



МИНИСТАРСТВО ПРОСВЕТЕ, НАУКЕ И ТЕХНОЛОШКОГ РАЗВОЈА
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ
ЗАЈЕДНИЦА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



ДВАДЕСЕТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ

ОДГОВОРИ И РЕШЕЊА

ИЗ

ЕЛЕКТРОНИКЕ

ЗА УЧЕНИКЕ ТРЕЋЕГ РАЗРЕДА

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

мај 2014.



**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”.

Срећно!



1. За напон пробоја Ценер диоде важи:

- а) уништава диоду
- б) значајно се мења са променом струје диоде
- в) једнак је струја пута отпорност

г) приближно је константан

3/-1

2. Када колектор и емитор замене места, овакав транзистор има:

а) мањи коефицијент струјног појачања

б) већи коефицијент струјног појачања

в) исти коефицијент струјног појачања

3/-1

3. На слици је приказан операциони појачавач чији напони засићења износе $\pm v_{SAT}$. Колики је опсег улазних напона за који ће излазни напон за појачавач на слици бити дат

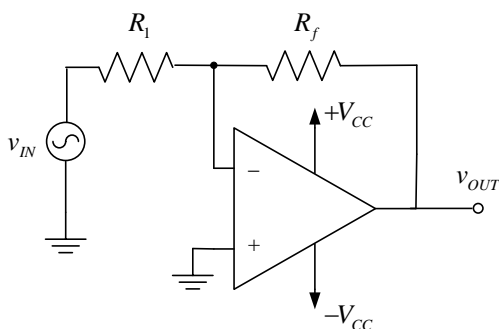
изразом $v_{OUT} = -\frac{R_f}{R_1} v_{IN}$?

а) $-\frac{R_1}{R_f} v_{SAT} < v_{IN} < \frac{R_1}{R_f} v_{SAT}$

б) $-\frac{R_f}{R_1} v_{SAT} < v_{IN} < \frac{R_f}{R_1} v_{SAT}$

в) $-v_{SAT} < v_{IN} < v_{SAT}$

г) није понуђен одговор



3/-1

4. Ако је струја дрејна у колу на слици $I_D = 3 \text{ mA}$, колико износи напон V_{DS} ?

Вредности отпорника у колу на слици су

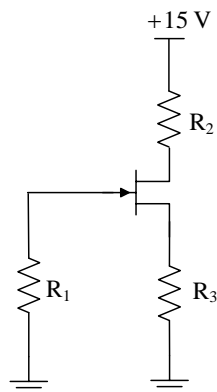
$R_1 = 1 \text{ M}\Omega$, $R_2 = 2,2 \text{ k}\Omega$ и $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$.

а) $V_{DS} = 3 \text{ V}$

б) $V_{DS} = 5,4 \text{ V}$

в) $V_{DS} = 8,4 \text{ V}$

г) није понуђен одговор



3/-1



5. Тростепени каскадни појачавач има следећа напонска појачања појединачних степена $A_1 = 20 \text{ dB}$, $A_2 = 32 \text{ dB}$ и $A_3 = 46 \text{ dB}$. Колико је укупно напонско појачање појачавача?

а) 29440

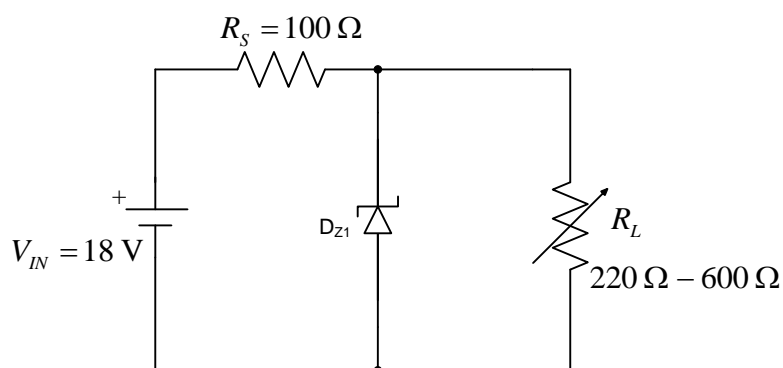
б) 79432,82

в) $6,31 \cdot 10^9$

г) није понуђен одговор

3/-1

6. За коло на слици одредити колико износе минимална и максимална струја Ценер диоде, као и минималну и максималну снагу дисипације на Ценер диоди. Претпоставити да је напон пробоја Ценер диоде у колу на слици $V_Z = 12 \text{ V}$.



Струја кроз отпорник $R_S = 100 \Omega$ је

$$I_S = \frac{V_{IN} - V_Z}{R_S} = \frac{18 \text{ V} - 12 \text{ V}}{100 \Omega} = 60 \text{ mA}.$$

Сада су минимална и максимална струја Ценер диоде

$$I_{Z \min} = I_S - I_{L \max} = I_S - \frac{V_Z}{R_{L \min}} = 60 \text{ mA} - \frac{12 \text{ V}}{220 \Omega} = 5,45 \text{ mA}, \text{ (2,5 поена)}$$

$$I_{Z \max} = I_S - I_{L \min} = I_S - \frac{V_Z}{R_{L \max}} = 60 \text{ mA} - \frac{12 \text{ V}}{600 \Omega} = 40 \text{ mA}. \text{ (2,5 поена)}$$

Минимална и максимална снага дисипације на Ценер диоди су:

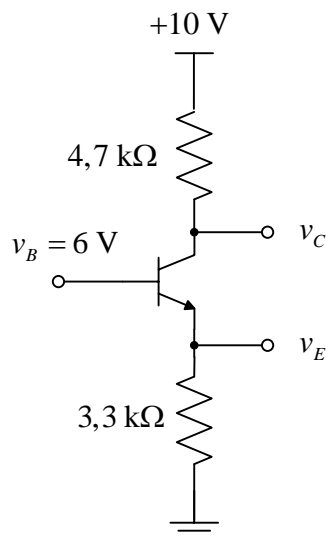
$$P_{DZ \min} = I_{Z \min} V_Z = 5,45 \text{ mA} \cdot 12 \text{ V} = 65,4 \text{ mW}, \text{ (2,5 поена)}$$

$$P_{DZ \max} = I_{Z \max} V_Z = 40 \text{ mA} \cdot 12 \text{ V} = 480 \text{ mW}. \text{ (2,5 поена)}$$

10

**ЕЛЕКТРОНИКА****ДВАДЕСЕТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2014.**

7. Анализирати коло на слици и одредити напоне на емитеру, колектору и струје базе, емитера и колектора. Сматрати да су параметри транзистора $\beta_F = 100$, $V_{CES} = 0,2 \text{ V}$ и $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$.



Сматрамо да је транзистор у активном режиму. Важи:

$$v_E = 6 \text{ V} - 0,7 \text{ V} = 5,3 \text{ V},$$

$$I_E = \frac{5,3 \text{ V}}{3,3 \text{ k}\Omega} = 1,6 \text{ mA},$$

$$I_C \approx I_E = 1,6 \text{ mA},$$

$$v_C = 10 \text{ V} - 1,6 \text{ mA} \cdot 4,7 \text{ k}\Omega = 2,48 \text{ V},$$

$$v_C - v_B = 2,48 \text{ V} - 6 \text{ V} < 0 \Rightarrow \text{транзистор није у активном режиму.}$$

Транзистор у засићењу:

$$v_E = 6 \text{ V} - 0,7 \text{ V} = 5,3 \text{ V}, \text{ (2 поена)}$$

$$I_E = \frac{5,3 \text{ V}}{3,3 \text{ k}\Omega} = 1,6 \text{ mA}, \text{ (2 поена)}$$

$$v_C = 5,3 \text{ V} + 0,2 \text{ V} = 5,5 \text{ V}, \text{ (2 поена)}$$

$$I_C = \frac{10 \text{ V} - 5,5 \text{ V}}{4,7 \text{ k}\Omega} = 0,96 \text{ mA}, \text{ (2 поена)}$$

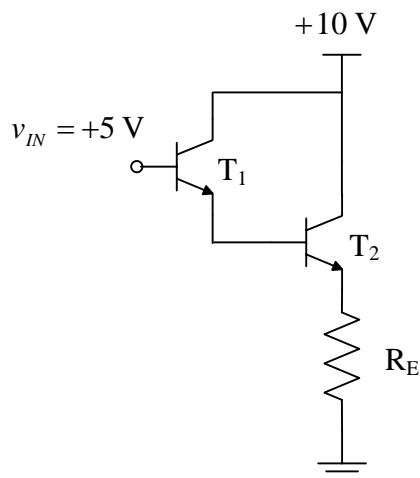
$$I_B = I_E - I_C = 1,6 \text{ mA} - 0,96 \text{ mA} = 0,64 \text{ mA}. \text{ (2 поена)}$$



ЕЛЕКТРОНИКА

ДВАДЕСЕТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2014.

8. У колу на слици први транзистор има струјно појачање $\beta_{F1} = 100$, а други струјно појачање $\beta_{F2} = 50$. За оба биполарна транзистора важи $V_{CES} = 0,2 \text{ V}$ и $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$. Вредност отпорника R_E у колу је $R_E = 100 \Omega$. Колико износи базна струја првог транзистора?



Напон и струја емитера другог транзистора су:

$$V_{E2} = v_{IN} - 2V_{BE} = 5 \text{ V} - 2 \cdot 0,7 \text{ V} = 3,6 \text{ V},$$

$$I_{E2} = \frac{V_{E2}}{R_E} = \frac{3,6 \text{ V}}{100 \Omega} = 36 \text{ mA} . \text{ (5 поена)}$$

Сада су базне струје транзистора:

$$I_{B2} = \frac{I_{E2}}{\beta_{F2} + 1} = \frac{36 \text{ mA}}{51} = 705,88 \mu\text{A} ,$$

$$I_{B1} = \frac{I_{E1}}{\beta_{F1} + 1} = \frac{705,88 \mu\text{A}}{101} = 6,99 \mu\text{A} . \text{ (5 поена)}$$

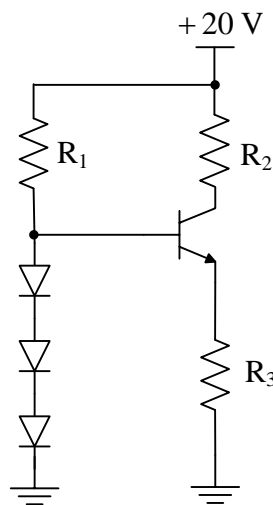
Напомена: Признавати са максималним бројем поена и решење са приближним рачуном, где је $\beta_{F1} + 1 \approx \beta_{F1}$ и $\beta_{F2} + 1 \approx \beta_{F2}$.



ЕЛЕКТРОНИКА

ДВАДЕСЕТО РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2014.

9. За транзистор у колу на слици важи $\beta_F \rightarrow \infty$, $V_{CES} \approx 0 \text{ V}$ и $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$, диоде су истих карактеристика где важи $V_D = 0,7 \text{ V}$, док су вредности отпорника у колу $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 8,2 \text{ k}\Omega$ и $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$. Одредити струју колектора транзистора.



Све три диоде у колу на слици воде, па је укупан напон на диодама, на бази транзистора једнак $3V_D = 2,1 \text{ V}$. (4 поена)

Струја емитера транзистора је сада

$$I_E = \frac{3V_D - V_{BE}}{R_3} = \frac{2,1 \text{ V} - 0,7 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega} = 1,4 \text{ mA} \text{ (4 поена).}$$

Важи да је

$$V_C = 20 \text{ V} - R_2 I_E = 20 \text{ V} - 8,2 \text{ k}\Omega \cdot 1,4 \text{ mA} = 8,52 \text{ V},$$

$$V_B = 2,1 \text{ V},$$

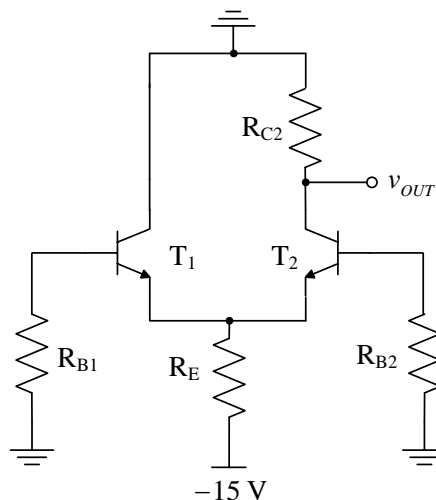
$V_{CB} = V_C - V_B = 8,52 \text{ V} - 2,1 \text{ V} = 6,42 \text{ V} > 0$, чиме је потврђено да транзистор ради у директном активном режиму.

Тражена струја колектора транзистора је

$$I_C \approx I_E = 1,4 \text{ mA}. \text{ (2 поена)}$$



10. За транзистор у колу на слици важи $\beta_F \rightarrow \infty$, $V_{CES} \approx 0 \text{ V}$ и $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$, док су вредности отпорника у колу $R_{B1} = R_{B2} = 33 \text{ k}\Omega$ и $R_E = R_{C2} = 15 \text{ k}\Omega$. Колико износи излазни напон v_{OUT} ?



Струја која пролази кроз отпорник R_E је одређена изразом

$$I = \frac{-V_{BE} - (-15 \text{ V})}{R_E} = \frac{-0,7 \text{ V} - (-15 \text{ V})}{15 \text{ k}\Omega} = 0,95 \text{ mA},$$

па је струја емитора транзистора $I_{E1} = I_{E2} = \frac{I}{2} = \frac{0,95 \text{ mA}}{2} = 0,475 \text{ mA}$. (5 поена)

Сада је излазни напон једнак

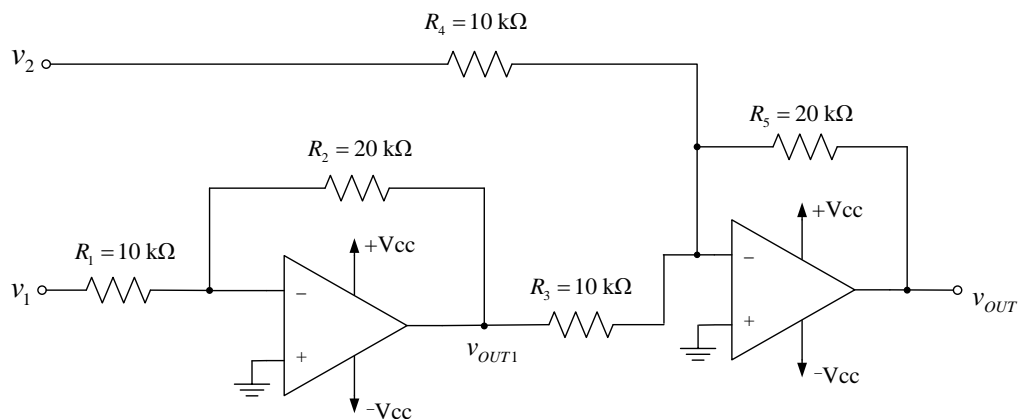
$$v_{OUT} = 0 \text{ V} - I_{E1} R_{C2} = 0 \text{ V} - I_{E1} R_{C2} = 0 \text{ V} - 0,475 \text{ mA} \cdot 15 \text{ k}\Omega = -7,125 \text{ V}.$$

На основу израчунате вредности излазног напона види се да транзистор није у директном активном режиму, већ је zasiћен, па је зато излазни напон:

$$v_{OUT} = -0,7 \text{ V}. \text{ (5 поена)}$$



11. Наћи израз за излазни напон за коло на слици:



Напон на излазу првог ОП је:

$$v_{OUT1} = -\frac{R_2}{R_1} v_1 = -\frac{20 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega} v_1 = -2v_1. \text{ (5 поена)}$$

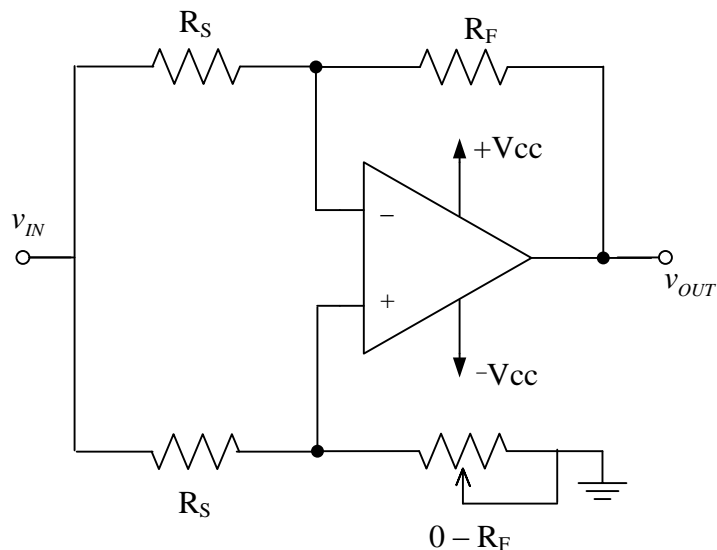
Даље имамо:

$$v_{OUT} = -\left(\frac{R_5}{R_3} v_{OUT1} + \frac{R_5}{R_4} v_2\right) = -\left(\frac{20 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega} v_{OUT1} + \frac{20 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega} v_2\right) = -2v_{OUT1} - 2v_2,$$

$$v_{OUT} = 4v_1 - 2v_2. \text{ (5 поена)}$$



12. Одредити излазни напон у колу на слици у зависности од параметара приказаних на слици, за крајње положаје потенциометра, 0 и R_F .



За положај потенциометра 0 излазни напон једнак је

$$v_{OUT} = -\frac{R_F}{R_S} v_{IN} \cdot (5 \text{ поена})$$

За положај потенциометра R_F , инвертујући и неинвертујући улаз операционог појачавач су

$$v_- = v_+ = \frac{R_F}{R_F + R_S} v_{IN},$$

па је излазни напон једнак

$$\frac{v_- - v_{OUT}}{R_F} = \frac{v_{IN} - v_-}{R_S},$$

$$v_{OUT} = v_- - \frac{v_{IN} - v_-}{R_S} \cdot R_F,$$

$$v_{OUT} = \frac{\frac{R_S R_F}{R_F + R_S} v_{IN} - v_{IN} R_F - \frac{R_F R_F}{R_F + R_S} v_{IN}}{R_S},$$

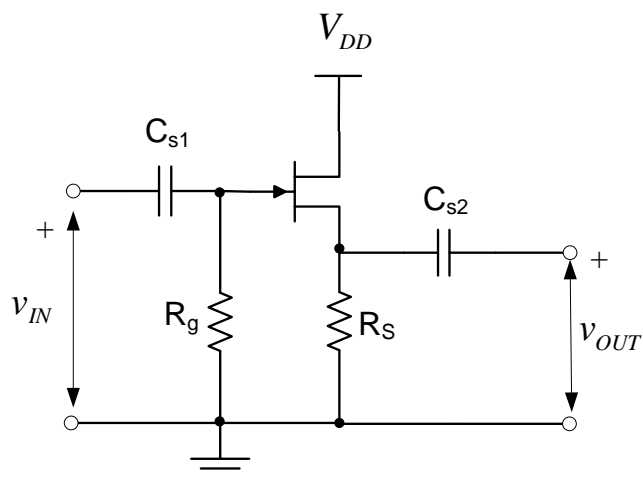
$$v_{OUT} = \frac{v_{IN} \left(\frac{R_S R_F}{R_F + R_S} - R_F - \frac{R_F R_F}{R_F + R_S} \right)}{R_S} \cdot R_F = 0 \text{ V} \cdot (5 \text{ поена})$$



Напон на излазу за положај потенциометра R_F , се могао одредити и директно на основу симетрије.

10

13. Нацртати шему појачавача са заједничким дрејном.



7

14. Нацртати шему Колпицовог осцилатора са FET-ом.

