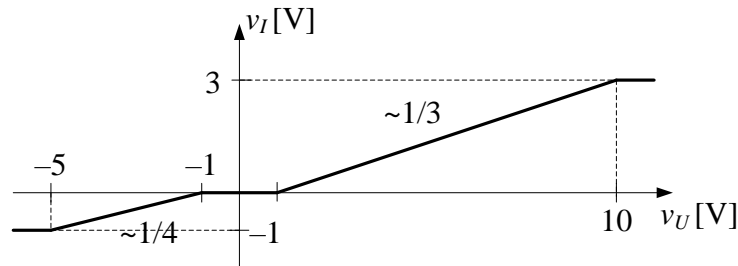


Elementi elektronike kolokvijum 2015/2016 – REŠENJA

3.

$$v_I = \begin{cases} -V_D & v_U < -5V_D \\ \frac{1}{4}(v_U + V_D) & -5V_D < v_U < -V_D \\ 0 & -V_D < v_U < V_D \\ \frac{1}{3}(v_U - V_D) & V_D < v_U < 3V_Z + V_D \\ V_Z & 3V_Z + V_D < v_U \end{cases} = \begin{cases} -1 \text{ V} & v_U < -5V_D \\ \frac{1}{4}(v_U + 1 \text{ V}) & -5 \text{ V} < v_U < -1 \text{ V} \\ 0 & -1 \text{ V} < v_U < 1 \text{ V} \\ \frac{1}{3}(v_U - 1 \text{ V}) & 1 \text{ V} < v_U < 10 \text{ V} \\ 3 \text{ V} & 10 \text{ V} < v_U \end{cases}$$



4. Ako se pretpostavi da tranzistor M_1 radi u zasićenju onda važi

$$I_1 = \frac{k_{p1}}{2}(V_{GS1} - V_{t1})^2 = \frac{k_{p1}}{2}V_t^2 = 25 \mu\text{A} .$$

Tranzistor sa indukovanim kanalom M_2 radi u zasićenju jer mu je gejnt kratko spojen sa drejnom, te je $V_{GD2}=0 > V_{t2}$. Za tranzistor M_2 važi

$$I_2 = \frac{k_{p2}}{2}(V_{GS2} - V_{t2})^2 = \frac{k_{p2}}{2}(V_1 - V_{DD} + V_t)^2 .$$

Kako kroz oba tranzistora teče ista struja, sledi

$$\frac{k_{p2}}{2}(V_1 - V_{DD} + V_t)^2 = \frac{k_{p1}}{2}V_t^2 ,$$

$$V_1 = V_{DD} - V_t \left(1 + \sqrt{\frac{k_{p1}}{k_{p2}}} \right) = 1.5 \text{ V} .$$

Napon između drejna i sorsa tranzistora M_1 je

$$V_{DS1} = -V_1 = -1.5 \text{ V} .$$

Ako je tranzistor u zasićenju onda mora da bude ispunjen uslov

$$V_{DS1} \leq V_{GS1} - V_{t1} = -1 \text{ V} ,$$

odakle sledi da tranzistor M_1 zaista provodi u zasićenju.

5. a) Kako je struja koja teče kroz otpornik R_B data izrazom

$$I_{RB} = \frac{V_{BE}}{R_B},$$

onda je

$$R_E(I_E + I_{RB}) + V_{BE} + R_0(I_B + I_{RB}) = V_{CC},$$

$$R_E\left((1 + \beta)I_B + \frac{V_{BE}}{R_B}\right) + V_{BE} + R_0\left(I_B + \frac{V_{BE}}{R_B}\right) = V_{CC},$$

odakle se dobija

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}\left(1 + \frac{R_0}{R_B} + \frac{R_E}{R_B}\right)}{(1 + \beta)R_E + R_0}.$$

te je

$$I_C = \beta I_B.$$

b) Ekvivalentno kolo pojačavača za male signale je prikazano na slici 5.1.

Napon između baze i emitora je

$$v_{be} = -v_g \frac{r_\pi \parallel R_B}{R_0 + r_\pi \parallel R_B},$$

a izlazni napon je

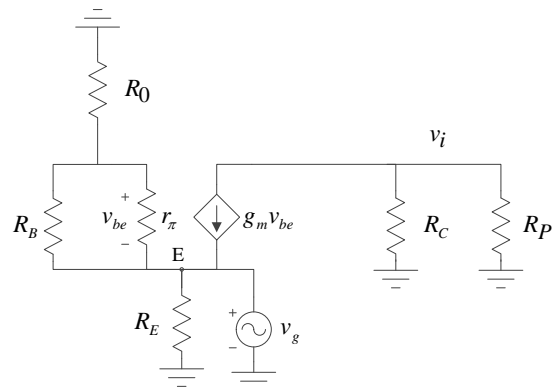
$$v_i = -g_m(R_C \parallel R_P)v_{be}.$$

Naponsko pojačanje je $A_v = \frac{v_i}{v_g}$, te se,

korišćenjem prethodnih jednačina, dobija

$$A_v = g_m(R_C \parallel R_P) \frac{r_\pi \parallel R_B}{R_0 + r_\pi \parallel R_B}.$$

Ulazna otpornost pojačavača definisana je odnosom napona pobudnog generatora v_g i struje i_g koja teče pod dejstvom ovog napona



Slika 5.1

$$R_u = \frac{v_g}{i_g}$$

Za čvor E po I Kirhofovom zakonu je:

$$-i_g - g_m v_{be} + \frac{v_g}{R_E} + \frac{v_g}{R_0 + r_\pi \parallel R_B} = 0.$$

odakle se dobija

$$i_g = v_g \left(g_m \frac{r_\pi \parallel R_B}{R_0 + r_\pi \parallel R_B} + \frac{1}{R_E} + \frac{1}{R_0 + r_\pi \parallel R_B} \right),$$

te je

$$R_u = \frac{1}{\frac{1}{R_E} + \frac{g_m(r_\pi \parallel R_B) + 1}{R_0 + r_\pi \parallel R_B}}.$$