

ELETRÔNICA BÁSICA I – ELE08497 - LABORATÓRIO 5

BJT - CIRCUITOS DE POLARIZAÇÃO

1- OBJETIVO

Avaliar qualitativamente e comparativamente a estabilidade dos circuitos de polarização para transistores bipolares de junção (BJT).

2- INTRODUÇÃO TEÓRICA

O transistor utilizado nas montagens dos circuitos da parte experimental deste laboratório é o BC237 cujos terminais são identificados na figura abaixo.



Seus principais parâmetros são: $I_C \leq 100 \text{ mA}$; $V_{CE0} \leq 45 \text{ V}$; $V_{EB0} \leq 6 \text{ V}$. BC237A: $120 \leq h_{FE} = \beta \leq 220$; BC237B: $180 \leq h_{FE} = \beta \leq 460$; BC237C: $380 \leq h_{FE} = \beta \leq 800$.

2.1- PONTO QUIESCENTE OU PONTO MÉDIO DE OPERAÇÃO

Ponto médio de operação ou ponto quiescente é o ponto de operação do circuito de polarização ou de corrente contínua do transistor. É denominado de ponto médio porque as variações dos circuitos amplificadores se dão em torno desse ponto. Seus parâmetros de especificação recebem o sufixo Q de quiescente, e ele é especificado por: V_{CEQ} , I_{CQ} , V_{BEQ} e I_{BQ} .

A tensão V_{BE} é praticamente constante e igual, nos transistores de silício (0,7V).

2.2- ESTABILIDADE

Uma das principais métricas de qualidade de um circuito de polarização é a estabilidade de seu ponto quiescente. Esta é afetada pela variação dos parâmetros do transistor, principalmente o h_{FE} ou β , e pela temperatura de operação, visto que o transistor quando na região ativa sempre produz calor, fruto do seu dispêndio de potência cujo valor médio é dado pelo produto de V_{CEQ} por I_{CQ} .

O parâmetro h_{FE} ou β de um transistor geralmente apresenta variações de até 500%.

2.3- REGIÃO ATIVA

Região ativa de um transistor é aquela em que existe linearidade entre as correntes de coletor e de base: . Nesta região a tensão da junção coletor base é reversa, isto é: $V_{CE} > 0,7 \text{ V}$.

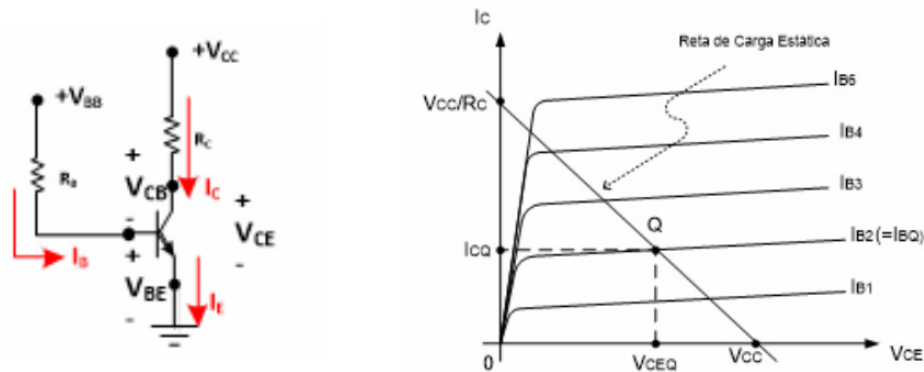
O aumento da temperatura de operação com o transistor na região ativa provoca:

- Diminuição de $2,5 \text{ mV} / ^\circ\text{C}$ na tensão da junção V_{BE} . Isto faz aumentar I_B , e por consequência aumento de I_C .
- Grande aumento de $h_{FE} = \beta$, e por consequência grande aumento de I_C .

2.4- RETA DE CARGA

Reta de carga é o gráfico de I_C em função de V_{CE} . Também pode ser entendida como o lugar geométrico das raízes dessa equação. O ponto quiescente do circuito de polarização é determinado pela intersecção da reta de carga com a curva característica de saída do transistor ($I_C * V_{CE}$) para um I_B definido.

O ponto quiescente pode ser escolhido de forma a permitir a máxima excursão simétrica no sinal de saída do transistor. Neste caso, sua localização ideal deve ser no meio da reta de carga, conforme figura abaixo.



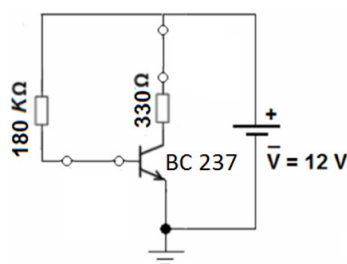
Na figura acima, a reta de carga é determinada facilmente por seus pontos notáveis:

- Para $V_{CE} = 0$ obtém-se o máximo para I_c . Nesta condição o transistor está saturado.
- Para $I_c = 0$ obtém-se o máximo para $V_{CE} = +V_{CC}$. Nesta condição o transistor está cortado.

3- PARTE EXPERIMENTAL

3.1- Circuitos Sem Realimentação Negativa

3.1.1- Crie no simulador o circuito da figura abaixo.



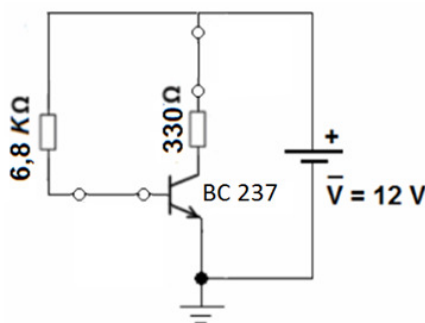
3.1.2- Tire um print da tela do arquivo.sch, mostrando como ficou circuito e os recursos de simulação usados.

3.1.3- Meça o ponto quiescente I_{BQ} , I_{CQ} e V_{CEQ} e também V_{BEQ} .

$I_{BQ} = \underline{\hspace{1cm}}$ $I_{CQ} = \underline{\hspace{1cm}}$ $V_{CEQ} = \underline{\hspace{1cm}}$ $V_{BEQ} = \underline{\hspace{1cm}}$

3.1.4- Aumente a temperatura do transistor entre 20 °C e 270 °C em intervalos de 10 °C. O parâmetro a ser alterado é o identificado como Temp na tabela de propriedades do transistor no QUCS. Registre em uma tabela os valores de V_{CE} em função dos valores de Temp.

3.1.5- Substitua o resistor de 180 KΩ por um de 6,8 KΩ no circuito simulado no item 3.1.1.



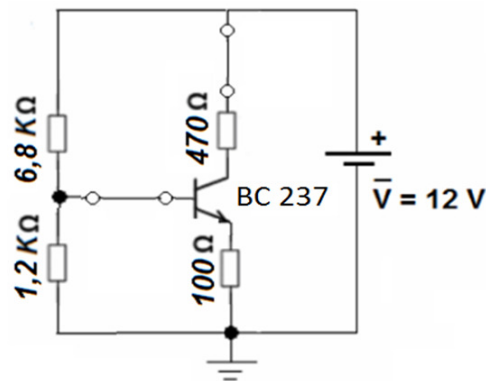
3.1.6- Tire um print da tela do arquivo.sch, mostrando como ficou circuito e os recursos de simulação usados.

3.1.7- Meça o ponto quiescente I_{BQ} , I_{CQ} e V_{CEQ} e também V_{BEQ} .

$I_{BQ} = \underline{\hspace{1cm}}$ $I_{CQ} = \underline{\hspace{1cm}}$ $V_{CEQ} = \underline{\hspace{1cm}}$ $V_{BEQ} = \underline{\hspace{1cm}}$

3.2- Circuito de Polarização com Realimentação Negativa pelo Resistor de Emissor

3.2.1- Crie no simulador o circuito da figura abaixo.



3.2.2- Tire um print da tela do arquivo.sch, mostrando como ficou circuito e os recursos de simulação usados.

3.2.3- Meça o ponto quiescente I_{BQ} , I_{CQ} e V_{CEQ} e também V_{BEQ} .

$I_{BQ} = \underline{\hspace{1cm}}$ $I_{CQ} = \underline{\hspace{1cm}}$ $V_{CEQ} = \underline{\hspace{1cm}}$ $V_{BEQ} = \underline{\hspace{1cm}}$

3.2.3- Aumente a temperatura do transistor entre 20 °C e 270 °C em intervalos de 10 °C. O parâmetro a ser alterado é o identificado como Temp na tabela de propriedades do transistor no QUCS. Registre em uma tabela os valores de V_{CE} em função dos valores de Temp.

3.2.4- Com os dados das tabelas obtidas nos itens 3.1.4 e 3.2.3, trace as curvas de V_{CE} versus Temp em um mesmo gráfico para fins de comparação.

3.2.5- Responda qual dos dois circuitos simulados demonstra ser mais estável com a temperatura?