



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



ДВАДЕСЕТО РЕПУБЛИЧКО 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	3	3	3	3	10	8	9	9	8	9	9	8	7	8	
-1	-1	-1	-1	-1											

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”.

Сретно!



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

а) мањи

б) приближно једнак

в) већи

3/-1

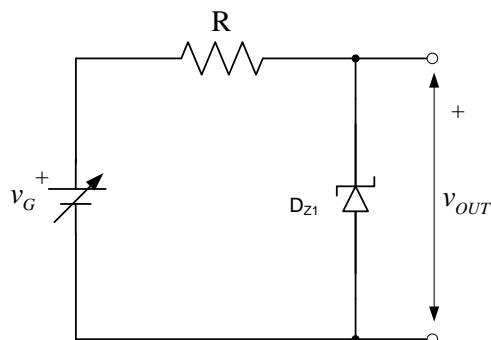
2. Претпоставити да је напон пробоја Ценер диоде у колу на слици $V_Z = 10\text{ V}$. У ком опсегу се налази струја Ценер диоде? За коло на слици важи: $R = 820\ \Omega$, опсег вредности напонског генератора v_G је између 20 V и 40 V .

а) од 0 до 10 mA

б) од 0 до $36,6\text{ mA}$

в) од $12,2\text{ mA}$ до $36,6\text{ mA}$

г) од $36,6\text{ mA}$ до $60,96\text{ mA}$



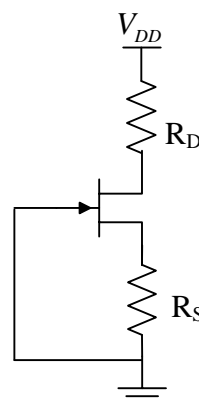
3/-1

3. За коло на слици утврдити у ком режиму ради FET ако је $V_{DD} = 15\text{ V}$, $V_{GSoff} = -2\text{ V}$, $I_D = 1\text{ mA}$, $R_D = 13,5\text{ k}\Omega$ и $R_S = 1\text{ k}\Omega$.

а) засићен

б) у омској области

в) закочен



3/-1



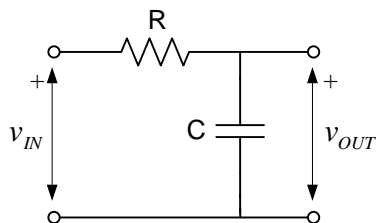
4. На слици је приказано RC коло чија је фреквенцијска карактеристика, $W(j\omega)$, одређена изразом:

а) $W(j\omega) = 1 + j\omega RC$

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

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

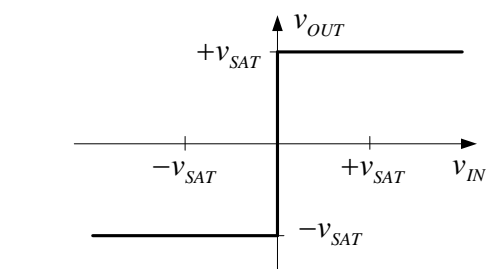
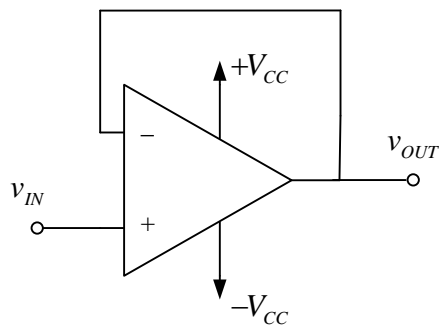
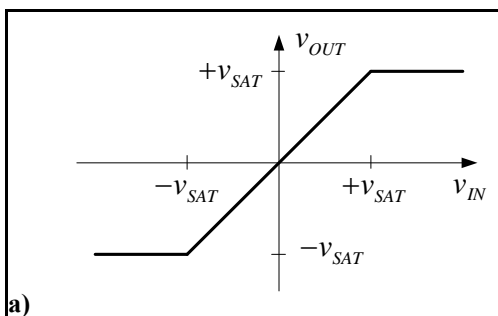
г) није понуђен тачан одговор



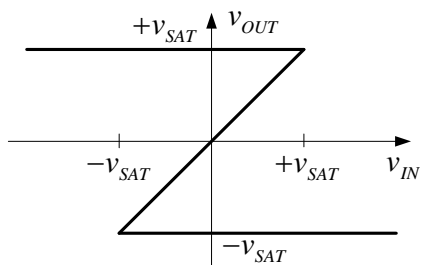
$$W(j\omega) = \frac{v_{OUT}(j\omega)}{v_{IN}(j\omega)}$$

3/-1

5. Како изгледа преносна карактеристика кола на слици? Карактеристике операционог појачавача су идеалне, напони zasiћења износе $\pm v_{SAT}$.



б)



в)

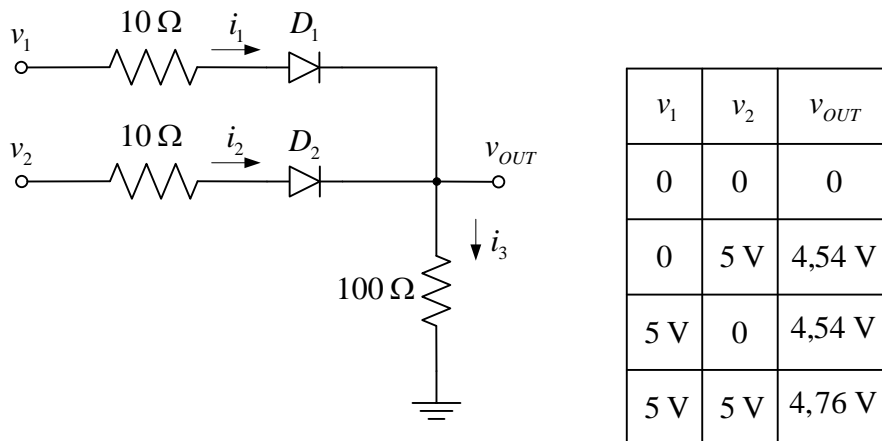
г) није понуђен одговор

3/-1



6.

За коло приказано на слици попунити табелу са вредностима излазног напона v_{OUT} за различите вредности улазних напона v_1 и v_2 . Диоде су идеалних карактеристика.



Када је $v_1 = v_2 = 0$, диоде не воде, па је $v_{OUT} = 0$. **(2,5 поена)**

Када је $v_1 = 0$, а $v_2 = 5\text{ V}$, диода D_1 не води, а диода D_2 води, па је

$$v_{OUT} = \frac{100\ \Omega}{100\ \Omega + 10\ \Omega} \cdot 5\text{ V} = 4,54\text{ V}. \quad \textbf{(2,5 поена)}$$

Када је $v_1 = 5\text{ V}$, а $v_2 = 0$, диода D_1 води, а диода D_2 не води, па је

$$v_{OUT} = \frac{100\ \Omega}{100\ \Omega + 10\ \Omega} \cdot 5\text{ V} = 4,54\text{ V}. \quad \textbf{(2,5 поена)}$$

Када је $v_1 = 5\text{ V}$, а $v_2 = 5\text{ V}$, обе диоде воде. Сада важи да је, у складу са ознакама на слици

$$i_1 = i_2 = \frac{5\text{ V} - v_{OUT}}{10\ \Omega},$$

$$i_3 = i_1 + i_2 = 2 \cdot \frac{5\text{ V} - v_{OUT}}{10\ \Omega},$$

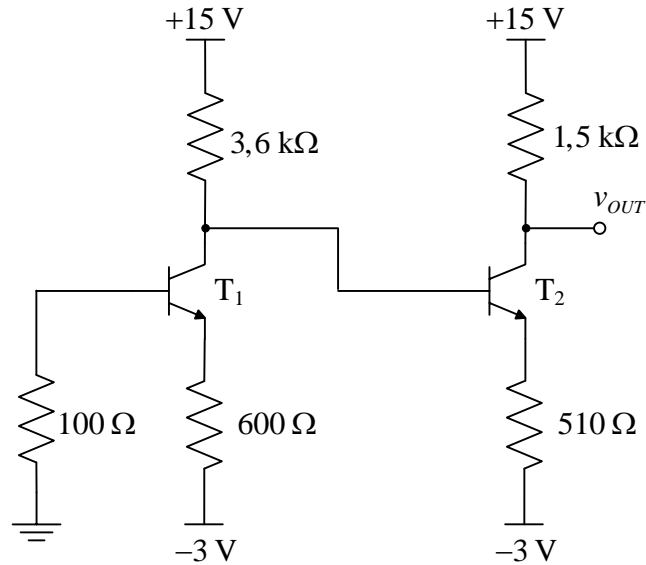
$$v_{OUT} = 100\ \Omega \cdot i_3 = 100\ \Omega \cdot 2 \cdot \frac{5\text{ V} - v_{OUT}}{10\ \Omega} = 20 \cdot (5\text{ V} - v_{OUT}),$$

$$v_{OUT} = \frac{100\text{ V}}{21} = 4,76\text{ V}. \quad \textbf{(2,5 поена)}$$



7.

За појачавач на слици одредити I_{C1} и I_{C2} . Подразумевати да оба транзистора раде у активном режиму рада, $\beta_{1,2} = 200$, $V_{BE1,2} = 0,7 \text{ V}$.



За коло на слици важи:

BE 1 контура

$$0 = 100 \Omega \cdot I_{B1} + V_{BE1} + 600 \Omega \cdot I_{E1} - 3 \text{ V},$$

$$0 = 100 \Omega \cdot \frac{I_{E1}}{\beta_1 + 1} + 0,7 \text{ V} + 600 \Omega \cdot I_{E1} - 3 \text{ V},$$

$$I_{E1} = 3,83 \text{ mA} \approx I_{C1}, \text{ (4 поена)}$$

$$I_{B1} = \frac{I_{C1}}{\beta} = 19,2 \mu\text{A}.$$

BE 2 контура

$$15 \text{ V} = 3,6 \text{ k}\Omega \cdot (I_{C1} + I_{B2}) + V_{BE2} + 510 \Omega \cdot I_{E2} - 3 \text{ V},$$

$$15 \text{ V} = 3,6 \text{ k}\Omega \cdot 3,83 \text{ mA} + 3,6 \text{ k}\Omega \cdot I_{B2} + 0,7 \text{ V} + 510 \Omega \cdot I_{E2} - 3 \text{ V},$$

$$I_{E2} = 6,65 \text{ mA} \approx I_{C2}, \text{ (4 поена)}$$

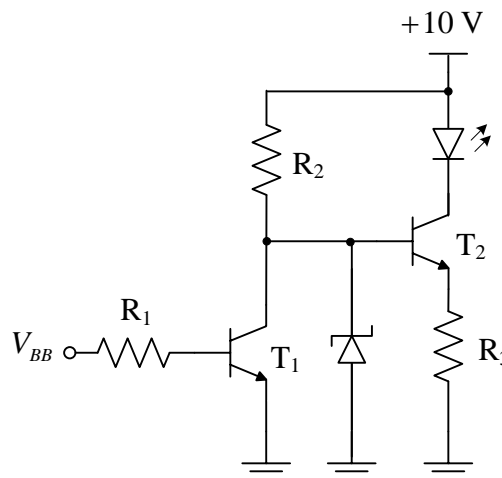
$$I_{B2} = \frac{I_{C2}}{\beta} = 33,3 \mu\text{A}.$$



ЕЛЕКТРОНИКА

ДВАДЕСЕТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2014.

8. Колико износи струја кроз LED диоду за $V_{BB} = 0 \text{ V}$, а колико за $V_{BB} = 10 \text{ V}$? За транзисторе у колу на слици важи $\beta_F \rightarrow \infty$, $V_{CES} \approx 0 \text{ V}$ и $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$, напон пробоја Ценер диоде је $V_Z = 5 \text{ V}$, док су вредности отпорника у колу $R_1 = 2,4 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 240 \Omega$ и $R_3 = 270 \Omega$.



Ако је $V_{BB} = 0 \text{ V}$ први транзистор је закочен, а Ценер диода је у пробоју. Струја емитера другог транзистора је

$$I_{E2} = \frac{V_Z - V_{BE}}{R_3} = \frac{5 \text{ V} - 0,7 \text{ V}}{270 \Omega} = 15,92 \text{ mA},$$

па је струја кроз LED диоду

$$I_{C2} \approx I_{E2} = 15,92 \text{ mA} . \text{ (5 поена)}$$

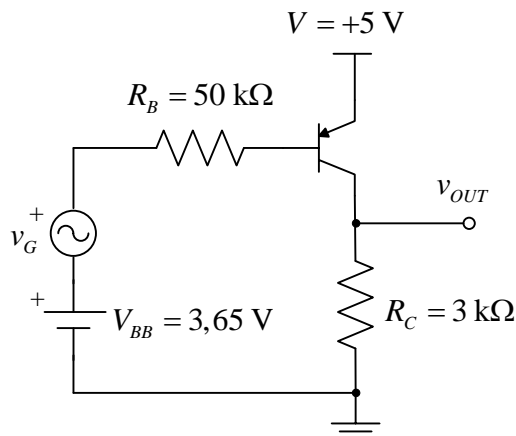
Ако је $V_{BB} = 10 \text{ V}$ први транзистор је засићен, Ценер диода не води, а други транзистор је закочен. Струја кроз LED диоду је сада једнака нули. (4 поена)



9. Анализирати појачавач на слици.

а) Наћи струју колектора I_{CQ} и напон између колектора и емитера у мирној радној тачки V_{ECQ} .

б) Наћи појачање напона за мале сигнале. Параметри транзистора су: $\beta = 80$, $V_{EB} = 0,7 \text{ V}$, $r_0 \rightarrow \infty$ и $r_\pi = 2 \text{ k}\Omega$.



а) За коло на слици важи:

$$V = V_{EB} + I_{BQ}R_B + V_{BB},$$

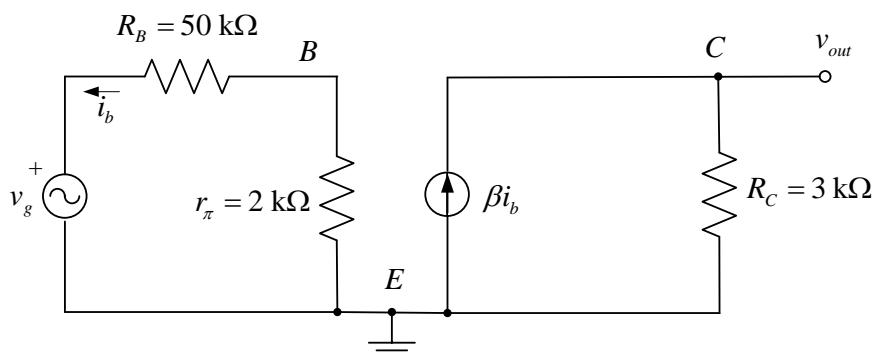
$$5 \text{ V} = 0,7 \text{ V} + I_{BQ} \cdot 50 \text{ k}\Omega + 3,65 \text{ V},$$

$$I_{BQ} = 13 \mu\text{A}, I_{CQ} = 1,04 \text{ mA}, I_{EQ} = 1,05 \text{ mA}, \text{ (3 поена)}$$

$$V = V_{ECQ} + I_{CQ}R_C,$$

$$5 \text{ V} = V_{ECQ} + 1,04 \text{ mA} \cdot 3 \text{ k}\Omega, V_{ECQ} = 1,88 \text{ V}. \text{ (3 поена)}$$

б)



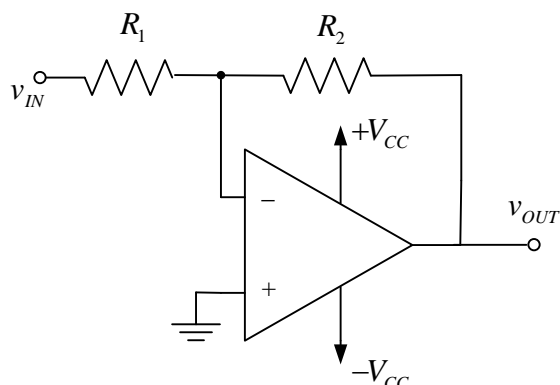
За коло на слици важи:

$$i_b = \frac{v_g}{R_B + r_\pi}, v_{out} = -R_C \cdot \beta i_b = -R_C \cdot \beta \frac{v_g}{R_B + r_\pi},$$

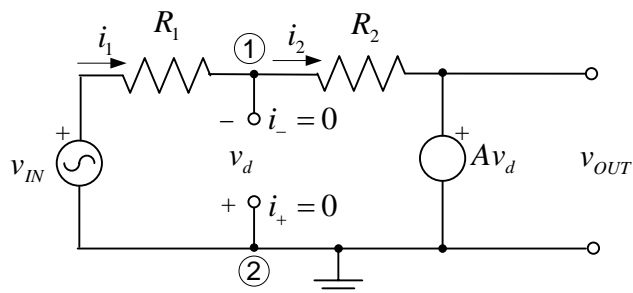
$$A_v = \frac{v_{out}}{v_g} = -\frac{80 \cdot 3 \text{ k}\Omega}{50 \text{ k}\Omega + 2 \text{ k}\Omega} = -4,62. \text{ (3 поена)}$$



10. Израчунати појачање инвертујућег појачавача приказаног на слици, узимајући у обзир да је појачање операционог појачавача коначно и износи A , а да су остале карактеристике идеалне.



У складу са ознакама на следећој слици важи:



$$i_1 = i_2 = \frac{v_{IN} + v_d}{R_1},$$

$$R_2 i_2 + A \cdot v_d + v_d = 0,$$

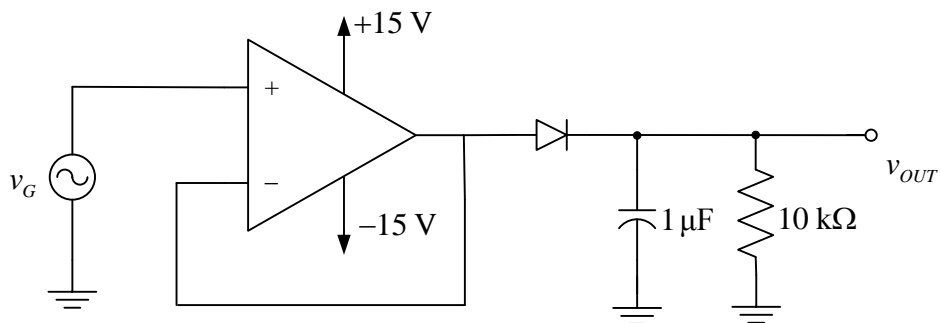
$$v_d = -\frac{1}{\frac{R_1}{R_2} A + \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)} \cdot v_{IN},$$

$$v_{OUT} = Av_d = -\frac{1}{\frac{R_1}{R_2} + \frac{1}{A} \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)} v_{IN}.$$

Када важи $A \rightarrow \infty$ и $v_d = 0$, тада $v_{OUT} \rightarrow -\frac{R_2}{R_1} \cdot v_{IN}$.



11. Синусоидални напон, ефективне вредности 100 mV и фреквенције $f = 50 \text{ kHz}$ је на улазу кола на слици. Одредити приближну вредност напона на излазу. Карактеристике операционог појачавача и диоде су идеалне.



Периода сигнала на улазу је

$$T = \frac{1}{50 \text{ kHz}} = 20 \mu\text{s} . \text{ (3 поена)}$$

Временска константа RC кола је

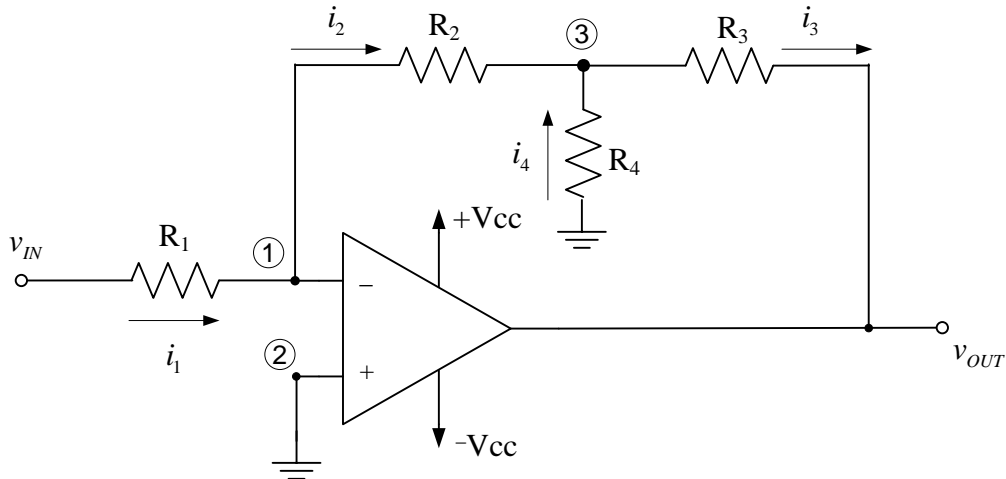
$$\tau = RC = 10 \text{ k}\Omega \cdot 1 \mu\text{F} = 10 \text{ ms} . \text{ (3 поена)}$$

Како је временска константа RC кола знатно већа од периоде сигнала, кондензатор не стиже да се испразни, па је излазни напон приближно једнак вршној вредности улазног сигнала, односно

$$v_{OUT} \approx 100 \text{ mV} \cdot \sqrt{2} = 141 \text{ mV} . \text{ (3 поена)}$$



12. За појачавач приказан на слици израчунати зависност излазног напона од улазног напона и елемената кола, $A_v = \frac{v_{OUT}}{v_{IN}}$.



За решавање ћемо користи ознаке према слици.

У складу са ознакама на слици, за коло важи:

$$v_2 = v_1 = 0,$$

$$v_3 = 0 - i_2 R_2 = -v_{IN} \frac{R_2}{R_1},$$

$$i_2 + i_4 = i_3,$$

$$-\frac{v_3}{R_2} - \frac{v_3}{R_4} = \frac{v_3 - v_{OUT}}{R_3},$$

$$v_3 \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_3} \right) = \frac{v_{OUT}}{R_3},$$

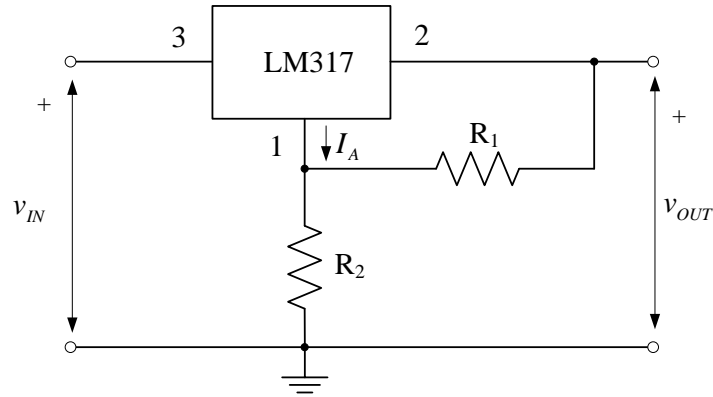
$$-v_{IN} \frac{R_2}{R_1} \cdot \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_3} \right) = \frac{v_{OUT}}{R_3},$$

па је коначно

$$A_v = \frac{v_{OUT}}{v_{IN}} = -\frac{R_2}{R_1} \cdot \left(1 + \frac{R_3}{R_2} + \frac{R_3}{R_4} \right).$$



13. Израчунати напон на излазу кола приказаног на слици ако се користи интегрисани стабилизатор напона *LM317* и ако је референтни напон између прикључака 2 и 1 једнак $1,25 \text{ V}$, а струја кроз прикључак 1 једнака $I_A = 50 \mu\text{A}$. Улазни напон је 20 V , а отпорности у колу су $R_1 = 150 \Omega$ и $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$.



За коло на слици важи:

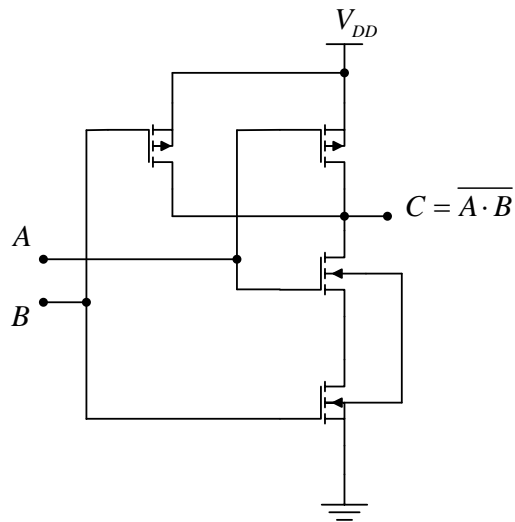
струја кроз отпорник R_1 је $I_{R1} = \frac{1,25 \text{ V}}{150 \Omega} = 8,33 \text{ mA}$, **(2 поена)**

струја кроз отпорник R_2 је $I_{R2} = I_{R1} + I_A = 8,33 \text{ mA} + 50 \mu\text{A} = 8,38 \text{ mA}$,
(2 поена)

па је $v_{OUT} = I_{R2} R_2 + 1,25 \text{ V} = 8,38 \text{ mA} \cdot 2 \text{ k}\Omega + 1,25 \text{ V} = 18,01 \text{ V}$. **(4 поена)**

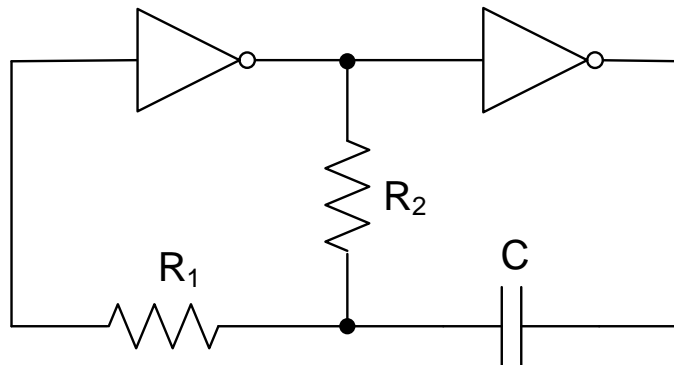


14. Нацртати шему логичког НИ кола у CMOS техници.



7

15. Нацртати шему астабилног мултивибратора са CMOS колима. Ако је учестаност осциловања мултивибратора 1,43 MHz и ако оба отпорника имају вредност $R_1 = R_2 = R = 10 \text{ k}\Omega$, одредити вредност капацитивности кондензатора у колу.



Вредност капацитивности кондензатора се одређује помоћу израза:

$$f = \frac{1}{1,4 \cdot RC} \Rightarrow C = \frac{1}{1,4 \cdot R \cdot f} = \frac{1}{1,4 \cdot 10 \text{ k}\Omega \cdot 1,43 \text{ MHz}} \approx 50 \text{ pF}.$$

8



ЕЛЕКТРОНИКА

ДВАДЕСЕТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2014.



ЕЛЕКТРОНИКА

ДВАДЕСЕТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2014.



ЕЛЕКТРОНИКА

ДВАДЕСЕТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, мај 2014.