



ЕТШ "НИКОЛА ТЕСЛА" - БЕОГРАД  
ШКОЛСКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ЕЛЕКТРОНИКЕ 19.04.2018

ШИФРА \_\_\_\_\_

број задатка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	$\Sigma$
број поена															
максималан број поена	3	3	3	3	3	4	8	8	8	10	10	10	12	15	100

1. Кроз инверзно поларисану силицијумску диоду протиче:

а) веома велика струја

б) веома мала струја, коју често у прорачунима занемарујемо

в) не протиче струја

г) протиче струја од аноде ка катоди

	3
--	---

2. Ако су R и C отпорност отпорника и капацитивност кондензатора у повратној спреси, респективно, у осцилатору са Виновим мостом, фреквенција осциловања се може одредити као:

а)  $f = \frac{1}{2\pi RC}$

б)  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{RC}}$

в)  $f = \frac{1}{\sqrt{2\pi RC}}$

г)  $f = \frac{1}{RC}$

	3
--	---

3. За пасивно коло за диференцирање напона фреквенцијска карактеристика (преносна функција)  $W(j\omega) = \frac{U_{iz}}{U_{ul}}$  износи:

а)  $W(j\omega) = \frac{1}{1+j\omega RC}$

б)  $W(j\omega) = \frac{1+j\omega RC}{1-j\omega RC}$

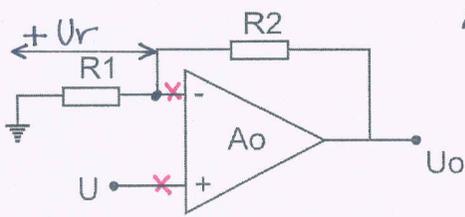
в)  $W(j\omega) = \frac{j\omega RC}{1+j\omega RC}$

г)  $W(j\omega) = \frac{1+j\omega RC}{j\omega RC}$

	3
--	---

4. За коло са операционим појачавачем, ако је  $A_o=9$ ,  $R_1=1k\Omega$ ,  $R_2=2k\Omega$ , напонско појачање са реакцијом  $A_r = \frac{U_o}{U}$  износи:

- a)  $A_r = 2.25$
- б)  $A_r = -4.5$
- в)  $A_r = 2$
- г)  $A_r = 3$



I НАЧИН:

$$A_r = \frac{A_o}{1 - \beta_r A_o}$$

$$\beta_r = \frac{U_r}{U_o} = \frac{-R_1 I}{(R_1 + R_2) I} = -\frac{1}{3}$$

$$A_r = \frac{9}{1 - (-\frac{1}{3})9} = 2.25$$

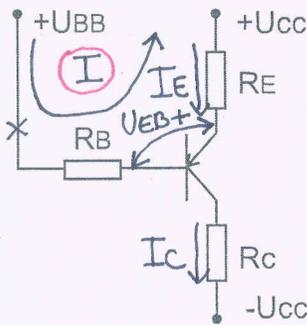
II НАЧИН:

$$A_r = \frac{1 + \frac{R_2}{R_1}}{1 + \frac{1 + \frac{R_2}{R_1}}{A_o}} = 2.25$$

	3
--	---

5. Ако је познато  $U_{CC}=10V$ ,  $U_{BB}=2.5V$ ,  $R_E=6,8k\Omega$ ,  $R_C=10k\Omega$ ,  $R_B=47k\Omega$ ,  $U_{EB}=0.7V$ ,  $\beta \rightarrow \infty$  тада напон на колектору ( $U_C$ ) износи:

- a)  $U_C = -10V$
- б)  $U_C = 10V$
- в)  $U_C = 1.8V$
- г)  $U_C = 0V$



$$\beta \rightarrow \infty \Rightarrow I_B \approx 0 \Rightarrow I_C \approx I_E$$

$$\text{I: } -U_{BB} - U_{EB} - R_E I_E + U_{CC} = 0$$

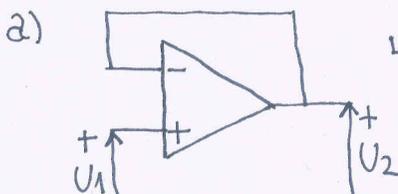
$$I_E = \frac{U_{CC} - U_{BB} - U_{EB}}{R_E} = 1mA$$

$$I_C = I_E = 1mA$$

$$U_C = R_C I_C - U_{CC} = 0V$$

	3
--	---

- 6. а) Нацртати шему јединичног (неинвертујућег) појачавача
- б) Написати израз за напонско појачање овог појачавача

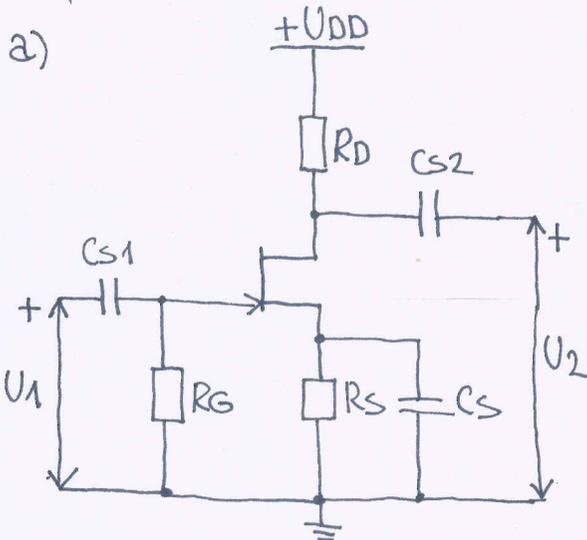


ШЕМА: 3 ПОЕНА

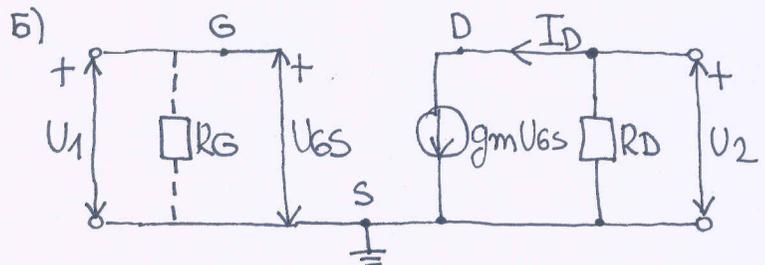
б)  $A_r = +1$  (1 ПОЕН)

	4
--	---

- 7. а) Нацртати шему појачавача са заједничким сорсом и аутоматским преднапоном
- б) Нацртати еквивалентну шему (шему за мале сигнале) за овај појачавач
- в) Написати израз за напонско појачање ( $A_u$ ) за овај појачавач



ШЕМА: 4 ПОЕНА

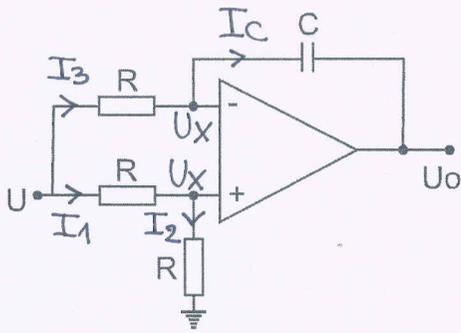


ЕКВ. ШЕМА: 3 ПОЕНА

в)  $A_u = -g_m R_D$  ИЗРАЗ: 1 ПОЕН

	8
--	---

8. За коло са слике одредити израз за фреквенцијску карактеристику  $W(j\omega) = \frac{U_o}{U}$



OP+:  $I_1 = I_2$   
 $\frac{U - U_x}{R} = \frac{U_x}{R}$   
 $U_x = \frac{U}{2}$  (2 поена)

$U_o = -\frac{Z_c - R}{2R} \cdot U$

$W(j\omega) = -\frac{1 - j\omega RC}{j2\omega RC}$  (3 поена)

OP-:  $I_3 = I_c$   
 $\frac{U - U_x}{R} = \frac{U_x - U_o}{Z_c}$   
 $U_o = \frac{R + Z_c}{R} \cdot U_x - \frac{Z_c}{R} U$  (3 поена)

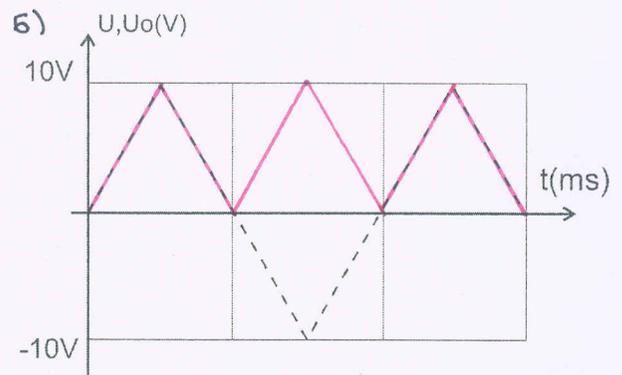
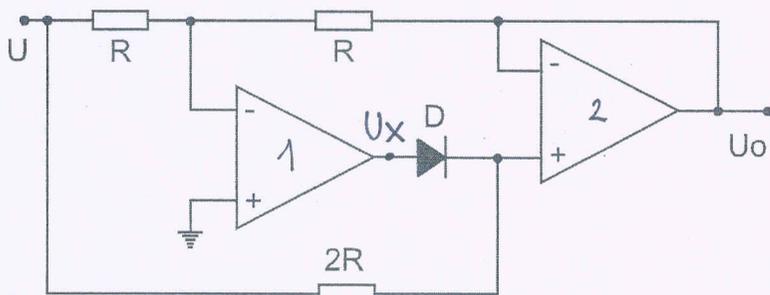
$U_o = \frac{R + Z_c}{R} \cdot \frac{U}{2} - \frac{Z_c}{R} U$

	8
--	---

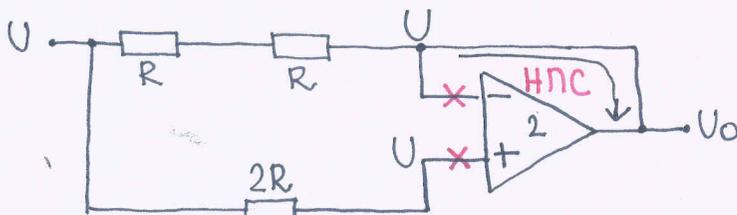
9. За коло са слике, при чему су операциони појачавачи и диода идеални:

а) Одредити зависност излазног ( $U_o$ ) од улазног напона ( $U$ ),  $U_o = f(U)$

б) Ако је улазни напон ( $U$ ) дат као троугаони напон амплитуде 10V, нацртати на истом графику облик излазног напона ( $U_o$ ).



а) 1.  $U > 0 \xrightarrow{\text{иHB}} U_x < 0 \Rightarrow D \text{ OFF}$

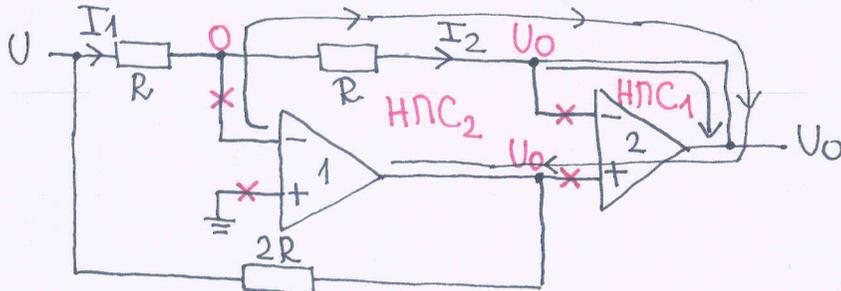


$U_o = U$  (3 поена)

ГРАФИК: 2 поена

$U_o = \begin{cases} -U, & U < 0, D \text{ ON} \\ +U, & U \geq 0, D \text{ OFF} \end{cases} = |U|$

2.  $U < 0 \xrightarrow{\text{иHB}} U_x > 0 \Rightarrow D \text{ ON}$



OP1-:  $I_1 = I_2$   
 $\frac{U}{R} = \frac{-U_o}{R}$

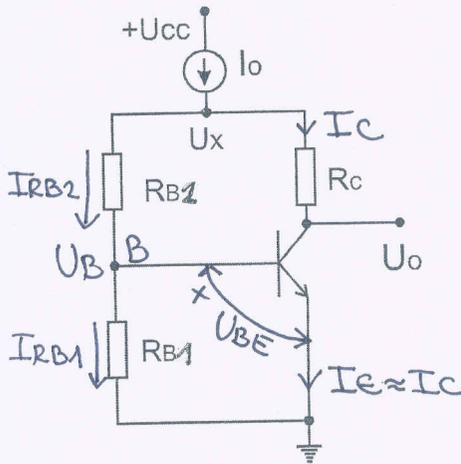
$U_o = -U$  (3 поена)

	8
--	---

10. За коло са слике је познато  $\beta \rightarrow \infty$ ,  $U_{BE} = 0.7V$ ,  $U_{CES} = 0.2V$ ,  $R_{B1} = 700\Omega$ ,  $R_{B2} = 2k\Omega$ ,  $R_C = 2k\Omega$ .  
Одредити напон на излазу ( $U_o$ ) и режим рада транзистора ако је:

а)  $I_o = 0.5mA$

б)  $I_o = 5mA$



а)  $I_o = 0.5mA$

п.п. Т ЗАКЛУЧЕН

$\beta \rightarrow \infty \Rightarrow I_B = 0$

$I_{RB2} = I_{RB1} = I_o = 0.5mA$

$U_B = R_{B1} I_{RB1}$

$U_B = 0.35V < U_{BE} \Rightarrow$  Т ЗАК

$I_B = I_C = I_E = 0$  (1 ПОЕН)

$U_o = (R_{B2} + R_{B1}) I_o = 1.35V$

(4 ПОЕНА)

б)  $I_o = 0.5mA$

п.п. Т ЗАКЛУЧЕН

$\beta \rightarrow \infty \Rightarrow I_B = 0$

$I_{RB2} = I_{RB1} = I_o = 5mA$

$U_B = R_{B1} I_{RB1}$

$U_B = 3.5V > U_{BE} \Rightarrow$  Т ПРОВОДИ

$I_{RB1} = I_{RB2} = \frac{U_{BE}}{R_{B1}} = 1mA$

$I_C = I_o - I_{RB2} = 4mA$

$U_o = (R_{B2} + R_{B1}) I_{RB1} - R_C I_C$

	10
--	----

$U_o = -5.3V < U_{CES} \Rightarrow$  Т ЗАК

$U_o = U_{CES} = 0.2V$  (1 ПОЕН)

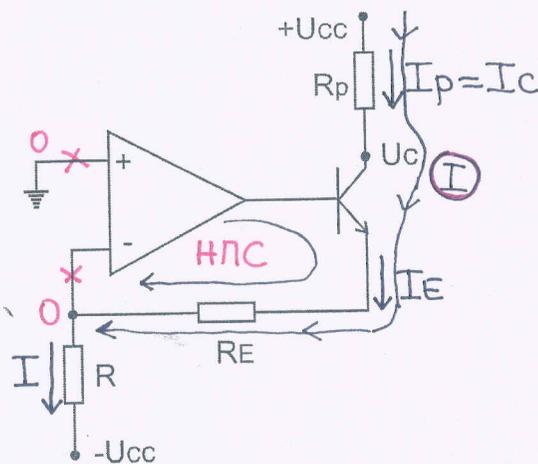
(4 ПОЕНА)

11. У колу са слике је познато  $\beta \rightarrow \infty$ ,  $U_{BE} = 0.6V$ ,  $U_{CC} = 5V$ ,  $R = 5k\Omega$ ,  $R_p = 1k\Omega$ ,  $R_E = 1k\Omega$ ,  $U_{CES} = 0.2V$

а) Одредити вредност напона на колектору ( $U_C$ )

б) Одредити вредност струје кроз потрошач ( $I_p$ )

в) Одредити максималну вредност отпорника  $R_p$  ( $R_{pmax}$ ), тако да ово коло исправно функционише



а)  $I = \frac{0 - (-U_{CC})}{R} = 1mA$

$I_E = I = 1mA$

$\beta \rightarrow \infty \Rightarrow I_B \approx 0 \Rightarrow I_C \approx I_E$

$I_p = I_C = 1mA$  (3 ПОЕНА)

б)  $U_C = U_{CC} - R_p I_p = 4V$  (2 ПОЕНА)

в) Да би коло исправно функционисало, потребно је да транзистор ради у ДАР-у, односно да буде испуњен услов:

$U_{CE} \geq U_{CES}$

Ⓢ:  $-U_{CC} + R_p I_p + U_{CE} + R_E I_E = 0$

$U_{CE} = U_{CC} - R_p I_p - R_E I_E$

$U_{CC} - R_p I_p - R_E I_E \geq U_{CES}$

$R_p \leq \frac{U_{CC} - U_{CES} - R_E I_E}{I_p}$

	10
--	----

$R_{pmax} = \frac{U_{CC} - U_{CES} - R_E I_E}{I_p} = 3.8k\Omega$

Страна 4

(5 ПОЕНА)

12. За диодно коло је познато:  $U_{CC}=5V$ ,  $U_{D1}=U_{D2}=1V$ ,  $0 < U < 10V$

а) Одредити зависност излазног напона ( $U_o$ ) од улазног  $U$ :  $U_o=f(U)$

б) Нацртати зависност  $U_o=f(U)$

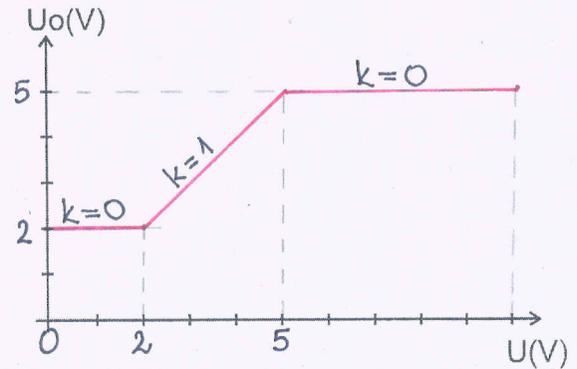
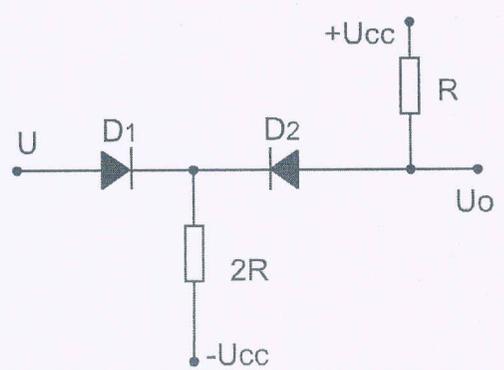


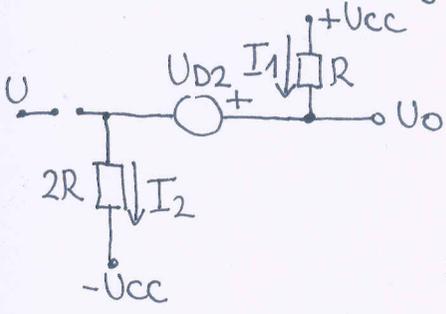
ГРАФИК: 4 ПОЕНА

а) 1. ПРЕТПОСТАВИМО,  $U=0 \wedge D1 \text{ OFF}, D2 \text{ OFF}$

$$\left. \begin{aligned} U_{A1} &= 0V \\ U_{K1} &= -U_{CC} = -5V \end{aligned} \right\} \Rightarrow U_{AK1} = 0V - (-5V) = 5V$$

$$\left. \begin{aligned} U_{A2} &= +U_{CC} = +5V \\ U_{K2} &= -U_{CC} = -5V \end{aligned} \right\} \Rightarrow U_{AK2} = 5V - (-5V) = 10V$$

$$\Rightarrow U_{AK2} > U_{AK1} \Rightarrow D1 \text{ OFF}, D2 \text{ ON}$$



$$I_1 = I_2$$

$$\frac{U_{CC} - U_o}{R} = \frac{-U_{D2} + U_o - (-U_{CC})}{2R} \cdot 2$$

$$2U_{CC} - 2U_o = -U_{D2} + U_o + U_{CC}$$

$$3U_o = U_{CC} + U_{D2}$$

$$U_o = \frac{U_{CC} + U_{D2}}{3} = 2V \quad (1) \quad (2 \text{ ПОЕНА})$$

$$U_o = \begin{cases} 2V, & 0 < U < 2V, D2 \text{ ON} \\ U, & 2V < U < 5V, D1, D2 \text{ ON} \\ 5V, & 5V < U < 10V, D1 \text{ ON} \end{cases}$$

2. ПРЕТПОСТАВИМО,  $U=10V$  и  $D1 \text{ OFF}, D2 \text{ OFF}$

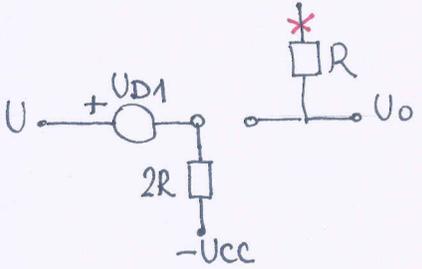
$$\left. \begin{aligned} U_{A1} &= 10V \\ U_{K1} &= -U_{CC} = -5V \end{aligned} \right\} \Rightarrow U_{AK1} = 10V - (-5V) = 15V$$

$$\left. \begin{aligned} U_{A2} &= +U_{CC} = +5V \\ U_{K2} &= -U_{CC} = -5V \end{aligned} \right\} \Rightarrow U_{AK2} = 5V - (-5V) = 10V$$

$$\Rightarrow U_{AK1} > U_{AK2} \Rightarrow D1 \text{ ON}, D2 \text{ OFF}$$

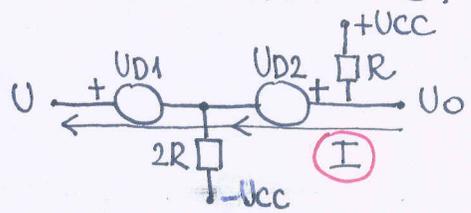
$$U_3(1) \text{ и } (3) \Rightarrow U = 2V$$

$$U_3(2) \text{ и } (3) \Rightarrow U = 5V$$



$$U_o = +U_{CC} = +5V \quad (2) \quad (2 \text{ ПОЕНА})$$

3. ЗА  $0V < U < 10V \Rightarrow D1 \text{ ON}, D2 \text{ ON}$

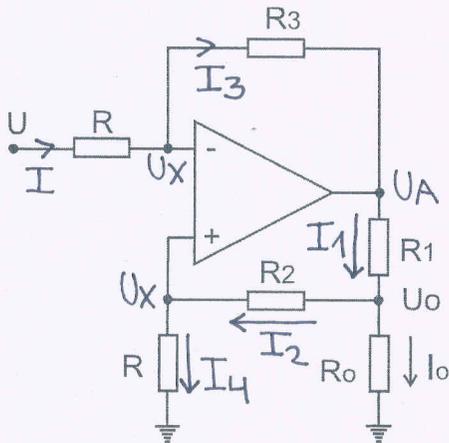


$$I: -U_o + U_{D2} - U_{D1} + U = 0$$

$$U_o = U + U_{D2} - U_{D1}$$

$$U_o = U \quad (3) \quad (2 \text{ ПОЕНА})$$

13. а) Одредити зависност струје  $I_0$  у функцији напона  $U$  и  $U_0$ ,  $I_0=f(U, U_0)$   
 б) Одредити однос отпорности у колу тако да струја не зависи од напона  $U_0$   
 в) Ако је испуњен услов под б) написати израз за струју  $I_0$



а) ОР<sup>+</sup>:  $I_2 = I_4$   
 $\frac{U_0 - U_X}{R_2} = \frac{U_X}{R}$   
 $U_X = \frac{R}{R+R_2} U_0$  (1) (1 поена)

$$I_0 = \frac{R+R_3 - R - R_2 - R_1}{R_1(R+R_2)} U_0 - \frac{R_3}{R_1 R} U$$

$$I_0 = \frac{R_3 - R_2 - R_1}{R_1(R+R_2)} U_0 - \frac{R_3}{R_1 R} U$$
 (4 поена)

б) Да струја  $I_0$ , не би зависила од напона  $U_0$ , потребно је да коефицијент уз  $U_0$ , буде једнак 0 (нули),

ОР<sup>-</sup>:  $I = I_3$   
 $\frac{U - U_X}{R} = \frac{U_X - U_A}{R_3}$   
 $U_A = \frac{R+R_3}{R} U_X - \frac{R_3}{R} U$  (2) (2 поена)

$$\frac{R_3 - R_2 - R_1}{R_1(R+R_2)} = 0$$

0:  $I_0 = I_1 - I_2$  (1 поена)

$$R_3 - R_2 - R_1 = 0$$

$$I_0 = \frac{U_A - U_0}{R_1} - \frac{U_0}{R+R_2}$$

$$R_3 = R_2 + R_1$$
 (2 поена)

$$I_0 = \frac{U_A}{R_1} - \frac{U_0}{R_1} - \frac{U_0}{R+R_2}$$

в) Ако је испуњен услов под б) израз за струју  $I_0$  има облик:

$$I_0 = \frac{U_A}{R_1} - \frac{R+R_2+R_1}{R_1(R+R_2)} U_0$$
 (3) (1 поена)

$$I_0 = - \frac{R_3}{R_1 \cdot R} \cdot U$$
 (1 поена)

Напон  $U_X$ , из (1) сменимо у (2)

$$U_A = \frac{R+R_3}{R+R_2} U_0 - \frac{R_3}{R} U$$
 (4)

Напон  $U_A$ , из (4) сменимо у (3)

$$I_0 = \frac{R+R_3}{R_1(R+R_2)} U_0 - \frac{R_3}{R_1 R} U - \frac{R+R_2+R_1}{R_1(R+R_2)} U_0$$

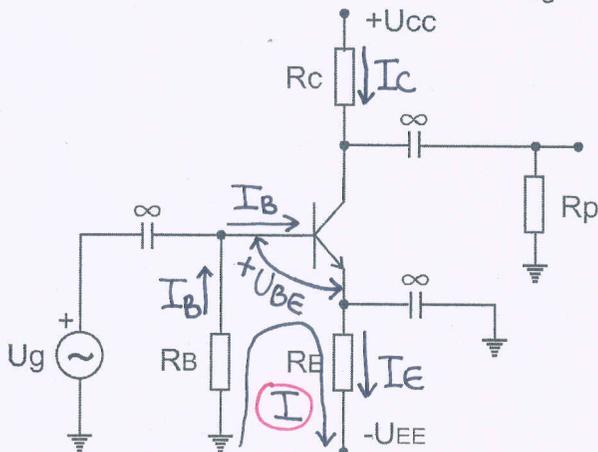
14. За појачавач са слике је познато  $\beta=100$ ,  $U_{BE}=0.6V$ ,  $U_{CC}=-U_{EE}=10V$ ,  $U_T=25mV$ ,

$R_C=5k\Omega$ ,  $R_E=5k\Omega$ ,  $R_B=435k\Omega$ ,  $R_P=5k\Omega$ .

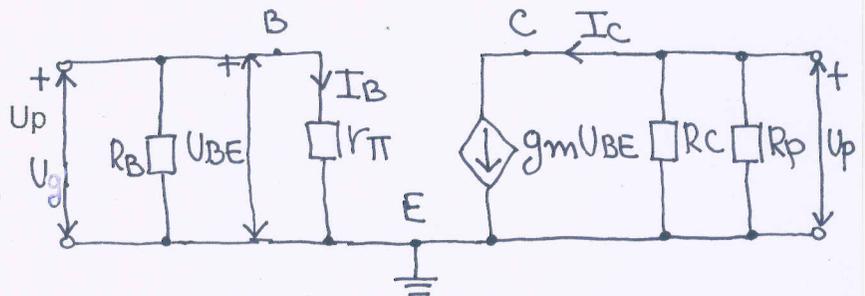
а) Одредити једносмерне струје базе ( $I_B$ ), колектора ( $I_C$ ) и емитора ( $I_E$ ), као и једносмерне напоне на бази ( $U_B$ ), колектору ( $U_C$ ), и емитору ( $U_E$ )

б) нацртати еквивалентну шему (шему за мале сигнале) овог појачавача

в) Одредити напонско појачање  $A_u = \frac{U_p}{U_g}$



б)



ШЕМА: 4 ПОЕНА

в)  $A_u = \frac{U_p}{U_g}$

$U_g = U_{BE}$

$R_{cp} = R_C \parallel R_P = \frac{R_C \cdot R_P}{R_C + R_P}$

$U_p = -R_{cp} I_C$

$U_p = -(R_C \parallel R_P) I_C$

$I_C = g_m U_{BE}$

$U_p = -g_m (R_C \parallel R_P) U_{BE}$

$A_u = -g_m (R_C \parallel R_P) = -100$

(2 ПОЕНА)

а) DC РЕЖИМ

$I$ :  $R_B I_B + U_{BE} + R_E I_E - U_{EE} = 0$

$I_E = (\beta + 1) I_B$

$R_B I_B + U_{BE} + (\beta + 1) R_E I_B + U_{EE} = 0$

$I_B = \frac{-U_{EE} - U_{BE}}{R_B + (\beta + 1) R_E} = 0.01 mA$  (2 ПОЕНА)

$I_C = \beta I_B = 1 mA$  (1 ПОЕН)

$I_E = (\beta + 1) I_B = 1.01 mA$  (1 ПОЕН)

$U_B = -R_B I_B = -4.35 V$  (1 ПОЕН)

$U_E = U_B - U_{BE} = -4.95 V$  (1 ПОЕН)

$U_C = U_{CC} - R_C I_C = 5 V$  (1 ПОЕН)

$g_m = \frac{I_C}{U_T} = 0.04 S$  (1 ПОЕН)

$r_{\pi} = \frac{\beta}{g_m} = 2.5 k\Omega$  (1 ПОЕН)

15