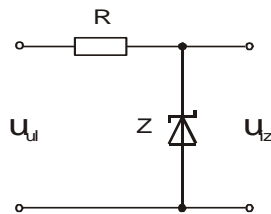


Pismeni ispit iz Elektroničkih komponenata

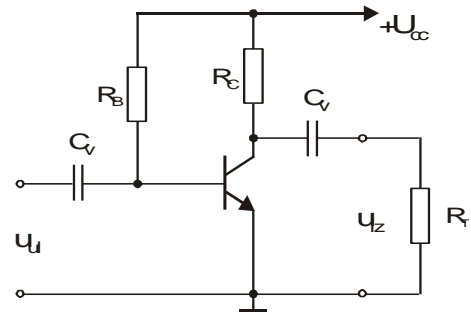
Svaki zadatak nosi po 10 bodova. Za prolaz je potrebno 25 bodova i jedan cijeli točan zadatak.

- Na izvor napona $U = 1,5 \text{ V}$ spojeni su u seriju otpor $R = 68 \Omega$ i komadić dopiranog silicija. Poznato je da je dužina tog komadića $l = 1 \text{ mm}$, presjek $S = 1 \text{ mm}^2$, koncentracija akceptora $N_A = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, pokretljivost šupljina $\mu_p = 400 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ i temperatura $T = 300 \text{ K}$. Izračunajte koliku struju daje naponski izvor.
- Na ulaz sklopa na slici dovodi se napon $u_{ul} = 24 \sin 100t$, V. Izračunajte srednju vrijednost izlaznog napona, ako je $R = 330 \Omega$, $U_Z = 12 \text{ V}$.
- Za zadano pojačalo odrediti SRT i maksimalan hod izlaznog signala, ako je $U_{CC} = 12 \text{ V}$, $R_B = 470 \text{ k}\Omega$, $R_C = 1,2 \text{ k}\Omega$, $\beta = 220$, $R_T = 1,2 \text{ k}\Omega$. Pretpostaviti da je $U_{BEQ} = 0,7 \text{ V}$, a $U_{CEzas} = 0 \text{ V}$.
- Izračunajte srednju vrijednost struje kroz otpor trošila R_T , ako je na ulaz sklopa spojen periodički napon maksimalne vrijednosti $U_m = 50 \text{ V}$, prema slici. Struja potrebna za otvaranje tiristora iznosi $I_G = 10 \text{ mA}$, $R_G = 1,5 \text{ k}\Omega$, $R_T = 100 \Omega$.
- Na ulaz sklopa prema slici dovode se ulazni naponi $u_1 = \sin \omega t$, V i $u_2 = 2 \cos \omega t$, V. Vrijednosti otpora su $R_1 = 22 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 33 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 10 \text{ k}\Omega$. Na izlazu sklopa je dobiven napon valnog oblika $u_{iz} = U_m \sin(\omega t + \varphi)$. Izračunajte vrijednosti U_m i φ .

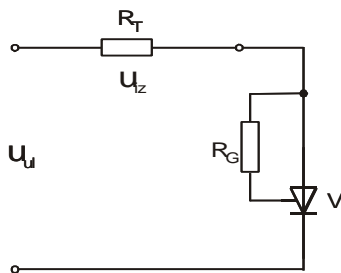
2.



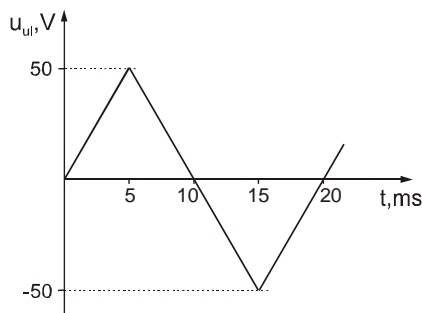
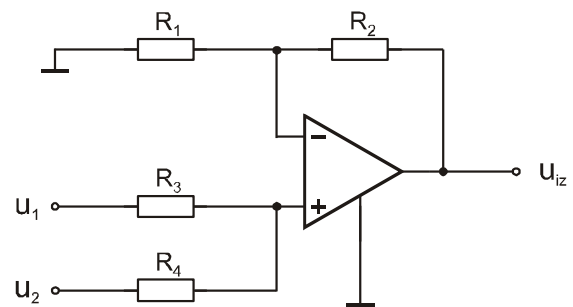
3.



4.

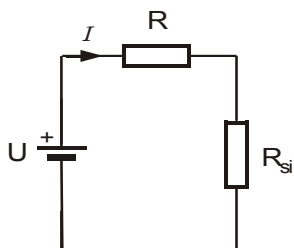


5.



1.

Strujni se krug može prikazati sljedećom shemom.



Specifična vodljivost komadića silicija.

$$\sigma = q \cdot p \cdot \mu_p = 0,64 \text{ S/cm}$$

$$p \approx N_A, \text{ jer je } n_i \ll N_A$$

3 boda

Otpor komadića silicija.

$$R_{si} = \rho \cdot \frac{l}{S} = \frac{l}{\sigma \cdot S} = 15,6 \Omega.$$

7 bodova

Struja u krugu.

$$I = \frac{U}{R + R_{si}}$$

$$I = 17,9 \text{ mA}.$$

10 bodova

2.

Za vrijeme negativne poluperiode ulaznog napona, Zener dioda vodi i izlazni je napon jednak nuli. Za vrijeme pozitivne poluperiode ulaznog napona, Zener dioda će voditi, ako je ulazni napon veći od napona proboja Zener diode U_Z . Zener dioda će biti u proboju pa je izlazni napon jednak naponu proboja U_Z .

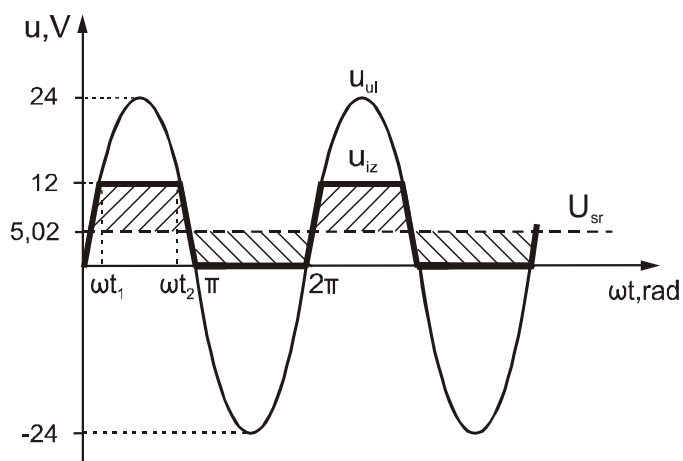
Određivanje kuteva pri kojima Zener dioda ulazi i izlazi iz područja proboja.

$$U_{ulm} \cdot \sin \omega t = U_Z$$

$$\omega t_{1,2} = \arcsin \frac{U_Z}{U_{ulm}} = \arcsin \frac{1}{2}$$

$$\omega t_1 = \theta_1 = 30^\circ, \quad \omega t_2 = \theta_2 = 180^\circ - \theta_1 = 150^\circ.$$

2 boda



5 bodova

$$U_{sr} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$$

$$U_{sr} = \frac{1}{2\pi} \cdot \left[\int_0^{\theta_1} U_{ulm} \sin \omega t d(\omega t) + (\theta_2 - \theta_1) \cdot U_Z + \int_{\theta_2}^{\pi} U_{ulm} \sin \omega t d(\omega t) \right] =$$

$$U_{sr} = \frac{1}{2\pi} \cdot (3,215 + 8\pi + 3,215) =$$

8 bodova

$$U_{sr} = 5,02V .$$

10 bodova

3.

Proračun statičke radne točke (SRT).

$$I_{BQ} = \frac{U_{CC} - U_{BEQ}}{R_B} = 24,0 \mu A$$

2 boda

$$I_{CQ} = \beta \cdot I_{BQ} = 5,29 mA$$

$$U_{CEQ} = U_{CC} - R_C \cdot I_{CQ} = 5,65 V$$

4 boda

Dinamički radni pravac (DRP) prolazi kroz statičku radnu točku (SRT).

Nagib DRP je $-\frac{1}{R_C \parallel R_T}$.

$$R_C \parallel R_T = 600 \Omega$$

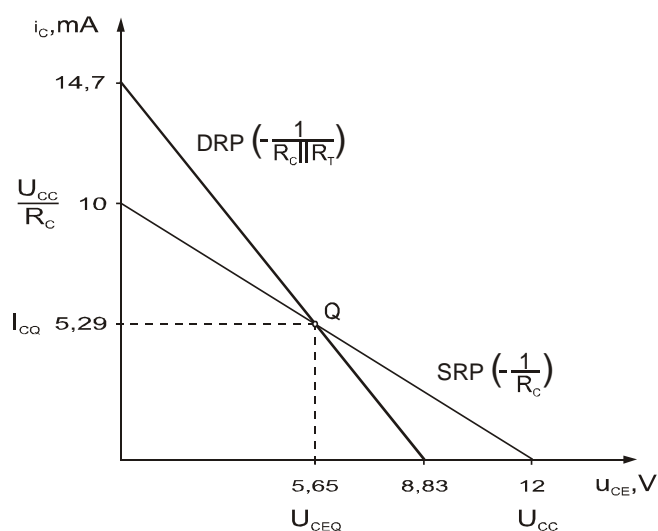
5 bodova

Odsječak DRP na x osi je

$$U_{CEQ} + R_C \parallel R_T \cdot I_{CQ} = 5,653 + 3,174 = 8,83 V$$

Odsječak DRP na y osi je

$$I_{CQ} + \frac{U_{CEQ}}{R_C \parallel R_T} = 5,289 + 9,421 = 14,7 mA$$



7 bodova

Maksimalni hod izlaznog signala je manja od sljedeće dvije veličine $U_{CEQ} - U_{CEzas}$ i $R_C \parallel R_T \cdot I_{CQ}$. Budući da je $R_C \parallel R_T \cdot I_{CQ} < U_{CEQ} - U_{CEzas}$ tada je maksimalni hod izlaznog signala

$$U_{izmax} = R_C \parallel R_T \cdot I_{CQ} = 3,17 V.$$

10 bodova

4.

Za vremenski interval $+0 \leq t \leq 5-0$

$$u_{ul}(t) = U_m \cdot \frac{t}{5 \cdot 10^{-3}} = 10^4 t, \text{ V}.$$

2 boda

U trenutku $t = t_G$ kroz upravljачku elektrodu tiristora poteći će struja dovoljna da tiristor provede.

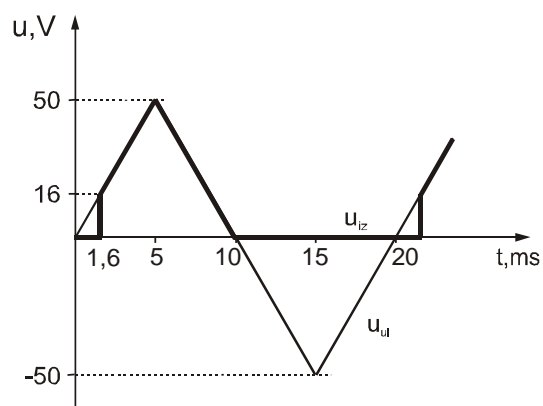
$$u_{ul}(t_G) = (R_G + R_T) \cdot I_G = 16V$$

3 boda

$$u_{ul}(t_G) = 10^4 \cdot t_G$$

$$t_G = \frac{u_{ul}(t_G)}{10^4} = 1,6ms$$

5 bodova



$$U_{sr} = \frac{50 \cdot 5 - \frac{16 \cdot 1,6}{2}}{20} =$$

$$U_{sr} = 11,9V$$

8 bodova

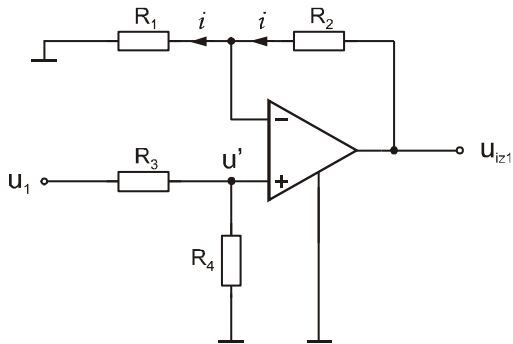
$$I_{sr} = \frac{U_{sr}}{R_T} = 119mA.$$

10 bodova

5.

Operacijsko pojačalo je u neinvertirajućem spoju. Zadatak će se riješiti metodom superpozicije.

$$u_2 = 0 \text{ V}$$



$$u' = u_1 \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4}$$

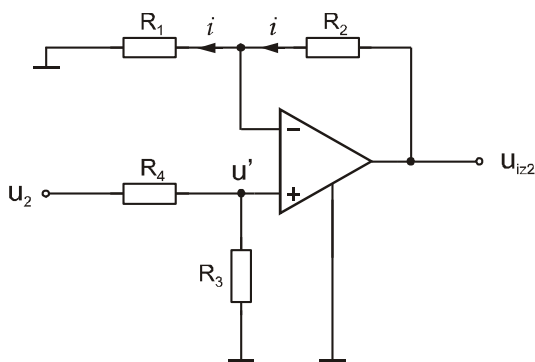
$$u_{iz1} = i \cdot (R_1 + R_2)$$

$$u' = i \cdot R_1$$

$$u_{iz1} = u' \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1} = u_1 \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$

2 boda

$$u_1 = 0 \text{ V}$$



Izlazni se napon izračuna analogno slučaju kad je $u_2 = 0 \text{ V}$.

$$u_{iz2} = u' \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1} = u_2 \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_4} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$

4 boda

$$u_{iz} = u_{iz1} + u_{iz2} = 1,25 \cdot u_1 + 1,25 \cdot u_2 = 1,25 \sin \omega t + 2,5 \cos \omega t, \text{ V}$$

5 bodova

Prelazak na fazorski račun

$$\dot{U}_{izm} = 1,25 + j2,5 \text{ V}$$

7 bodova

Povratak u vremensko područje

$$U_{izm} = \sqrt{\text{Re}^2 \left\{ \dot{U}_{izm} \right\} + \text{Im}^2 \left\{ \dot{U}_{izm} \right\}} = 2,80 \text{ V}, \quad \varphi = \arctg \frac{\text{Im} \left\{ \dot{U}_{izm} \right\}}{\text{Re} \left\{ \dot{U}_{izm} \right\}} = 63,4^\circ$$

$$u_{iz} = 2,80 \sin(\omega t + 63,4^\circ), \text{ V}.$$

10 bodova

Rješenja pismenog ispita iz Elektroničkih komponenata održanog
14.6.2000.

1. $I = 17,9\text{mA}$.
2. $U_{sr} = 5,02\text{V}$.
3. $I_{CQ} = 5,29\text{mA}$, $U_{CEQ} = 5,65\text{V}$, $U_{iz\max} = 3,17\text{V}$.
4. $I_{sr} = 119\text{mA}$.
5. $u_{iz} = 2,80\sin(\omega t + 63,4^\circ)$, V.

str. sur. Željko Stojanović