



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



## ДВАДЕСЕТЧЕТВРТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

### 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	8	12	7	8	100 -5

јун 2018.



**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!*

**ЕЛЕКТРОНИКА****ДВАДЕСЕТЧЕТВРТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, јун 2018.**

1. Дарлингтонов спој је погодан за употребу у колима где је потребно постићи:

- а) мало струјно појачање,
- б) малу излазну опторност,
- в) велико струјно појачање,**
- г) није понуђен тачан одговор.

**3/-1**

2. За напон пробоја Ценер диоде важи:

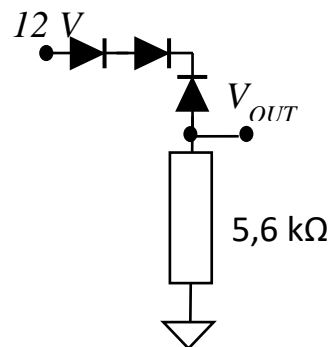
- а) приближно је константан**
- б) значајно се мења са променом струје диоде
- в) једнак је струја пута отпорност
- г) уништава диоду

**3/-1**

3. Колико износи напон на излазу кола на слици?

Напони провођења диода су  $V_T = 0,7 \text{ V}$ .

- а) 11,3 V
- б) 12 V
- в) 0 V**
- г) није понуђен тачан одговор

**3/-1**

4. Тростепени каскадни појачавач има следећа напонска појачања појединачних степена  $A_1 = 22\text{dB}$ ,  $A_2 = 28\text{dB}$  и  $A_3 = 17\text{dB}$ . Колико је укупно напонско појачање појачавача?

**а) 2238,72**

б)  $5 \cdot 10^6$

в) 67

г) није понуђен одговор

**3/-1**

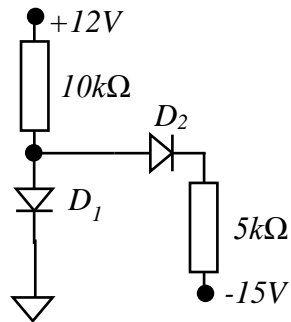
5. Да би N-канални FET радио у области засићења потребно је да

- а)  $V_{GS} < V_{GSoff}$      $V_{GD} \leq V_{GSoff}$
- б)  $V_{GS} > V_{GSoff}$      $V_{GD} \leq V_{GSoff}$**
- в)  $V_{GS} < V_{GSoff}$      $V_{GD} > V_{GSoff}$
- г) није понуђен тачан одговор.

**3/-1**



6. Уколико се карактеристике диода могу сматрати идеалним при чему је напон провођења  $V_{ON} = 0,7V$  одредити струје диода и напоне на диодама у колу са слике.



**Претпоставка I:** Диоде  $D_1$  и  $D_2$  воде

$$I_{D2} = \frac{0,7V - 0,7V - (-15V)}{5k\Omega} = 3mA$$

$$I_{D1} = \frac{12V - 0,7V}{10k\Omega} - 3mA = -1,87mA$$

што није тачна претпоставка.

**(4 поена)**

**Претпоставка II:** Диода  $D_1$  искључена, а диода  $D_2$  води

$$I_{D1} = 0A$$

$$I_{D2} = \frac{12V - 0,7V - (-15V)}{10k\Omega + 5k\Omega} = 1,75mA$$

што је тачна претпоставка, па је напон на диоди  $D_1$  сада:

$$V_{D1} = 12V - 10^4\Omega \cdot I_{D2} = -5,53V$$

Док је напон на диоди  $D_2$  **0,7V**.

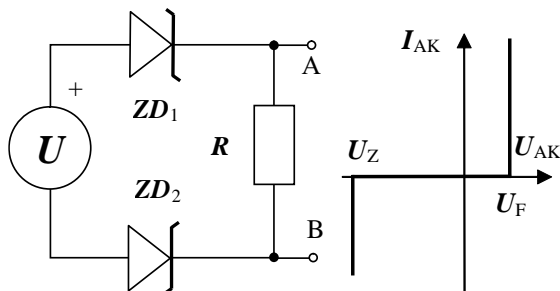
**(6 поена, свака тачно написана вредност струје и напона носи по 1,5 поен)**

10

7. За коло приказано на слици, под претпоставком да се карактеристика Ценер-диода  $ZD_1$  и  $ZD_2$  може представити датим дијаграмом:

а) Одредити општи израз за вредност напона  $U_{AB}(U)$ ;

б) Нацртати карактеристику преноса,  $U_{AB}(U)$ ;





## ЕЛЕКТРОНИКА

## ДВАДЕСЕТЧЕТВРТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, јун 2018.

а) Када улазни напон пређе вредност  $U_{AK}$  почеће да проводи диода  $ZD1$ , међутим диода  $ZD2$  неће имати довољно висок напон инверзне поларизације све док улазни напон  $U$  не достигне вредност  $U_{AK} + U_Z = U_{ZZ}$ .

Како до тог тренутка у колу не тече струја, нема пада напона на отпорнику па је  $U_{AB}=0$  за  $U < U_{ZZ}$ .

Аналогно је и за пад напона испод нуле, односно док је  $U > -U_{ZZ}$  биће  $U_{AB}=0$ .

**(2 поена)**

За случај када је улазни напон  $U > U_{ZZ}$  напон  $U_{AB}(U)$  ће бити  $U_{AB} = U - U_{AK} - U_Z = U - U_{ZZ}$

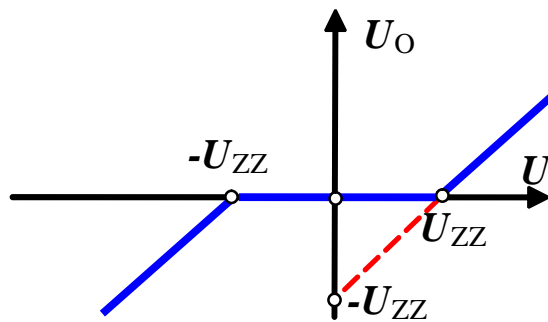
**(2 поена)**

За случај када је улазни напон  $U < -U_{ZZ}$  напон  $U_{AB}(U)$  ће бити  $U_{AB} = U + U_Z - (-U_{AK}) = U + U_{ZZ}$

**(2 поена)**

$$U_O = \begin{cases} U - U_{ZZ} & \text{за } U > U_{ZZ} \\ 0 & \text{за } |U| < U_{ZZ} \\ U + U_{ZZ} & \text{за } U \leq -U_{ZZ} \end{cases},$$

б)



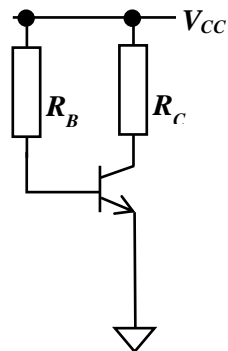
**(4 поена)**

10

8. За коло са слике познато је:  $V_{CC}=3V$ ,  $R_b=20k\Omega$ ,  $R_c=10k\Omega$ ,  $V_{BE}=0,7V$ ,  $V_{CS}=0,2V$  и  $\beta_F=100$ .

а) Проверити да ли транзистор у колу ради у режиму закочења.

б) Проверити да ли транзистор у колу ради у директном активном режиму рада.



**ЕЛЕКТРОНИКА****ДВАДЕСЕТЧЕТВРТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, јун 2018.**

а) Ако је транзистор у закочењу  $\rightarrow i_B = 0, i_C = 0, i_E = 0$

Сада је:

$$V_B = V_{CC}, V_E = 0, V_C = V_{CC}$$

Следи да је  $V_{BE} = V_{CC} > 0,7V$ , што значи да транзистор не ради у режиму закочења.

**(5 поена)**

б) Ако је транзистор у директном активном режиму, важи да је:

$$\left. \begin{aligned} V_{CE} &= V_C - V_E = V_{CC} - R_C i_C \\ i_C &= \beta_F i_B = \beta_F \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} \end{aligned} \right\} \rightarrow V_{CE} = V_{CC} - \beta_F \frac{R_C}{R_B} (V_{CC} - V_{BE}) =$$
$$= 3V - 100 \frac{10k\Omega}{20k\Omega} (3V - 0,7V) = -112V < V_{CES}$$

Што значи да транзистор не ради у директном активном режиму рада.

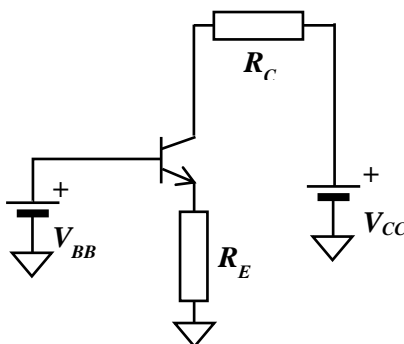
**(5 поена)**

10

9. За коло са слике важи да су познате величине  $V_{BB} = 2V, V_{CC} = 15V, R_E = 130\Omega, R_C = 470\Omega$ ,

$V_{BE} = 0,7V, V_{CES} = 0,2V$  и  $\beta_F = 100$ . Одредити  $I_B, I_C, I_E, V_E$  и  $V_C$ .

Попунити табелу словима Р (расте), О (опада) или Н (не мења се) зависно од тога како се мења вредност дате величине са променом вредности отпорника  $R_E$  за 10% док остале познате величине дате у тексту задатка остају непромењене, а затим са променом отпорника  $R_E$  за 10% под истим условима.





	$I_E$	$I_C$	$I_B$	$V_C$	$V_E$
$R_E$ расте	О	О	О	Р	Н
$R_C$ расте	Н	Н	Н	О	Н

(Свако исправно попуњено поље носи по 0,5 поена, укупно за табелу  $10 \times 0,5 = 5$  поена)

$$I_E = \frac{2V - 0,7V}{R_E} = 10mA \text{ (1 поен)}$$

$$I_C = I_E \frac{\beta_F}{\beta_F + 1} = 9,9mA \text{ (1 поен)}$$

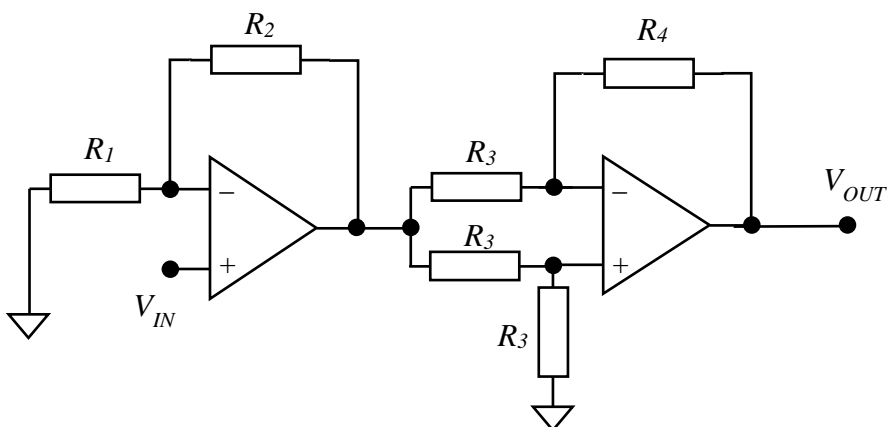
$$V_C = -R_C I_C + 15V = 10,347V \approx 10,3V \text{ (1 поен)}$$

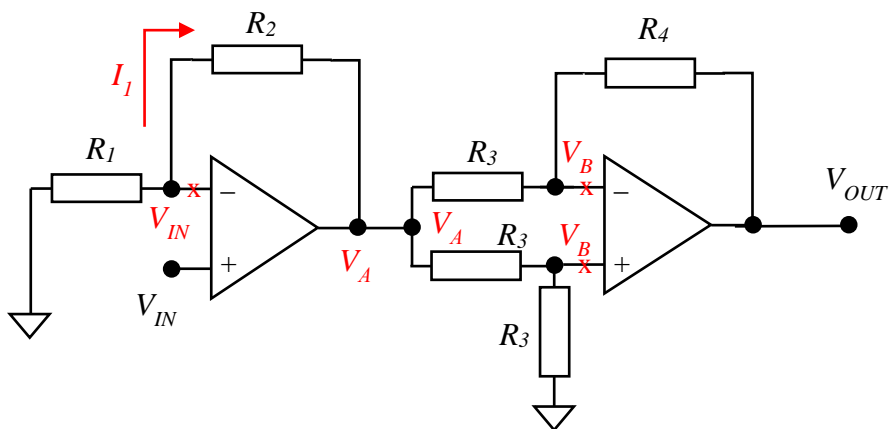
$$V_E = V_{BB} - V_E = 1,3V \text{ (1 поен)}$$

$$I_B = \frac{I_E}{\beta_F + 1} = 99\mu A \text{ (1 поен)}$$

10

10. Сматрајући да су све отпорности у колу познате, одредити израз за  $v_{OUT}(v_{IN})$ .  
Операциони појачавачи у колу су савршени.





За коло на слици важе изрази:

$$I_1 = \frac{0 - v_{IN}}{R_1} = \frac{0 - v_A}{R_1 + R_2} \rightarrow v_A = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot v_{IN} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot v_{IN}$$

(4 поена)

$$\frac{v_B}{R_3} = \frac{v_A}{2R_3} \rightarrow v_B = \frac{1}{2} \cdot v_A$$

(2 поена)

$$\frac{v_A - v_B}{R_3} = \frac{v_B - v_{OUT}}{R_4} \rightarrow \frac{R_4}{R_3} \cdot v_A - \frac{R_4}{R_3} \cdot v_B - v_B = -v_{OUT}$$

$$v_{OUT} = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \cdot v_B - \frac{R_4}{R_3} \cdot v_A = \left(\frac{1}{2} + \frac{R_4}{2R_3} - \frac{R_4}{R_3}\right) \cdot v_A = \left(\frac{1}{2} + \frac{R_4}{2R_3}\right) \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot v_{IN}$$

$$v_{OUT} = \frac{1}{2} \cdot \left(1 - \frac{R_4}{R_3}\right) \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot v_{IN}$$

(4 поена)



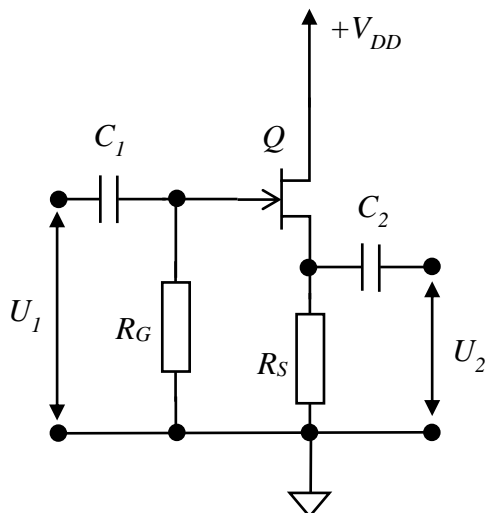


11. На слици је приказан појачавач са заједничким дрејном.

а) Одредити отпорност отпорника  $R_S$  и вредност појачања напона.

б) Одредити отпорност отпорника тако да појачање напона буде 0,9.

Вредности елемената у колу су:  $R_g = 10\text{ k}\Omega$ ,  $R_G = 10\text{ M}\Omega$ ,  $U_{GS} = 2,8\text{ V}$ ,  $I_D = 4\text{ mA}$ ,  $g_m = 2\frac{\text{mA}}{\text{V}}$ ,  $C_1 = 0,01\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_2 = 0,5\text{ }\mu\text{F}$  и  $V_{DD} = 12\text{ V}$



а)

$$R_S = \frac{U_{GS}}{I_D} = \frac{2,8\text{ V}}{4\text{ mA}} = 700\Omega$$

(3 поена)

$$A_U = \frac{g_m R_S}{1 + g_m R_S} = \frac{2\frac{\text{mA}}{\text{V}} \cdot 700\Omega}{1 + 2\frac{\text{mA}}{\text{V}} \cdot 700\Omega} = \frac{1,4}{1 + 1,4} = 0,583$$

(3 поена)

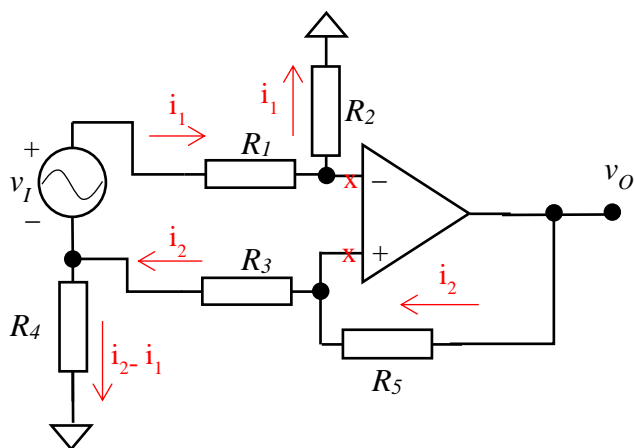
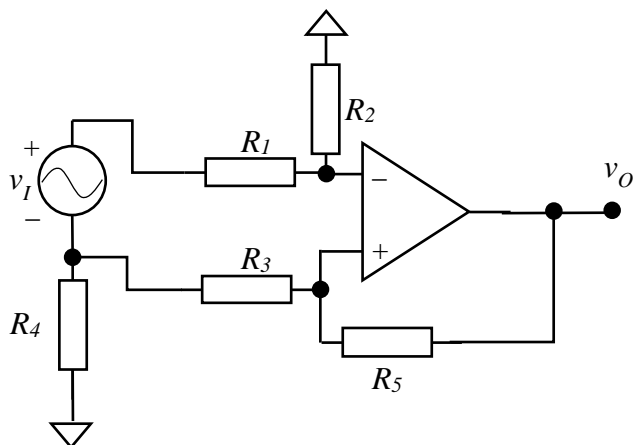
б) Уколико је потребно да појачање напона буде 0,9, тада ће отпорност отпорника  $R_S$  бити:

$$R_S = \frac{A_U}{g_m(1 - A_U)} = \frac{0,9}{2\frac{\text{mA}}{\text{V}} \cdot (1 - 0,9)} = 4,5\text{ k}\Omega$$

(2 поена)



12. Одредити напон на излазу из кола ако је операциони појачаваач савршен и ако важи  $R_1 = 400\Omega$ ,  $R_2 = 40k\Omega$ ,  $R_3 = 2k\Omega$ ,  $R_4 = 8k\Omega$ ,  $R_5 = 30k\Omega$ .



**ЕЛЕКТРОНИКА****ДВАДЕСЕТЧЕТВРТО РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ, јун 2018.**

Усвајањем смерова струја као као на слици може се закључити:

$$v_- = i_2 R_3 + (i_2 - i_1) R_4$$

$$v_+ = i_1 R_2$$

**(2 поена)**

$$v_I = i_1 R_1 + i_2 R_3 \rightarrow i_2 = \frac{v_I - i_1 R_1}{R_3}$$

**(2 поена)**

Како је

$$v_+ = v_-$$

следи да је:

$$i_2 R_2 = i_2 R_3 + (i_2 - i_1) R_4 \rightarrow i_2 = i_1 \frac{R_2 + R_4}{R_3 + R_4} \rightarrow \frac{v_I - i_1 R_1}{R_3} = i_1 \frac{R_2 + R_4}{R_3 + R_4}$$

**(3 поена, сваки од израза по 1 поен)**

$$i_1 = \frac{\frac{v_I}{R_3}}{\frac{R_1}{R_3} + \frac{R_2 + R_4}{R_3 + R_4}} = \frac{v_I}{R_1 + R_3 \frac{R_2 + R_4}{R_3 + R_4}}$$

**(1 поен)**

Како је на основу слике

$$v_O = v_- + i_2 R_5$$

**(1 поен)**

$$v_O = i_1 R_2 + i_1 \frac{R_2 + R_4}{R_3 + R_4} R_5 = i_1 \left( R_2 + \frac{R_2 + R_4}{R_3 + R_4} R_5 \right)$$

**(1 поен)**

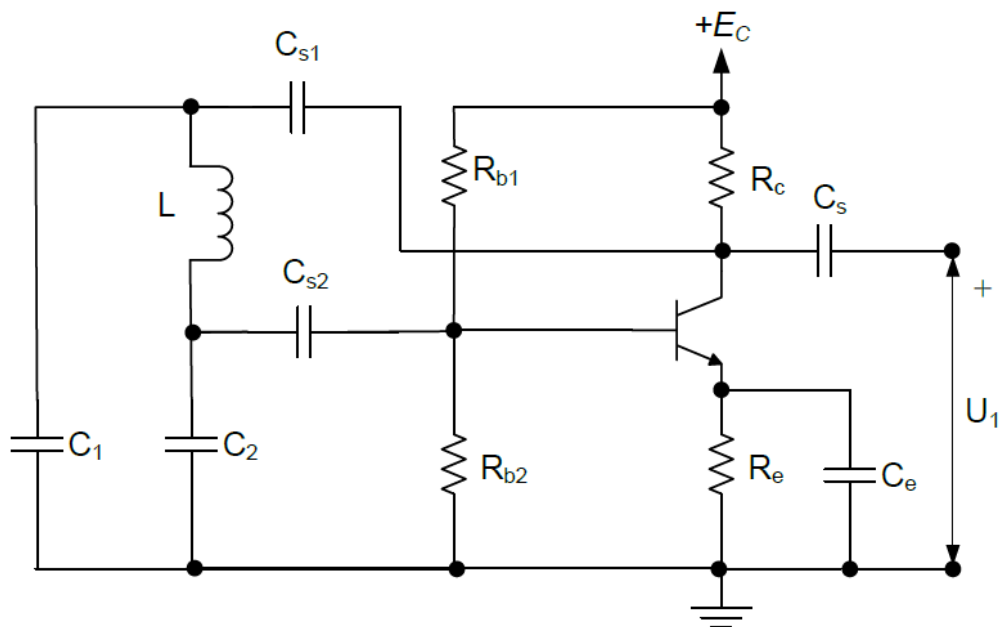
Заменом се добија

$$v_O = \frac{v_I}{R_1 + R_3 \frac{R_2 + R_4}{R_3 + R_4}} \left( R_2 + \frac{R_2 + R_4}{R_3 + R_4} R_5 \right) = 18,4 \cdot v_I$$

**(2 поена)**

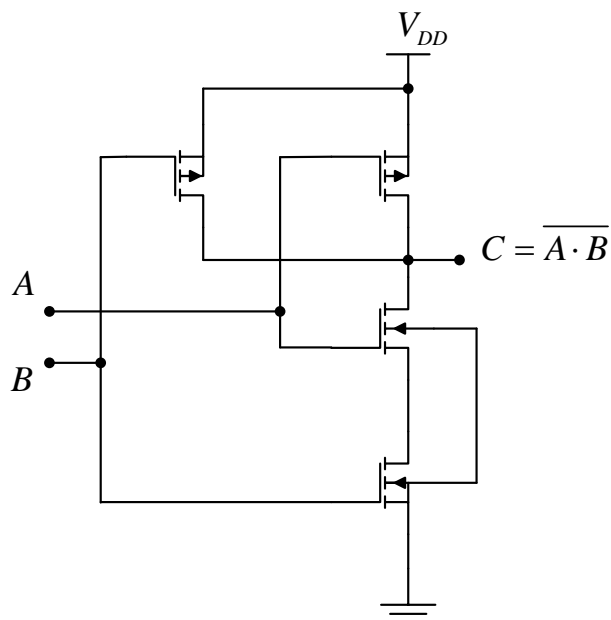


13. Нацртати шему: Колпицов осцилатор са биполарним транзистором.



7

14. Нацртати шему логичког НИ кола у CMOS техници.



8