



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



ДВАДЕСЕТ ТРЕЋЕ РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ

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 -1	3 -1	3 -1	3 -1	3 -1	10	10	10	10	5	10	10	10	10	

јун 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.

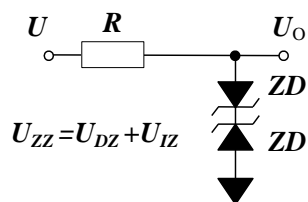
Уколико нисте потпуно сигурни који од предложених одговора на постављено питање треба заокружити, таква питања треба оставити без одговора. Тако се не добијају бодови „на срећу”, али се сигурно избегавају негативни бодови.

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”.

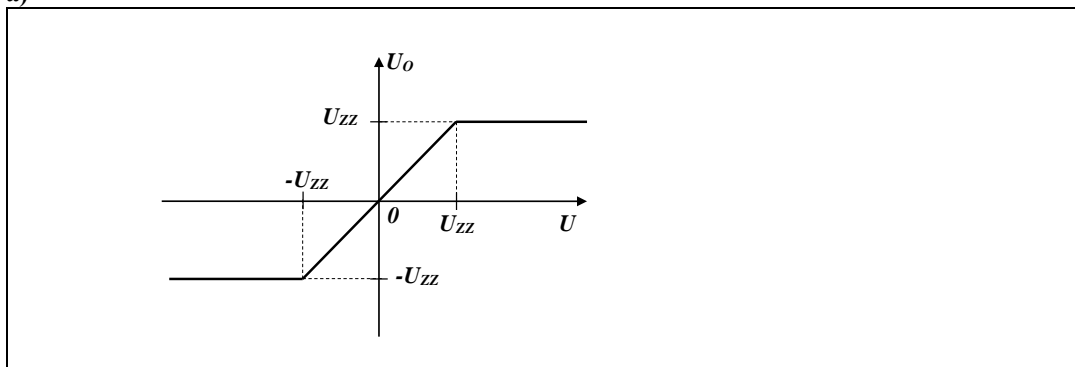
Сретно!



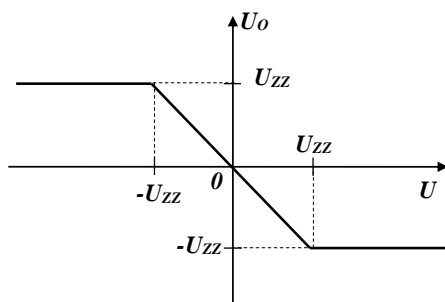
1. Како изгледа преносна карактеристика кола са слике:



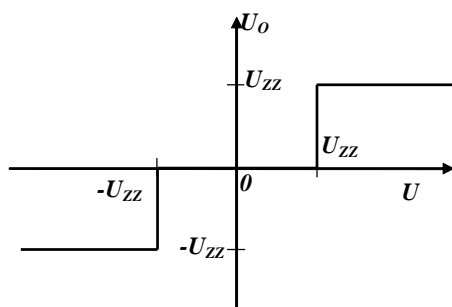
а)



б)



в)



г) није понуђен одговор





2. Ако су A_{IE} , A_{IB} и A_{IC} струјна појачања појачавача са заједничким емитором, заједничком базом и заједничким колектором, респективно, какав је њихов однос?

а) $A_{IC} < A_{IB} < A_{IE}$

б) $A_{IB} < A_{IE} < A_{IC}$

в) $A_{IE} < A_{IB} < A_{IC}$

г) Није понуђен одговор

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

а) проводни

б) зависи да ли је у питању N-канални или P-канални JFET

в) непроводни

г) Није понуђен одговор

4. При истим условима рада, у поређењу са логичким CMOS-колима, снага сопствене потрошње логичких TTL-кола је:

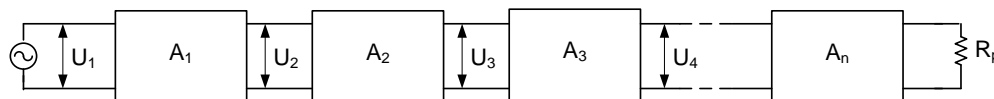
а) Приближно једнака

б) Значајно мања

в) Значајно већа

г) Није понуђен одговор

5. На слици је дат вишестепени појачавач. Ако су напони $U_2 = 3V$ и $U_4 = 180V$, а појачања појачавача $A_1 = 2$ и $A_3 = 6$, колики је напон U_1 , а колико појачање A_2 ?



а) $U_1 = 3V$, $A_2 = 100$

б) $U_1 = 1,5V$, $A_2 = 100$

в) $U_1 = 3V$, $A_2 = 10$

г) Није понуђен одговор

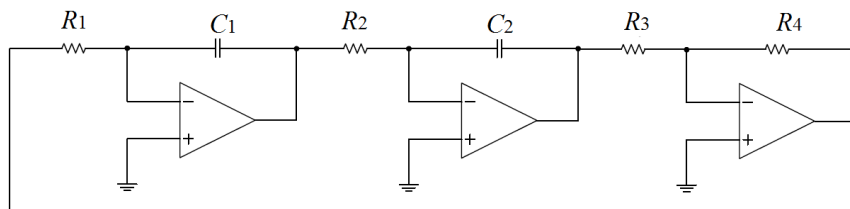


6. За коло RC осцилатора приказано на слици:

а) Одредити кружно појачање $AF(s)$.

б) Фреквенцу осциловања ω_0 .

Познато је: $R_1 = R_2 = 10\text{ k}\Omega$, $C_1 = C_2 = 22\text{ nF}$, $R_3 = 5\text{ k}\Omega$, $R_4 = 15\text{ k}\Omega$



Решење:

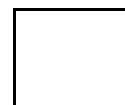
а)

$$AF(j\omega) = -\frac{R_4}{R_3} \frac{1}{(j\omega)^2 R_1 C_1 R_2 C_2} \quad \text{5 бодова}$$

б)

$$AF(j\omega_0) = 1$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \left(\sqrt{\frac{R_1 C_1 R_2 C_2 R_3}{R_4}} \right)} = 1.253\text{ kHz} \quad \text{5 бодова}$$



7. а) Попунити табелу истинитости која описује рад комбинационе мреже чији је рад описан изразом:

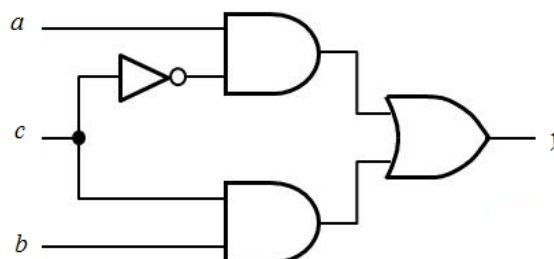
$$y = c \cdot b + \bar{c} \cdot a$$

б) Нацртати реализацију применом основних логичких кола.

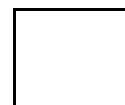
Решење:

c	b	a	y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

5 бодова



5 бодова





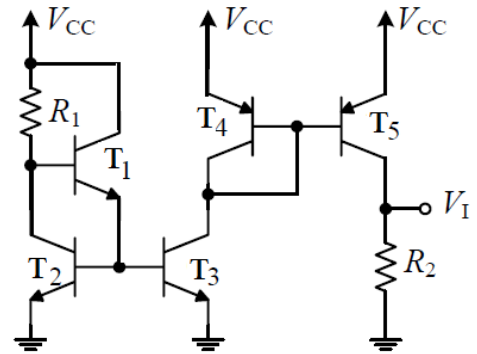
8. За извор константног напона приказан на слици одредити вредности:

- а) једносмерног напона на бази транзистора T_1
- б) једносмерне струје колектора транзистора T_3
- в) излазног напона V_I .

Познато је: $V_{CC} = 5V$, $R_1 = R_2 = R = 1\text{ k}\Omega$, $\beta_1 = 60$,

$\beta_2 = \beta_3 = 100$, $\beta_4 = \beta_5 = 40$.

Сматрати да је напон база-емитор за све транзисторе $|V_{BE}| = 0.7\text{ V}$.



Решење:

а)

$$V_{B1} = V_{BE1} + V_{BE2} = 1.4\text{ V} \quad \mathbf{2\text{ бода}}$$

б)

$$I_{B1} = \frac{V_{CC} - V_{B1}}{\left(1 + \frac{\beta_2}{2}(1 + \beta_1)\right) R} \approx 1.18\ \mu\text{A} \quad \mathbf{1\text{ бод}}$$

$$I_{B3} = \frac{(1 + \beta_1) I_{B1}}{2} \approx 35.98\ \mu\text{A} \quad \mathbf{1\text{ бод}}$$

$$I_{C3} = \beta_3 I_{B3} \approx 3.59\text{ mA} \quad \mathbf{2\text{ бода}}$$

в)

$$I_{B5} = \frac{I_{C3}}{2 + \beta_5} \approx 85.69\ \mu\text{A} \quad \mathbf{1\text{ бод}}$$

$$I_{C5} = \beta_5 I_{B5} \approx 3.43\text{ mA} \quad \mathbf{1\text{ бод}}$$

$$V_I = I_{C5} R_2 \approx 3.43\text{ V} \quad \mathbf{2\text{ бода}}$$

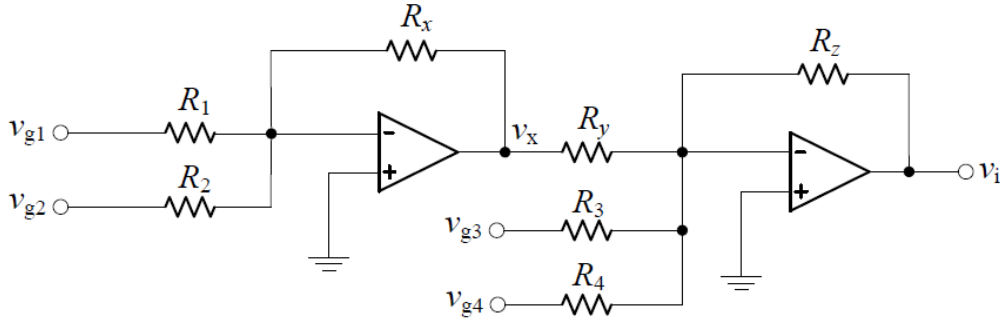




9. а) За коло приказано на слици одредити израз за излазни напон v_i под претпоставком да су операциони појачавачи идеални.

б) Коју аритметичку операцију обавља ово коло?

Познато је: $R_1 = R_2 = R_z = 10 \text{ k}\Omega$ и $R_3 = R_4 = R_y = R_x = 5 \text{ k}\Omega$



Решење:

а)

$$v_i = -\frac{R_z}{R_3} v_{g3} - \frac{R_z}{R_4} v_{g4} - \frac{R_z}{R_y} v_x \quad \text{2 бода}$$

$$v_x = -\left(\frac{R_x}{R_1} v_{g1} + \frac{R_x}{R_2} v_{g2}\right) \quad \text{2 бода}$$

$$v_i = v_{g1} + v_{g2} - 2v_{g3} - 2v_{g4} \quad \text{4 бода}$$

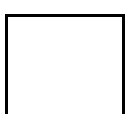
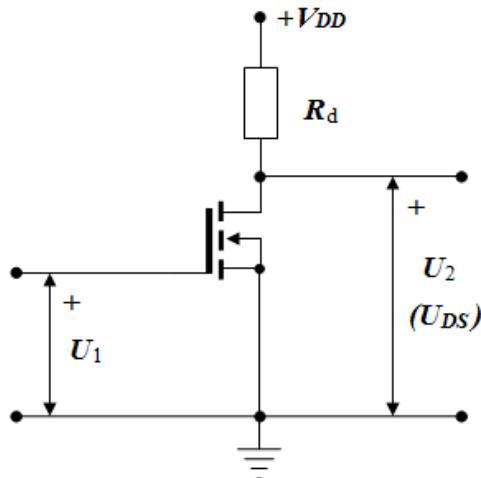
б) сабирање

2 бода



10. Нацртати MOSFET који се користи као прекидач са отпорним оптерећењем и назначити све напоне.

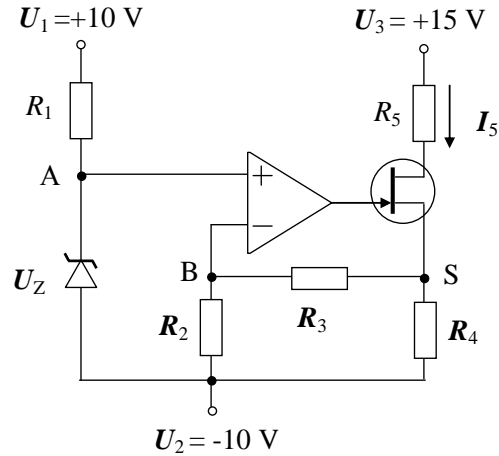
Решење:





11. У колу приказаном на слици примењен је савршени (идеални) операциони појачавач. Одредити вредност струје I_5 , која пролази кроз отпорник R_5 .

Познато је: $R_1 = R_2 = R_3 = R_5 = 5 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 10 \text{ k}\Omega$, $U_Z = 5 \text{ V}$.



Решење:

$$U_A = U_B$$

1 бод

$$I_5 = I_3 + I_4$$

2 бода

$$I_2 = I_3 = \frac{U_B - U_2}{R_2} = \frac{U_Z}{R_2} = 1 \text{ mA}$$

2 бода

$$U_S = U_2 + I_2(R_2 + R_3) = U_2 + \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right)U_Z = 0$$

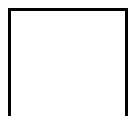
1 бод

$$I_4 = \frac{U_S - U_2}{R_4} = \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) \frac{U_Z}{R_4} = 1 \text{ mA}$$

2 бода

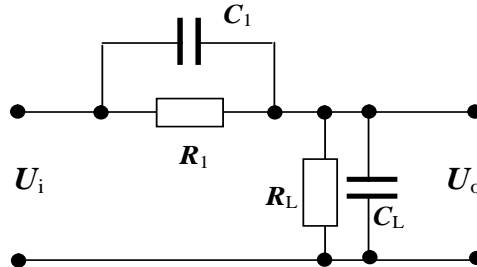
$$I_5 = 2 \text{ mA}$$

2 бода





12. Потрошач се састоји од омског и капацитивног оптерећења. R_L и C_L . На ред са потрошачем је везана отпорност R_1 . Паралелно са R_1 , као на слици, везан је компензациони кондензатор C_1 . Извести израз за вредност компензационог кондензатора C_1 тако да напон на потрошачу не зависи од учестаности улазног напона.



$$\frac{U_o}{U_i} = \frac{\frac{R_L \cdot \frac{1}{j\omega C_L}}{R_L + \frac{1}{j\omega C_L}}}{\frac{R_1 \cdot \frac{1}{j\omega C_1} + \frac{R_L \cdot \frac{1}{j\omega C_L}}{R_L + \frac{1}{j\omega C_L}}}{R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}}} = \frac{\frac{R_L}{1 + j\omega C_L R_L}}{\frac{R_1}{1 + j\omega C_1 R_1} + \frac{R_L}{1 + j\omega C_L R_L}}$$

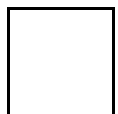
$$\frac{U_o}{U_i} = \frac{R_L}{R_1 \cdot \frac{1 + j\omega C_L R_L}{1 + j\omega C_1 R_1} + R_L}$$

4 бода

$$\text{за } C_L R_L = C_1 R_1 \Rightarrow \frac{U_o}{U_i} = \frac{R_L}{R_1 + R_L}$$

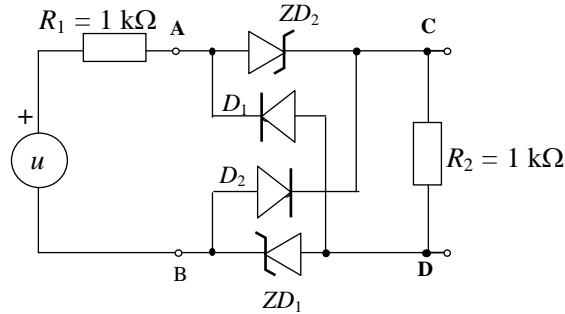
$$C_1 = \frac{C_L R_L}{R_1}$$

6 бодова

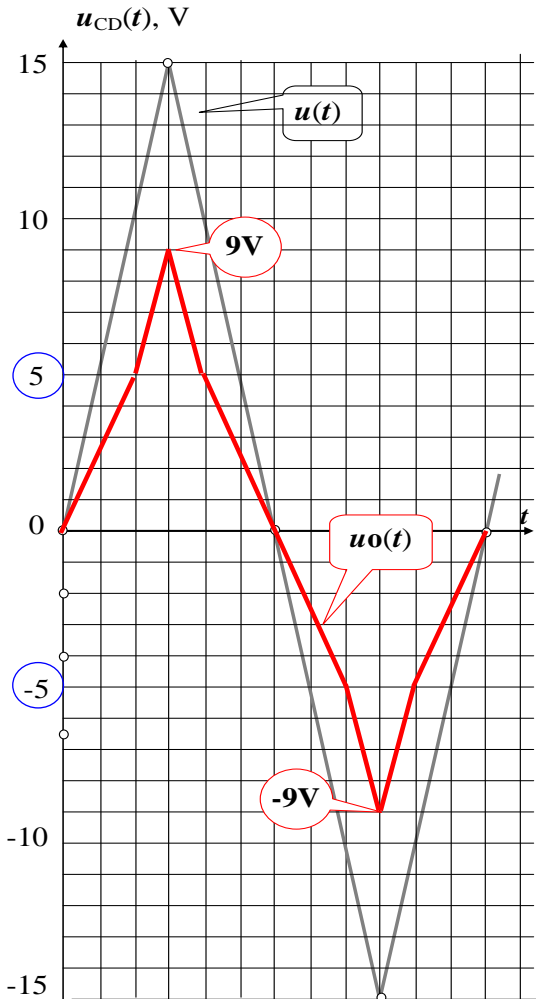




13. У колу, приказаном на слици, примењене су две идентичне диоде, чији је напон вођења при директној поларизацији, U_F , једнак 1 V, и две идентичне Ценер-диоде, чији је напон пробоја при инверзној поларизацији, U_Z , једнак 5 V, а напон вођења при директној поларизацији, U_F , једнак 1 V.



- а) Нацртати таласни облик напона $u_{CD}(t)$ који се добија на излазу кола при побуди периодичним напонам симетричног троугаоног таласног облика амплитуде 15 V, који је приказан на слици.



3 бода

- б) Одредити највећу (вршну) вредност излазног напона.

Решење:



а) За мале вредности улазног напона струја кроз грану у којој се налазе Ценер-диоде једнака је нули. Излазни напон је једнак:

$$u_o(t) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u(t) = \frac{1}{2} u(t) \quad \mathbf{2 \text{ бода}}$$

Такво стање у колу постоји све док напон U_{AB} , не достигне праг вођења, U_{ZZ}

$$U_{ZZ} = U_Z + U_F = 5V \quad \mathbf{1 \text{ бод}}$$

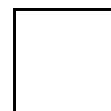
Вредност излазног напона, која одговара стању кола када кроз грану у којој се налазе диоде тече струја:

$$\frac{u(t) - u_o(t)}{R_1} + \frac{u(t) - U_{ZZ} - u_o(t)}{R_3} = \frac{u_o(t)}{R_2}$$

$$u_o(t) = \frac{4}{5} u(t) - \frac{3}{5} U_{ZZ} \quad \mathbf{2 \text{ бода}}$$

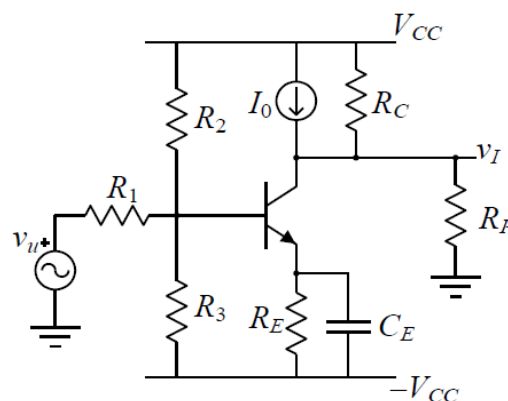
б) Вршна вредност излазног напона, $\max U_o$, која одговара вршној вредности улазног напона, $\max U = 15V$, једнака је:

$$\max U_o = \frac{4 \cdot 15}{5} - \frac{3 \cdot 5}{5} = 9V \quad \mathbf{2 \text{ бода}}$$



14. За појачавач са слике

- Одредити вредност отпорника R_3 тако да једносмерна вредност напона на излазу кола износи $V_I = 0V$.
- Нацртати модел за мале сигнале.
- Извести израз за напонско појачање појачавача
- Одредити вредност напонског појачања ако отпорник има вредност одређену у тачки а).



Познато је:

$$V_{CC} = 12V, I_0 = 5mA, R_1 = 10k\Omega,$$

$$R_2 = 50k\Omega, R_C = 40k\Omega, R_E = 1k\Omega,$$

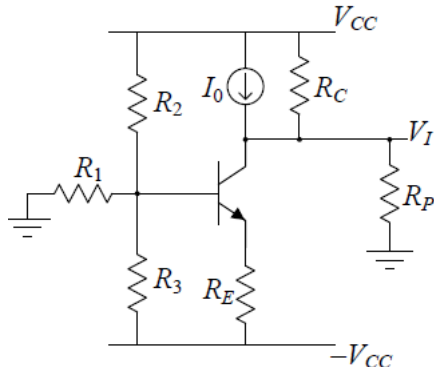
$$R_P = 40k\Omega, C_E \rightarrow \infty, V_{BE} = 0.7V,$$

$$\beta \rightarrow \infty, r_i \rightarrow \infty, V_T = 25mV.$$



Решење:

а) У еквивалентној шеми кола за велике сигналне струје базе може да се занемари због бесконачног струјног појачања транзистора.



$$V_B = \frac{R_1 \parallel R_3}{R_2 + R_1 \parallel R_3} V_{CC} + \frac{R_1 \parallel R_2}{R_3 + R_1 \parallel R_2} (-V_{CC})$$

$$V_E = -V_{CC} + R_E I_E = -V_{CC} + R_E \left(I_O + \frac{V_{CC}}{R_C} \right)$$

$$V_E = V_B - V_{BE} = R_1 \frac{R_3 - R_2}{R_3 (R_1 + R_2) + R_1 R_2} V_{CC} - V_{BE}$$

Изједначавањем горња два израза за напон V_E добија се R_3

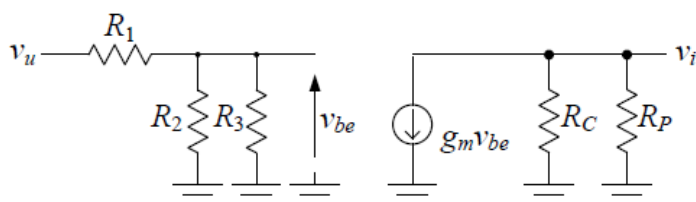
$$R_3 = R_1 R_2 \frac{R_E \left(I_O + \frac{V_{CC}}{R_C} \right) + V_{BE}}{\left(V_{CC} - R_E \left(I_O + \frac{V_{CC}}{R_C} \right) - V_{BE} \right) (R_1 + R_2) + R_1 V_{CC}}$$

$$R_3 = 6.25 \text{ k}\Omega$$

3 бода

б) Модел за мале сигнале

2 бода



в) Израз за напонско појачање:

$$A_v = \frac{v_i}{v_u} = -g_m R_C \parallel R_P \frac{R_2 \parallel R_3}{R_1 + R_2 \parallel R_3}$$

2 бода

г) Вредност напонског појачања:

$$g_m = \frac{I_C}{V_T} = \frac{I_O + \frac{V_{CC}}{R_C}}{V_T} = 0.212 \text{ S}$$

1 бод

$$A_v = -1514$$

2 бода

