

## ELEMENTI ELEKTRONIKE – SEPTEMBAR 2021 – REŠENJA

3. Analizom kola dobijaju se sledeće vrednosti jednosmernih struja

$$I_{R2} = 70 \text{ mA}, I_{D1} = 30 \text{ mA}, I_{R3} = 0 \text{ mA}, I_{D2} = 100 \text{ mA}.$$

Dinamičke otpornosti dioda su

$$r_{d1} = \frac{V_T}{I_{D1}} = 0.83 \Omega, r_{d2} = \frac{V_T}{I_{D2}} = 0.25 \Omega.$$

Analizom kola za male promenljive signale dobija se

$$v_{out} = v_g \frac{r_{d2} \parallel R_3}{R_1 + r_{d1} \parallel R_2 + r_{d2} \parallel R_3} = 0.0118 v_g,$$

te je ukupan napon na izlazu

$$v_{OUT} = 0.7 \text{ V} + 23.6 \text{ mV} \sin(\omega t).$$

4.

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  $I_{D2}$ . Na osnovu toga je:

$$g_m = \sqrt{2k_p I_D} = 1.6 \text{ mS}$$

b)

Šema za male signale je prikazana na slici.

$$v_{gs} = v_g - v_{i2} = v_g - g_m v_{gs} R_S$$

Odakle se dobija:

$$a_2 = \frac{v_{i2}}{v_g} = \frac{g_m R_S}{1 + g_m R_S}$$

Za čvor  $v_{i1}$  jednačina po prvom Kirhofovom zakonu glasi:

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

Odavde se dobija:

$$a_1 = \frac{v_{i1}}{v_g} = \frac{(1 + g_m(R_S - R_G))R_D}{(1 + g_m R_S)(R_G + R_D)}$$

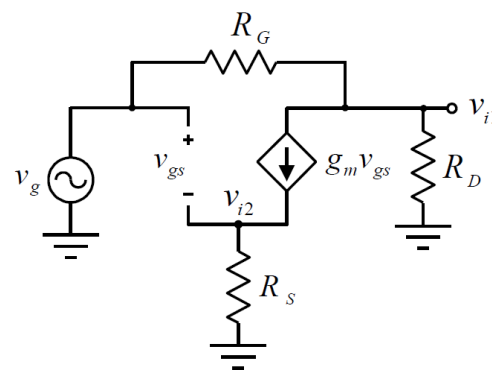
Iz izraza:

$$\frac{a_1}{a_2} = -\frac{3}{8}$$

Dobija se da je  $R_D = 3 \text{ k}\Omega$ .

c)

$$R_{ul} = \frac{v_g}{\frac{v_g - v_{i1}}{R_G}} = \frac{R_G}{1 - a_1} = 15 \text{ k}\Omega$$



7. a) Na osnovu šeme zadatka možemo uočiti

$$v_{UOP}^- = v_U .$$

Izraz za napon na neinvertujućem priključku operacionog pojačavača ne može se napisati u opštoj formi, tako da se određuje pojedinačno za slučajeve pozitivog i negativnog zasićenja izlaza operacionog pojačavača. Ako je izlaz operacionog pojačavača u pozitivnom zasićenju

$$v_{IOP} = V_{CC} = 10 \text{ V} ,$$

tada je zener dioda  $D_Z$  u proboju i provodi dioda  $D_1$ . Napon na izlazu komparatora  $v_I$  je visok

$$V_{OH} = V_{CC} = 10 \text{ V} .$$

Da bi izlaz operacionog pojačavača bio u pozitivnom zasićenju mora važiti

$$v_{UOP}^+ > v_U .$$

Ekvivalentna šema kada je na izlazu operacionog pojačavača visok naponski nivo prikazana je na slici 7.1. Korišćenjem ove slike određuje se napon neinvertujućeg ulaznog priključka operacionog pojačavača

$$v_{UOP}^+ = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_R + \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{CC} = \frac{1}{2} V_R + \frac{1}{2} V_{CC} = 6 \text{ V} .$$

Vrednost gornjeg praga diskriminacije komparatora je

$$V_{TH} = 6 \text{ V} .$$

Ako je izlaz operacionog pojačavača u negativnom zasićenju

$$v_{IOP} = -V_{CC} = -10 \text{ V} ,$$

tada Zener diode vodi kao obična diode dok je dioda  $D_1$  isključena. Izlaz kola je jednak  $-0.7 \text{ V}$  a to je i nizak naponski nivo na izlazu

$$V_{OL} = -0.7 \text{ V} .$$

Da bi izlaz operacionog pojačavača bio u negativnom zasićenju mora važiti

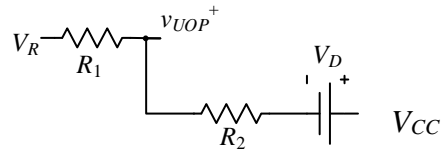
$$v_{UOP}^+ > v_U .$$

Ekvivalentna šema kola kada je izlaz operacionog pojačavača u negativnom zasićenju prikazana je na slici 7.2. Korišćenjem ove slike određuje se napon neinvertujućeg ulaznog priključka operacionog pojačavača

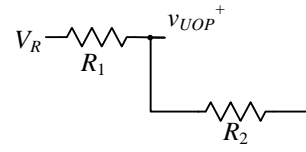
$$v_{UOP}^+ = V_R = 2 \text{ V} .$$

Vrednost donjeg praga diskriminacije komparatora je

$$V_{TL} = 2 \text{ V} .$$



**Slika 7.1**



**Slika 7.2**

**b) Centar histerezisa je**

$$V_{TC} = \frac{V_{TL} + V_{TH}}{2} = \frac{\frac{1}{2}V_R + \frac{1}{2}V_{CC} + V_R}{2}.$$

Na osnovu uslova  $V_{TC} = 0$  dobija se

$$V_R = -\frac{V_{CC}}{3} = -3.3V.$$

8. zadatak

a)

$a_1$	$a_0$	$b_1$	$b_0$	$y_1$	$y_0$	$E$
0	0	0	0	x	x	1
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0
0	1	0	0	x	x	1
0	1	0	1	0	1	0
0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0
1	0	0	0	x	x	1
1	0	0	1	1	0	0
1	0	1	0	0	1	0
1	0	1	1	0	0	0
1	1	0	0	x	x	1
1	1	0	1	1	1	0
1	1	1	0	0	1	0
1	1	1	1	0	1	0

b)

		$y_1$				
		$b_1b_0$	00	01	11	10
$a_1a_0$		00	x			
	01	x				
	11	x	1			
	10	x	1			

$$y_1 = a_1 \bar{b}_1$$

		$y_0$				
		$b_1b_0$	00	01	11	10
$a_1a_0$		00	x			
	01	x	1			
	11	x	1	1	1	
	10	x			1	

$$y_0 = a_1 a_0 + a_0 \bar{b}_1 + a_1 \bar{b}_0$$

		$E$				
		$b_1b_0$	00	01	11	10
$a_1a_0$		00	1			
	01	1				
	11	1				
	10	1				

$$E = \bar{b}_1 \bar{b}_0$$

c)

$$y_1 = \overline{\overline{a_1 b_1}}$$

$$y_0 = \overline{a_1 a_0 + a_0 \bar{b}_1 + a_1 \bar{b}_0} = \overline{a_1 a_0 \cdot a_0 \bar{b}_1 \cdot a_1 \bar{b}_0}$$

$$E = \overline{\overline{b_1 b_0}}$$

9.

Moduo brojnja je 5.