

PROJETO DE CIRCUITOS DE POLARIZAÇÃO

DISCIPLINA: Eletrônica Analógica e Digital

DOCENTE: Alfredo Rodrigues

DICENTES:

- Isabelle Nayara Alves de Azevedo;
- Mateus Bezerra de Araújo;
- Lívia Celita Lopes Araújo;
- Maianny Kelly Moreira de Andrade.

2ª INFORMÁTICA – VESPERTINO

RELATÓRIO – Grupo 07

POLARIZAÇÃO ESTÁVEL DO EMISSOR (PEE)

POLARIZAÇÃO ESTÁVEL DO EMISSOR (PEE)

Introdução – O presente projeto, que tem como tema: *Projetos de Circuito de Polarização*, foi vivenciado e desenvolvido na disciplina de *Eletrônica Analógica e Digital*, direcionado pelo professor da disciplina, *Alfredo Rodrigues*. Como conteúdo abordado para o desenvolvimento, o projeto de Polarização Estável do Emissor (PEE) foi a base para todo o desenvolvimento do trabalho. O presente trabalho visa o desenvolvimento do projeto proposto seguindo todos os critérios estabelecidos.

A polarização de circuitos garante que o transistor opere em um dos três modos existentes. O projeto de amplificador de polarização estável do emissor (PEE), em que trabalhamos, consiste fisicamente em três resistores e um transistor dentro do circuito. Trazendo assim sua grande contribuição para eletrônica através do resistor (R_e) adicionado entre o terminal do emissor e o terra, melhorando a estabilidade do circuito, tendo como finalidade impedir que as correntes aumentem bruscamente (geralmente causado por uma influência muito grande da variação de temperatura do Beta), ou seja, mesmo a corrente de carga variando ela mesma provoca alterações no circuito que a fazem voltar a corrente anterior.

PARTE CC

1. PROJETO

I. Cálculo dos Resistores de Polarização

O circuito de Polarização Estável do Emissor contém três resistores, o resistor de base (I_b), de coletor (I_c) e de emissor (I_e), uma fonte e um transistor.

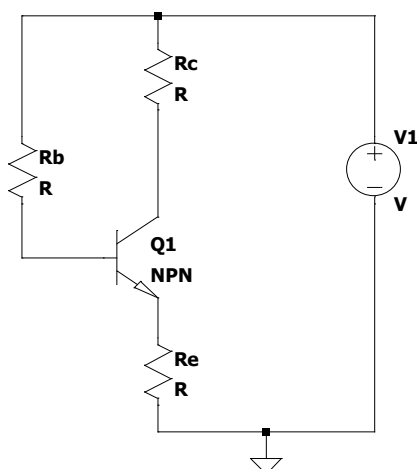


Figura 1.0: Circuito exemplo - Polarização Estável do Emissor

Seguindo os dados fornecidos para a realização do projeto, temos:

Corrente de coletor $\rightarrow I_c = 7 \text{ mA}$

Tensão de entrada $\rightarrow V_{cc} = 10\text{V}$

Beta (escolhido através do transistor 2N2222) $\rightarrow \beta = 200$

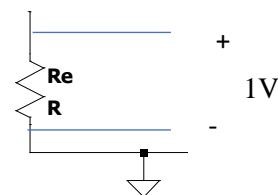
Para um melhor desenvolvimento nos cálculos dos resistores do circuito, seguimos a seguinte sequência:

1. Calcula-se o R_e ;
2. Calcula-se o R_c ;
3. Calcula-se o R_b .

II. Regras iniciais

Para iniciar o projeto adotamos as seguintes regras:

- A tensão no resistor do emissor (V_e) é 10% da tensão de entrada (V_{cc}):



$$V_e = 10\% \text{ de } V_{cc}$$

$$V_e = 1\text{V}$$

- A corrente de coletor (I_c) é igual (ou praticamente igual) a corrente de emissor (I_e):

$$I_c = 7 \text{ mA} \rightarrow I_e = 7 \text{ mA}$$

III. CÁLCULO DO R_e :

A partir dessas informações básicas sobre o circuito, calcula-se o R_e :

Utilizando a Lei de Ohm, aplicamos na fórmula:

$$R = \frac{V}{I} \rightarrow R_e = \frac{V_e}{I_e}$$

$$R_e = \frac{1}{0,007\text{A}} \rightarrow R_e = 142,85\Omega$$

Logo o valor do **Re** será de:

$$\underline{\underline{Re = 142,85\Omega}}$$

IV. CÁLCULO DO RC:

Para o cálculo do resistor de coletor faremos da seguinte forma:

Primeiro descobre-se o potencial no coletor (V_c). Sabendo que o circuito deverá operar na região ativa, a tensão V_{ce} , do coletor para o emissor, será a metade da tensão de entrada:

$$V_{cc} = 10V \rightarrow V_{ce} = 5V$$

Logo, para descobrir o potencial no coletor, a análise deve ser feita a partir do V_c ao terra:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Terra} & \rightarrow & V_e & \rightarrow & V_{ce} & \rightarrow & V_c \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ 0V & & 1V & & 5V & & 6V \\ & & & & 5V + 1V & & \end{array}$$

O objetivo dessa análise é descobrir qual a diferença de potencial entre os terminais do R_c , logo teremos:

$$\begin{aligned} V_{rc} &= V_{cc} - V_c \\ V_{rc} &= 10V - 6V \\ V_{rc} &= 4V \end{aligned}$$

Com a diferença de potencial entre os terminais do R_c , basta apenas aplicar a Lei de Ohm para solucionar o cálculo do resistor R_c :

$$R = \frac{V}{I} \rightarrow R_c = \frac{V_{rc}}{I}$$

$$R_c = \frac{4V}{0,007} \rightarrow R_c = 571\Omega$$

Logo o valor do **Re** será de:

$$\underline{\underline{R_c = 571,4\Omega}}$$

V. CÁLCULO DO RB:

Para o cálculo do resistor de base (R_b), faremos os cálculos a partir da análise de malhas:

$$V_{cc} - R_b \cdot I_b - V_{be} - 1V$$

Reorganizando a equação....

$$V_{cc} - V_{be} - 1 = R_b \cdot I_b$$

$$V_{cc} - 0,7 - 1 = R_b \cdot I_b$$

$$V_{cc} - 1,7 = R_b \cdot I_b$$

Reorganizando novamente...

$$R_b \cdot I_b = V_{cc} - 1,7$$

$$R_b = \frac{10 - 1,7}{I_b}$$

Para descobrir a corrente de base, faremos:

Sabendo a corrente de I_c e o beta do transistor, logo aplicamos na seguinte equação:

$$I_c = \beta \cdot I_b \rightarrow I_b = \frac{I_c}{\beta}$$

$$I_b = \frac{0,007A}{200} \rightarrow I_b = 0,000035A$$

Agora, substituindo o valor de I_b na equação, teremos:

$$R_b = \frac{10 - 1,7}{0,000035} \rightarrow R_b = \frac{8,3}{0,000035}$$

Logo o valor de **Rb** será de:

$$\underline{\underline{R_b = 237,1k\Omega}}$$

Com tudo, após os cálculos, concluímos que:

- **$R_e = 142,85\Omega$**
- **$R_c = 571,4\Omega$**
- **$R_b = 237,1k\Omega$**

2. SIMULAÇÃO E RESULTADOS

Após a projeção e simulação do circuito no LTspice, avaliamos os valores das medições feitas nos seguintes pontos:

- a. **Vbe:** Tensão medida do terminal da base para o terminal do emissor:

Aproximadamente -707.2 mV \rightarrow Tensão = **0,7V**^{a.}

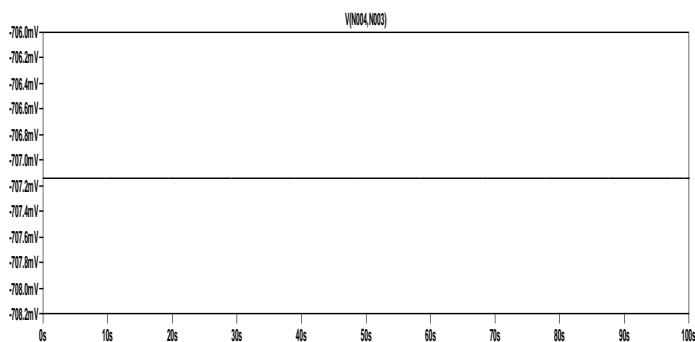


Figura 2.1: Gráfico de medição do Vbe no LTspice

- b. **Vce:** Tensão medida do terminal do coletor para o terminal do emissor:

4.9V \rightarrow Tensão = **5V**

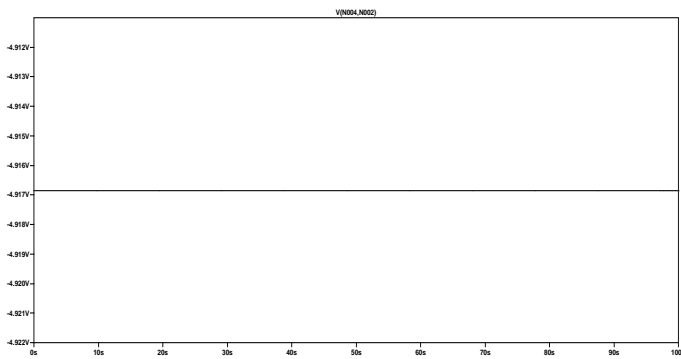


Figura 2.2: Gráfico de medição do Vce no LTspice

- c. **Ve:** Tensão medida no terminal do emissor:

Tensão = **1V**

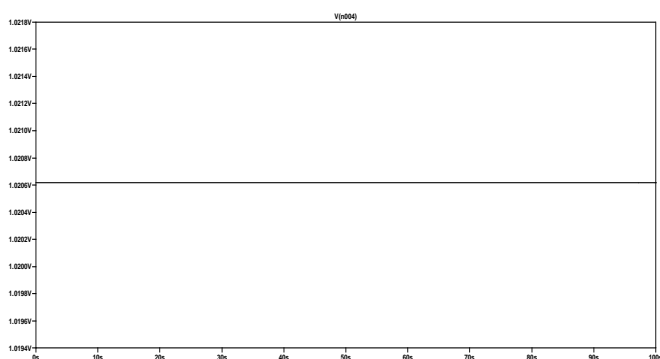


Figura 2.3: Gráfico de medição do Ve no LTspice

- d. **Vc:** Tensão medida no terminal do coletor:

5.9V \rightarrow Tensão = **6V**

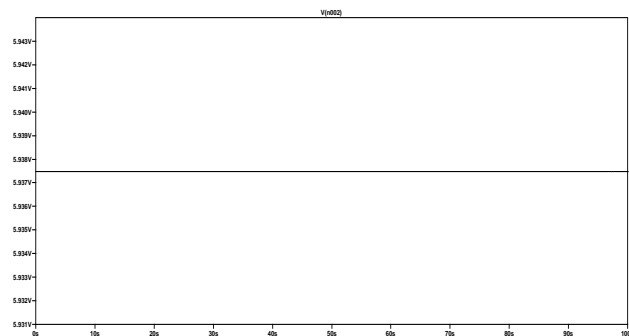


Figura 2.4: Gráfico de medição do Vc no LTspice

- e. **Ic:** Corrente medida no terminal do coletor:

Ic = **7 mA**

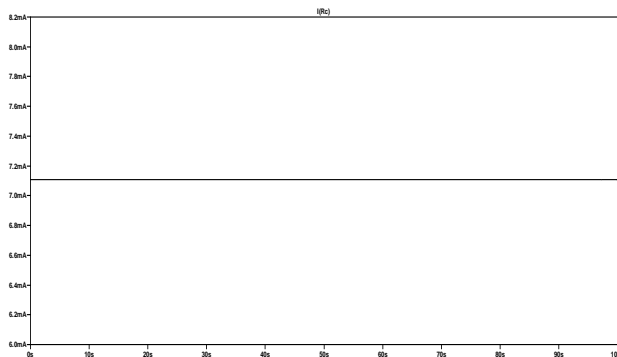


Figura 2.5: Gráfico de medição da Ic no LTspice

- f. **Ib:** Corrente medida no terminal da base:

Ib = **0,000035A**

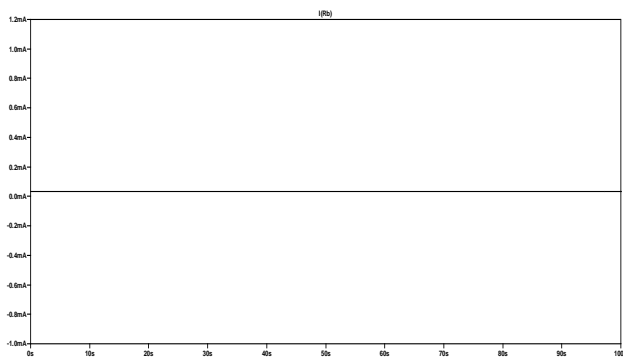


Figura 2.6: Gráfico de medição da Ib no LTspice

g. I_e: Corrente medida no terminal do emissor:

$$I_e = 7 \text{ mA}$$

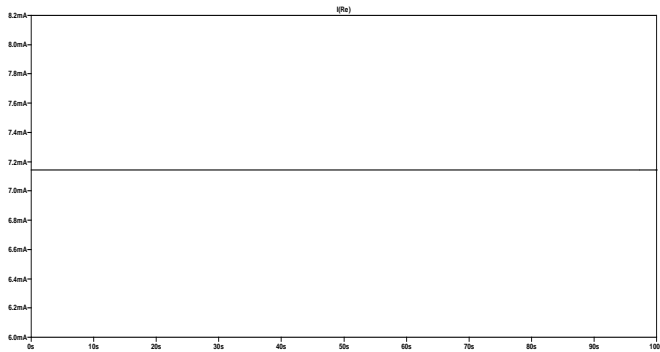


Figura 2.7: Gráfico de medição da I_e no LTspice

▪ **Circuito Projetado no LTspice:**

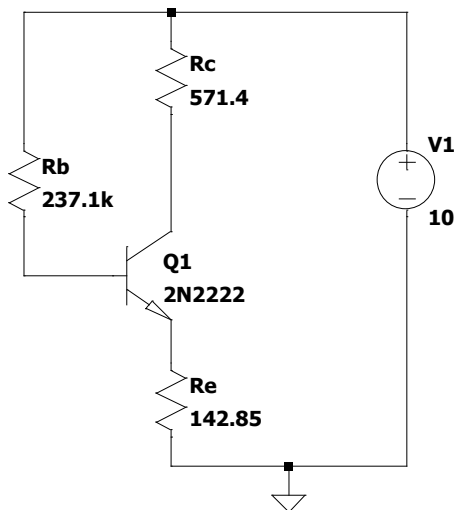


Figura 2.8: Circuito exportado com valores correspondentes atribuídos

Após a projeção do circuito com os componentes citados, aplicamos uma onda senoidal com frequência de 1 kHz e amplitude de 50 milivolts à entrada do circuito (capacitor de entrada).

Com isso, observamos a forma de onda da tensão de entrada e da tensão de saída com a inserção do capacitor. Após isso analisamos o ganho do circuito.

▪ **Circuito Projetado no LTspice:**

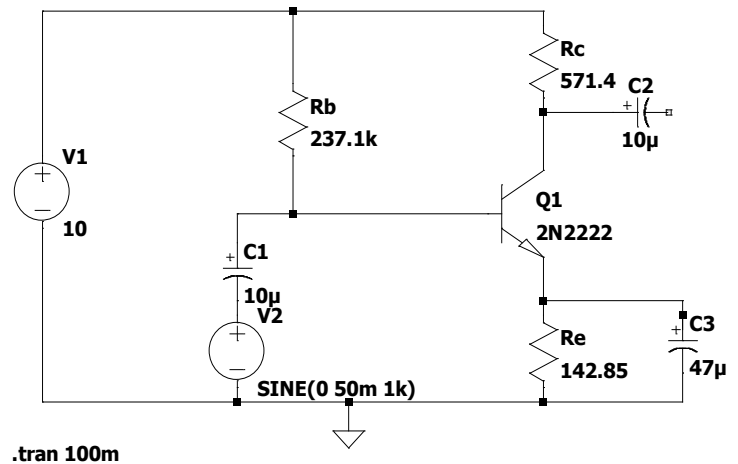


Figura 2.9: Circuito exportado com valores correspondentes atribuídos

PARTE CA (SIMPLIFICADA)

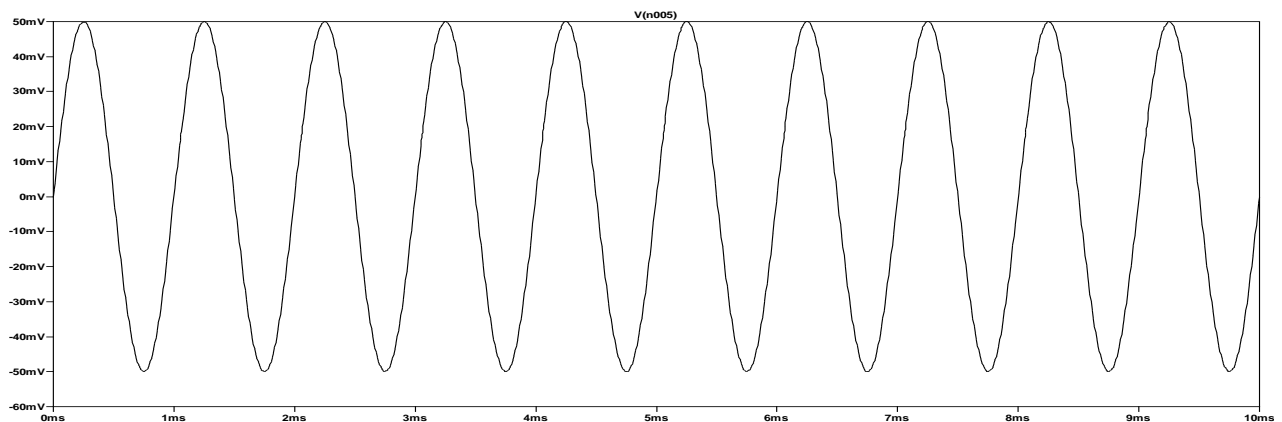
3. USO DE CAPACITORES

A PARTE CA (SIMPLIFICADA) do projeto nos levou a análise do mesmo circuito com novas mudanças, o uso do capacitores no circuito, que tem como função não permitir a passagem de corrente contínua de um lado do circuito para outro.

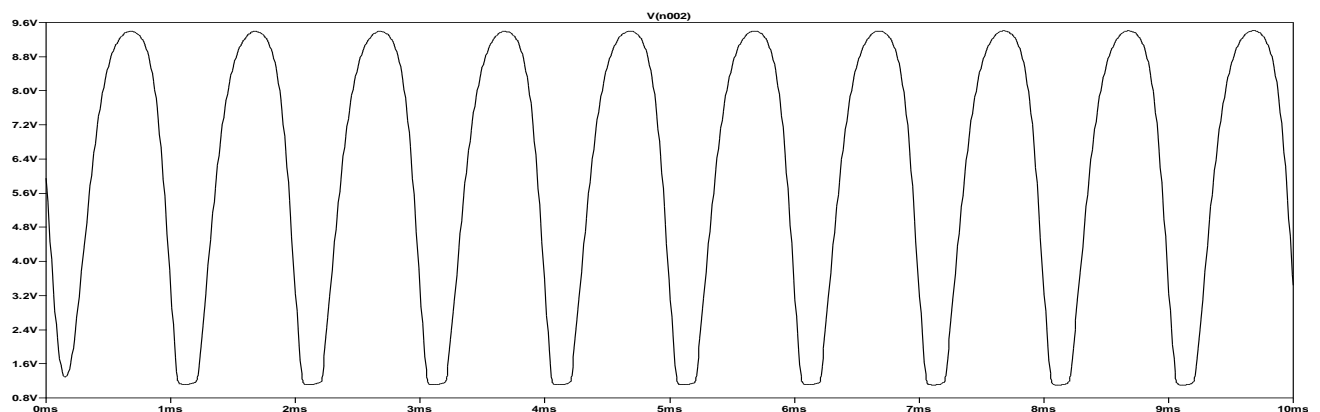
De início modifica-se o circuito a partir das seguintes análises: Inserimos os capacitores de Entrada e Saída, capacitores estes, eletrolíticos de 10uF. Inserimos também o capacitor de desvio com valor de 47uF.

- GRÁFICOS - FORMA DE ONDA DE TENSÃO DE ENTRADA E DE SAÍDA APÓS O CAPACITOR

- Forma de onda da tensão de entrada:
Variação entre -50 mV e 50 mV de tensão



- Forma de onda da tensão após o capacitor de saída:
Variação entre 1V e 10V de tensão



- GANHO DO CIRCUITO

Informada a tensão de entrada e a tensão de saída do circuito projetado, calculamos o ganho que o circuito adquiriu.

Dividindo a tensão de saída pela tensão de entrada, temos:

$$\frac{\text{Tensão de saída}}{\text{Tensão de entrada}}$$

Colocando na mesma escala....

$$\frac{10V}{0,050V}$$

Logo o ganho do circuito projetado é de 200V.

4.CONCLUSÃO

Neste relatório abordamos o tema Polarização Estável do Emissor (PEE), seu desenvolvimento, como funciona e suas variações no contexto da eletrônica.

Levando em consideração tudo o que foi mostrado anteriormente, podemos concluir que a Polarizado Estável do Emissor(PEE) como amplificador é teoricamente razoável, tendo em vista que existem outros tipos de polarização que vem a ser melhores do que ela, como é o caso da Polarização por Divisor de Tensão (PDT). Apesar disso, ela ainda é mais recomendada que alguns outros tipos de Polarização, como é o caso

da Polarização Fixa(PF), tendo em vista que ela possui o acréscimo de um resistor no terminal do Emissor que tem como objetivo impedir que a corrente de coletor varie bruscamente por conta das alterações da temperatura do Beta, fator de extrema importância nos três tipos de polarização que tivemos de trabalhar, em vista que a variação de temperatura sobre o Beta pode variar também as correntes dos terminais.

Obs.: Neste relatório foram exportadas imagens de gráficos de medições, e para uma melhor visualização, sugiro que amplie um pouco a imagem, pois os dados que são estão contidos nas imagens são bem pequenos, dificultando a visualização.