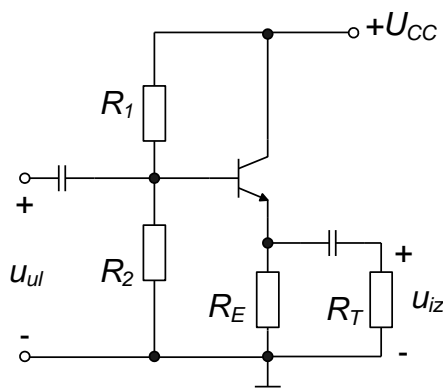


ZAVRŠNI ISPIT IZ ELEKTRONIKE 1

25.1.2010.

PRVA SKUPINA ZADATAKA

Napomena-svaki dio zadatka nosi 1 bod

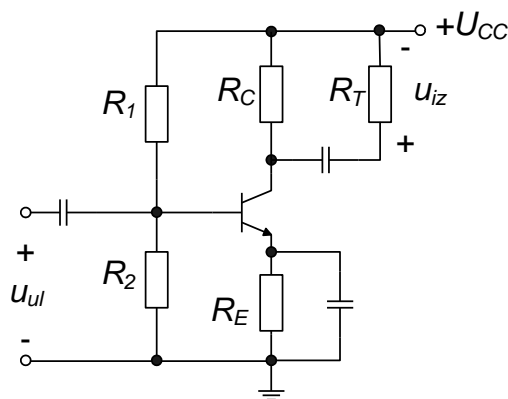


1. Za sklop prikazan na slici vrijedi tvrdnja:

- Ima pozitivno naponsko pojačanje manje od jedan i mali izlazni otpor,*
- Ima pozitivno naponsko pojačanje manje od jedan i veliki izlazni otpor,
- Ima negativno naponsko pojačanje veće od jedan i mali izlazni otpor,
- Ima negativno naponsko pojačanje veće od jedan i veliki izlazni otpor,
- Ima negativno naponsko pojačanje manje od jedan i mali izlazni otpor.

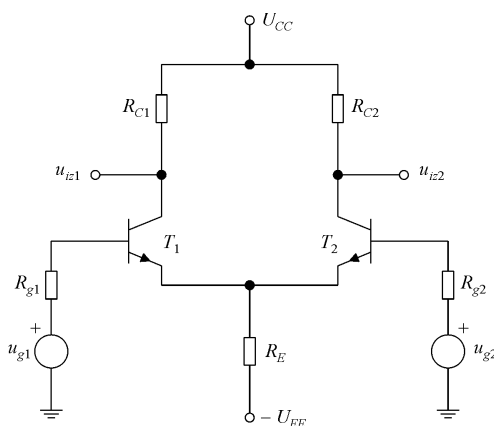
2. Što se događa s amplitudom napona u_{iz} ako se iznos otpornika R_T smanji, a amplituda napona u_{ul} ostane nepromijenjena? Kakva je statička radna točka tranzistora?

- U_{izm} se smanjuje, radna točka tranzistora nije stabilizirana,
- U_{izm} se povećava, radna točka tranzistora je stabilizirana,
- U_{izm} se smanjuje, radna točka tranzistora je stabilizirana,*
- U_{izm} se povećava, radna točka tranzistora nije stabilizirana,
- U_{izm} se ne mijenja, radna točka tranzistora je stabilizirana.

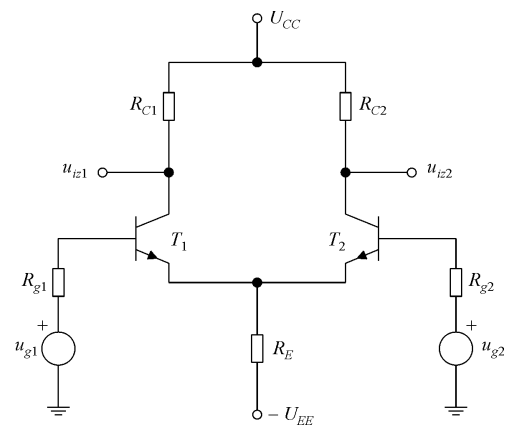


3. Zajednički i diferencijski napon diferencijskog pojačala sa slike su $u_z = -8\sin\omega t$ mV i $u_d = +4\sin\omega t$ mV. Koliki su naponi u_{g1} i u_{g2} ?

- $u_{g1} = -10\sin\omega t$ mV i $u_{g2} = -6\sin\omega t$ mV*
- $u_{g1} = 0\sin\omega t$ mV i $u_{g2} = +8\sin\omega t$ mV
- $u_{g1} = -12\sin\omega t$ mV i $u_{g2} = -4\sin\omega t$ mV
- $u_{g1} = +6\sin\omega t$ mV i $u_{g2} = +10\sin\omega t$ mV
- $u_{g1} = +4\sin\omega t$ mV i $u_{g2} = +12\sin\omega t$ mV

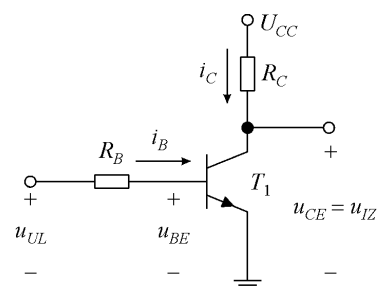


4. U simetričnom diferencijskom pojačalu sa slike definirana su pojačanja za asimetrične izlaze $A_{Vz1} = u_{iz1} / u_z$, $A_{Vz2} = u_{iz2} / u_z$, $A_{Vd1} = u_{iz1} / u_d$ i $A_{Vd2} = u_{iz2} / u_d$ i za simetrični izlaz $A_{Vz} = (u_{iz2} - u_{iz1}) / u_z$ i $A_{Vd} = (u_{iz2} - u_{iz1}) / u_d$. Uz $|A_{Vz1}| = |A_{Vz2}| = 0,2$ i $|A_{Vd1}| = |A_{Vd2}| = 40$ iznosi pojačanja A_{Vz} i A_{Vd} su:



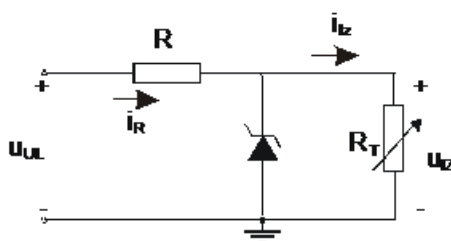
- a) $|A_{Vz}| = 0,4$ i $|A_{Vd}| = 40$,
- b) $|A_{Vz}| = 0,2$ i $|A_{Vd}| = 80$,
- c) $|A_{Vz}| = 0$ i $|A_{Vd}| = 80^*$,
- d) $|A_{Vz}| = 0,2$ i $|A_{Vd}| = 40$,
- e) $|A_{Vz}| = 0,4$ i $|A_{Vd}| = 80$.

5. Koji uvjet mora zadovoljavati otpor R_C da bi osigurao rad tranzistora u zasićenju. Zadano je $U_{CC} = 5\text{ V}$, $U_{CEzas} = 0,2\text{ V}$, $U_{BEzas} = 0,8\text{ V}$, R_B može imati vrijednosti od $8\text{ k}\Omega$ do $12\text{ k}\Omega$, β može imati vrijednosti od 70 do 160, $u_{UL} = 0\text{ V}$ u stanju logičke 0, a $u_{UL} = U_{CC}$ u stanju logičke 1.



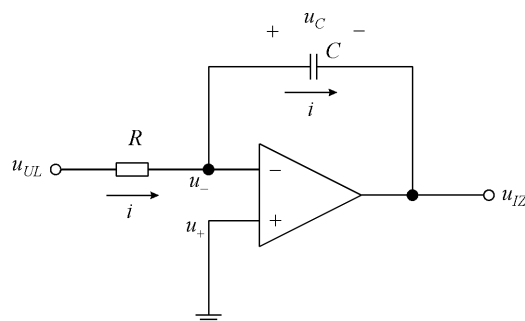
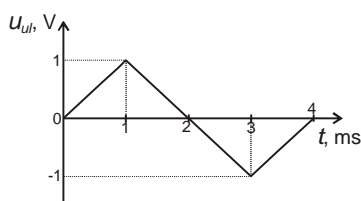
- a) $R_C < 196\ \Omega$
- b) $R_C > 57\ \Omega$
- c) $R_C > 196\ \Omega^*$
- d) $R_C < 57\ \Omega$
- e) $R_C > 130\ \Omega$

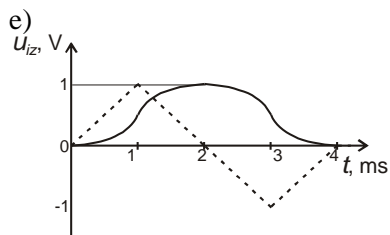
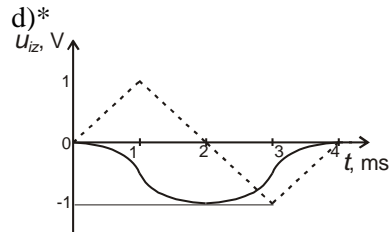
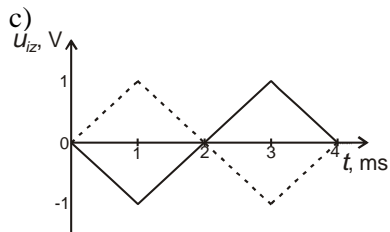
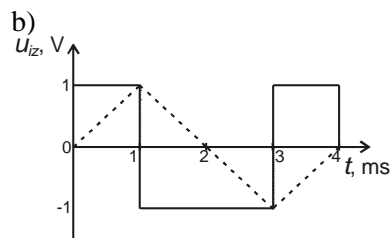
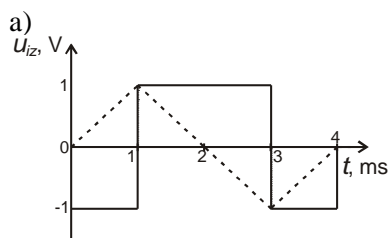
6. Faktor stabilizacije stabilizatora sa slike je $S_u = 0,01$, napon proboja Zener diode je 8 V , a njezin dinamički otpor $0,4\ \Omega$. Na ulaz stabilizatora doveden ulazni napon $U_{UL} = 12\text{ V}$. Koliko će biti promjena izlaznog napona ako se zbog promjene otpora trošila izlazna struja promijeni za 10 mA ?



- a) 1 mV
- b) 3 mV
- c) 10 mV
- d) 4 mV^*
- e) 80 mV

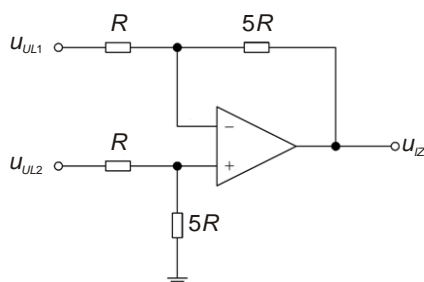
7. Odrediti izlazni napon za sklop na slici ako je početni napon na kondenzatoru 0 V . Ulazni napon prikazan je na slici. $R = 1\text{ k}\Omega$, $C = 1\ \mu\text{F}$. Operacijsko pojačalo je idealno i spojeno je na napajanje -5 V i 5 V .





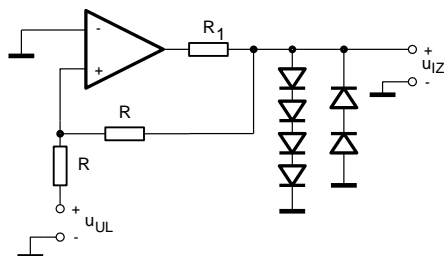
8. Odrediti izlazni napon u sklopu na slici, ako je $u_{UL1} = 2 \text{ V}$ i $u_{UL2} = 1,6 \text{ V}$. Naponi napajanja operacijskog pojačala su -5 V i 5 V .

- a) $u_{IZ} = -5 \text{ V}$
- b) $u_{IZ} = -2 \text{ V}^*$
- c) $u_{IZ} = 2 \text{ V}$
- d) $u_{IZ} = 2,4 \text{ V}$
- e) $u_{IZ} = -2,4 \text{ V}$



9. Koliko iznosi izlazni napon za sklop komparatora na slici ako je ulazni napon -3 V ? Zadano je $U_D = 0,7 \text{ V}$.

- a) $-2,8 \text{ V}$
- b) $-1,4 \text{ V}^*$
- c) $+2,8 \text{ V}$
- d) $+1,4 \text{ V}$
- e) $+0,7 \text{ V}$



10. Ako se napon poveća sa -3 V na $+2 \text{ V}$ koliko će iznositi izlazni napon nakon promjene (slika iz 9. zadatka)?

- a) $-2,8 \text{ V}$
- b) $-1,4 \text{ V}$
- c) $+2,8 \text{ V}^*$
- d) $+1,4 \text{ V}$
- e) $+0,7 \text{ V}$

DRUGA SKUPINA ZADATAKA

Napomena-svaki dio zadatka nosi 1 bod

1. Koncentracije primjesa na n i p strani diode iznose $N_D=10^{17} \text{ cm}^{-3}$ i $N_A=10^{15} \text{ cm}^{-3}$. Parametri manjinskih nosilaca su $\mu_n=850 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $\mu_p=300 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $\tau_n=1,2 \text{ }\mu\text{s}$, $\tau_p=0,8 \text{ }\mu\text{s}$. Površina pn spoja iznosi $S=2 \text{ mm}^2$. Vrijedi $L_p \gg w_n=1 \text{ }\mu\text{m}$ i $L_n \ll w_p=1 \text{ mm}$. Pretpostaviti $m=1$ i da se pokretljivosti ne mijenjaju s temperaturom.

1.1. Izračunati struju zasićenja na $T=300 \text{ K}$.

1.2. Struju kroz diodu kad se na nju priključi napon $U=0,5 \text{ V}$ uz $I_S = 1,5 \text{ pA}$ i $T=300 \text{ K}$.

1.3. Dinamički otpor diode uz priključen napon $U=75 \text{ mV}$ uz $I_S = 150 \text{ pA}$ i $T=300 \text{ K}$.

1.1. (a) $I_S = 1,7 \cdot 10^{-13} \text{ A}$

(b) $I_S = 6,7 \cdot 10^{-13} \text{ A}$

(c) $I_S = 2,9 \cdot 10^{-13} \text{ A}$

(d) $I_S = 3,4 \cdot 10^{-12} \text{ A}^*$

(e) $I_S = 2,5 \cdot 10^{-12} \text{ A}$

1.2. (a) $I = 1,5 \text{ mA}$

(b) $I = 0,84 \text{ mA}$

(c) $I = 0,37 \text{ mA}^*$

(d) $I = 0,01 \text{ mA}$

(e) $I = 3,7 \text{ mA}$

1.3. (a) $r_d = 9,5 \text{ M}\Omega^*$

(b) $r_d = 172 \text{ M}\Omega$

(c) $r_d = 500 \text{ G}\Omega$

(d) $r_d = 29 \text{ M}\Omega$

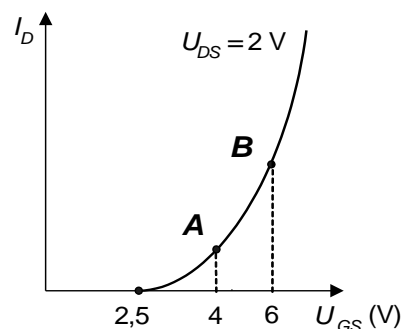
(e) $r_d = 100 \text{ G}\Omega$

2. Prijenosna karakteristika nekog MOSFET-a prikazana je na slici. Pokretljivost nosilaca u kanalu je $350 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, a omjer širine i duljine kanala je 10. $\lambda = 0$.

2.1. Odrediti tip MOSFET-a.

2.2. Izračunati struju u točki A ako je debljina silicij-dioksida 60 nm .

2.3. Izračunati strminu u točki B ako je debljina silicij-dioksida 80 nm .



2.1.

a) obogaćeni NMOS *

b) osiromašeni NMOS

c) obogaćeni PMOS

d) osiromašeni PMOS

e) neutralni NMOS

2.2.

a) $I_{DA} = 0,8 \text{ mA}$

b) $I_{DA} = 0,2 \text{ mA}$

c) $I_{DA} = 0,1 \text{ mA}$

d) $I_{DA} = 0,450 \text{ mA}$

e) $I_{DA} = 0,225 \text{ mA}^*$

2.3.

a) $g_{mB} = 0,9 \text{ mA/V}$

b) $g_{mB} = 0,525 \text{ mA/V}$

c) $g_{mB} = 0,225 \text{ mA/V}$

d) $g_{mB} = 0,3 \text{ mA/V}^*$

e) $g_{mB} = 0,4 \text{ mA/V}$

3. Za pojačalo u spoju zajedničkog kolektora sa slike zadano je $R_1=56 \text{ k}\Omega$, $R_2=56 \text{ k}\Omega$, $R_E=1,8 \text{ k}\Omega$, $R_P=50 \text{ k}\Omega$, $R_G=10 \text{ k}\Omega$. Parametri tranzistora su $\beta=h_{fe}=100$. Zanimariti porast struje kolektora s naponom u_{CE} u normalnom aktivnom području. Naponski ekvivalent temperature $U_T = 25 \text{ mV}$

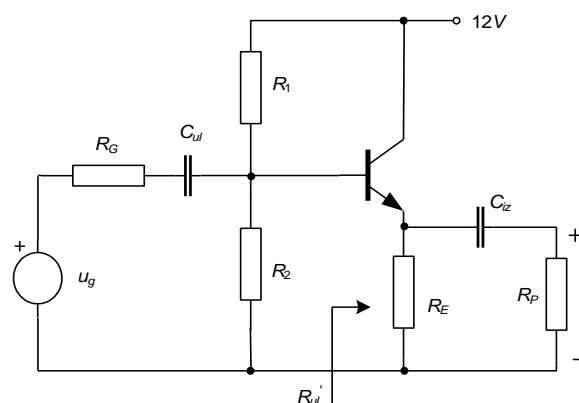
3.1. Odrediti maksimalni hod signala u_{iz} .

3.2. Odrediti dinamički parametar r_{be} .

3.3. Odrediti ulazni otpor R_{ul}' ako se promijene vrijednosti otpornika R_1 i R_2 tako da dinamički parametar r_{be} iznosi $1,5 \text{ k}\Omega$.

3.4. Uz r_{be} zadan kao u 3.3. dijelu zadatka izračunati naponsko pojačanje A_{Vg} . ($R_1=R_2=270 \text{ k}\Omega$)

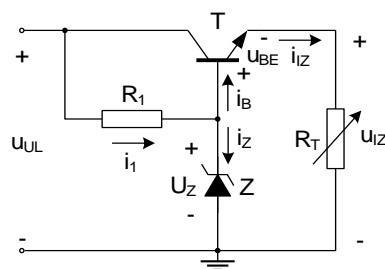
3.5. Odrediti izlazni otpor pojačala ako se promijene $R_1=R_2=270 \text{ k}\Omega$ uslijed čega se onda mijenja $r_{be}=1,5 \text{ k}\Omega$.



- | | | | | |
|-------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------|-------------------|
| 3.1. | 3.2. | 3.3. | 3.4. | 3.5. |
| a) 6,74V | a) $r_{be}=0,12 \text{ k}\Omega$ | a) $R_{ul}'=101 \text{ k}\Omega$ | a) $A_{Vg}=0,88^*$ | a) 1,8 k Ω |
| b) 4,6V | b) $r_{be}=0,21 \text{ k}\Omega$ | b) $R_{ul}'=183,3 \text{ k}\Omega$ | b) $A_{Vg}=0,69$ | b) 1000 Ω |
| c) 7,73V | c) $r_{be}=26 \text{ k}\Omega$ | c) $R_{ul}'=153 \text{ k}\Omega$ | c) $A_{Vg}=-0,49$ | c) 100 Ω^* |
| d) 2,7 | d) $r_{be}=1 \text{ k}\Omega^*$ | d) $R_{ul}'=33 \text{ k}\Omega$ | d) $A_{Vg}=0,59$ | d) 180 k Ω |
| e) 4,34 V* | e) $r_{be}=0,02 \text{ k}\Omega$ | e) $R_{ul}'=176 \text{ k}\Omega^*$ | e) $A_{Vg}=-0,99$ | e) 50 k Ω |

4. Parametri Zenerove diode su $U_Z = 10 \text{ V}$, $I_{Zmin} = 1 \text{ mA}$ i $r_z = 10 \Omega$. Faktor strujnog pojačanja tranzistora je $\beta \approx h_{fe} = 100$ i $U_{BE} = 0,7 \text{ V}$ i naponski ekvivalent temperature $U_T = 25 \text{ mV}$. Ulazni napon kreće se u granicama od 18 V do 22 V, otpor trošila ima minimalni iznos od 100 Ω , a minimalna vrijednost otpora R_I je 500 Ω .

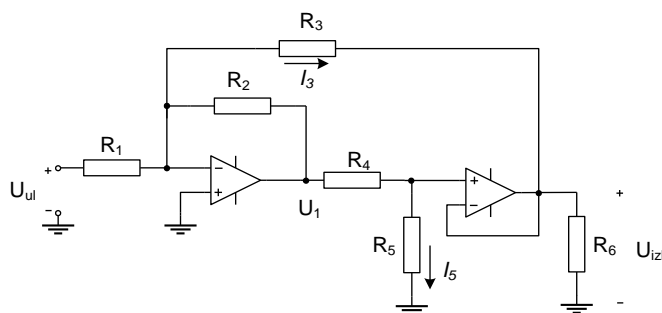
- 4.1. Odrediti izlazni napon U_{IZ} .
 4.2. Odrediti maksimalnu disipaciju snage Zenerove diode.
 4.3. Odrediti maksimalnu vrijednost otpora R_I .
 4.4. Koji vrijednost otpornika R_I je potrebno odabrati da se dobije naponski faktor stabilizacije $S_u = 0,0099$?
 4.5. Odrediti izlazni otpor stabilizatora R_{IZ} , ako su vrijednosti otpornika $R_I = 500 \Omega$ i $R_T = 1 \text{ k}\Omega$.



- | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| 4.1. | 4.2. | 4.3. | 4.4. | 4.5. |
| (a) $U_{IZ} = 10,7 \text{ V}$ | (a) $P_{Zmax} = 0,16 \text{ W}$ | (a) $R_{I1max} = 4165 \Omega^*$ | (a) $R_I = 5 \text{ k}\Omega$ | (a) $R_{IZ} = 2,8 \Omega^*$ |
| (b) $U_{IZ} = 10 \text{ V}$ | (b) $P_{Zmax} = 0,24 \text{ W}^*$ | (b) $R_{I1max} = 6247 \Omega$ | (b) $R_I = 1,5 \text{ k}\Omega$ | (b) $R_{IZ} = 5,5 \Omega$ |
| (c) $U_{IZ} = 11 \text{ V}$ | (c) $P_{Zmax} = 0,8 \text{ W}$ | (c) $R_{I1max} = 8688 \Omega$ | (c) $R_I = 1 \text{ k}\Omega^*$ | (c) $R_{IZ} = 1,4 \Omega$ |
| (d) $U_{IZ} = 9,3 \text{ V}^*$ | (d) $P_{Zmax} = 0,32 \text{ W}$ | (d) $R_{I1max} = 5351 \Omega$ | (d) $R_I = 3 \text{ k}\Omega$ | (d) $R_{IZ} = 2,1 \Omega$ |
| (e) $U_{IZ} = 11,3 \text{ V}$ | (e) $P_{Zmax} = 0,1 \text{ W}$ | (e) $R_{I1max} = 2040 \Omega$ | (e) $R_I = 4 \text{ k}\Omega$ | (e) $R_{IZ} = 3,8 \Omega$ |

5. Za sklop na slici zadano je $R_1=1 \text{ k}\Omega$, $R_2=10 \text{ k}\Omega$, $R_3=5 \text{ k}\Omega$, $R_4=2 \text{ k}\Omega$, $R_5=10 \text{ k}\Omega$, $R_6=10 \text{ k}\Omega$, $U_{ul}=3 \text{ V}$. Operacijska pojačala su idealna, a napon napajanja pojačala je simetričan i iznosi $\pm 15 \text{ V}$. Odrediti:

- 5.1. Iznos struje kroz otpornik R_3 ,
 5.2. Iznos struje kroz otpornik R_5 ,
 5.3. Iznos napona U_1 ,
 5.4. Naponsko pojačanje $A_V = u_{iz}/u_{ul}$
 5.5. Vrijednost ulaznog otpora R_{ul} .



- | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| 5.1. | 5.2. | 5.3. | 5.4. | 5.5. |
| a) $I_3 = -0,423 \text{ mA}$ | a) $I_5 = 0,252 \text{ mA}$ | a) $U_1 = -11,25 \text{ V}^*$ | a) $A_V = -3,125^*$ | a) $R_{ul} = 10 \text{ k}\Omega$ |
| b) $I_3 = -0,375 \text{ mA}$ | b) $I_5 = 0,187 \text{ mA}$ | b) $U_1 = 2,25 \text{ V}$ | b) $A_V = 0,833$ | b) $R_{ul} = 5 \text{ k}\Omega$ |
| c) $I_3 = 0,423 \text{ mA}$ | c) $I_5 = 0,1 \text{ mA}$ | c) $U_1 = -2,5 \text{ V}$ | c) $A_V = 0,737$ | c) $R_{ul} = 1 \text{ k}\Omega^*$ |
| d) $I_3 = -1,875 \text{ mA}^*$ | d) $I_5 = -0,1 \text{ mA}$ | d) $U_1 = -2,5 \text{ V}$ | d) $A_V = -0,737$ | d) $R_{ul} = 23 \text{ k}\Omega$ |
| e) $I_3 = -0,642 \text{ mA}$ | e) $I_5 = -0,937 \text{ mA}^*$ | e) $U_1 = -2,7 \text{ V}$ | e) $A_V = -0,833$ | e) $R_{ul} = 7,4 \text{ k}\Omega$ |