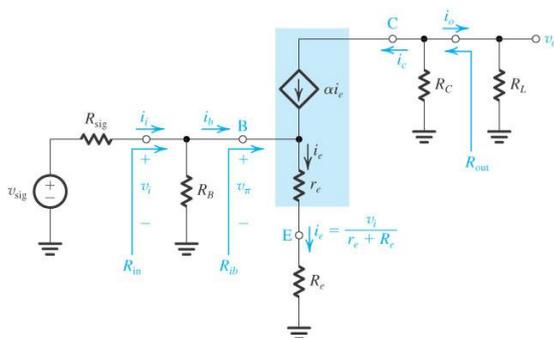


Figura 2 – Amplificador de Tensão Ideal - Modelo T

- R_{in} - Impedância de entrada do amplificador, representa a impedância vista pela fonte de sinal;
- R_{ib} - Impedância de entrada do amplificador, vista pela base;
- αi_e – fonte de corrente dependente de i_e .
- A_{vo} - Ganho de Tensão com a Saída em Aberto;
- R_{out} - Impedância de Saída, representa a impedância vista pela carga;
- R_{sig} - Impedância de Saída da Fonte de Sinal;
- R_L - Carga do Circuito;
- V_{sig} - Tensão da Fonte de Sinal;
- V_i - Tensão na Entrada do Amplificador;
- V_o - Tensão de Saída do Amplificador;

4. Trabalho Preparatório

Escolha apenas uma das topologias propostas na Figura 3 a fim de realizar o seu projeto:

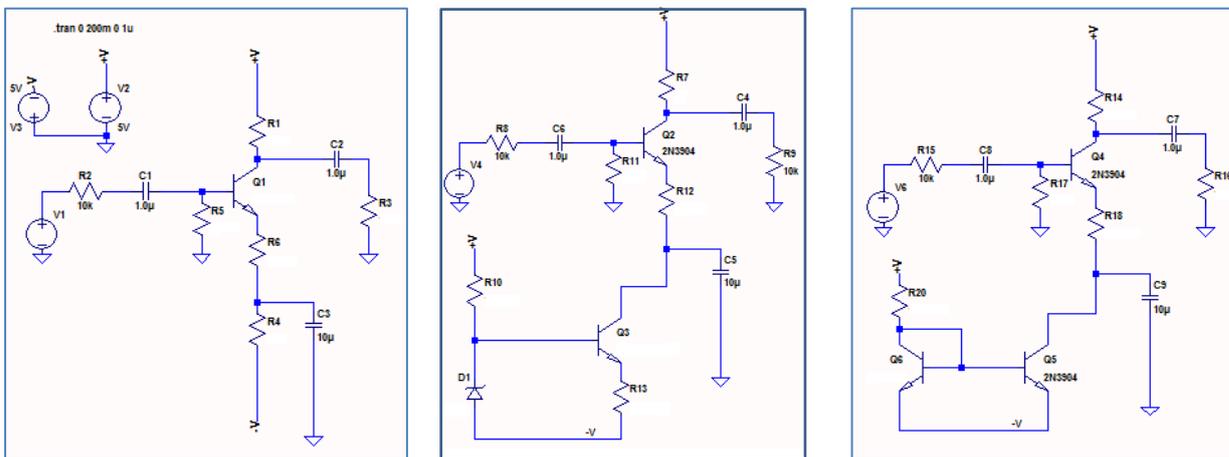


Figura 3: Formas de polarizar um amplificador emissor comum com resistência de emissor.

Projete um amplificador emissor comum com resistência de emissor de forma que:

$I_E \cong 1mA,$	$V_C \cong 1,0V$	$V_{CB} \cong 2,12V$	$V_{BE} \cong 0,65V$
$G_V \cong 20,0 V/V$	$A_V \cong 27,2 V/V$	$\beta = 300$	$V_{CC} = \pm 5V$

Considere: $R_{sig} = 10K$, $R_L = 10k$

- i. Determine:
 - ✓ R_{in} - Impedância de entrada;
 - ✓ R_{ib} - Impedância de entrada do amplificador, vista pela base;
 - ✓ αi_e – fonte de corrente dependente de $i_e = i_c$.
 - ✓ A_{vo} - Ganho de tensão com a saída em Aberto ($R_L = \infty$);
 - ✓ R_{out} - Impedância de saída;
 - ✓ V_i - Tensão na entrada do amplificador;
 - ✓ V_o - Tensão de Saída do Amplificador.

- ii. Calcule as frequências dos polos em baixas e altas frequências. Para a baixa frequência, lembre que os capacitores C1, C2 e CE determinam os polos em baixa frequência. Para as frequências dos polos em alta frequência, utilize o teorema de Miller, considere que o valor de $C_{\pi} = 8\text{pF}$ e $C_{\mu} = 4\text{pF}$, ou de acordo ao transistor escolhido para a simulação.

- iii. Simule o circuito do amplificador proposto na etapa de projeto deste trabalho e preencha as colunas referentes aos valores calculados nas tabelas. No simulador de circuitos eletrônicos escolha o transistor com parâmetros mais próximos. Os resultados obtidos na simulação servirão como valores de referencia para as leituras efetuadas durante a parte experimental.

- iv. Com o programa de simulação, determine a distorção harmônica da forma de onda da tensão de saída. Lembre-se de utilizar função `.four: .four [freq.] [nº harm] [nº períodos] [nome variável saída 1] [nome variável saída 2] { .four 1kHz 11 10 V(n008) V(n001) }`

5. Montagem do Amplificador Emissor Comum (EC) com R_E .

Procedimentos:

- Monte o circuito do amplificador da Figura 3 escolhido;
- Obtenha as tensões CC solicitadas na Tabela 1 (polarização do transistor);
- Ajuste o gerador de sinais para produzir um sinal senoidal com amplitude de 100 mVp e frequência de 1kHz. Realize as medidas de tensão CA pedidas na Tabela 2, com a saída do circuito em aberto (sem carga);
- Determinar as tensões de entrada e de saída do amplificador EC para os valores de carga especificados na Tabela 3;
- Com base na Tabela 3, preencha, na Tabela 4, os ganhos de tensão $A_v = V_o/V_i$ e os ganhos globais de tensão $G_v = V_o/V_s$, obtidos para os valores de carga especificados. Considerar valores pico a pico.
- Com a ajuda dos canais do osciloscópio, determine se existe ou não uma inversão do sinal de saída em relação ao sinal de entrada.
- Calcule as frequências de corte superior para os diferentes capacitores propostos na tabela 5. Meça as frequências de corte, inserindo capacitor de disco entre o coletor e base do transistor, para os valores sugeridos na tabela 5. Lembre que a frequência de corte se dá com o caimento de 3dBs da amplitude para um aumento da frequência.

Tabela 1 – Valores CC para o amplificador Emissor Comum com R_E .

Tensões CC – polarização do transistor					
Valores simulados			Valores medidos		
V_B	V_C	V_E	V_B	V_C	V_E

Tabela 2 – Valores CA (pico a pico) para o amplificador Emissor Comum com R_E .

Tensões CA					
Valores simulados			Valores medidos		
V_B	V_C	V_E	V_B	V_C	V_E

Tabela 3 – Valores de Entrada e Saída para Diversas Cargas

Valores simulados				
Carga - R_L	Tensões de entrada		Tensões de saída	
	V_{ip}	$V_i(\text{rms})$	V_{op}	$V_o(\text{rms})$
Infinita				
10k Ω				
4k7 Ω				
1k Ω				
Valores medidos				
Carga - R_L	Tensões de entrada		Tensões de saída	
	V_{ip}	$V_i(\text{rms})$	V_{op}	$V_o(\text{rms})$
Infinita				
10k Ω				
4k7 Ω				
1k Ω				

Tabela 4 – Valores dos ganhos de tensão e ganhos globais de tensão (considerar valores pico a pico).

Valores simulados		
Carga - R_L	Ganho de tensão	Ganho de tensão
	$A_V = V_o/V_i$	$G_V = V_o/V_{sig}$
Infinita		
10k Ω		
4k7k Ω		
1k Ω		
Valores medidos		
Carga - R_L	Ganho de tensão	Ganho de tensão
	$A_V = V_o/V_i$	$G_V = V_o/V_{sig}$
Infinita		
10k Ω		
4k7k Ω		
1k Ω		

Tabela 5 – Valores das frequências de corte para altas frequências

Valores simulados	
C_{CB} (externo)	Frequência de corte
Sem capacitor	
10pF	
100pF	
470pF	
Valores medidos	
C_{CB} (externo)	Frequência de corte
Sem capacitor	
10pF	
100pF	
470pF	

6 – Relatório e Conclusões

Devera ser apresentado um relatório contendo:

- 1) Cálculos desenvolvidos para o projeto em questão, inclusive os resultados de simulação;
- 2) Os resultados obtidos durante a realização da pratica do trabalho. Utilize os recursos que o osciloscópio apresenta para a aquisição das formas de onda;
- 3) Uma análise critica dos valores obtidos para os ganhos de tensão e ganhos globais de tensão, para os diferentes valores de carga.
- 4) Defina a THD e apresente os resultados obtidos na simulação e na prática (Total Harmonic Distortion)
- 5) Resultados teórico e prático das frequências de corte em alta e baixa frequência.
- 6) Conclusões.

7- Bibliografia

SEDRA, Adel S. e SMITH, K. C . Microeletrônica. Makron Books.

Notas de aula de Dispositivos e circuitos eletrônicos do Prof. Pedro Donoso.

Tutoriais sobre LTSpice: https://www.youtube.com/results?search_query=troliveira+ifmg