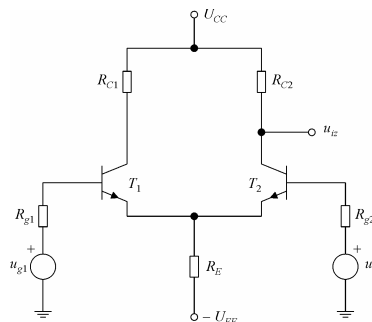


## PRVA SKUPINA ZADATAKA

1. 1.1. Na diferencijsko pojačalo na slici priključeni su naponi  $u_{g1} = -15 \sin \omega t$  mV i  $u_{g2} = 25 \sin \omega t$  mV. Koliki su zajednički napon  $u_z$  i iznos diferencijskog napona  $u_d$  (1 bod)?

- a)  $u_z = 10 \sin \omega t$  mV,  $|u_d| = 40 \sin \omega t$  mV,
- b)  $u_z = 0$  mV,  $|u_d| = 10 \sin \omega t$  mV,
- c)  $u_z = 5 \sin \omega t$  mV,  $|u_d| = 10 \sin \omega t$  mV,
- d)  $u_z = 10 \sin \omega t$  mV,  $|u_d| = 10 \sin \omega t$  mV,
- e)  $u_z = 5 \sin \omega t$  mV,  $|u_d| = 40 \sin \omega t$  mV.



- 1.2. U diferencijskom pojačalu  $A_{vd}$  je pojačanje za diferencijski signal, a  $A_{vz}$  je pojačanje za zajednički signal. Dobro diferencijsko pojačalo mora imati (1 bod):

- a) mali iznos pojačanja  $|A_{vd}|$  i veliki iznos pojačanja  $|A_{vz}|$ ,
- b) mali iznos pojačanja  $|A_{vd}|$  i mali iznos pojačanja  $|A_{vz}|$ ,
- c) veliki iznos pojačanja  $|A_{vd}|$  i veliki iznos pojačanja  $|A_{vz}|$ ,
- d) pojačanja nisu bitna,
- e) veliki iznos pojačanja  $|A_{vd}|$  i mali iznos pojačanja  $|A_{vz}|$ .

2. 2.1. Ako se neopterećeni inverter izveden s bipolarnim tranzistorom opteretiti na izlazu s nekoliko invertora, dogodi se sljedeće (GS - granice naponskih smetnji) (1 bod):

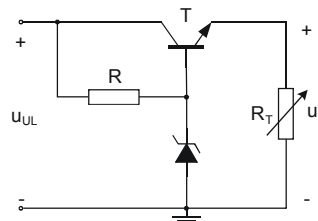
- a)  $GS_V$  raste, a  $GS_N$  ostaje isti,
- b) smanjuju se  $GS_V$  i  $GS_N$ ,
- c) povećavaju se  $GS_V$  i  $GS_N$ ,
- d)  $GS_V$  pada, a  $GS_N$  ostaje isti,
- e)  $GS_N$  raste, a  $GS_V$  ostaje isti.

- 2.2. Zadane su dvije sklopovske izvedbe invertora koje su realizirane pomoću Schottkyjevih tranzistora. Sklopovi se razlikuju samo u naponima koljena Schottkyjevih dioda dok su svi ostali parametri isti. Napon koljena Schottkyjeve diode tranzistora T1 iznosi  $u_{D1} = 0,4$  V, a napon koljena Schottkyjeve diode tranzistora T2 iznosi  $u_{D2} = 0,35$  V. Vrijedi (1 bod):

- a) tranzistor T2 ima kraće vrijeme isključivanja od tranzistora T1, a vremena uključivanja su im ista,
- b) tranzistor T2 ima duže vrijeme isključivanja od tranzistora T1, a kraće vrijeme uključivanja,
- c) tranzistor T1 ima duže vrijeme uključivanja i isključivanja od tranzistora T2,
- d) tranzistor T1 ima kraće vrijeme uključivanja i isključivanja od tranzistora T2,
- e) tranzistor T2 ima kraće vrijeme isključivanja od tranzistora T1, a duže vrijeme uključivanja.

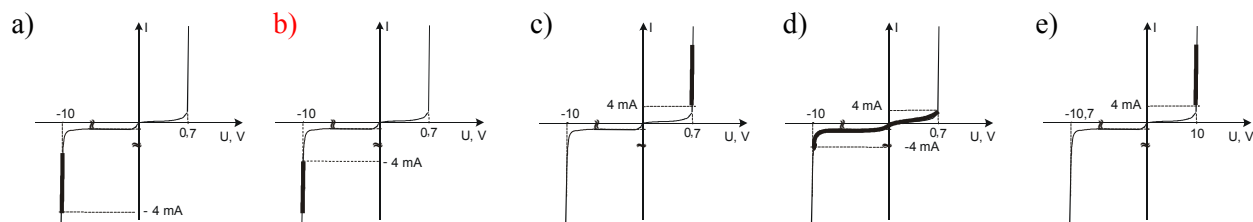
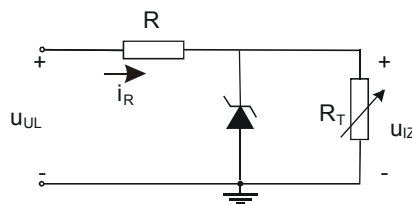
3. 3.1. Izlazni napon stabilizatora na slici je  $U_{IZ} = 6,8$  V. Koliki je probojni napon Zener diode i kakav treba biti omjer  $u_{iz}/u_{ul}$  (1 bod)?

- a)  $U_Z = 7,5$  V;  $u_{iz}/u_{ul} = 1$
- b)  $U_Z = 6,8$  V;  $u_{iz}/u_{ul} \ll 1$
- c)  $U_Z = 7,5$  V;  $u_{iz}/u_{ul} \gg 1$
- d)  $U_Z = 7,5$  V;  $u_{iz}/u_{ul} \ll 1$
- e)  $U_Z = 6,8$  V;  $u_{iz}/u_{ul} \gg 1$



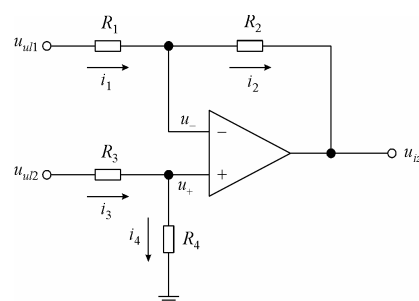
## Grupa A

3.2. U stabilizatoru na slici  $U_{IZ} = 10 \text{ V}$  i  $R_T \geq 200 \Omega$ . Najmanja struja koja smije teći kroz otpornik  $R$  je  $54 \text{ mA}$ . Odrediti područje rada na I-U karakteristici Zener diode korištene u ovom sklopu (**1 bod**).



4. 4.1. Odrediti iznos izlaznog napona u sklopu na slici ako je  $U_{UL1}=2,0 \text{ V}$ ,  $U_{UL2}=2,5 \text{ V}$ ,  $R_1=10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2=40 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3=10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_4=40 \text{ k}\Omega$ . Operacijsko pojačalo spojeno je na napajanje  $0 \text{ V}$  i  $5 \text{ V}$  (**1 bod**).

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



- 4.2. 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  $0 \text{ V}$  i  $5 \text{ V}$  (**1 bod**).

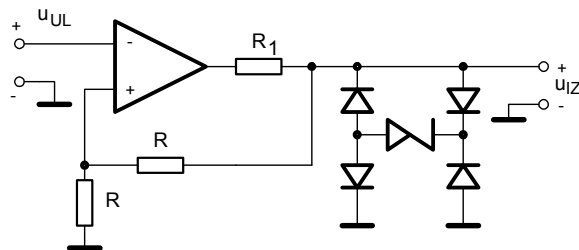
- a)  $U_{IZ}=0 \text{ V}$   
b)  $U_{IZ}=1,5 \text{ V}$   
c)  $U_{IZ}=1,375 \text{ V}$   
d)  $U_{IZ}=-1,375 \text{ V}$   
e)  $U_{IZ}=2,0 \text{ V}$

5. 5.1. Koliko iznosi izlazni napon za sklop komparatora na slici ako je ulazni napon  $-4 \text{ V}$ ? Zadano je  $U_Z=5,6 \text{ V}$  i  $U_D=0,7 \text{ V}$  (**1 bod**).

- a)  $-7 \text{ V}$   
b)  $-5,6 \text{ V}$   
c)  $+7 \text{ V}$   
d)  $+5,6 \text{ V}$   
e)  $-2,1 \text{ V}$

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

- a)  $-5,6 \text{ V}$   
b)  $+5,6 \text{ V}$   
c)  $-7 \text{ V}$   
d)  $-2,1 \text{ V}$   
e)  $+7 \text{ V}$

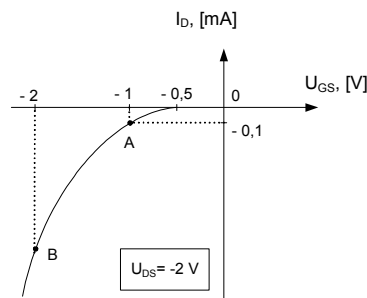


## DRUGA SKUPINA ZADATAKA

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

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).



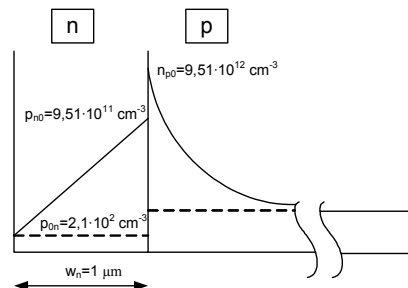
**Odgovori:**

- |                                 |                                 |  |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| 1.1. a) Osiromašeni NMOS        | 1.2. a) $g_{mA}=1 \text{ mA/V}$ | 1.3. a) $I_{DB}=-0,9 \text{ mA}$ , $g_{mB}=1,2 \text{ mA/V}$ |
| b) Obogaćeni PMOS               | b) $g_{mA}=0,4 \text{ mA/V}$    | b) $I_{DB}=-0,4 \text{ mA}$ , $g_{mB}=0,8 \text{ mA/V}$      |
| c) Osiromašeno-obogaćeni MOSFET | c) $g_{mA}=0,1 \text{ mA/V}$    | c) $I_{DB}=-1 \text{ mA}$ , $g_{mB}=1,4 \text{ mA/V}$        |
| d) Osiromašeni PMOS             | d) $g_{mA}=0,8 \text{ mA/V}$    | d) $I_{DB}=-0,45 \text{ mA}$ , $g_{mB}=2,4 \text{ mA/V}$     |
| e) Obogaćeni NMOS               | e) $g_{mA}=0,2 \text{ mA/V}$    | e) $I_{DB}=-0,8 \text{ mA}$ , $g_{mB}=1,6 \text{ mA/V}$      |

**ZADATAK 2.** Na slici je prikazana raspodjela nosilaca  $pn$ -diode. Poznati su parametri manjinskih nosilaca:  $\mu_n=500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ,  $\mu_p=300 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ,  $\tau_n=\tau_p=0,5 \mu\text{s}$ . Površina presjeka diode iznosi  $S=2 \text{ mm}^2$ . Temperatura je  $T=300 \text{ K}$ .

Odrediti:

- 2.1. Napon priključen na diodu (1 bod),
- 2.2. Koncentraciju primjese na  $n$ -strani (1 bod),
- 2.3. Struju kroz diodu za slučaj na slici (1 bod).



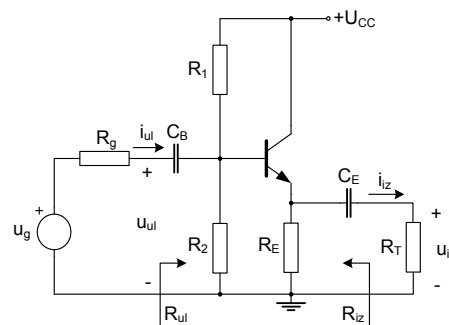
**Odgovori:**

- |                               |   |                               |
|-------------------------------|---|-------------------------------|
| 2.1. a) $U_D=0,625 \text{ V}$ | 2.2. a) $N_D=5 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ | 2.3. a) $I_D=0,49 \text{ mA}$ |
| b) $U_D=0,525 \text{ V}$      | b) $N_D=10^{18} \text{ cm}^{-3}$              | b) $I_D=0,39 \text{ mA}$      |
| c) $U_D=0,575 \text{ V}$      | c) $N_D=10^{17} \text{ cm}^{-3}$              | c) $I_D=0,24 \text{ mA}$      |
| d) $U_D=0,5 \text{ V}$        | d) $N_D=5 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$      | d) $I_D=2,36 \text{ mA}$      |
| e) $U_D=0,55 \text{ V}$       | e) $N_D=10^{19} \text{ cm}^{-3}$              | e) $I_D=3,9 \text{ mA}$       |

**ZADATAK 3.** Za pojačalu sa slike zadano je:  $U_{CC}=12 \text{ V}$ ,  $R_g=500 \Omega$ ,  $R_I=100 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2=150 \text{ k}\Omega$  i  $R_T=3,3 \text{ k}\Omega$ . Parametri  $nnp$  bipolarnog tranzistora su  $\beta \approx h_{fe} = 200$  i  $U_{\gamma}=0,7 \text{ V}$ . Naponski ekvivalent temperature  $U_T=25 \text{ mV}$ .

Odrediti:

- 3.1. Struju  $I_{CQ}$  i napon  $U_{CEQ}$ , ako je vrijednost otpornika  $R_E=4,7 \text{ k}\Omega$  (1 bod),
- 3.2. Parametre  $g_m$  i  $r_{be}$ , ako je poznato  $I_{CQ}=1,54 \text{ mA}$ ,  $U_{CEQ}=5,96 \text{ V}$  i  $R_E=3,9 \text{ k}\Omega$  (1 bod),
- 3.3. Strujno pojačanje  $A_I=I_{iz}/I_{ul}$ , ako su poznati dinamički parametri  $g_m=71,9 \text{ mA/V}$  i  $r_{be}=2781 \Omega$ , te  $R_E=3,3 \text{ k}\Omega$  (1 bod),
- 3.4. Ulazni otpor  $R_{ul}$ , ako su poznati dinamički parametri  $g_m=71,9 \text{ mA/V}$  i  $r_{be}=2781 \Omega$ , te  $R_E=3,3 \text{ k}\Omega$  (1 bod),
- 3.5. Izlazni otpor  $R_{iz}$ , ako su poznati dinamički parametri  $g_m=71,9 \text{ mA/V}$  i  $r_{be}=2781 \Omega$ , te  $R_E=3,3 \text{ k}\Omega$  (1 bod).



**Odgovori:**

- |  |   |
|--|---|
| 3.1. a) $I_{CQ}=0,647 \text{ mA}$ , $U_{CEQ}=5,89 \text{ V}$ | 3.2. a) $g_m=61,62 \text{ mA/V}$ , $r_{be}=3864 \Omega$ |
| b) $I_{CQ}=1,294 \text{ mA}$ , $U_{CEQ}=5,89 \text{ V}$      | b) $g_m=61,62 \text{ mA/V}$ , $r_{be}=3246 \Omega$      |
| c) $I_{CQ}=0,647 \text{ mA}$ , $U_{CEQ}=6,8 \text{ V}$       | c) $g_m=51,76 \text{ mA/V}$ , $r_{be}=3864 \Omega$      |
| d) $I_{CQ}=1,294 \text{ mA}$ , $U_{CEQ}=1,62 \text{ V}$      | d) $g_m=30,8 \text{ mA/V}$ , $r_{be}=6492 \Omega$       |
| e) $I_{CQ}=0,647 \text{ mA}$ , $U_{CEQ}=8,93 \text{ V}$      | e) $g_m=51,76 \text{ mA/V}$ , $r_{be}=3246 \Omega$      |

## Grupa A

- 3.3. a)  $A_f = -15,3$   
 b)  $A_f = 128,1$   
 c)  $A_f = -0,992$   
 d)  $A_f = 0,992$   
 e)  $A_f = 15,3$

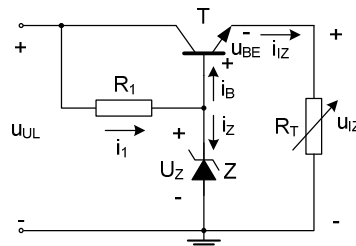
- 3.4. a)  $R_{ul} = 334,4 \Omega$   
 b)  $R_{ul} = 50,9 \text{ k}\Omega$   
 c)  $R_{ul} = 50,9 \Omega$   
 d)  $R_{ul} = 334,4 \text{ k}\Omega$   
 e)  $R_{ul} = 132,2 \Omega$

- 3.5. a)  $R_{iz} = 31,1 \text{ k}\Omega$   
 b)  $R_{iz} = 31,1 \Omega$   
 c)  $R_{iz} = 21,6 \text{ k}\Omega$   
 d)  $R_{iz} = 16,2 \Omega$   
 e)  $R_{iz} = 16,2 \text{ k}\Omega$

**ZADATAK 4.** Parametri Zenerove diode su  $U_Z = 9,7 \text{ V}$ ,  $I_{Zmin} = 4 \text{ mA}$ ,  $P_{Zmax} = 500 \text{ mW}$  i  $r_z = 10 \Omega$ . Faktor strujnog pojačanja tranzistora je  $\beta \approx h_{fe} = 150$  i  $U_{BE} = 0,7 \text{ V}$ . Ulazni napon kreće se u granicama od  $17 \text{ V}$  do  $27 \text{ V}$ , a trošila otpor ima minimalni iznos od  $470 \Omega$ .

Odrediti:

- 4.1. Izlazni napon  $U_{IZ}$  (1 bod),  
 4.2. Minimalnu vrijednost otpora  $R_{Imin}$  (1 bod),  
 4.3. Maksimalnu vrijednost otpora  $R_{Imax}$  (1 bod),  
 4.4. Naponski faktor stabilizacije  $S_U$ , ako je otpornik  $R_I = 1,1 \text{ k}\Omega$  (1 bod),  
 4.5. Izlazni otpor stabilizatora  $R_{IZ}$ , ako su vrijednosti otpornika  $R_I = 1,1 \text{ k}\Omega$  i  $R_T = 680 \Omega$  (1 bod).



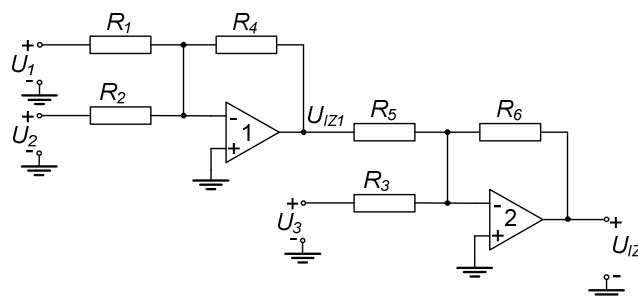
Odgovori:

- 4.1. a)  $U_{IZ} = 17 \text{ V}$   
 b)  $U_{IZ} = 9,7 \text{ V}$   
 c)  $U_{IZ} = 9 \text{ V}$   
 d)  $U_{IZ} = 8,3 \text{ V}$   
 e)  $U_{IZ} = 0,7 \text{ V}$
- 4.2. a)  $R_{Imin} = 336 \Omega$   
 b)  $R_{Imin} = 33,6 \Omega$   
 c)  $R_{Imin} = 142 \Omega$   
 d)  $R_{Imin} = 324 \Omega$   
 e)  $R_{Imin} = 144 \Omega$
- 4.3. a)  $R_{Imax} = 4224 \Omega$   
 b)  $R_{Imax} = 1795 \Omega$   
 c)  $R_{Imax} = 3213 \Omega$   
 d)  $*R_{Imax} = 1783 \Omega$   
 e)  $R_{Imax} = 4255 \Omega$
- 4.4. a)  $S_U = 0,0056$   
 b)  $S_U = 0,009$   
 c)  $S_U = 0,00226$   
 d)  $S_U = 0,0016$   
 e)  $S_U = 0,0009$
- 4.5. a)  $R_{IZ} = 2 \Omega$   
 b)  $R_{IZ} = 3,86 \Omega$   
 c)  $R_{IZ} = 2,7 \Omega$   
 d)  $R_{IZ} = 1,36 \Omega$   
 e)  $R_{IZ} = 1,94 \Omega$

**ZADATAK 5.** Za sklop na slici zadano je  $U_1 = 5 \text{ V}$ ,  $U_2 = 10 \text{ V}$ ,  $U_3 = 2,5 \text{ V}$ ,  $R_4 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_5 = 10 \text{ k}\Omega$  i  $R_6 = 10 \text{ k}\Omega$ . Operacijska pojačala su idealna.

Odrediti:

- 5.1. Vrijednost otpornika  $R_1$ , ako je izlazni napon  $U_{IZ} = 7,5 \text{ V}$ . Zadano je  $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$  i  $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$  (1 bod),  
 5.2. Vrijednost otpornika  $R_2$ , ako je izlazni napon  $U_{IZ} = -5 \text{ V}$ . Zadano je  $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$  i  $R_3 = 2 \text{ k}\Omega$  (1 bod),  
 5.3. Vrijednost otpornika  $R_3$ , ako je izlazni napon  $U_{IZ} = 1,4 \text{ V}$ . Zadano je  $R_1 = 27 \text{ k}\Omega$  i  $R_2 = 56 \text{ k}\Omega$  (1 bod),  
 5.4. Vrijednost napona  $U_{IZ1}$  i  $U_{IZ}$ . Zadano je  $R_1 = 27 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 56 \text{ k}\Omega$  i  $R_3 = 39 \text{ k}\Omega$  (1 bod).



Odgovori:

- 5.1. a)  $R_1 = 27 \text{ k}\Omega$   
 b)  $R_1 = 33 \text{ k}\Omega$   
 c)  $R_1 = 18 \text{ k}\Omega$   
 d)  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$   
 e)  $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$
- 5.2. a)  $R_2 = 27 \text{ k}\Omega$   
 b)  $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$   
 c)  $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$   
 d)  $R_2 = 18 \text{ k}\Omega$   
 e)  $R_2 = 33 \text{ k}\Omega$
- 5.3. a)  $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$   
 b)  $R_3 = 27 \text{ k}\Omega$   
 c)  $R_3 = 18 \text{ k}\Omega$   
 d)  $R_3 = 20 \text{ k}\Omega$   
 e)  $R_3 = 33 \text{ k}\Omega$
- 5.4. a)  $U_{IZ1} = 3 \text{ V}$ ,  $U_{IZ} = 3,64 \text{ V}$   
 b)  $U_{IZ1} = 3,64 \text{ V}$ ,  $U_{IZ} = 3 \text{ V}$   
 c)  $U_{IZ1} = -3,64 \text{ V}$ ,  $U_{IZ} = 3 \text{ V}$   
 d)  $U_{IZ1} = 3,64 \text{ V}$ ,  $U_{IZ} = -3 \text{ V}$   
 e)  $U_{IZ1} = -3,64 \text{ V}$ ,  $U_{IZ} = -3 \text{ V}$