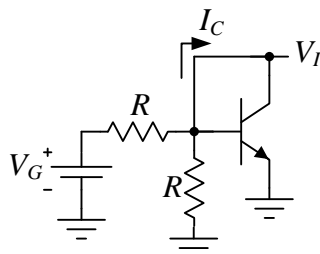


Elementi elektronike januar 2015 – REŠENJA

2. Ekvivalentna šema kola za veliki signal prikazana je na sledećoj slici



Ako pretpostavimo da je transistor uključen onda je sigurno u aktivnom režimu jer su mu baza i kolektor spojeni, tako da je tada

$$V_I = V_{BE} = 0.7 \text{ V} .$$

Jednačina po prvom Kirhofovom zakonu za bazu tranzistora, uz zanemarivanje bazne struje tranzistora jer je strujno pojačanje tranzistora beskonačno veliko, glasi

$$\frac{V_G - V_{BE}}{R} = \frac{V_{BE}}{R} + I_C ,$$

odakle se za jednosmernu vrednost struje kolektora dobija

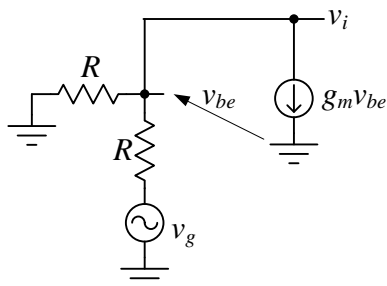
$$I_C = \frac{V_G - V_{BE}}{R} - \frac{V_{BE}}{R} = 3.6 \text{ mA} .$$

Dobijena pozitivna vrednost jednosmerne struje kolektora potvrđuje da je transistor uključen.

Za proračun u režimu malih promenljivih signala potrebni su parametri tranzistora za mali signal:

$$g_m = \frac{I_C}{V_T} = 0.144 \text{ S} , \quad r_\pi = \frac{\beta}{g_m} \rightarrow \infty , \quad r_i \rightarrow \infty .$$

Ekvivalentna šema kola za mali signal prikazana je na sledećoj slici



Jednačina po prvom Kirhofovom zakonu za bazu tranzistora glasi

$$\frac{v_g - v_i}{R} = \frac{v_i}{R} + g_m v_i,$$

odakle se za malu komponentu izlaznog napona dobija

$$v_i = \frac{v_g}{2 + g_m R} = \frac{v_g}{146} \approx 0.007 v_g = 0.007 \text{ V sin } \omega t .$$

Ukupni napon na izlazu kola je

$$v_l = V_l + v_i = 0.7 \text{ V} + 0.007 \text{ V sin } \omega t$$

a) 3. Struja drejna PMOS tranzistora je:

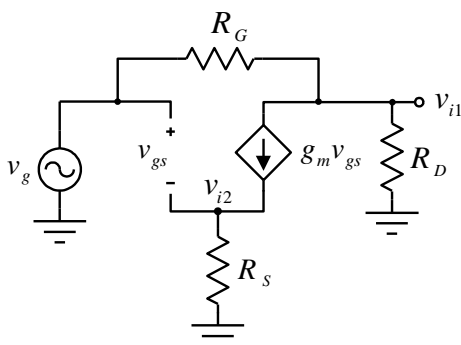
$$I_D = \frac{k_p}{2} (V_{GS} - V_t)^2 = \frac{k_p}{2} (-V_{DD} + I_D R_S - V_t)^2$$

Iz navedene kvadratne jednačine se dobijaju dva rešenja $I_{D1} = 2 \text{ mA}$ i $I_{D2} = 1,28 \text{ mA}$. Rešenje koje zadovoljava uslov da tranzistor radi u zasićenju je struja I_{D2} , pa je $I_D = 1,28 \text{ mA}$. Na osnovu toga je $g_m = \sqrt{2k_p I_D} = 1,6 \text{ mS}$.

b) Šema za male signale je prikazana na slici. Napon v_{i2} je: $v_{i2} = g_m v_{gs} R_S$, a

$$v_{gs} = v_g - v_{i2} = v_g - g_m v_{gs} R_S . \text{ Odatle se dobija da je}$$

$$v_{i2} = \frac{g_m R_S}{1 + g_m R_S} v_g , \text{ tj. } a_2 = \frac{g_m R_S}{1 + g_m R_S} .$$



Za čvor v_{i2} jednačina po prvom Kirhofovom zakonu glasi:

$$\frac{v_{i1}}{R_D} + \frac{v_{i1} - v_g}{R_G} + g_m v_{gs} = 0$$

Iz ove jednačine i već navedene jednačine za vezu v_{gs} i v_g dobija se izraz za a_1 :

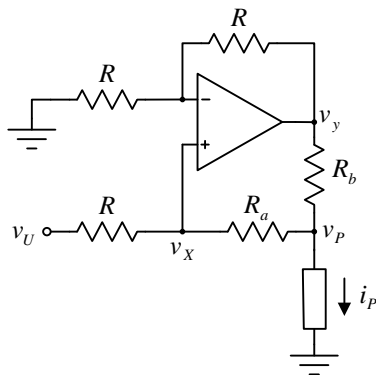
$$a_1 = \frac{v_{i2}}{v_g} = \frac{(1 + g_m(R_S - R_G))R_D}{(1 + g_m R_S)(R_G + R_D)}$$

Iz izraza $\frac{a_1}{a_2} = \frac{(1 + g_m(R_S - R_G))R_D}{g_m R_S (R_G + R_D)} = -\frac{3}{8}$ dobija se da je $R_D = 3 \text{ k}\Omega$.

$$\text{c) } R_{ul} = \frac{v_g}{\frac{v_g - v_{i1}}{R_G}} = \frac{R_G}{1 - a_1} = \frac{R_G}{1 + \frac{1}{3}} = 15 \text{ k}\Omega.$$

6. a)

Na slici je prikazano kolo sa označenim naponima karakterističnih čvorova.



Za kolo važi:

$$v_Y = 2v_X$$

$$i_P = i_{Ra} + i_{Rb}$$

$$i_{Ra} = \frac{v_U - v_P}{R + R_a}$$

$$i_{Rb} = \frac{v_Y - v_P}{R_b} = \frac{2v_X - v_P}{R_b}$$

Napon na neinvertujućem priključku operacionog pojačavača se dobija iz

y_3 :

x_3x_2 \ x_1x_0	00	01	11	10
00	1	1	1	0
01	1	1	1	0
11	0	1	1	0
10	0	1	1	0

$$y_3 = \overline{x_3x_1} + x_0$$

y_2 :

x_3x_2 \ x_1x_0	00	01	11	10
00	1	0	1	1
01	0	0	1	1
11	0	0	1	1
10	1	0	1	1

$$y_2 = \overline{x_2x_0} + x_1$$

y_1 :

x_3x_2 \ x_1x_0	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	1	1	1	1
11	1	1	1	1
10	1	0	0	0

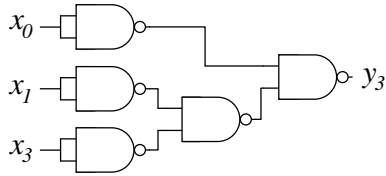
$$y_1 = \overline{x_1 x_0} + x_2$$

y_0 :

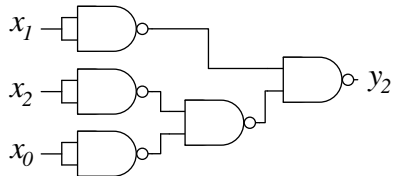
$x_1 x_0$ \ $x_3 x_2$	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	1	0	0	0
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

$$y_0 = \overline{x_1 x_0} + x_3$$

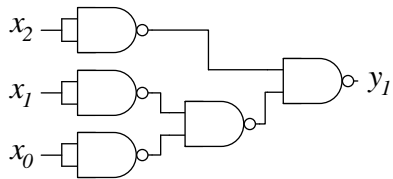
b) $y_3 = \overline{x_3 x_1} + x_0 = \overline{x_3 x_1} \cdot x_0$



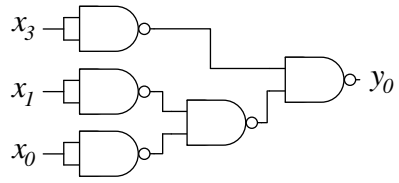
$$y_2 = \overline{x_2 x_0} + x_1 = \overline{x_2 x_0} \cdot x_1$$



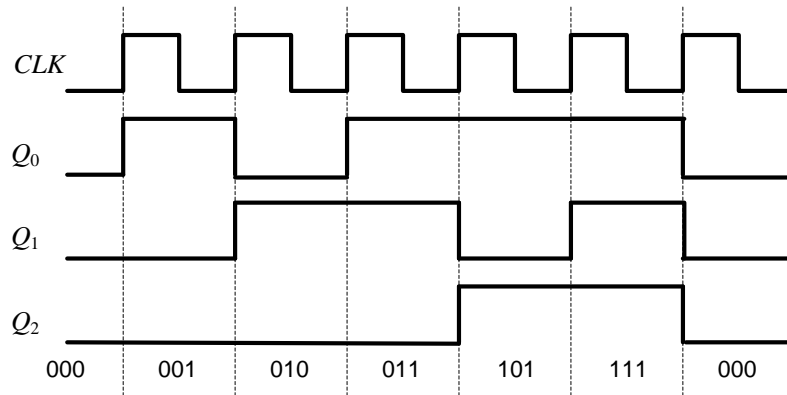
$$y_1 = \overline{x_1 x_0} + x_2 = \overline{x_1 x_0} \cdot x_2$$



$$y_0 = \overline{x_1 x_0} + x_3 = \overline{x_1 x_0} \cdot x_3$$



8.



Sekvenca brojanja brojača je 0 – 1 – 2 – 3 – 5 – 7.

Moduo brojanja brojača je 6.