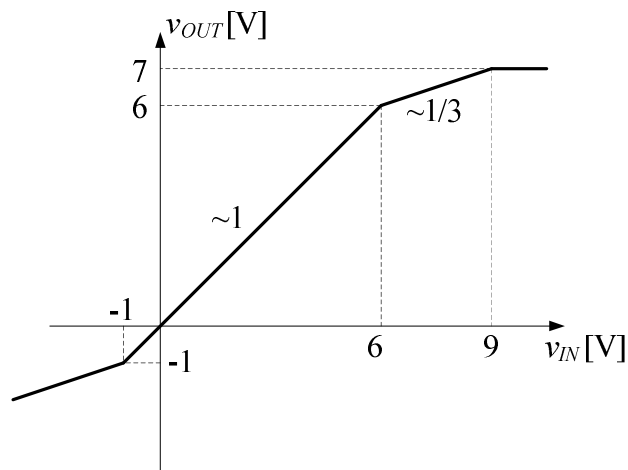


Elementi elektronike januar 2014 – REŠENJA

2.

$$v_{OUT} = \begin{cases} \frac{R_2}{R_1 + R_2} v_{IN} - \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_D & v_{IN} \leq -V_D \\ v_{IN} & -V_D \leq v_{IN} \leq V_Z \\ \frac{R_2}{R_1 + R_2} v_{IN} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_Z & V_Z \leq v_{IN} \leq V_Z + 3V_D \\ V_Z + V_D & v_{IN} \geq V_Z + 3V_D \end{cases} = \begin{cases} 0.33v_{IN} - 0.67 \text{ V} & v_{IN} \leq -1 \text{ V} \\ v_{IN} & -1 \text{ V} \leq v_{IN} \leq 6 \text{ V} \\ 0.33v_{IN} + 4 \text{ V} & 6 \text{ V} \leq v_{IN} \leq 9 \text{ V} \\ 7 \text{ V} & v_{IN} \geq 9 \text{ V} \end{cases}$$



4.

a) S obzirom da je $I_G=0$ kroz otpornik R_f ne teče jednosmerna struja te je

$$V_D = V_G = R_D I_D,$$

$$V_{SG} = V_{DD} - V_D = V_{DD} - R_D I_D.$$

Uz pretpostavku da tranzistor radi u režimu zasićenja važi:

$$V_{SG} = -V_T + \sqrt{\frac{2I_D}{k_p}} = 4 \text{ V}.$$

Rešavanjem sistema prethodnih jednačina dobija se

$$I_D = 2 \text{ mA}.$$

b) Na slici 3.1 je prikazano ekvivalentno kolo za male signale. Za čvor D se može pisati

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

Napon v_{gs} se može izraziti preko napona v_g i v_i

$$v_{gs} = \frac{v_g R_F}{R_G + R_F} + \frac{v_i R_G}{R_G + R_F}.$$

Korišćenjem prethodnih jednačina dolazi se do izraza za naponsko pojačanje pojačavača:

$$A_v = \frac{v_i}{v_g} = \frac{R_D(1 - g_m R_F)}{R_D + R_F + R_G + g_m R_D R_G}.$$

Na slici 3.2 je prikazano ekvivalentno kolo za male signale za proračun izlazne otpornosti. Na osnovu slike se može pisati:

$$i_t = g_m v_{gs} + \frac{v_t}{R_D} + \frac{v_t}{R_G + R_F}.$$

Kako je

$$v_{gs} = \frac{R_G}{R_G + R_F} v_t, \text{ sledi}$$

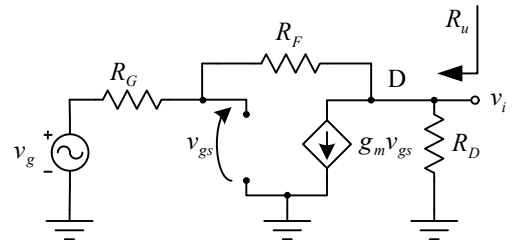
$$i_t = \frac{g_m R_G}{R_G + R_F} v_t + \frac{v_t}{R_D} + \frac{v_t}{R_G + R_F}$$

$$R_i = \frac{v_t}{i_t} = \frac{1}{\frac{g_m R_G}{R_G + R_F} + \frac{1}{R_D} + \frac{1}{R_G + R_F}}$$

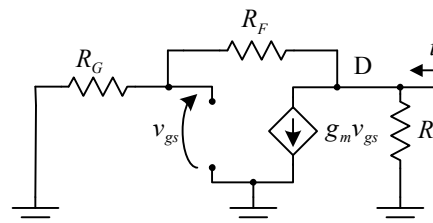
c) Transkonduktansa tranzistora u mirnoj radnoj tački je

$$g_m = \sqrt{2k_n I_D} = 4 \text{ mS},$$

a parametri pojačavača su:



Slika 3.1



Slika 3.2

$$A_v = -3.26,$$

$$R_i = 983 \Omega$$

6.

a) S obzirom da je napon na invertujućem ulazu operacionog pojačavača jednak naponu na neinvertujućem ulazu, napon na nepoznatoj otpornosti R_E je konstantan i jednak je naponu Zener diode, te je struja kroz otpornik R_E

$$I_{RE} = \frac{V_Z}{R_E}.$$

Kako je strujno pojačanje tranzistora beskonačno ova struja prolazi kroz tranzistor i kroz otpornost R_C , te je napon na izlazu

$$V_{OUT} = \frac{V_Z}{R_E} R_C = V_Z R_C \cdot G_E.$$

Izlazni napon je proporcionalan provodnosti G_E .

b) Sa smanjivanjem otpornosti R_E povećava se struja kroz R_E pa i napon na izlazu. To dovodi do smanjivanja napona V_{EC} tj. dovodi tranzistor na granicu zasićenja.

Iz graničnog uslova za zasićenje

$$V_{EC} = |V_{CES}|,$$

i jednačine

$$V_{CC} - V_Z - V_{EC} - R_C I_C = 0.$$

dolazi se do rešenja za struju

$$I_C = 2.4 \text{ mA},$$

a na osnovu nje i tražena otpornost

$$R_{E \max} = 6.25 \text{ k}\Omega.$$

7. Rešenje:

a)

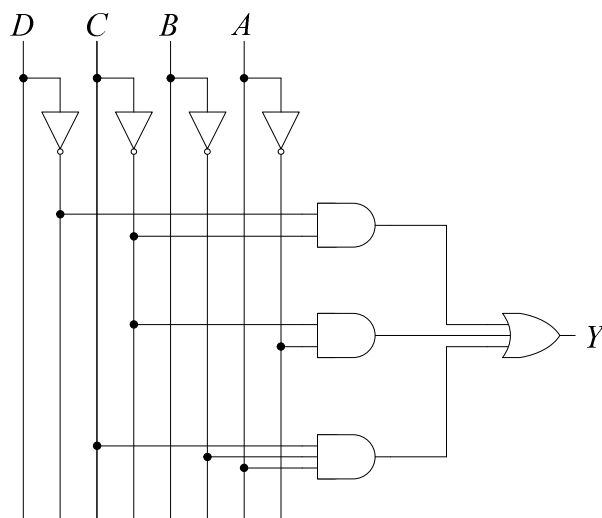
Karnoova mapa koja odgovara datoj kombinacionoj tabeli, zajedno sa minimalnim skupom kontura, data je na donjoj slici.

	<i>BA</i>			
<i>DC</i>	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01		1		
11		1	x	x
10	1		x	x

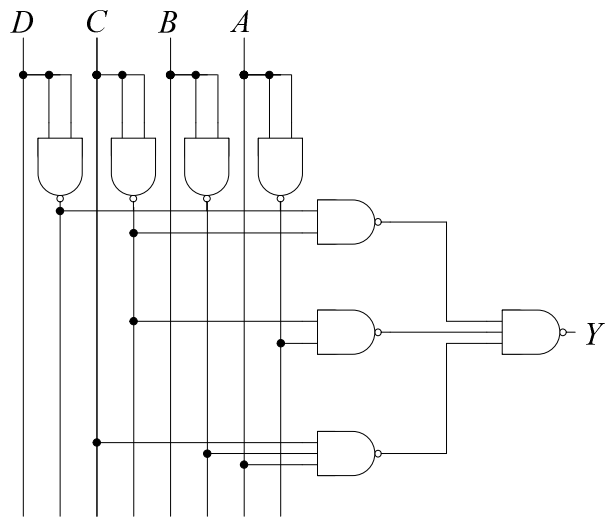
Zapisom kontura sa mape dobija se minimalni zapis funkcije

$$Y = \overline{DC} + \overline{CA} + C\overline{BA}$$

Realizacija sa minimalnim brojem osnovnih logičkih kola data je na narednoj slici



b)



c)

$$Y = \overline{DC} + \overline{CA} + CBA$$

$$Y = \overline{\overline{\overline{DC} + \overline{CA} + CBA}} = \overline{\overline{\overline{DC}} \cdot \overline{\overline{CA}} \cdot \overline{CBA}}$$

$$Y = (\overline{\overline{DC}} \cdot \overline{\overline{CA}}) \cdot \overline{(CB)A} = \overline{\overline{DC}} \cdot \overline{\overline{CA}} \cdot \overline{CB} \cdot \overline{A} = D \cdot C \cdot C \cdot A \cdot C \cdot B \cdot A$$

