



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



ДВАДЕСЕТ И ТРЕЋЕ 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	
број бодова														100 -5
3	3	3	3	3	10	10	10	10	10	10	10	7	8	
-1	-1	-1	-1	-1										

мај 2017.



**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. Тунел диоде могу да се употребљавају као:

а) осцилатори,

б) стабилизатори,

в) мешачи,

г) није понуђен тачан одговор.

3/-1

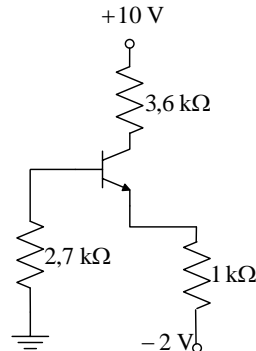
2. Ако су параметри транзистора $\beta_F \rightarrow \infty$, $V_{CES} = 0,2 \text{ V}$ и $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$, струја емитера је:

а) $I_E = 0 \text{ mA}$

б) $I_E = 1,3 \text{ mA}$

в) $I_E = 2,7 \text{ mA}$

г) није понуђен тачан одговор



3/-1

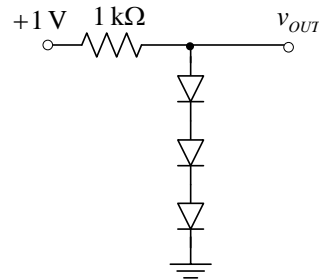
3. Колико износи напон на излазу кола на слици? Напони провођења диода су $V_T = 0,7 \text{ V}$.

а) 0,7 V

б) 1 V

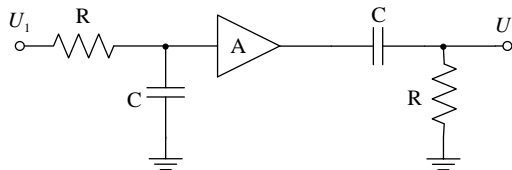
в) 2,1 V

г) није понуђен тачан одговор



3/-1

4. На слици је приказано коло чија је фреквенцијска карактеристика, $W(j\omega) = \frac{U_2(j\omega)}{U_1(j\omega)}$, одређена изразом:



а) $W(j\omega) = A \frac{j\omega RC}{(1 + j\omega RC)^2}$

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

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

г) није понуђен тачан одговор

3/-1



5. За појачавач са заједничким колектором важи:

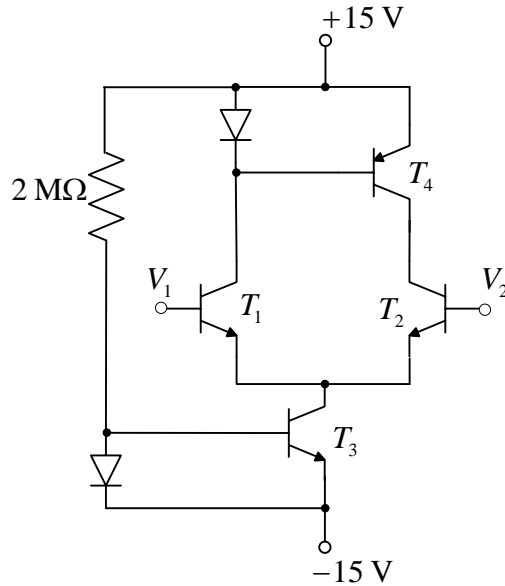
- а) струјно појачање приближно 1, велика улазна отпорност, мала излазна отпорност
- б) велико струјно појачање, мала улазна отпорност, велика излазна отпорност

в) напонско појачање приближно 1, велика улазна отпорност, мала излазна отпорност

3/-1

г) није понуђен тачан одговор

6. Одредити приближну вредност струје колектора за транзистор T_2 . Транзистори T_1 и T_2 у колу су идентични, а њихови параметри су $\beta_F \rightarrow \infty$, $V_{CES} = 0,2 \text{ V}$ и $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$. Напон провођења диоде је $V_T = 0,7 \text{ V}$.



Струја кроз отпорник у колу је

$$I_R = \frac{15 \text{ V} - (-15 \text{ V} + 0,7 \text{ V})}{2 \text{ M}\Omega} = 14,65 \mu\text{A} . \text{ (2,5 пеона)}$$

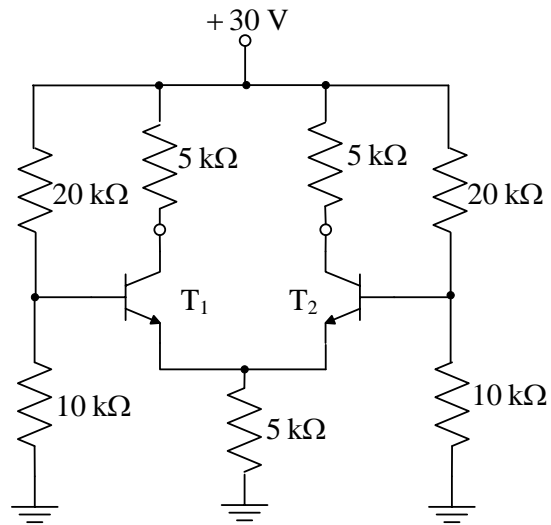
Ова струја се дели на два једнака дела за струје емитера (па и колектора) транзистора T_1 и T_2 , односно $I_E = 7,325 \mu\text{A}$.

Коначно струја колектора за транзистор T_2 је приближно $I_{C2} = 7,325 \mu\text{A}$.

(7,5 пеона)



7. Транзистори у колу су идентични, а њихови параметри су $\beta_F \rightarrow \infty$, $V_{CES} = 0,2 \text{ V}$ и $V_{BE} = 0,7 \text{ V}$. Одредити напон између колектора транзистора T_1 и масе. Одредити напон између колектора транзистора T_2 и масе.



Напон базе транзистора T_1 по принципу разделника напона је:

$$V_B = \frac{10 \text{ k}\Omega}{20 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} \cdot 30 \text{ V} = 10 \text{ V} . \text{ Симетрично за напон базе транзистора } T_2 \text{ важи}$$

иста вредност напона. **(2,5 поена)**

Струја емитера транзистора T_1 (а симетрично и транзистора T_2) је:

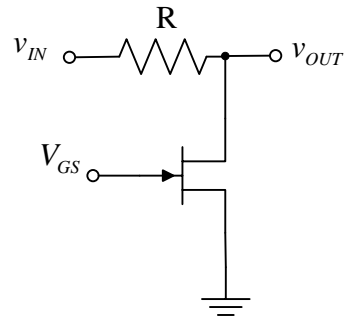
$$I_E = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_B - V_{BE}}{R_E} = \frac{1}{2} \cdot \frac{10 \text{ V} - 0,7 \text{ V}}{5 \text{ k}\Omega} = 0,93 \text{ mA} . \text{ (2,5 поена)}$$

Напон колектора у односу на масу за T_1 (а симетрично и транзистора T_2) је:

$$V_C = 30 \text{ V} - I_E R_C = 30 \text{ V} - 0,93 \text{ mA} \cdot 5 \text{ k}\Omega = 25,35 \text{ V} . \text{ (5 поена)}$$



8. Улазни напон, за коло на слици, је $v_{IN} = 50 \text{ mV}$. Колико износи излазни напон v_{OUT} , за $V_{GS} = 0 \text{ V}$, а колико за $V_{GS} = -3 \text{ V}$? Познато је $V_{GSoff} = -2 \text{ V}$, $I_{DSS} = 10 \text{ mA}$ и $R = 22 \text{ k}\Omega$. Када ЈФЕТ ради у омској области понаша се као отпорник $R_{DS} = \frac{-V_{GSoff}}{I_{DSS}}$.



За $V_{GS} = 0 \text{ V}$ ЈФЕТ ради у омској области, па је

$$R_{DS} = \frac{-V_{GSoff}}{I_{DSS}} = \frac{2 \text{ V}}{10 \text{ mA}} = 200 \Omega \text{ и}$$

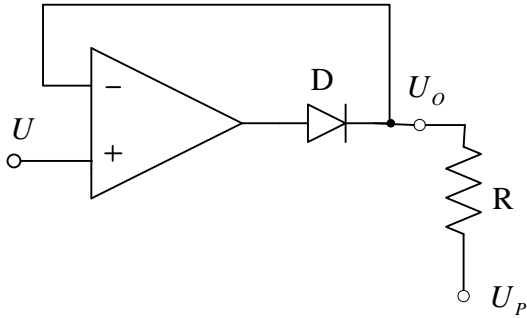
$$v_{OUT} = \frac{R_{DS}}{R_{DS} + R} v_{IN} = \frac{200 \Omega}{200 \Omega + 22 \text{ k}\Omega} 50 \text{ mV} = 0,45 \text{ mV} . \text{ (5 поена)}$$

За $V_{GS} = -3 \text{ V}$ ЈФЕТ је отворена веза, па је

$$v_{OUT} = v_{IN} = 50 \text{ mV} . \text{ (5 поена)}$$



9. Под претпоставком да је у колу, приказаном на слици, операциони појачавач савршен, одредити општи израз за функцију $U_o(U, U_p)$, и нацртати карактеристику преноса $U_o(U)$. За напон U_p важи $U_p > 0$.



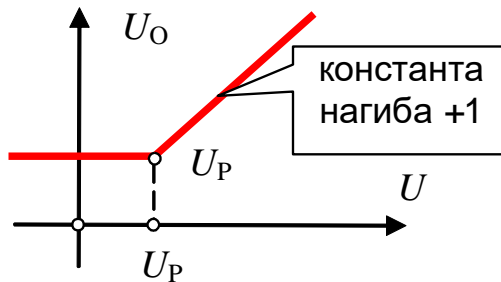
Када је вредност улазног напона напон већа од напона U_p негативна повратна спрега је успостављена преко директно поларисане диоде која обезбеђује струју кроз отпорност R . Напон на излазу кола је једнак улазном напону, $U_o = U$.

(4 поена)

Када је улазни напон мањи од напона U_p , диода је инверзно поларисана и петља повратне спреге је прекинута. Излазни напон је тада једнак U_p , $U_o = U_p$.

(4 поена)

Карактеристика преноса је приказана на слици.



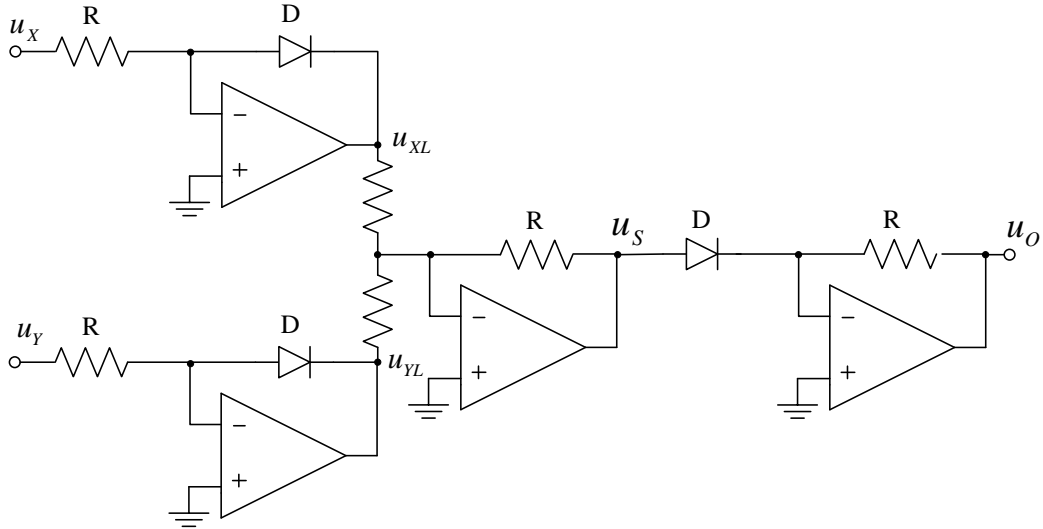
(2 поена)



10.

Операциони појачавачи су идеални, а струја диода је дата изразом $i_D = I_S e^{\frac{U_{AK}}{U_T}}$.

Одредити изразе за u_{XL} , u_{YL} , u_S и u_O коло приказано на слици, у зависности од улазних напона u_X и u_Y , ($u_X > 0$ и $u_Y > 0$), и параметара R , I_S и U_T .



За коло на слици важи:

$$u_{XL} = -U_T \ln \frac{u_X}{RI_S}, \text{ (2,5 поена)}$$

$$u_{YL} = -U_T \ln \frac{u_Y}{RI_S}, \text{ (2,5 поена)}$$

$$u_S = -u_{XL} - u_{YL} = U_T \ln \frac{u_X}{RI_S} + U_T \ln \frac{u_Y}{RI_S}, \text{ (2,5 поена) и}$$

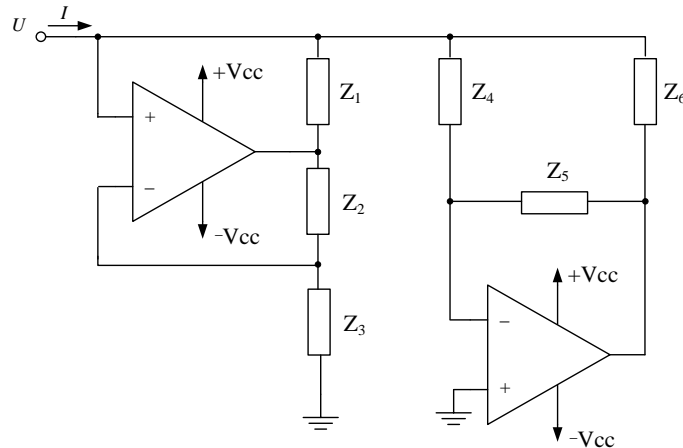
$$u_O = -RI_S e^{\frac{u_{XL} + u_{YL}}{U_T}},$$

на основу којих следи:

$$u_O = -RI_S e^{\left(\ln \frac{u_X}{RI_S} + \ln \frac{u_Y}{RI_S} \right)} = -RI_S e^{\ln \frac{u_X}{RI_S}} \cdot e^{\ln \frac{u_Y}{RI_S}} = -\frac{u_X u_Y}{RI_S}. \text{ (2,5 поена)}$$



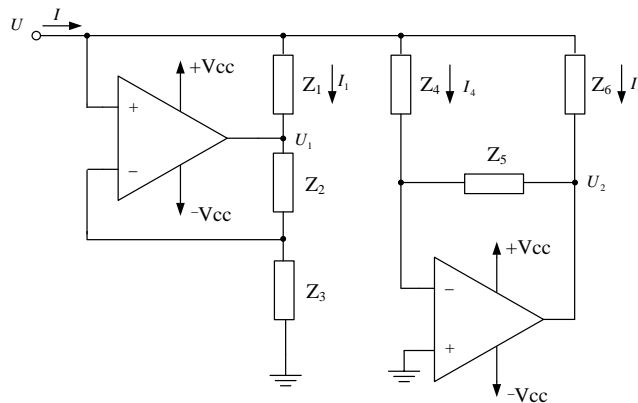
11. За коло приказано на слици, под претпоставком да су примењени операциони појачавачи савршени, извести општи израз за улазну импедансу ($Z = U/I$), ако су импедансе Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5 и Z_6 познате.



Према ознакама на слици, за коло са савршеним операционим појачавачима у линеарном режиму рада, важе једначине:

$$I = I_1 + I_4 + I_6, \quad I_1 = \frac{U - U_1}{Z_1}, \quad I_4 = \frac{U}{Z_4}, \quad I_6 = \frac{U - U_2}{Z_6}$$

$$U_1 = U \left(1 + \frac{Z_2}{Z_3} \right), \quad U_2 = -U \frac{Z_5}{Z_4},$$



на основу којих следи:

$$I_1 = \frac{U - U - U \frac{Z_2}{Z_3}}{Z_1} = \frac{U}{Z_1} \frac{Z_2}{Z_3}, \quad I_6 = \frac{U + U \frac{Z_5}{Z_4}}{Z_6}, \quad (\text{поставка једначина 5 поена})$$

односно:

$$I = -\frac{U}{Z_1} \frac{Z_2}{Z_3} + \frac{U}{Z_4} + \frac{U}{Z_6} + \frac{U}{Z_6} \frac{Z_5}{Z_4}.$$

Сређивањем ове једначине добија се израз за вредност улазне струје у зависности од улазног напона и импеданси Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5 и Z_6 :



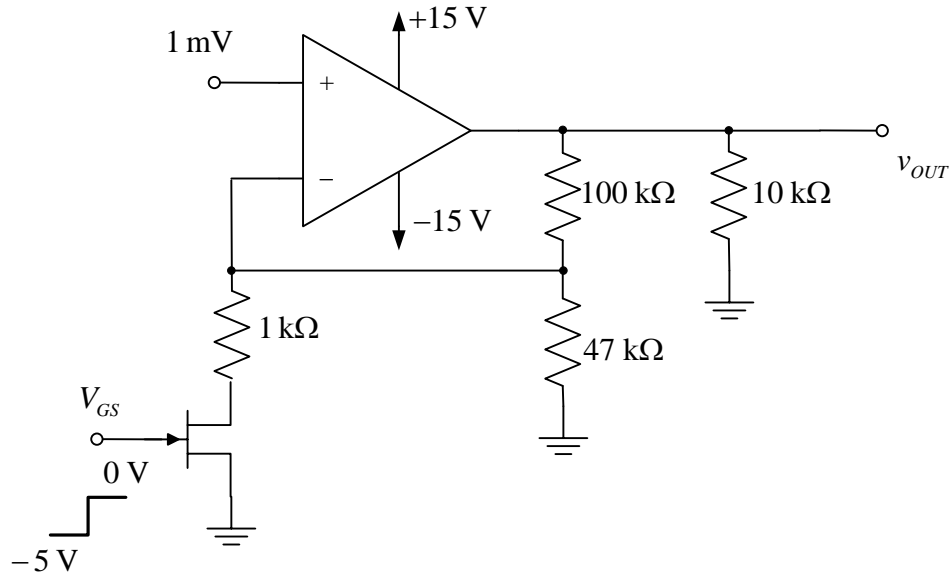
$$I = U \frac{Z_1 Z_3 Z_6 + Z_1 Z_3 Z_4 + Z_1 Z_3 Z_5 - Z_2 Z_4 Z_6}{Z_1 Z_3 Z_4 Z_6},$$

на основу којег следи општи израз за вредност улазне импедансе Z :

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{Z_1 Z_3 Z_4 Z_6}{Z_1 Z_3 Z_6 + Z_1 Z_3 Z_4 + Z_1 Z_3 Z_5 - Z_2 Z_4 Z_6}. \text{ (5 поена)}$$



12. Када је напон $V_{GS} = -5 \text{ V}$ транзистор је закочен, док за $V_{GS} = 0 \text{ V}$ ради у омској области и понаша се као отпорник R_{DS} . Отпорност дрејна када је транзистор у омској области је $R_{DS} = 40 \Omega$. Колико износе минимални и максимални напон на излазу v_{OUT} ?



Када је $V_{GS} = -5 \text{ V}$ транзистор је закочен, па је напон на излазу једнак

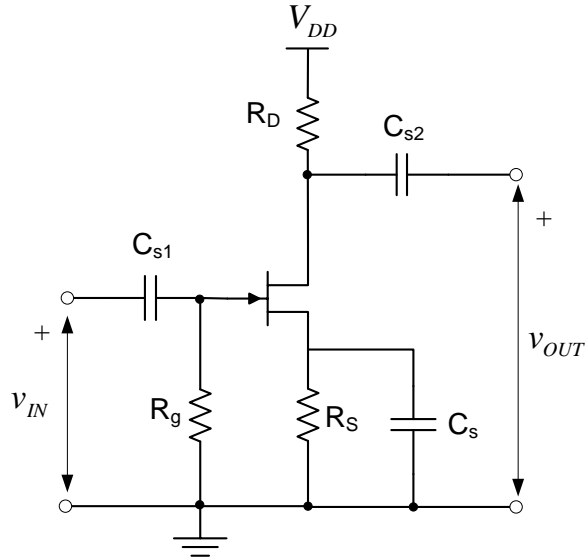
$$v_{OUT} = \frac{47 \text{ k}\Omega + 100 \text{ k}\Omega}{47 \text{ k}\Omega} \cdot 1 \text{ mV} = 3,13 \text{ mV} . \text{ (5 поена)}$$

Када је $V_{GS} = 0 \text{ V}$ транзистор је у омској области, па је напон на излазу једнак

$$v_{OUT} = \frac{47 \text{ k}\Omega \parallel (1 \text{ k}\Omega + 40 \Omega) + 100 \text{ k}\Omega}{47 \text{ k}\Omega \parallel (1 \text{ k}\Omega + 40 \Omega)} \cdot 1 \text{ mV} = 99,04 \text{ mV} . \text{ (5 поена)}$$

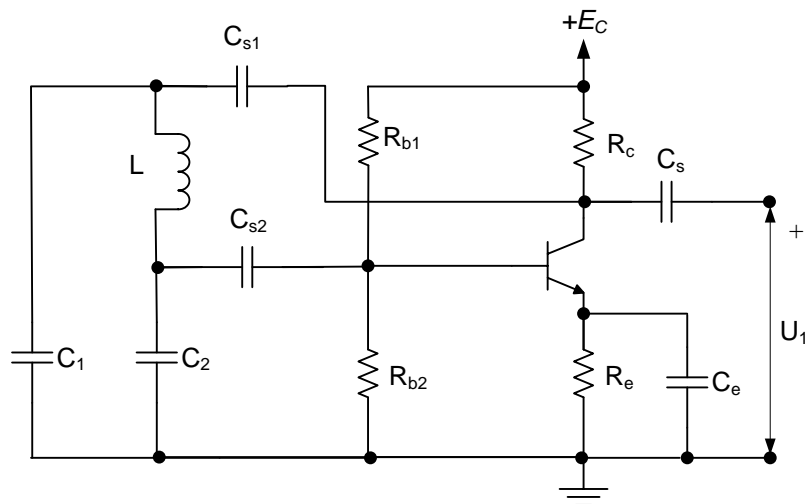


13. Нацртати шему појачавача са заједничким сорсом.



7

14. Нацртати шему Колпицовог осцилатора са биполарним транзистором.



8