

Osnovi analogne elektronike – AVGUST 2023/24 - REŠENJA

3. Može se pretpostaviti da je za dovoljno nizak ulazni napon dioda D inverzno polarisana, a tranzistor provodi u aktivnom režimu. U tom slučaju može se pisati

$$\begin{aligned}V_E &= -V_{BE} = -0.7 \text{ V} , \\ i_E &= \frac{-V_{BE} - (-V_{CC})}{R_E} = \frac{9.3 \text{ V}}{9.3 \text{ k}\Omega} = 1 \text{ mA} , \\ i_C &= \frac{\beta}{1 + \beta} I_E = 0.95 \text{ mA} , \\ v_I = v_{I1} &= V_{CC} - i_C R_C = 0.5 \text{ V} .\end{aligned}$$

Sa povećavanjem ulaznog napona dioda u jednom trenutku počinje da provodi. Taj trenutak je određen sa

$$v_{U1} = -V_{BE} + V_{BET} = 0 \text{ V} .$$

Za čvor u kojem se spajaju emitor tranzistora i katoda diode se može pisati

$$i_E + \frac{-V_{CC} - V_E}{R_E} + \frac{v_U - V_D - V_E}{R_G} = 0 ,$$

pri čemu je

$$V_E = -V_{BE} ,$$

pa je

$$i_E = -\frac{v_U}{R_G} + \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_E} .$$

Struja kolektora je

$$i_C = \frac{\beta}{1 + \beta} i_E ,$$

a struja diode je određena sa

$$i_U = \frac{v_U}{R_G} .$$

Sa povećavanjem ulaznog napona struja kolektora se smanjuje, a izlazni napon je dat sledećim izrazom

$$v_I = V_{CC} - \frac{\beta}{1 + \beta} i_E + \frac{\beta}{1 + \beta} \frac{v_U}{R_G} .$$

Tranzistor postaje neprovođan kada struja emitora opadne na nulu do čega dolazi pri ulaznom naponu

$$v_U = v_{U2} = i_E R_G = 5 \text{ V} ,$$

tj. ulaznoj struji

$$i_U = i_{U2} = 1 \text{ mA} .$$

pri čemu izlazni napon dostiže svoju maksimalnu vrednost

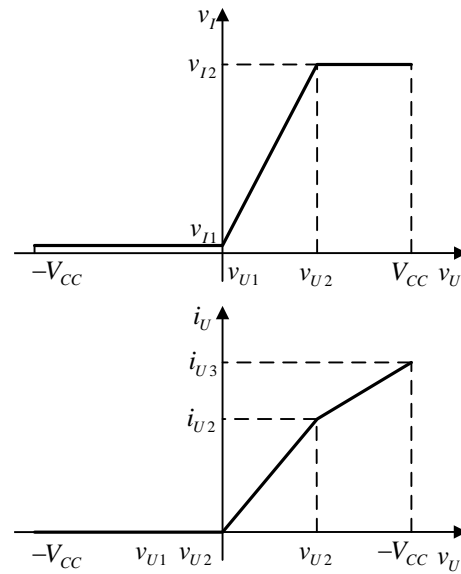
$$v_{I2} = V_{CC} = 10 \text{ V} .$$

Sa daljim povećavanjem ulaznog napona ulazna struja je određena sa

$$i_U = \frac{v_U - V_D - (-V_{CC})}{R_G + R_E} .$$

Za maksimalni ulazni napon ulazna struja iznosi

$$i_{U3} = \frac{V_{CC} - V_D - (-V_{CC})}{R_G + R_E} = 1.35 \text{ mA} .$$



Slika 3

4.

a) $A_v = g_m(R_D \parallel R_P) / (1 + g_m R_1 + R_1/R_S)$, $R_u = R_1 + R_s \parallel (1/g_m)$
 b) $A_v \approx 2.4708$, $R_u \approx 335.7 \Omega$

7. Za negativne ulazne napone dioda D ne provodi, dok za pozitivne ulazne napone dioda D provodi. Za dovoljno negativan napon na ulazu Zener dioda provodi u oblasti proboja. Za invertujući priključak operacionog pojačavača se može pisati jednačina po prvom Kirhofovom zakonu

$$\frac{v_U}{R_2} + \frac{v_I}{R_3} + \frac{v_I - V_Z}{R_4} = 0 ,$$

odakle sledi

$$v_I = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \left(\frac{-v_U}{R_2} + \frac{V_Z}{R_4} \right) = -\frac{v_U}{4} + 2.5 \text{ V} .$$

Sa povećavanjem ulaznog napona Zener dioda postaje neprovođna te se može pisati

$$v_I = \frac{-v_U R_3}{R_2} = -\frac{v_U}{2} .$$

Ulazni napon pri kome Zener dioda prestaje da provodi ima vrednost

$$v_U = -\frac{V_Z R_2}{R_3} = -10\text{V}.$$

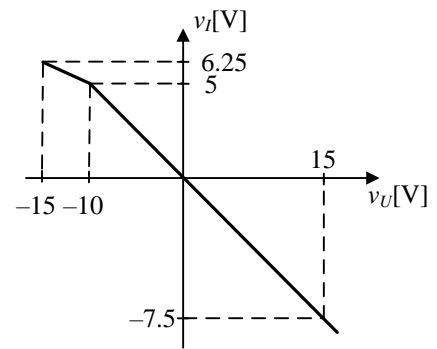
Za pozitivne napone na ulazu Zener dioda provodi u direktnom smeru te važi

$$v_I = \frac{-v_U R_3 \parallel R_4}{R_1 \parallel R_2} = -\frac{v_U}{2}.$$

Zavisnost izlaznog od ulaznog napona ima oblik

$$v_I = \begin{cases} -v_U / 4 + 2.5 \text{ V} & v_U < -10 \text{ V} \\ -v_U / 2 & -10 \text{ V} \leq v_U \end{cases}$$

Na slici 5.24.2 je prikazana karakteristika prenosa kola.



Slika 7.

8.

- a) $V_P = 2 \text{ V}$, $V_{OP} = 2.6 \text{ V}$.
- b) $R_{P, \min} = 3.97 \Omega$, $P_{DQ1} = 1.5 \text{ W}$
- c) $R_{P, \min}' \approx 4.96 \Omega$.