

3. Kolo se može pojednostaviti primenom Tevenenove teoreme na deo kola povezan na bazu tranzistora. Ekvivalentni Tevenenov generator ima parametre

$$V_T = \frac{V_{CC}R_2 + v_B R_1}{R_1 + R_2} = 0.5 \text{ V} + 0.95v_B,$$

$$R_T = R_1 \parallel R_2 = 475 \Omega.$$

Dok je $V_T < V_\gamma$, odnosno dok je $v_B < 0.21\text{V}$, tranzistor je zakočen, pa je $i_D = 0$.

Uz pretpostavku da za $v_B \geq 0.21\text{V}$ tranzistor radi u aktivnom režimu, može se pisati

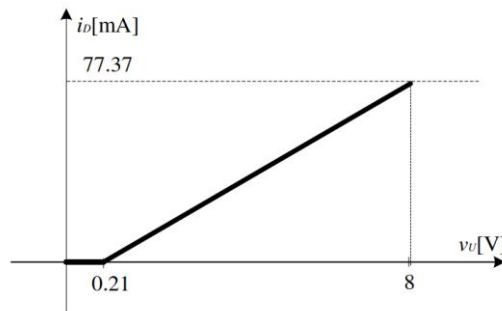
$$I_C = \beta I_B, I_E = (1 + \beta)I_B,$$

$$V_T - R_T I_B - V_{BE} - (1 + \beta)I_B R_3 = 0.$$

Na osnovu gornjih izraza dobija se tražena zavisnost struje diode D od napona v_B

$$i_D = I_C = \frac{\beta}{R_T + (1 + \beta)R_3} \left(\frac{V_{CC}R_2 + v_B R_1}{R_1 + R_2} - V_{BE} \right) = 9.932 \text{ mS} \cdot v_B - 2.09 \text{ mA},$$

sve dok važi da je $v_{CE} = V_{CC} - V_D - R_3 \frac{1 + \beta}{\beta} i_D \geq V_{CES}$, odnosno dok je $i_D \leq 0.1\text{A}$ i $v_B \leq 10.29\text{V}$. Kako je potrebno nacrtati karakteristiku do vrednosti $v_B = 8\text{V}$, tranzistor neće ulaziti u oblast zasićenja.



4. Rešenje

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_C}{R_C} = 1.5 \text{ mA}, \quad I_B = \frac{I_C}{\beta} = 20 \mu\text{A}$$

$$I_{RB2} = \frac{V_{CC} - V_{BE} - I_B (R_{B1} + (1 + \beta)R_E)}{R_E + R_{B1}} = 679 \mu\text{A}$$

$$R_{B2} = \frac{V_{BE}}{I_{RB2}} = 1.03 \text{ k}\Omega$$

$$\text{b), c) } g_m = 60 \text{ mS}, r_\pi = 16.67 \Omega$$

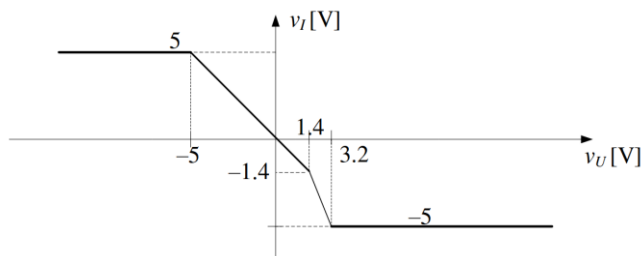
$$R_B = R_{B1} \parallel R_{B2} \parallel r_\pi$$

$$A_v = -g_m R_C = -120$$

$$A_i = A_v \frac{R_B}{R_C} = -26.4$$

7. Rešenje

$$v_I = \begin{cases} V_{CC} & v_U < -V_{CC} \\ -\frac{R_2}{2R_1} v_U = -v_U & -V_{CC} \leq v_U < 2V_D \\ -(2v_U - 2V_D) & 2V_D \leq v_U < \frac{V_{CC} + 2V_D}{2} \\ -V_{CC} & v_U \geq \frac{V_{CC} + 2V_D}{2} \end{cases} \quad v_I = \begin{cases} 5V & v_U < -5V \\ -v_U & -5V \leq v_U < 1.4V \\ -(2v_U - 1.4V) & 1.4V \leq v_U < 3.2V \\ -5V & v_U \geq 3.2V \end{cases}$$



8. Rešenje

a) Pod pretpostavkom da tranzistor M3 radi u zasićenju, struja ovog tranzistora je

$$I_{D3} = 2\text{mA}$$

Kolo je simetrično pa u mirnoj radnoj tački važi

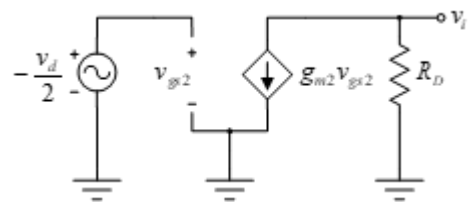
$$I_{D1} = I_{D2} = 1\text{mA}$$

Pa je napon na izlazu jednak:

$$V_I = V_{DD} - I_{D2}R_D = 2V.$$

b) Ekvivalentna polovina kola za male signale pri pobudi diferencijalnim signalom data je na slici 7.1. Na osnovu ove slike je

$$A_d = v_i/v_d = g_{m2}R_D/2$$



Slika 7.1

Transkonduktansa tranzistora u mirnoj radnoj tački je

$$g_{m1} = g_{m2} = 2.82 \text{ mS},$$

a diferencijalno pojačanje pojačavača ima vrednost

$$A_d = 4.24.$$

c) Minimalna vrednost signala srednje vrednosti određena je dovođenjem tranzistora M3 na granicu režima zasićenja, te je

$$V_{Smin} = -V_{DD} + V_{GS3} - V_t + V_{GS1,2} = -2.29V.$$