

Resolução (compacta):

1. $I_5 = \frac{12 - 0,7}{10k} = 1,13 \text{ mA} \Rightarrow I_6 = I_7 = 1,13 \text{ mA}$ e $I_3 \cong I_7$, desprezando

$I_{B4} \cdot V_{B3} = 4,3V \Rightarrow V_{E3} = 5V \Rightarrow I_{560} = \frac{6-5}{560} \cong 1,79 \text{ mA}$

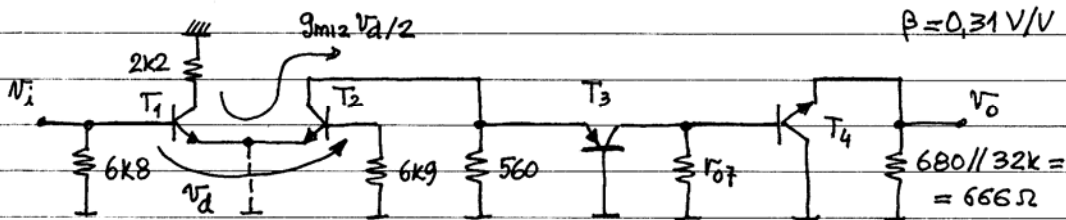
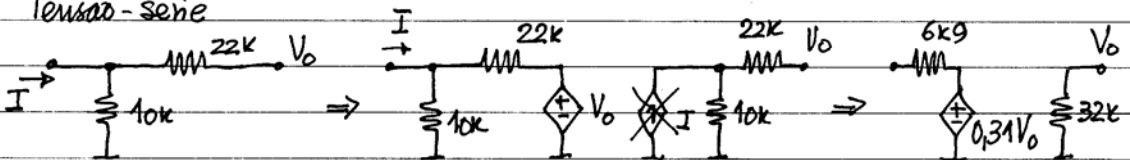
$I_2 = I_{560} - I_3 \cong 0,66 \text{ mA}$

$I_1 = I_6 - I_2 \cong 0,47 \text{ mA}$ $V_0 \cong V_{E4} \cong 0 \Rightarrow I_{680} = \frac{0 - (-6)}{680} = 8,82 \text{ mA}$

Com $I_{B2} \cong 0$, $I_{10+22} \cong 0 \Rightarrow I_4 \cong I_{680}$

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
I	0,47	0,66	1,13	8,82	1,13	1,13	1,13
V _c	4,97	5	0,7	6	-5,3	-0,7	0,7
V _B	0	0	4,3	0,7	-5,3	-5,3	-5,3
V _E	-0,7	-0,7	5	0	-6	-6	-6

2. Tensão-série



3. $g_{m4} = 350 \text{ mA/V} \Rightarrow r_{e4} \cong 2,9 \Omega$ e $r_{o4} = 5,71 \text{ k}\Omega \Rightarrow R_{E4} = r_{o4} // 666 = 596 \Omega$

Como $596 \gg 2,9$ $A_{44} \cong 1$

$R_{i4} = 201(2,9 + 596) \cong 120 \text{ k}\Omega$ $I_3 \cong I_7 = g_{m3} V_T = 1,13 \text{ mA} \Rightarrow$

$\Rightarrow r_{o3} = r_{o7} = 44,4 \text{ k}\Omega$

$R_{i3} = r_{o7} // R_{i4} \cong 32,4 \text{ k}\Omega$ Como r_{o3} é da mesma ordem de grandeza de R_{i3} , não pode ser ignorada. Para o BC uma boa aproximação, neste caso, é $A_v = g_m (r_o // R_L)$.

Logo $A_3 = g_{m3} (32,4 \text{ k} // 44,4 \text{ k}) \cong 844 \text{ V/V}$

$A_{12} = \frac{1}{2} g_{m12} (r_{o2} // 560 // R_{i3}) \cong 0,24$ sendo $r_{o2} = \frac{50}{0,55 \text{ m}} \cong 91 \text{ k}\Omega$

$R_{i3} = r_{e3} \cong 22 \Omega$ Como $r_{\pi 12} = \frac{200}{22 \text{ m}} = 9,1 \text{ k}\Omega \Rightarrow R_{id} = 18,2 \text{ k}\Omega$

logo $\frac{v_d}{v_i} = \frac{18 \text{ k}\Omega}{18 \text{ k}\Omega + 6 \text{ k}\Omega} = 0,73$

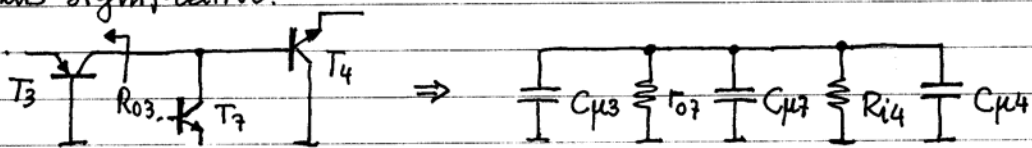
e finalmente:

$A_v = 0,73 \times 0,24 \times 844 \cong 148 \text{ V/V}$

$$4. \quad A_{vf} = \frac{A_v}{1 + \beta A_v} \approx 3,3 \text{ V/V} \quad R_i = 6\text{k}\Omega // (18\text{k}\Omega + 6\text{k}\Omega) = 5,4 \text{ k}\Omega$$

$$R_{if} = R_i (1 + \beta A_v) \approx 246 \text{ k}\Omega$$

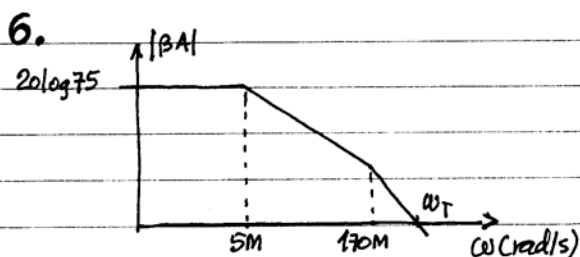
5. Como o ganho do par diferencial é muito baixo, devido ao BC, o efeito de Miller é insignificante. Nos emissores de T_3 e T_4 , como são pontos de baixa resistência, as correspondentes constantes de tempo são pequenas. Finalmente, como o ponto B é de elevada resistência (saída dum BC e entrada dum CC também), a constante de tempo associada às capacidades desse ponto derivadas é a de valor mais significativo.



$$R_{03} \gg r_{03} = r_{07} \quad (\text{Notar que a contribuição de } C_{\pi 4} \approx 0)$$

$$C_{\mu 3} + C_{\mu 7} + C_{\mu 4} = 6 \text{ pF} \quad r_{07} // R_{i4} \approx 324 \text{ k}\Omega \Rightarrow \tau_B \approx 194 \text{ ns}$$

$$\text{donde } \omega_1 \approx 5,14 \text{ Mrad/s}$$



$$20 \log 75 = 20 \log \frac{170}{5} + 40 \log \frac{\omega_T}{170\text{M}}$$

$$\omega_T = 170\text{M} \cdot \sqrt{\frac{75 \times 5}{170}} \approx 252 \text{ Mrad/s}$$

$$\phi = -\arctg \frac{252}{5} - \arctg \frac{252}{170} \approx -145^\circ$$

$$\text{logo } \phi_M = 180 + \phi \approx 35^\circ$$

Assim, a margem de segurança é boa, mas a qualidade da resposta é muito má, pois a ultrapassagem na resposta indicial é $> 20\%$.

7. Para ser $\phi_M = 45^\circ$ deve ser $\omega_T \approx \omega_2 = 170 \text{ Mrad/s}$

Assim, o novo 1º polo

$$\omega_1' = \frac{170\text{M}}{75} \approx 2,27 \text{ Mrad/s}$$

$$\text{Como } \omega_1' = \frac{1}{C \times 324\text{k}} \Rightarrow C = 13,6 \text{ pF}$$

Como já temos 6pF, a capacidade de compensação deve ser:

$$C_c = C - 6 \text{ pF} = 7,6 \text{ pF}$$