



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ  
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



## ОСАМНАЕСТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ

### ОДГОВОРИ И РЕШЕЊА

ИЗ

## ЕЛЕКТРОНИКЕ ЗА УЧЕНИКЕ ТРЕЋЕГ РАЗРЕДА

број задатка															Укупно бодова
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
број бодова															100 -5
3 -1	3 -1	3 -1	3 -1	3 -1	8	10	10	10	10	6	10	6	9	6	

мај 2012.



### **УПУТСТВО (ОБАВЕЗНО ПРОЧИТАТИ!)**

Питања и задаци су припремљени у складу са наставним програмима предмета Електроника I и Електроника II.

Провера знања траје 120 минута. При раду такмичари могу да користе само прибор за писање и лични калкулатор.

Одговор на питање, односно решење постављеног задатка треба писати читко, обавезно на месту које је за то предвиђено.

Учесници такмичења самостално дају одговоре на питања и решавају постављене задатке. За време рада мора да влада тишина. Такмичар који не поштује ова правила биће дисквалификован и удаљен са такмичења.

За свако питање и задатак дат је број бодова на насловној страни. Највећи могући укупан број бодова је 100.

### **САВЕТИ**

Свако питање и задатак треба пажљиво прочитати да бисте разумели шта се захтева.

Уколико нисте потпуно сигурни који од предложених одговора на постављено питање треба заокружити, таква питања треба оставити без одговора. Тако се не добијају бодови „на срећу”, али се сигурно избегавају негативни бодови.

Није мудро да се дуго задржавате на питањима и задацима код којих, у датом тренутку, не можете са сигурношћу да одредите тачан одговор, односно да сагледате решење постављеног задатка. Усредсредите се на питања и задатке који следе. Након тога, преостало време посветите решавању задатака које сте „прескочили”.

*Сретно!*



1. У поређењу са силицијумским диодама које садрже PN–спој, напон прага вођења Шотки-диоде је:

а) мањи,

б) приближно једнак,

в) већи,

г) није понуђен тачан одговор.

3/-1

2. Инверзни режим биполарног транзистора је:

а) када су оба споја поларисана директно,

б) када је спој база-емитор поларисан директно, а колектор-база инверзно,

в) када је спој колектор-база поларисан директно, а спој база-емитор инверзно,

г) није понуђен тачан одговор.

3/-1

3. Највиша радна температура PN–споја од силицијума је, приближно:

а) 100 °C,

б) 200 °C,

в) 300 °C,

г) 400 °C.

3/-1

4. Униполарни JFET транзистори су при напону  $V_{GS} = 0V$  (напон гејт-сорс):

а) проводни,

б) непроводни,

в) зависи да ли је у питању N - канални или P – канални JFET.

г) није понуђен тачан одговор.

3/-1

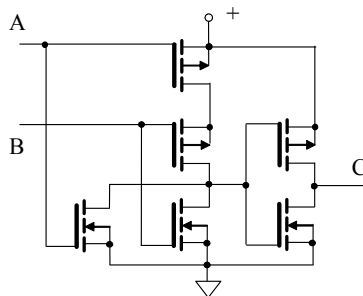
5. На слици је приказано коло са комплементарним MOS – транзисторима које представља:

а) логичко И-коло,  $C = A \cdot B$ ,

б) логичко ИЛИ-коло,  $C = A + B$ ,

в) логичко НИ-коло,  $C = \overline{A \cdot B}$

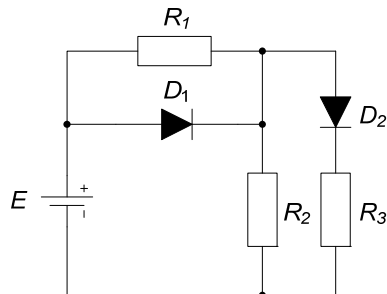
г) логичко НИЛИ-коло,  $C = \overline{A + B}$ .



3/-1



6. На слици је приказано коло са две диоде. Одредити струју кроз обе диоде ако је:  $E = 10\text{ V}$ ,  $R_1 = 1\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 2\text{ k}\Omega$  и  $R_3 = 3\text{ k}\Omega$ . (Подразумевати да је  $U_{D1} = U_{D2} = 0.7\text{ V}$ )



Прво треба испитати да ли струја тече кроз диоду  $D_1$ . Пошто је напон на отпорнику  $R_1$  када није прикључена диода виши од  $0.7\text{ V}$ , значи да струја тече кроз диоду  $D_1$ . Напон и струја на отпорнику  $R_2$  се израчунавају на основу израза:

$$U_2 = E - U_{D1} = 9.3\text{ V}$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{9.3\text{ V}}{2 \cdot 10^3 \Omega} = 4.65\text{ mA}$$

**2 поена**

Струја кроз диоду  $D_2$  одређује се као струја кроз отпорник  $R_3$ :

$$I_{D2} = \frac{U_2 - 0.7\text{ V}}{R_3} = \frac{9.3\text{ V} - 0.7\text{ V}}{3 \cdot 10^3 \Omega} = 2.87\text{ mA}$$

**2 поена**

Струја кроз отпорник  $R_1$  је:

$$I_1 = \frac{0.7\text{ V}}{R_1} = \frac{0.7\text{ V}}{1 \cdot 10^3 \Omega} = 0.7\text{ mA}$$

**2 поена**

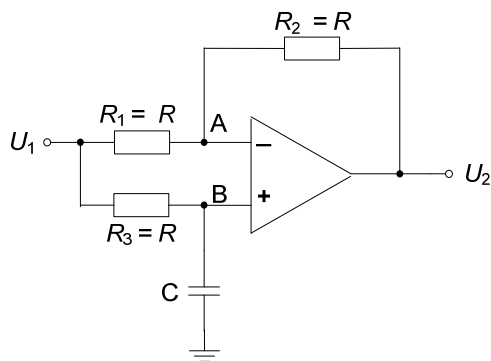
Струја кроз диоду  $D_1$  одређује се применом I Кирхофовог закона:

$$I_{D1} = I_2 + I_{D2} - I_1 = 6.81\text{ mA}$$

**2 поена**



7. У колу, приказаном на слици, примењен је операциони појачавач који се може сматрати идеалним: појачање не зависи од учестаности, а улазна отпорност (импеданса) је бесконачно велика. Одредити фреквенцијску карактеристику овог кола:



$$W(j\omega) = \frac{U_2(j\omega)}{U_1(j\omega)}.$$

За посматрано коло важе следеће једначине:

$$U_A(j\omega) = U_B(j\omega), \quad U_B(j\omega) = \frac{Z_C(j\omega)}{R_3 + Z_C(j\omega)} U_1(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega RC} U_1(j\omega) \quad \text{2 поена}$$

$$U_2(j\omega) = U_A(j\omega) - R_2 I_2(j\omega), \quad \text{2 поена}$$

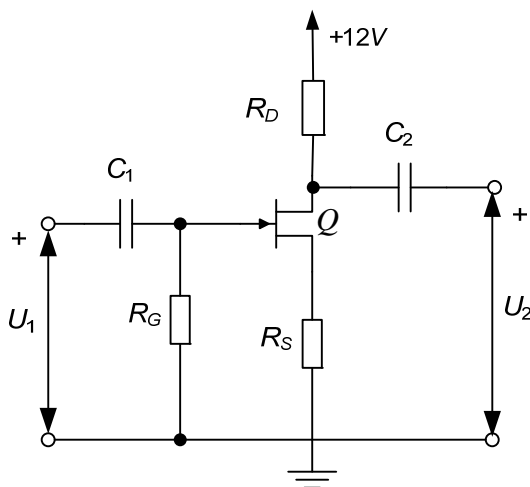
$$I_2(j\omega) = I_1(j\omega), \quad I_1(j\omega) = \frac{U_1(j\omega) - U_A(j\omega)}{R_1} = \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC} U_1(j\omega) \quad \text{2 поена}$$

на основу којих следи:

$$W(j\omega) = \frac{U_2(j\omega)}{U_1(j\omega)} = \frac{1 - j\omega RC}{1 + j\omega RC} \quad \text{4 поена}$$



8. Одредити појачање ( $A_R$ ) појачавача са негативном повратном спрегом приказаног на слици, ако је  $R_D=3\text{ k}\Omega$ ,  $R_S=1\text{ k}\Omega$  и  $g_m=2\text{ mA/V}$ .



Да би се одредило појачање појачавача са повратном спрегом ( $A_R$ ) треба одредити појачање без негативне повратне спреге ( $A$ ) и коефицијент повратне спреге ( $\beta$ ).

$$A = -g_m R_D = -2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{A}}{\text{V}} \cdot 3 \cdot 10^3 \Omega = -6$$

3 поена

$$\beta = \frac{R_S}{R_D} = \frac{1\text{ k}\Omega}{3\text{ k}\Omega} = \frac{1}{3}$$

3 поена

$$A_R = \frac{A}{1 - \beta A} = \frac{-6}{1 - \frac{1}{3} \cdot (-6)} = -2$$

4 поена

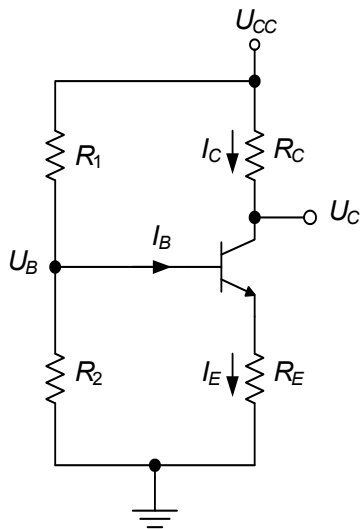


9. За коло приказано на слици:

а) Одредити струје и напоне назначене у колу подразумевајући да транзистор ради у активном режиму.

б) Одредити минималну вредност отпорника  $R_C$  тако да транзистор ради на ивици засићења ( $U_{CES}=0.3V$ ).

Познато је:  $U_{CC}=+12V$ ,  $\beta = 100$ ,  $U_{BE} = 0.7V$ ,  $R_1 = 100\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 10\text{ k}\Omega$ ,  $R_E = 1\text{ k}\Omega$  и  $R_C = 2\text{ k}\Omega$ .



а)

$$U_B = U_{CC} \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 1.09V$$

$$I_E = \frac{U_B - U_{BE}}{R_E} = 0.39mA$$

$$I_C = \frac{\beta}{1 + \beta} I_E = 0.386mA \approx 0.39mA$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = 3.86\mu A \approx 3.9\mu A$$

$$U_C = U_{CC} - R_C I_C = 11.22V$$

Сваки од пет израза носи по 1 поен, односно укупно 5 поена.

б)

$$U_{CC} - R_C I_C - U_{CES} - R_E I_E = 0$$

$$R_{C\min} = \frac{U_{CC} - U_{CES} - R_E I_E}{I_C} = 29.76k\Omega$$

5 поена

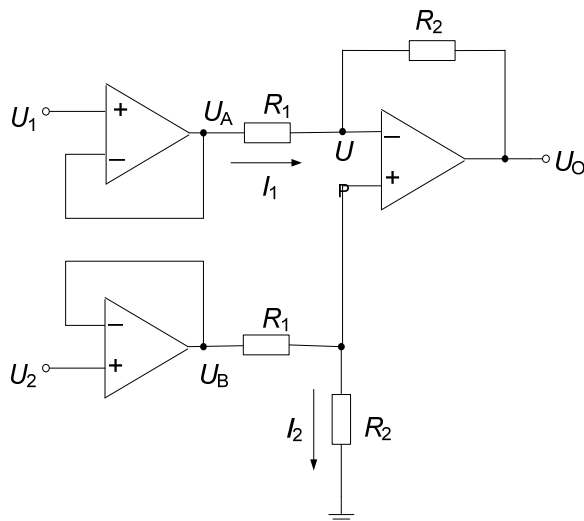


10. Ако су познате вредности  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $R_1$  и  $R_2$  и ако се претпостави да су на слици дати идеални операциони појачавачи:

а) Одредити напон  $U_0$ .

б) Одредити напонско појачање које је дефинисано као

$$A_u = \frac{U_0}{U_2 - U_1}.$$



а)

$$U_A = U_1$$

1 поен

$$U_B = U_2$$

1 поен

$$I_2 = \frac{U_2}{R_1 + R_2}$$

$$U_P = R_2 \frac{U_2}{R_1 + R_2}$$

$$U_0 = I_1(R_1 + R_2) + U_1$$

$$I_1 = \frac{U_0 - U_1}{R_1 + R_2}$$

$$U_0 = R_2 \frac{U_0 - U_1}{R_1 + R_2} + R_2 \frac{U_2}{R_1 + R_2}$$

$$U_0(R_1 + R_2) = R_2 U_0 - U_1 R_2 + R_2 U_2$$

$$U_0 = \frac{R_2(U_2 - U_1)}{R_1}$$

6 поена

**Напомена:** сваки од тачно написаних израза за струје и напоне на основу којих се долази до коначног израза за напон  $U_0$  може да носи по 1 поен.

б)

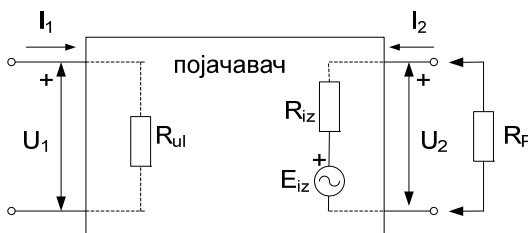
$$A_v = \frac{U_0}{U_2 - U_1} = \frac{R_2}{R_1}$$

2 поена





11. Појачавач има излазну отпорност  $R_{IZ} = 200 \Omega$ , док му је напон празног хода  $U_{20} = 4 V$ . Када се на излаз појачавача прикључи потрошач, излазни напон се смањи за 20 %. Наћи напон на потрошачу, отпорност и снагу потрошача.



Када се смањи за 20%, напон на потрошачу износи:

$$U_P = 0.8 \cdot U_{20} = 0.8 \cdot 4V = 3.2V$$

2 поена

Из једначине за израчунавање излазне отпорности појачавача добија се:

$$R_P = \frac{U_P \cdot R_{IZ}}{U_{20} - U_P} = \frac{3.2V \cdot 200\Omega}{4V - 3.2V} = 800\Omega$$

2 поена

Снага потрошача је:

$$P = \frac{U_P^2}{R_P} = \frac{(3.2V)^2}{800\Omega} = 12.8mW$$

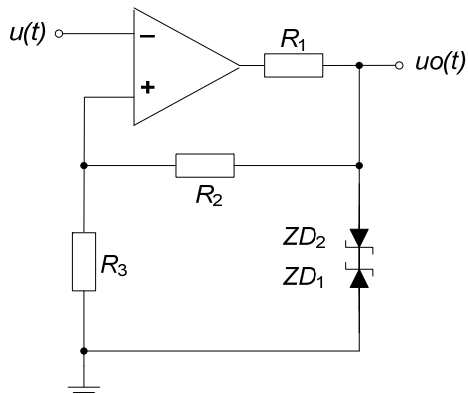
2 поена



12. У колу, приказаном на слици, примењен је идеални операциони појачавач и две идентичне Ценер-диоде, чији је напон пробоја при инверзној поларизацији ( $U_Z$ ) једнак 5 V, а напон вођења при директној поларизацији ( $U_F$ ) једнак 1 V. Вредности отпорности у колу су:

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega, R_2 = 2 \text{ k}\Omega \text{ и } R_3 = 4 \text{ k}\Omega.$$

- а) Одредити амплитуду излазног сигнала.  
б) Нацртати таласни облик сигнала који се добија на излазу кола при побуди периодичним сигналом симетричног троугаоног таласног облика амплитуде 8 V.



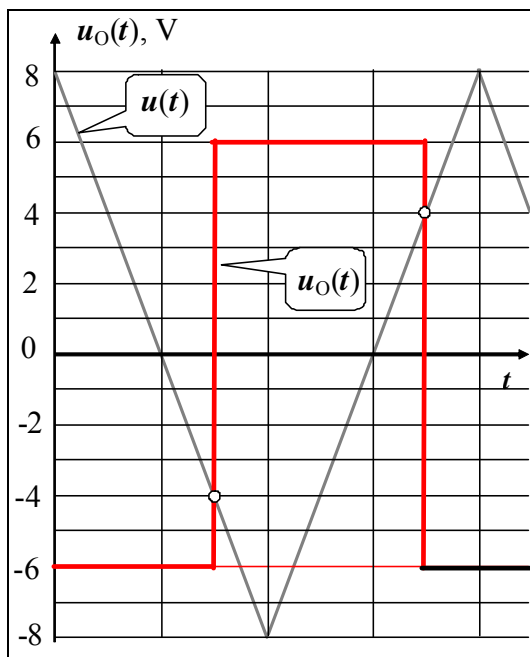
Коло представља прецизни компаратор са хистерезисом и симетричним праговима поређења (Шмитово коло).

- а) Амплитуда излазног сигнала је:

$$U_Z + U_F = 6 \text{ V}$$

2 поена

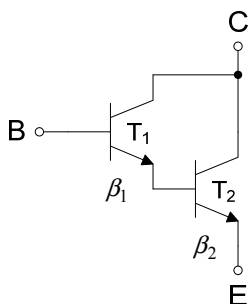
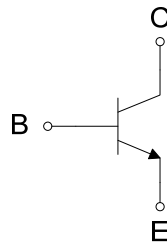
- б)



8 поена



13. Нацртати спој биполарних *NPN* транзистора који је еквивалентан једном *NPN* транзистору. Одредити израз за појачање струје од базе до колектора ( $\beta$ ), еквивалентног транзистора, у зависности од одговарајућих појачања појединачних транзистора у споју.



Еквивалентно коло

3 поена

$$I_E = (1 + \beta)I_B,$$

$$I_E = I_{E2} = (1 + \beta_2)I_{B2}$$

$$I_{B2} = I_{E1} = (1 + \beta_1)I_{B1} = (1 + \beta_1)I_B \quad I_E = (1 + \beta)I_B = (1 + \beta_2)(1 + \beta_1)I_B$$

$$1 + \beta = (1 + \beta_2)(1 + \beta_1) = 1 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_1\beta_2$$

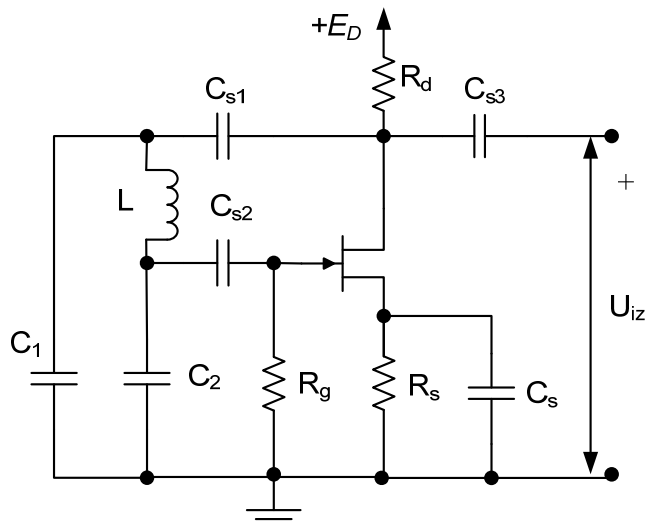
$$\boxed{\beta = \beta_1 + \beta_2 + \beta_1\beta_2 \cong \beta_1\beta_2}$$

Еквивалентно појачање струје

3 поена

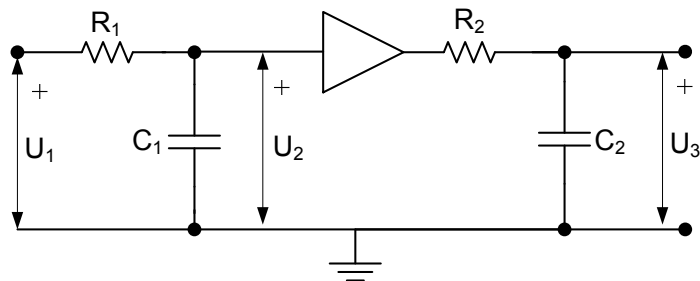


14. Нацртати шему Колпицовог осцилатора са FET-ом.



9

15. Нацртати шему која се састоји од 2 кола за интеграљење која су раздвојена појачавачем појачања  $A=1$ . Извести израз за преносни однос нацртане шеме на високим учестаностима.



3 поена

$$\begin{aligned} \frac{U_3}{U_1} &= \frac{U_3}{U_2} \cdot \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{1 + j\omega C_2 R_2} \cdot \frac{1}{1 + j\omega C_1 R_1} \approx \\ &\approx \frac{1}{j\omega C_2 R_2} \cdot \frac{1}{j\omega C_1 R_1} = -\frac{1}{\omega^2 C_1 R_1 C_2 R_2} \end{aligned}$$

3 поена

6