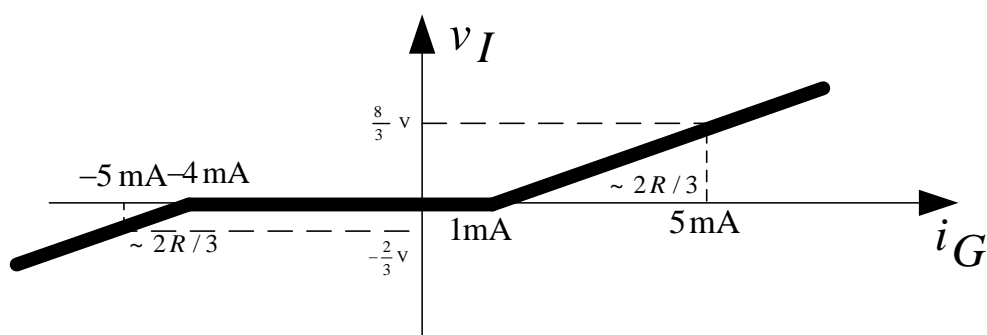


## Elementi elektronike februar 2016 – REŠENJA

2.

$$v_I = \begin{cases} \frac{2R}{3}i_G + \frac{2(V_Z + V_D)}{3} & -5 \text{ mA} \leq i_G \leq -4 \text{ mA} & \text{DZ zener, D off} \\ 0 \text{ V} & -4 \text{ mA} \leq i_G \leq 1 \text{ mA} & \text{DZ, D off} \\ \frac{2R}{3}i_G - \frac{2V_D}{3} & 1 \text{ mA} \leq i_G \leq 5 \text{ mA} & \text{DZ dioda, D on} \end{cases} = \begin{cases} \frac{2R}{3}i_G + \frac{8}{3} \text{ V} & -5 \text{ mA} \leq i_G \leq -4 \text{ mA} \\ 0 \text{ V} & -4 \text{ mA} \leq i_G \leq 1 \text{ mA} \\ \frac{2R}{3}i_G - \frac{2}{3} \text{ V} & 1 \text{ mA} \leq i_G \leq 5 \text{ mA} \end{cases}$$



3.

a) Na slici 3.1 je prikazano kolo za male signale. Sa  $v_s$  je označen napon na sorsu, pa je

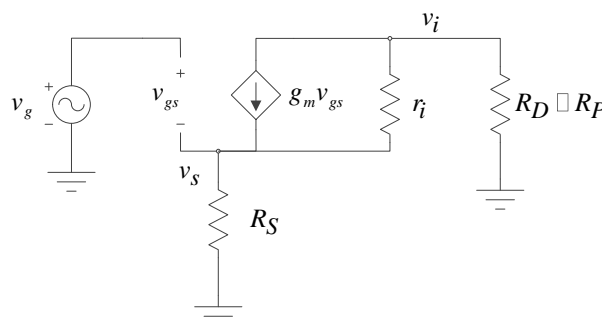
$$v_{gs} = v_g - v_s. \quad (0)$$

Kirhofov zakon za struje za čvor  $v_s$  daje:

$$-g_m v_{gs} - \frac{v_i - v_s}{r_i} + \frac{v_s}{R_S} = 0, \quad (1)$$

a za čvor  $v_i$ :

$$g_m v_{gs} + \frac{v_i - v_s}{r_i} + \frac{v_i}{R_D \parallel R_P} = 0, \quad (2)$$



Slika 3.1

Sabiranjem jednačina (1) i (2) se dobija zavisnost

$$v_s = -\frac{R_S}{R_D \parallel R_P} v_i.$$

Na osnovu jednačina (0) i (1) se sređivanjem izraza dobija naponsko pojačanje

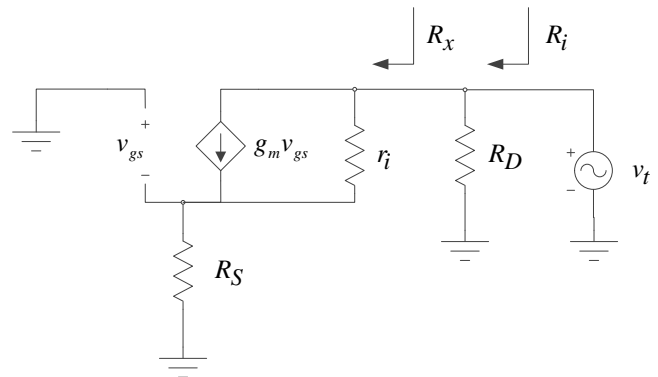
$$A_v = -\frac{g_m r_i (R_D \parallel R_P)}{R_S + r_i (1 + g_m R_S) + R_D \parallel R_P}.$$

Na slici 3.2 je prikazano kolo za određivanje izlazne otpornosti.

Izlazna otpornost je jednaka paralelnoj vezi otpornosti  $R_D$  i otpornosti koja se vidi levo od otpornika  $R_D$  označene sa  $R_x$ .

$$R_x = R_S + r_i (1 + g_m R_S)$$

$$R_i = R_D \parallel R_x$$



**Slika 3.2.**

b) Računa se

$$R_x = \frac{R_D R_i}{R_D - R_i} = 6 \text{ k}\Omega.$$

Dobija se transkonduktansa

$$g_m = \frac{\frac{R_x - R_S}{r_i} - 1}{R_S} = 3.8 \text{ mS}.$$

Struja drena je onda jednaka

$$I_D = \frac{g_m^2}{2k_n} = 1.8 \text{ mA}.$$

$$V_{GS} = V_t + \sqrt{\frac{2I_D}{k_n}} = 1.95 \text{ V}$$

$$V_{DS} = 2V_{DD} - (R_S + R_D)I_D = 4.495 \text{ V}$$

Vidi se da tranzistor radi u zasićenju jer je  $V_{DS} \geq V_{GS} - V_t$ .

$$A_v = -\frac{g_m r_i (R_D \parallel R_P)}{R_S + r_i (1 + g_m R_S) + R_D \parallel R_P} = -3.$$

Za napon na gejtju tranzistora važi

$$V_G = \frac{R_{G1} - R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} V_{DD}$$

i

$$V_G = -V_{DD} + V_{GS} + R_S I_D = -2.96 \text{ V}.$$

Dobija se

$$R_{G2} = \frac{V_{DD} - V_G}{V_{DD} + V_G} R_{G1} = 39 \text{ k}\Omega.$$

6. Kako u kolu postoji negativna povratna sprega, ulazni priključci operacionog pojačavača su na istom potencijalu.

$$v_{UOP}^+ = v_{UOP}^-$$

Sa slike se za ulaze operacionog pojačavača može pisati

$$v_{UOP}^+ = \frac{v_I}{2},$$

$$v_{UOP}^- = v_I + v_D,$$

tako da se dobija

$$v_I = -2v_D$$

Pretpostavimo da je zener dioda u Zenerovom probiju

$$v_D = -V_Z.$$

Tada je

$$v_I = 2V_Z = 10 \text{ V}.$$

Uslov ovog režima rada kola je da zener dioda radi u probiju, odnosno da je  $i_D < 0$ .

$$i_D = v_U - \frac{v_I}{2} < 0 \Rightarrow v_U < \frac{v_I}{2} = 5 \text{ V} = V_{TH}$$

Pretpostavimo da zener dioda provodi

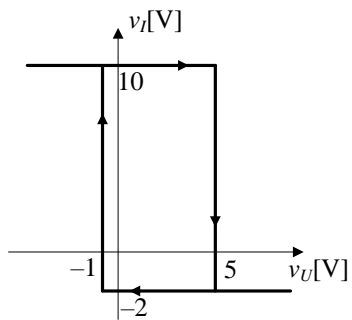
$$v_D = V_D$$

Tada je

$$v_I = -2V_D = -2 \text{ V} .$$

Uslov ovog režima je da je  $i_D > 0$ .

$$i_D = v_U - \frac{v_I}{2} > 0 \Rightarrow v_U > \frac{v_I}{2} = -1 \text{ V} = V_{TL}$$

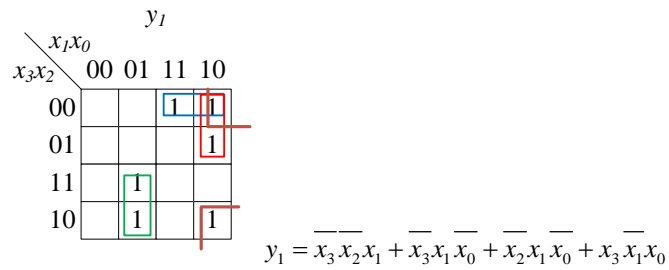


7. a)

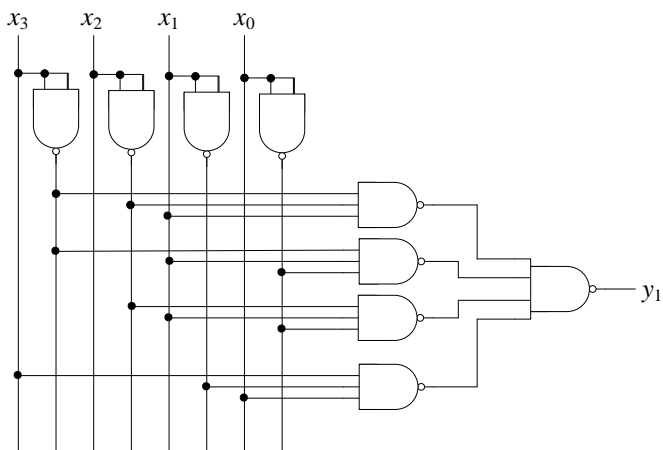
$x_3$	$x_2$	$x_1$	$x_0$	$y_2$	$y_1$	$y_0$
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	1	1	0
0	1	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1

1	0	0	1	0	1	0
1	0	1	0	0	1	1
1	0	1	1	1	0	0
1	1	0	0	1	0	1
1	1	0	1	1	1	0
1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	1

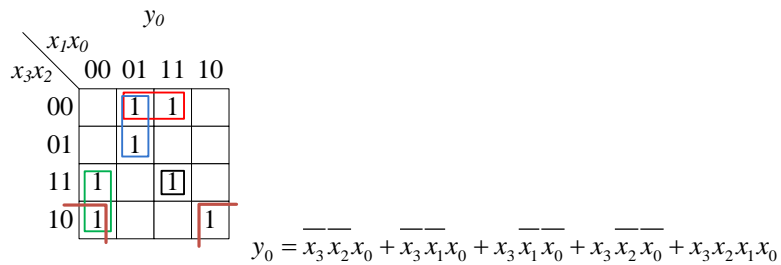
b)



$$y_1 = x_3x_2x_1 + x_3x_1x_0 + x_2x_1x_0 + x_3x_1x_0 = x_3x_2x_1 \cdot x_3x_1x_0 \cdot x_2x_1x_0 \cdot x_3x_1x_0$$



c)

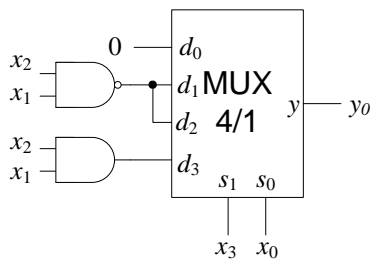


Najčešće se u zapisu funkcije  $y_0$  pojavljuju ulazi  $x_3$  i  $x_0$ , tako da se oni dovode na kontrolne ulaze multipleksera. Funkcija multipleksera je tada

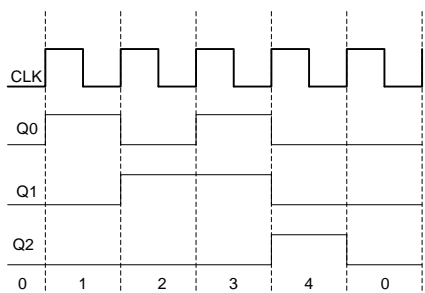
$$y = \overline{x_3}\overline{x_0}d_0 + \overline{x_3}x_0d_1 + x_3\overline{x_0}d_2 + x_3x_0d_3$$

Upoređivanjem se dobija

$$d_0 = 0, d_1 = \overline{x_1} + \overline{x_2} = \overline{x_2x_1}, d_2 = d_1, d_3 = x_2x_1$$



## 8.



Moduo brojanja brojača je 5.