

CHAPTER 5

Aula 23:

A corrente de base e a resistência de entrada da base no modelo do TBJ (p.276-279)

107
107

PSI 3321– Eletrônica Programação para a Terceira Prova

19ª 17/05	Estruturas e símbolos dos transistores bipolares de junção, definição dos modos de operação (corte, ativo, saturação) do TBJ, operação do transistor npn no modo ativo (polarização e distribuição de portadores minoritários).	Sedra, Cap. 5 p. 235-238
20ª 20/05	Equações das correntes no transistor (definição do ganho de corrente em emissor comum - β - e do ganho de corrente em base comum - α), modelos de circuitos equivalentes para grandes sinais do transistor npn operando no modo ativo, exercícios.	Sedra, Cap. 5 p. 239-243.
21ª 31/05	Análise cc de circuitos com transistores, exercícios selecionados: 5.1, 5.4, 5.10.	Sedra, Cap. 5 p. 246 + 264-269
22ª 03/06	O TBJ como amplificador para pequenos sinais (as condições c.c., a corrente de coletor e a transcondutância)	Sedra, Cap. 5, p. 263-264; p. 275-276.
23ª 07/06	A corrente de base e a resistência de entrada da base, a resistência de entrada do emissor. Ganho de tensão, Exemplo 5.38, modelos equivalentes (modelos π -híbrido e T)	Sedra, Cap. 5, p. 276-279
24ª 14/06	Aplicação dos modelos equivalentes para pequenos sinais, Efeito Early. O amplificador emissor comum (EC) - Exercício 5.43	Sedra, Cap. 5 p. 290-293
25ª 17/06	Aula de Exercícios	
3ª. Semana de Provas (20/06 a 24/06/2016) Data: 22/06/2016 (quarta feira) – Horário: 13:10h às 15:10h		

23ª Aula: Amplificadores com TBJ

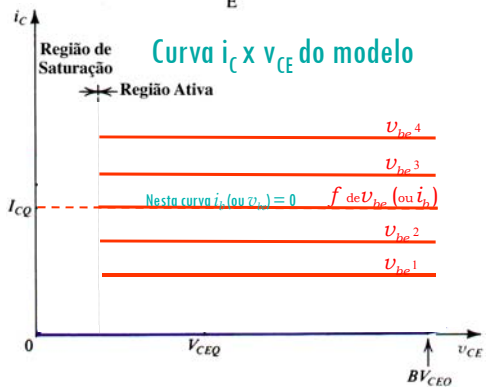
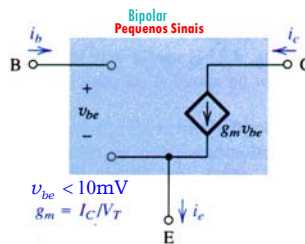
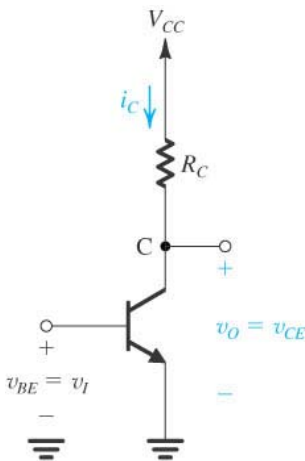
A resistência de base no Modelo para Pequenos Sinais do TBJ

Ao final desta aula você deverá estar apto a:

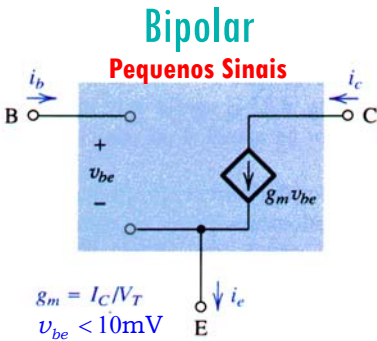
- Explicar a importância da resistência de entrada do transistor TBJ
- Determinar ganhos de tensão para pequenos sinais com maior precisão que a aula anterior em circuitos simples que empreguem transistor TBJ

109

Visualizando Graficamente o Modelo do TBJ



Aprimorando o Modelo para Pequenos Sinais para o Transistor TBJ: a resistência r_π



$i_b \neq 0!!! \rightarrow$ resistência entre b e e estabelecer uma relação entre v_{be} e i_b (resistência)

$$i_C = I_C + i_c$$

$$i_B = \frac{I_C}{\beta} + \frac{i_c}{\beta}$$

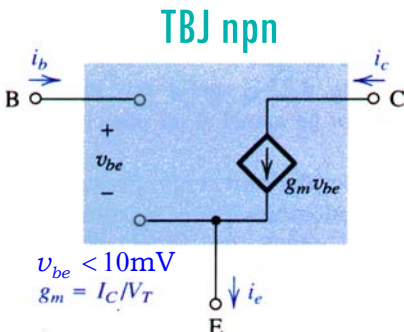
$$i_b = \frac{1}{\beta} \frac{I_C}{V_T} v_{be}$$

$$v_{be} = r_\pi i_b$$

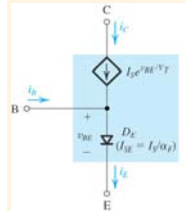
111

O Modelo para Pequenos Sinais para o Transistor TBJ: A resistência r_π

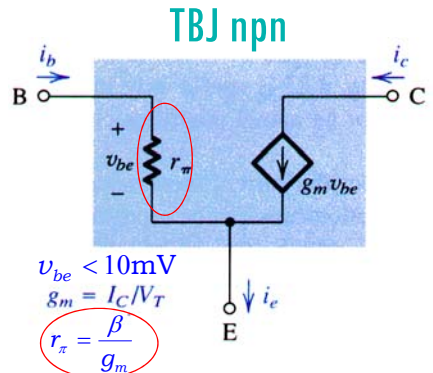
Região ativa (npn) p/ Pequenos Sinais (muito simples)



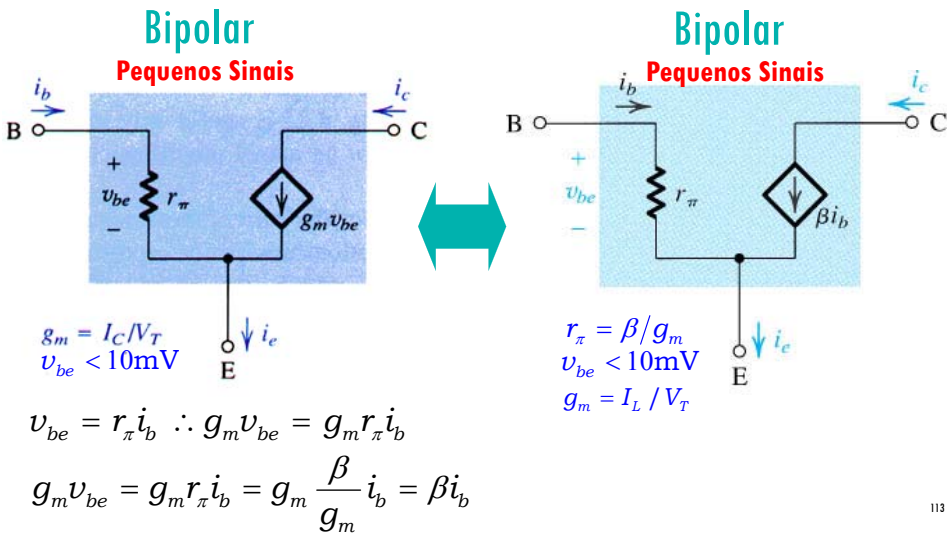
Grandes sinais



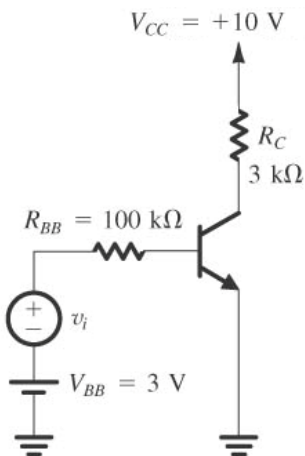
Região ativa (npn) p/ Pequenos Sinais (melhorado)



Adequando o Modelo para Pequenos Sinais para o TBJ com a resistência r_π



De novo o Exemplo 5.14: Desejamos analisar o circuito abaixo para determinar seu ganho de tensão. Suponha $\beta = 100$

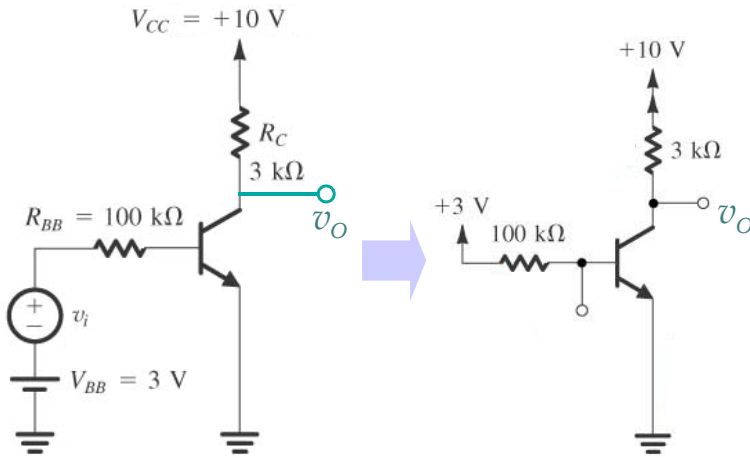


Estratégia de análise:

1. Determine o ponto de operação cc do TBJ e em particular o valor da corrente cc de coletor, I_C
2. Calcule os valores dos parâmetros do modelo para pequenos sinais: $g_m = I_C / V_T$ e $r_\pi = \beta / g_m$
3. Elimine as fontes cc substituindo cada fonte cc de tensão por um curto-circuito e cada fonte cc de corrente por um circuito aberto.
4. Substitua o TBJ por um dos seus modelos equivalentes. Embora qualquer um dos modelos possa ser utilizado, um deles deve ser mais conveniente dependendo do circuito a ser analisado.
5. Analise o circuito resultante para determinar as grandezas de interesse (por exemplo, ganho de tensão, resistência de entrada).

Exemplo 5.14: Desejamos analisar o circuito abaixo para determinar seu ganho de tensão. Suponha $\beta = 100$

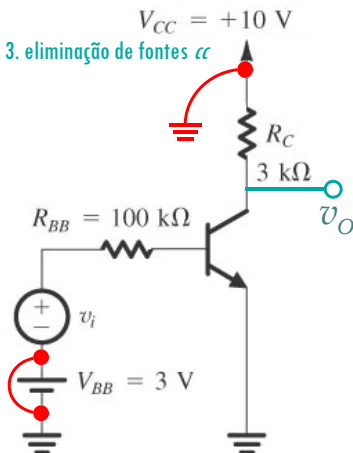
1. Determine o ponto de operação cc do TBJ e em particular o valor da corrente cc de coletor, I_C



115

Exemplo 5.14: Desejamos analisar o circuito abaixo para determinar seu ganho de tensão. Suponha $\beta = 100$

2. Calcule os valores dos parâmetros do modelo para pequenos sinais: $g_m = I_C / V_T$ e $r_\pi = \beta / g_m$
3. Elimine as fontes cc substituindo cada fonte cc de tensão/corrente por curto-circuitos/circuitos abertos
4. Substitua a TBJ por um dos seus modelos equivalentes

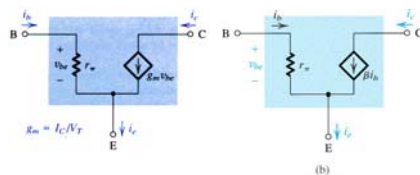


2. parâmetros

$$g_m = I_C / V_T = 2,3\text{mA} / 25\text{mV} = 92\text{mA/V}$$

$$r_\pi = \beta / g_m = 100 / 92\text{mA/V} = 1,09\text{ k}\Omega$$

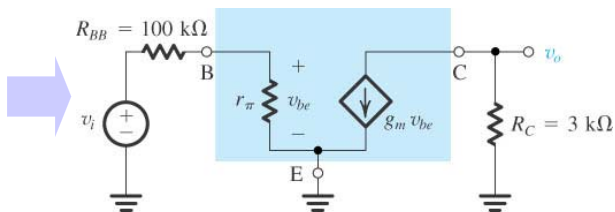
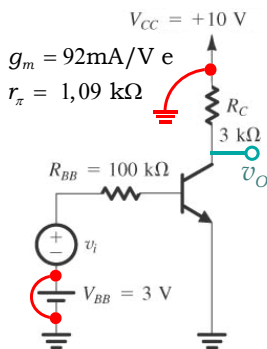
4. modelos



116

Exemplo 5.14: Desejamos analisar o circuito abaixo para determinar seu ganho de tensão. Suponha $\beta = 100$

5. Analise o circuito resultante para determinar as grandezas de interesse (por exemplo, ganho de tensão, resistência de entrada).



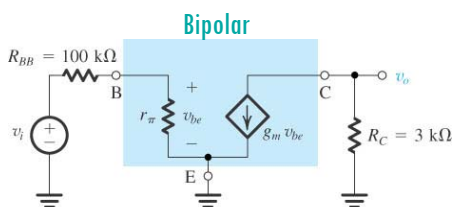
$$v_O = -g_m v_{be} \times R_C \quad v_{be} = \frac{r_\pi}{R_{BB} + r_\pi} v_i$$

$$A_v|_{\text{Carga}=\infty} = \frac{v_O}{v_i}|_{\text{Carga}=\infty} = -\frac{r_\pi}{R_{BB} + r_\pi} g_m R_C$$

$$A_v|_{\text{Carga}=\infty} = -\frac{1,09}{100 + 1,09} 92m \times 3k = -2,98 \frac{V}{V}$$

Exemplo 5.14: Desejamos analisar o circuito abaixo para determinar seu ganho de tensão. Suponha $\beta = 100$

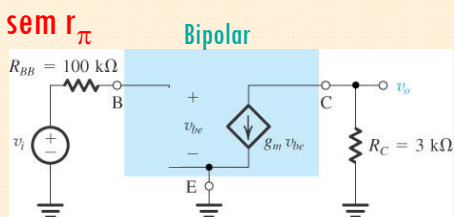
5. Analise o circuito resultante para determinar as grandezas de interesse (por exemplo, ganho de tensão, resistência de entrada).



$$v_O = -g_m v_{be} \times R_C \quad v_{be} = \frac{r_\pi}{R_{BB} + r_\pi} v_i$$

$$A_v|_{\text{Carga}=\infty} = \frac{v_O}{v_i}|_{\text{Carga}=\infty} = -\frac{r_\pi}{R_{BB} + r_\pi} g_m R_C$$

$$A_v|_{\text{Carga}=\infty} = -\frac{1,09}{100 + 1,09} 92m \times 3k = -2,98 \frac{V}{V}$$



$$v_O = -g_m v_{be} \times R_C \quad v_{be} = v_i$$

$$A_v|_{\text{Carga}=\infty} = \frac{v_O}{v_i}|_{\text{Carga}=\infty} = -g_m R_C$$

$$A_v|_{\text{Carga}=\infty} = -92m \times 3k = -276 \frac{V}{V}$$