

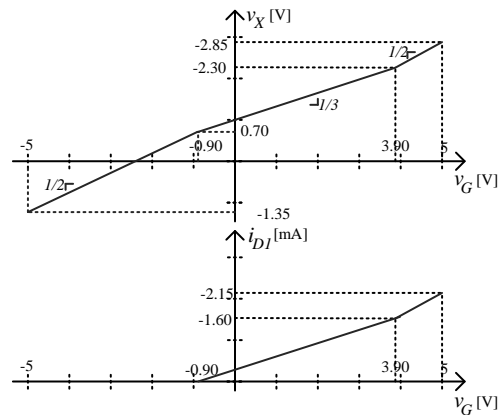
Elementi elektronike – FEBRUAR 2021 - REŠENJA

3.

$$v_G \in [5, 3.9) \rightarrow i_{D_1} = \frac{1}{2R} v_G - \frac{V_D}{2R}; v_x = \frac{1}{2} v_G + \frac{V_D}{2}; D_1 - ON, D_2 - OFF$$

$$v_G \in [3.9, -0.9) \rightarrow i_{D_1} = \frac{1}{3R} v_G + \frac{V_D}{3R} V_G - \frac{1}{R} V_D; v_x = \frac{1}{3} v_G + \frac{V_G}{3}; D_1 - ON, D_2 - ON$$

$$v_G \in [-0.9, -5) \rightarrow i_{D_1} = 0; v_x = \frac{1}{2} v_G + \frac{V_G}{2} - \frac{V_D}{2}; D_1 - OFF, D_2 - ON$$



4.

a) Zajednički kolektor

b) U odsustvu naizmeničnog pobudnog signala kondenzatori se ponašaju kao otvorene veze. Uz pretpostavku da tranzistor radi u aktivnom režimu za pojačavačko kolo u DC režimu važi jednakost

$$V_{CC} - R_B I_B - V_{BE} - (1 + \beta) I_B R_E = 0.$$

Napon na emitoru je

$$V_E = (1 + \beta) I_B R_E,$$

te je struja baze

$$I_B = \frac{V_E}{(1 + \beta) R_E}.$$

Zamenom izraza za I_B u prvu jednačinu dobija se tražena otpornost

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE} - V_E}{I_B} = 254.5 \text{ k}\Omega.$$

c) Na osnovu ekvivalentnog kola pojačavača za male signale prikazanog na slici 2.1 može se pisati:

$$\frac{v_p}{R_p} + \frac{v_p}{R_E} - g_m v_{be} + \frac{v_p - v_g}{r_\pi} = 0,$$

$$v_{be} = v_g - v_p,$$

odakle sledi

$$A_v = \frac{v_p}{v_g} = \frac{g_m + 1/r_\pi}{1/R_E + 1/R_p + g_m + 1/r_\pi}.$$

Ulazna otpornost kola sa slike 2.1 je

$$R_u = R_b \parallel R_B,$$

pri čemu je

$$R_b = \frac{v_g}{i_b} = \frac{v_g}{(v_g - v_p)/r_\pi}.$$

Koristeći ranije određen izraz za naponsko pojačanje A_v dobija se

$$R_b = \frac{v_g r_\pi}{v_g - A_v v_g} = \frac{v_g r_\pi}{v_g (1 - A_v)} = \frac{r_\pi}{(1 - A_v)}.$$

te je

$$R_u = \frac{r_\pi}{(1 - A_v)} \parallel R_B.$$

Na slici 2.2 prikazano je ekvivalentno kolo za određivanje izlazne otpornosti. Sa slike se vidi da je

$$R_i = R_E \parallel R_e,$$

pri čemu je

$$R_e = \frac{v_t}{i_t} = \frac{v_t}{-g_m v_{be} - v_{be}/r_\pi}.$$

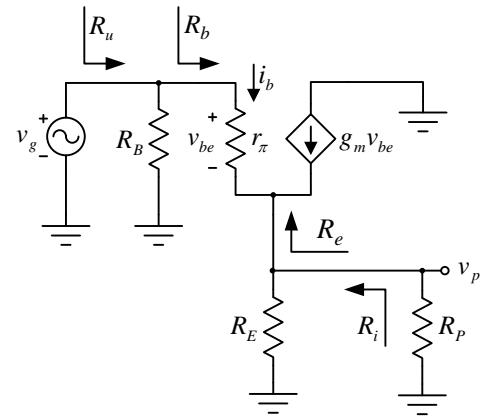
S obzirom da je

$$v_{be} = -v_t,$$

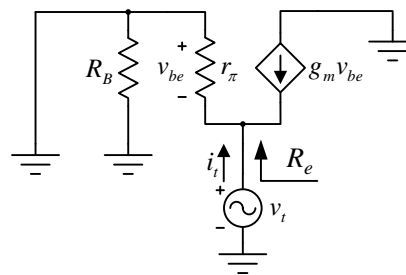
dobija se

$$R_e = \frac{r_\pi}{1 + g_m v_{be}},$$

te je



Slika 2.1



Slika 2.2

$$R_i = \frac{r_\pi}{1 + g_m v_{be}} \parallel R_E .$$

Strujno pojačanje pojačavača je

$$A_i = \frac{i_p}{i_u} = \frac{v_p / R_p}{v_g / R_u} .$$

Kada se iskoriste ranije izvedeni izrazi za ulaznu otpornost i naponsko pojačanje dobija se konačan izraz za strujno pojačanje

$$A_i = \frac{v_p}{v_g} \frac{R_u}{R_p} = A_v \frac{R_u}{R_p} .$$

c) Na osnovu poznate struje baze u mirnoj radnoj tački određene u tački (b) dobija se struja kolektora

$$I_C = \beta I_b = 2.47 \text{ mA} ,$$

te se mogu odrediti vrednosti parametara modela tranzistora za male signale u mirnoj radnoj tački

$$g_m = \frac{I_C}{V_T} = 99 \text{ mS} ,$$

$$r_\pi = \frac{\beta}{g_m} = 1010.1 \Omega .$$

Vrednosti parametara pojačavača su

$$A_v = 0.992, R_u = 72.310 \text{ k}\Omega, R_i = 8.3 \Omega, A_i = 35.79 .$$

7. Operacioni pojačavač OP2 je povezan kao neinvertujući pojačavač te je

$$v_I = (1 + R_2 / R_1) v_{IOP1} = 4 v_{IOP1} .$$

Jednačina po prvom Kirhofovom zakonu za invertujući ulazni priključak operacionog pojačavača OP1 glasi

$$\frac{v_U}{R_1} + \frac{v_I}{R_2} + \frac{v_{IOP1}}{R_1} = 0 ,$$

te je

$$v_I = - \frac{\frac{1}{4R_1} + \frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R_1}} v_U = - \frac{7}{12} v_U$$

8. Rad kombinacione mreže može se opisati sledećom tabelom

S1	S0	D1	D0	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

Kombinacionu mrežu, opisanu prethodnom tabelom, moguće je realizovati koristeći minimalan broj osnovnih logičkih kola što se postiže korišćenjem Karnoove karte:

D_1D_0 S_1S_0	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	1	0	1	0
11	1	0	1	0
10	0	1	0	1

Koristeći Karnoovu kartu dobijamo sledeći Bulov izraz:

$$Y = \overline{D_1} \overline{D_0} S_0 + \overline{D_1} D_0 \overline{S_0} + D_1 D_0 S_0 + \overline{S_0} S_1 \overline{D_0} D_0$$

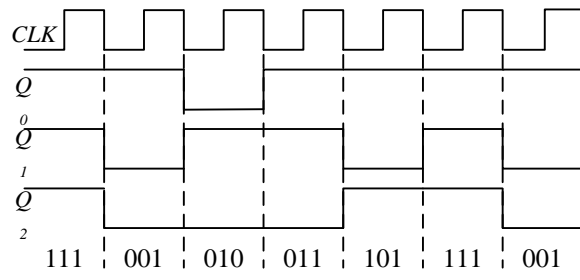
9. Ulazi flipflopova definisani su sledećim izrazima

$$D_2 = Q_0(Q_1 \oplus Q_2),$$

$$D_1 = Q_0 \oplus Q_1,$$

$$D_0 = Q_1 + Q_2.$$

Vremenski dijagram signala na izlazima brojača prikazan je na slici 9.1. Sa ove slike određuje se osnovna brojanja brojača koja iznosi 5.



Slika 9.1