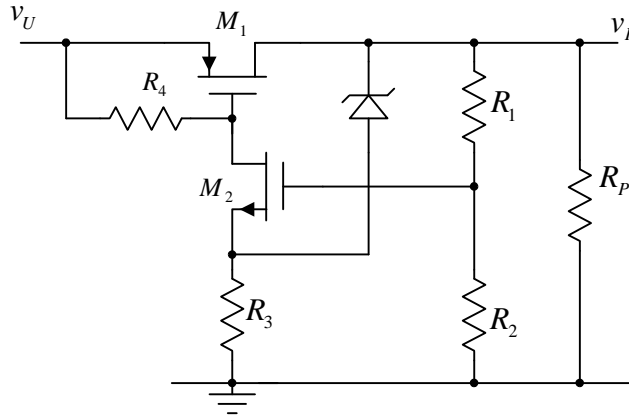


3. U kolu sa slike 3 poznato je $R_2 = 10\text{k}\Omega$, $R_4 = 1\text{k}\Omega$, $V_Z = 4.3\text{V}$, $B_1 = 1\text{A/V}^2$, $B_2 = 0.5\text{A/V}^2$, $V_{T1} = 3\text{V}$, $V_{T2} = 1\text{V}$.
- a) [8] Ako je $v_U = 8\text{V}$ nacrtati karakteristiku prenosa $v_P(i_P)$ i odrediti vrednosti nepoznatih parametara u kolu tako da je u nominalnom režimu rada $v_P(i_P = 0) = 5\text{V}$, $i_{P_{\max}} = 2\text{A}$.
- b) [5] Dimenzionisati po snazi redni tranzistor. Smatrati da je funkcija oblika $f(x) = (a - \sqrt{bx} - \sqrt{c + \sqrt{dx}})x$ monotono rastuća na intervalu koji se posmatra, za $a > b > c > d > 0$.
- c) [2] Odrediti minimalnu vrednost napona v_U tako da ispravan rad kola ne zavisi od vrednosti ovog napona. Smatrati da je funkcija $f(x) = a + \sqrt{bx} - \sqrt{c + \sqrt{dx}}$ monotono rastuća za $a > b > c > d > 0$.



Slika 3

Rešenje:

a)

$$v_P - V_Z + v_{GS2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v_P$$

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2} v_P = V_Z - v_{GS2}$$

$$v_{GS2} = V_{T2} + \sqrt{\frac{2i_2}{B_2}}$$

$$i_2 = \frac{v_{SG1}}{R_4} = \frac{V_{T1} + \sqrt{\frac{2i_P}{B_1}}}{R_4}$$

$$v_P = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \left(V_Z - V_{T2} - \sqrt{\frac{2 \left(V_{T1} + \sqrt{\frac{2i_P}{B_1}} \right)}{B_2 R_4}} \right)$$

$$R_1 = \frac{R_2}{\frac{v_P(i_P = 0)}{V_Z - V_{T2} - \sqrt{\frac{2V_{T1}}{B_2 R_4}}} - 1} = 17.63\text{ k}\Omega$$

$$v_P \approx 5.18 - 1.57 \sqrt{0.012 + 0.006 \sqrt{i_P}}$$

$$v_P(i_P = 2\text{A}) \approx 4.95\text{V}$$

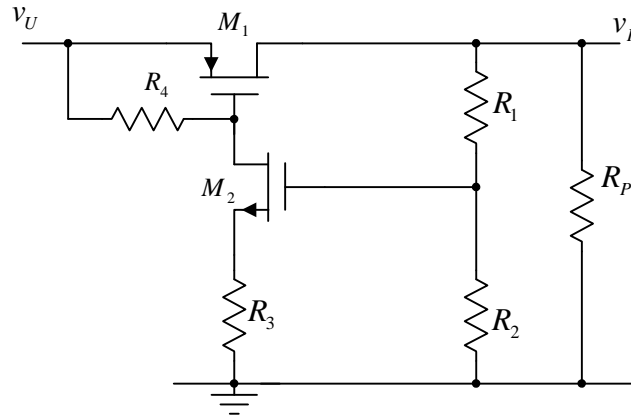
Gornje važi od uslovom da vodi zener dioda:

$$i_Z = i_{R3} - i_{R4} = \frac{v_P - V_Z}{R_3} - \frac{V_{T1} + \sqrt{\frac{2i_P}{B_1}}}{R_4} \geq 0$$

$$R_3 \leq R_4 \frac{v_P - V_Z}{V_{T1} + \sqrt{\frac{2i_P}{B_1}}}$$

$$R_{3\max} = R_4 \frac{v_P(i_{P\max}) - V_Z}{V_{T1} + \sqrt{\frac{2i_{P\max}}{B_1}}} = 130 \Omega$$

Od momenta gašenja zener diode ekvivalentno kolo izgleda kao na sledećoj slici

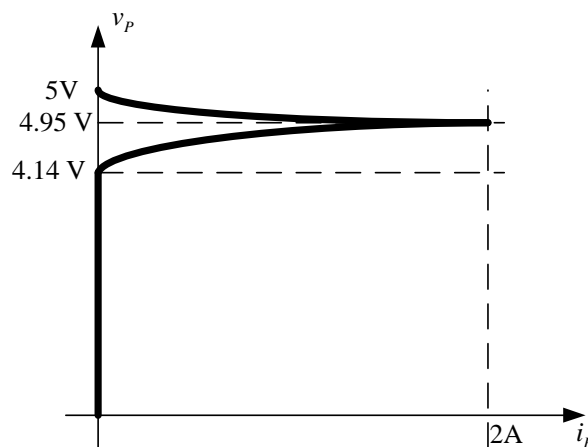


$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} v_P = R_3 \frac{V_{T1} + \sqrt{\frac{2i_P}{B_1}}}{R_4} + V_{T2} + \sqrt{\frac{2 \left(V_{T1} + \sqrt{\frac{2i_P}{B_1}} \right)}{B_2 R_4}}$$

$$v_P = \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) \left(\frac{R_3}{R_4} \left(V_{T1} + \sqrt{\frac{2i_P}{B_1}} \right) + V_{T2} + \sqrt{\frac{2 \left(V_{T1} + \sqrt{\frac{2i_P}{B_1}} \right)}{B_2 R_4}} \right)$$

$$v_P = 3.84 + 0.5\sqrt{i_P} + 2.76\sqrt{0.012 + 0.006\sqrt{i_P}}$$

$$i_P = 0 \Rightarrow v_P = 4.14 \text{ V}$$



b)

$$P_T = (v_U - v_P) i_P$$

U nominalnom režimu rada

$$P_T = (v_U - v_P) i_P$$

Kako je v_P u nominalnom režimu monotono opadajuća funkcija, to će disipacija biti najveća za maksimalnu potrošnju:

$$P_{T_{\max 1}} = 6.1 \text{ W}$$

Kada radi zaštita:

$$P_T = (v_U - v_P) i_P \approx \left(4.16 - \sqrt{0.25 i_P} - \sqrt{0.092 + \sqrt{0.002 i_P}} \right) i_P$$

Po uslovu zadatka ova funkcija je monoto rastuća na intervalu $i_P \in [0, 2 \text{ A}]$, to jest ima maksimum pri maksimalnoj potrošnji, koji je već izračunat:

$$P_{T_{\max 2}} = P_{T_{\max 1}}$$

Maksimalna disipacija je $P_{T_{\max}} = 6.1 \text{ W}$.

c)

$$v_{SD1} = v_U - v_P \geq \sqrt{\frac{2i_P}{B_1}}$$

$$v_U \geq v_P + \sqrt{\frac{2i_P}{B_1}}$$

$$v_U \geq 5.18 + \sqrt{2i_P} - \sqrt{0.03 + \sqrt{0.0002i_P}}$$

Prema uslovu zadatka desna strana je monotonno rastuća

$$v_{U_{\min}} \geq v_P(i_{P_{\max}}) + \sqrt{\frac{2i_{P_{\max}}}{B_1}} = 6.95 \text{ V}$$