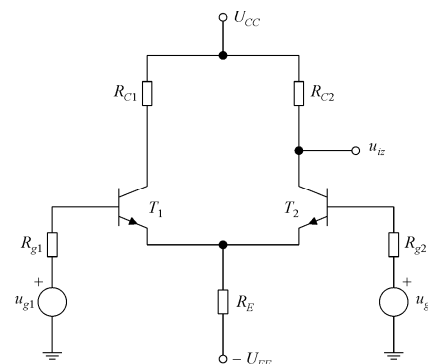


PRVA SKUPINA ZADATAKA

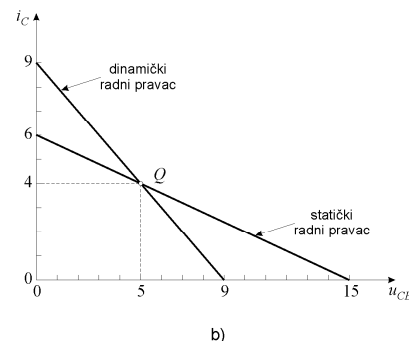
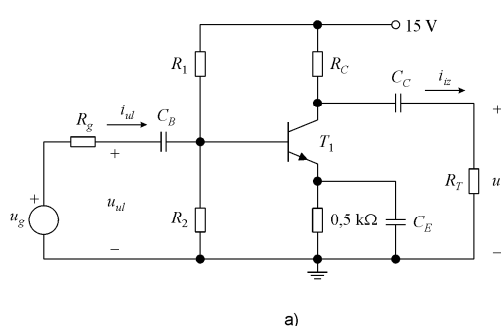
1. Zajednički i diferencijski napon diferencijskog pojačala sa slike su $u_z = -10 \sin \omega t$ mV i $u_d = +10 \sin \omega t$ mV. Koliki su naponi u_{g1} i u_{g2} ? U odgovorima nije bitan redoslijed ulaznih napona. (1 bod)

- a) $-10 \sin \omega t$ mV i $+10 \sin \omega t$ mV
 b) $-20 \sin \omega t$ mV i 0 mV
 c) $-15 \sin \omega t$ mV i $-5 \sin \omega t$ mV
 d) 0 mV i $+20 \sin \omega t$ mV
 e) $+5 \sin \omega t$ mV i $+15 \sin \omega t$ mV



2. Statički i dinamički radni pravac pojačala na slici a) nacrtani su na slici b). Koliki su otpori R_C i R_T ? Zanimariti struju baze u odnosu na struju kolektora. (1 bod)

- a) $R_C = 2,5 \text{ k}\Omega$, $R_T = 2,5 \text{ k}\Omega$
 b) $R_C = 1,5 \text{ k}\Omega$, $R_T = 2,5 \text{ k}\Omega$
 c) nema dovoljno podataka
 d) $R_C = 2 \text{ k}\Omega$, $R_T = 1 \text{ k}\Omega$
 e) $R_C = 2 \text{ k}\Omega$, $R_T = 2 \text{ k}\Omega$,



3. GSN i GSV su granice smetnji niske i visoke razine. Ako se izlaz bipolarnog tranzistorskog invertora opteretiti istim takvim invertorom, za granice smetnji u odnosu na neopterećeni invertor vrijedi sljedeće (1 bod):

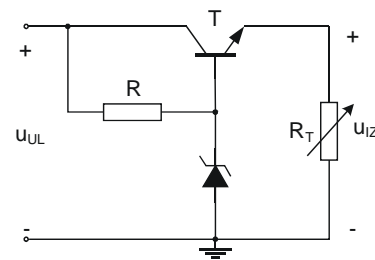
- a) GSN se smanjuju, a GSV ostaju iste
 b) GSN se povećavaju, a GSV ostaju iste
 c) GSV se smanjuju, a GSN ostaju iste
 d) GSV se povećavaju, a GSN ostaju iste
 e) GSV i GSN ostaju iste

4. Bipolarna tranzistorska sklopka upravljana je naponskim razinama $+U_1$ i $-U_2$. Vrijeme isključenja sklopke može se ubrzati (1 bod):

- a) povećanjem napona $+U_1$ i smanjenjem iznosa napona $-U_2$
 b) smanjenjem napona $+U_1$ i povećanjem iznosa napona $-U_2$
 c) povećanjem napona $+U_1$, uz konstantan $-U_2$
 d) smanjenjem iznosa napona $-U_2$, uz konstantan $+U_1$
 e) vrijeme isključenja sklopke ne ovisi o naponima $+U_1$ i $-U_2$

5. Izlazni napon stabilizatora sa slike je 8V, otpori u sklopu iznose: $R_T = 400 \Omega$, $R = 100 \Omega$, $\beta = 100$. Struja kroz diodu mijenja se u granicama od 5 mA do 25 mA. Odrediti najmanji ulazni napon uz koji stabilizator ispravno radi. U kojem području rada pri tome radi tranzistor? (1 bod)

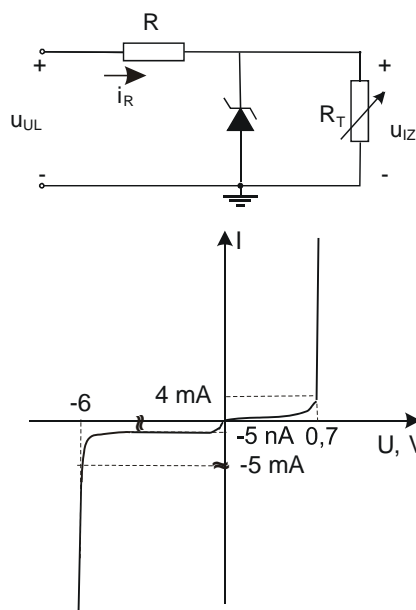
- a) $U_{ULmin} = 8,7 \text{ V}$, granica normalno aktivno-zasićenje
 b) $U_{ULmin} = 8 \text{ V}$, normalno aktivno područje
 c) $U_{ULmin} = 9,22 \text{ V}$, granica normalno aktivno-zasićenje
 d) $U_{ULmin} = 9,22 \text{ V}$, normalno aktivno područje
 e) $U_{ULmin} = 11,22 \text{ V}$, normalno aktivno područje



Grupa A

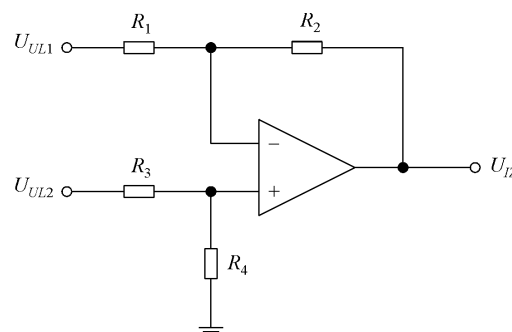
6. I - U karakteristika diode korištene u stabilizatoru zadana je slikom, a struja koja teče kroz trošilo mijenja se u rasponu od 10 mA do 50 mA. Odrediti izlazni napon i najmanju struju kroz otpornik R da bi stabilizator ispravno radio. (1 bod)

- a) $U_{IZ} = 0,7 \text{ V}$, $I_{Rmin} = 14 \text{ mA}$
- b) $U_{IZ} = 0,7 \text{ V}$, $I_{Rmin} = 54 \text{ mA}$
- c) $U_{IZ} = 6 \text{ V}$, $I_{Rmin} = 5 \text{ mA}$
- d) $U_{IZ} = 6 \text{ V}$, $I_{Rmin} = 15 \text{ mA}$
- e) $U_{IZ} = 6 \text{ V}$, $I_{Rmin} = 55 \text{ mA}$



7. Odrediti iznos izlaznog napona u sklopu na slici ako je $U_{UL1} = 2,0 \text{ V}$, $U_{UL2} = 2,5 \text{ V}$, $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 40 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 30 \text{ k}\Omega$. Operacijsko pojačalo spojeno je na napajanje 0 V i 5 V. (1 bod)

- a) $U_{IZ} = 2,0 \text{ V}$
- b) $U_{IZ} = 0 \text{ V}$
- c) $U_{IZ} = 1,375 \text{ V}$
- d) $U_{IZ} = -1,375 \text{ V}$
- e) $U_{IZ} = 1,5 \text{ V}$



8. Odrediti iznos izlaznog napona u sklopu na slici ako je $U_{UL1} = 2,5 \text{ V}$, $U_{UL2} = 2,0 \text{ V}$, $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 40 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 30 \text{ k}\Omega$. Operacijsko pojačalo spojeno je na napajanje 0 V i 5 V. (1 bod)

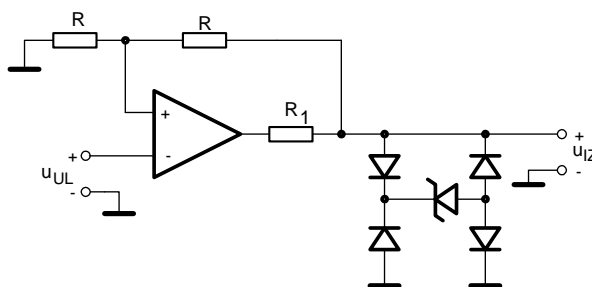
- a) $U_{IZ} = 2,0 \text{ V}$
- b) $U_{IZ} = 0 \text{ V}$
- c) $U_{IZ} = 1,375 \text{ V}$
- d) $U_{IZ} = -1,375 \text{ V}$
- e) $U_{IZ} = 1,5 \text{ V}$

9. Koliko iznosi izlazni napon za sklop komparatora na slici ako je ulazni napon 0 V? Zadano je $U_Z = 5,6 \text{ V}$ i $U_D = 0,7 \text{ V}$. (1 bod)

- a) $+7 \text{ V}$ ili -7 V
- b) $-5,6 \text{ V}$
- c) -7 V
- d) $+5,6 \text{ V}$
- e) $+7 \text{ V}$

10. Ako se napon na ulazu poveća na $+3 \text{ V}$ koliko će u tom slučaju iznositi izlazni napon? (1 bod)

- a) $+7 \text{ V}$ ili -7 V
- b) $-5,6 \text{ V}$
- c) -7 V
- d) $+5,6 \text{ V}$
- e) $+7 \text{ V}$

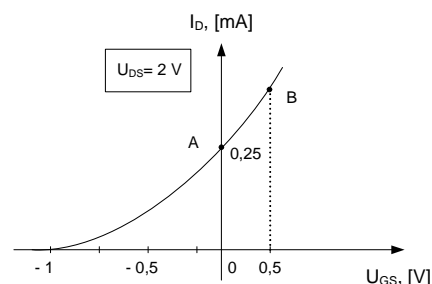


DRUGA SKUPINA ZADATAKA

ZADATAK 1. Prijenosna karakteristika nekog MOSFET-a prikazana je na slici. Pretpostaviti da je $\lambda = 0$.

Odrediti:

- 1.1. tip MOSFET-a (1 bod),
- 1.2. strminu u točki A (1 bod),
- 1.3. struju i strminu u točki B (1 bod).



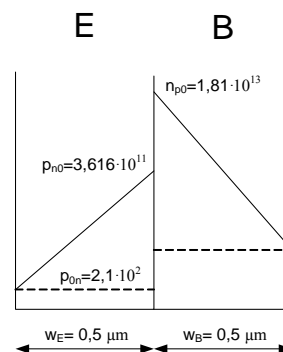
Odgovori:

- | | | | | | |
|------|---------------------------------|------|----------------------------------|------|--|
| 1.1. | a) osiromašeni PMOS | 1.2. | a) $g_{mA} = 0,25 \text{ mA/V}$ | 1.3. | a) $I_{DB} = 0,5625 \text{ mA}$, $g_{mB} = 0,75 \text{ mA/V}$ |
| | b) obogaćeni PMOS | | b) $g_{mA} = 0,5 \text{ mA/V}$ | | b) $I_{DB} = 1,125 \text{ mA}$, $g_{mB} = 1,5 \text{ mA/V}$ |
| | c) osiromašeno-obogaćeni MOSFET | | c) $g_{mA} = 0,33 \text{ mA/V}$ | | c) $I_{DB} = 0,5 \text{ mA}$, $g_{mB} = 1 \text{ mA/V}$ |
| | d) osiromašeni NMOS | | d) $g_{mA} = 0,167 \text{ mA/V}$ | | d) $I_{DB} = 1 \text{ mA}$, $g_{mB} = 2 \text{ mA/V}$ |
| | e) obogaćeni NMOS | | e) $g_{mA} = 1 \text{ mA/V}$ | | e) $I_{DB} = 0,4 \text{ mA}$, $g_{mB} = 0,625 \text{ mA/V}$ |

ZADATAK 2. Na slici je prikazana raspodjela manjinskih nosilaca bipolarnog *nnp* tranzistora. Poznate su pokretljivosti manjinskih nosilaca u emiteru i bazi: $\mu_n = 500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $\mu_p = 250 \text{ cm}^2/\text{Vs}$. Površina presjeka spoja baza-emiter iznosi $S = 2 \text{ mm}^2$, a u prikazanoj radnoj točki rekombinacijska struja baze iznosi $I_R = 30 \text{ }\mu\text{A}$. Temperatura je $T = 300 \text{ K}$.

Odrediti:

- 2.1. napon priključen na spoju baza-emiter (1 bod),
- 2.2. koncentraciju primjesa u bazi (1 bod),
- 2.3. faktor pojačanja β (1 bod).



Odgovori:

- | | | | | | |
|------|-------------------------------|------|--|------|------------------|
| 2.1. | a) $U_{BE} = 0,5 \text{ V}$ | 2.2. | a) $N_{AB} = 1 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ | 2.3. | a) $\beta = 101$ |
| | b) $U_{BE} = 0,575 \text{ V}$ | | b) $N_{AB} = 1,05 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ | | b) $\beta = 84$ |
| | c) $U_{BE} = 0,625 \text{ V}$ | | c) $N_{AB} = 2 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ | | c) $\beta = 72$ |
| | d) $U_{BE} = 0,525 \text{ V}$ | | d) $N_{AB} = 2,1 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ | | d) $\beta = 223$ |
| | e) $U_{BE} = 0,55 \text{ V}$ | | e) $N_{AB} = 1 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ | | e) $\beta = 498$ |

ZADATAK 3. Za pojačalu sa slike zadano je: $U_{CC} = 18 \text{ V}$, $R_g = 500 \text{ }\Omega$, $R_1 = 47 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 6,8 \text{ k}\Omega$, $R_C = 4,7 \text{ k}\Omega$ i $R_T = 5,6 \text{ k}\Omega$. Parametri *nnp* bipolarnog tranzistora su $\beta \approx h_{fe} = 180$ i $U_T = 0,7 \text{ V}$. Naponski ekvivalent temperature $U_T = 25 \text{ mV}$.

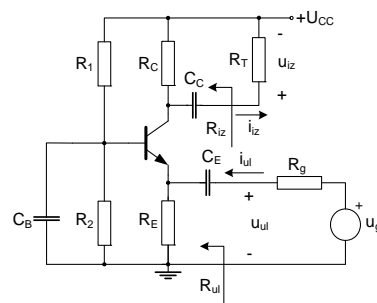
3.1. Odrediti struju I_{CQ} i napon U_{CEQ} , ako je vrijednost otpornika $R_E = 1 \text{ k}\Omega$. (1 bod)

3.2. Odrediti dinamičke parametre g_m i r_{be} , ako je poznato $I_{CQ} = 1,383 \text{ mA}$, $U_{CEQ} = 9,97 \text{ V}$ i $R_E = 1,1 \text{ k}\Omega$. (1 bod)

3.3. Odrediti naponsko pojačanje $A_V = u_{iz}/u_{ul}$, ako su poznati dinamički parametri $g_m = 50,82 \text{ mA/V}$ i $r_{be} = 3542 \text{ }\Omega$, te $R_E = 1,2 \text{ k}\Omega$. (1 bod)

3.4. Odrediti ulazni otpor R_{ul} , ako su poznati dinamički parametri $g_m = 50,82 \text{ mA/V}$ i $r_{be} = 3542 \text{ }\Omega$, te $R_E = 1,2 \text{ k}\Omega$. (1 bod)

3.5. Odrediti izlazni otpor R_{iz} , ako su poznati dinamički parametri $g_m = 50,82 \text{ mA/V}$ i $r_{be} = 3542 \text{ }\Omega$, te $R_E = 1,2 \text{ k}\Omega$. (1 bod)



Odgovori:

- | | | | |
|------|--|------|--|
| 3.1. | a) $I_{CQ} = 1,52 \text{ mA}$ i $U_{CEQ} = 16,5 \text{ V}$ | 3.2. | a) $g_m = 99,56 \text{ mA/V}$, $r_{be} = 1808 \text{ }\Omega$ |
| | b) $I_{CQ} = 1,52 \text{ mA}$ i $U_{CEQ} = 9,35 \text{ V}$ | | b) $g_m = 55,32 \text{ mA/V}$, $r_{be} = 1808 \text{ }\Omega$ |
| | c) $I_{CQ} = 1,42 \text{ mA}$ i $U_{CEQ} = 9,35 \text{ V}$ | | c) $g_m = 99,56 \text{ mA/V}$, $r_{be} = 3254 \text{ }\Omega$ |
| | d) $I_{CQ} = 1,42 \text{ mA}$ i $U_{CEQ} = 16,5 \text{ V}$ | | d) $g_m = 55,32 \text{ mA/V}$, $r_{be} = 3254 \text{ }\Omega$ |
| | e) $I_{CQ} = 0,84 \text{ mA}$ i $U_{CEQ} = 9,35 \text{ V}$ | | e) $g_m = 37,35 \text{ mA/V}$, $r_{be} = 2678 \text{ }\Omega$ |

Grupa A

3.3.

- a) $A_V = -130$
- b) $A_V = -0,448$
- c) $A_V = -63,2$
- d) $A_V = 0,448$
- e) $A_V = 130$

3.4.

- a) $R_{ul} = 82,02 \Omega$
- b) $R_{ul} = 42,1 \Omega$
- c) $R_{ul} = 19,3 \Omega$
- d) $R_{ul} = 204,2 \Omega$
- e) $R_{ul} = 132,2 \Omega$

3.5.

- a) $R_{IZ} = 8,2 \text{ k}\Omega$
- b) $R_{IZ} = 4,7 \text{ k}\Omega$
- c) $R_{IZ} = 3,9 \text{ k}\Omega$
- d) $R_{IZ} = 6,8 \text{ k}\Omega$
- e) $R_{IZ} = 5,6 \text{ k}\Omega$

ZADATAK 4. Na izlazu stabilizatora, prikazanog slikom, izmjeren je napon 10 V. Ako na ulaz dovedeno napon između 15 V i 25 V moramo koristiti otpornik R_1 u granicama od 185 do 3200 Ω da bi stabilizator radio ispravno. Faktor strujnog pojačanja tranzistora je $\beta \approx h_{fe} = 200$, $U_{BE} = 0,7 \text{ V}$ i $U_T = 25 \text{ mV}$. Otpor trošila je $R_T \geq 390 \Omega$.

4.1. Odrediti napon Zenerove diode U_Z . (1 bod)

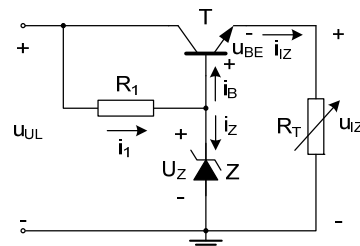
4.2. Odrediti minimalnu struju Zenerove diode I_{Zmin} , ako je $U_Z = 8,3 \text{ V}$. (1 bod)

4.3. Odrediti maksimalnu disipaciju snage na Zenerovoj diodi P_{Zmax} , ako je $U_Z = 8,3 \text{ V}$. (1 bod)

4.4. Odrediti dinamički otpor Zenerove diode r_z , ako želimo da je naponski faktor stabilizacije $S_U = 0,0025$. Zadano je $U_Z = 8,3 \text{ V}$, $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$ i $R_T = 680 \Omega$. (1 bod)

4.5. Odrediti izlazni otpor R_{IZ} , ako su vrijednosti otpornika $R_1 = 1,8 \text{ k}\Omega$ i $R_T = 820 \Omega$. Parametri Zenerove diode su $U_Z = 8,3 \text{ V}$, $r_z = 3 \Omega$.

(1 bod)



Odgovori:

- 4.1. a) $U_Z = 9,3 \text{ V}$
b) $U_Z = 10 \text{ V}$
c) $U_Z = 10,3 \text{ V}$
d) $U_Z = 10,7 \text{ V}$
e) $U_Z = 9,7 \text{ V}$

- 4.2. a) $I_{Zmin} = 1,25 \text{ mA}$
b) $I_{Zmin} = 1,5 \text{ mA}$
c) $I_{Zmin} = 1 \text{ mA}$
d) $I_{Zmin} = 1,75 \text{ mA}$
e) $I_{Zmin} = 2 \text{ mA}$

- 4.3. a) $P_{Zmax} = 0,75 \text{ W}$
b) $P_{Zmax} = 500 \text{ mW}$
c) $P_{Zmax} = 0,25 \text{ W}$
d) $P_{Zmax} = 0,125 \text{ W}$
e) $P_{Zmax} = 50 \text{ mW}$

- 4.4. a) $r_z = 1 \Omega$
b) $r_z = 2 \Omega$
c) $r_z = 5 \Omega$
d) $r_z = 10 \Omega$
e) $r_z = 15 \Omega$

- 4.5. a) $R_{IZ} = 2,71 \Omega$
b) $R_{IZ} = 1,75 \Omega$
c) $R_{IZ} = 2,48 \Omega$
d) $R_{IZ} = 1,5 \Omega$
e) $R_{IZ} = 2,22 \Omega$

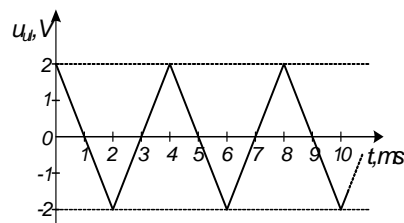
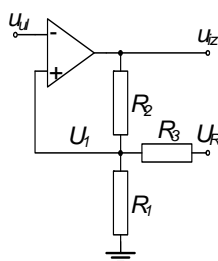
ZADATAK 5. Za komparator sa slike poznato je $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 4,7 \text{ k}\Omega$, $U_R = 5 \text{ V}$ i $U_{IZ} = [-10 \text{ V}, 10 \text{ V}]$. Operacijsko pojačalo je idealno.

5.1. Odrediti napon praga okidanja U_{PV} . (1 bod)

5.2. Odrediti napon praga okidanja U_{PN} . (1 bod)

5.3. Odrediti vrijednost izlaznog napona u $t = 4 \text{ ms}$ za ulazni napon sa slike. (1 bod)

5.4. Odrediti vrijednost izlaznog napona u $t = 6 \text{ ms}$ za ulazni napon sa slike. (1 bod)



Odgovori:

- 5.1. a) $U_{PV} = 1,57 \text{ V}$
b) $U_{PV} = -1,57 \text{ V}$
c) $U_{PV} = -2 \text{ V}$
d) $U_{PV} = 2 \text{ V}$
e) $U_{PV} = 0 \text{ V}$

- 5.2. a) $U_{PN} = 49 \text{ mV}$
b) $U_{PN} = -49 \text{ mV}$
c) $U_{PN} = -1,24 \text{ V}$
d) $U_{PN} = 1,24 \text{ V}$
e) $U_{PN} = 0 \text{ V}$

- 5.3. a) $U_{IZ} = 2 \text{ V}$
b) $U_{IZ} = -2 \text{ V}$
c) $U_{IZ} = -10 \text{ V}$
d) $U_{IZ} = 10 \text{ V}$
e) $U_{IZ} = 0 \text{ V}$

- 5.4. a) $U_{IZ} = 2 \text{ V}$
b) $U_{IZ} = -2 \text{ V}$
c) $U_{IZ} = -10 \text{ V}$
d) $U_{IZ} = 10 \text{ V}$
e) $U_{IZ} = 0 \text{ V}$