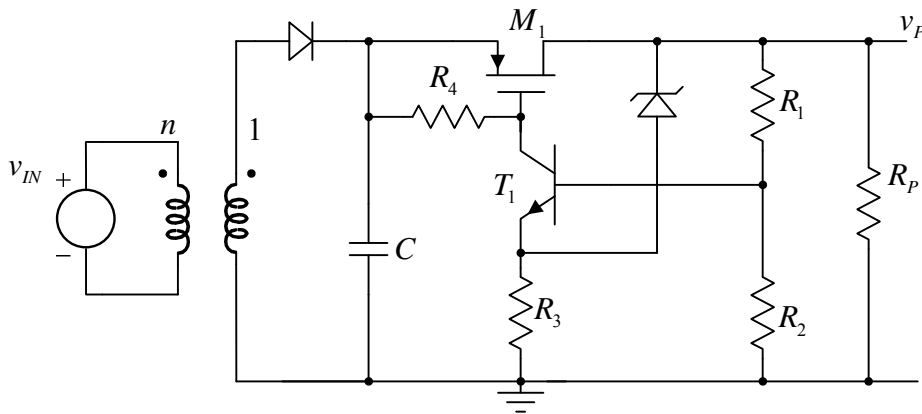


4. Na slici 4 je prikazan izvor pozitivnog napajanja. Poznato je  $R_2 = 10\text{k}\Omega$ ,  $V_Z = 4.3\text{V}$ ,  $R_4 = 1\text{k}\Omega$ ,  $V_{BE} = V_D = 0.7\text{V}$ ,  $v_{IN} = 220\sqrt{2} \sin(2\pi ft)$ ,  $n = 19$ ,  $f = 50\text{Hz}$ ,  $B = 1\text{A/V}^2$ ,  $V_T = 1\text{V}$ ,  $C \rightarrow \infty$ .

- a) [9] Nacrtati karakteristiku prenosa  $v_p(i_p)$  i odrediti vrednosti nepoznatih parametara u kolu tako da je  $v_{Pnom} = 12\text{V}$ ,  $i_{Pmax} = 1\text{A}$ .
- b) [4] Odrediti i nacrtati zavisnost snage disipacije rednog tranzistora  $P_M(i_p)$  u svim režimima rada, i odrediti maksimalnu srednju snagu disipacije rednog tranzistora.
- c) [4] Odrediti koeficijent korisnog dejstva izvora za napajanje u nominalnom režimu rada.
- d) [3] Odrediti minimalnu vrednost kapacitivnosti  $C$  tako da ispravan rad kola ne zavisi od ove vrednosti.



Slika 4

### Rešenje:

a)

$$v_{Pnom} - V_Z + V_{BE} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v_{Pnom}$$

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2} v_{Pnom} = V_Z - V_{BE}$$

$$v_{Pnom} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) (V_Z - V_{BE})$$

$$R_1 = \frac{R_2}{\frac{v_{Pnom}}{V_Z - V_{BE}} - 1} = 4.29\text{k}\Omega$$

Kroz otpornik  $R_3$  protiče konstantna struja  $i_{R3} = \frac{v_{Pnom} - V_Z}{R_3}$

Kroz otpornik  $R_4$  protiče struja  $i_{R4} = \frac{V_{SG1}}{R_4} = \frac{V_T + \sqrt{\frac{2i_P}{B}}}{R_4}$

$$i_{R3} \approx i_{C1} + i_Z = i_{R4} + i_Z$$

Do promene dolazi kada se ugasi zener dioda

$$i_Z = i_{R3} - i_{R4} \geq 0$$

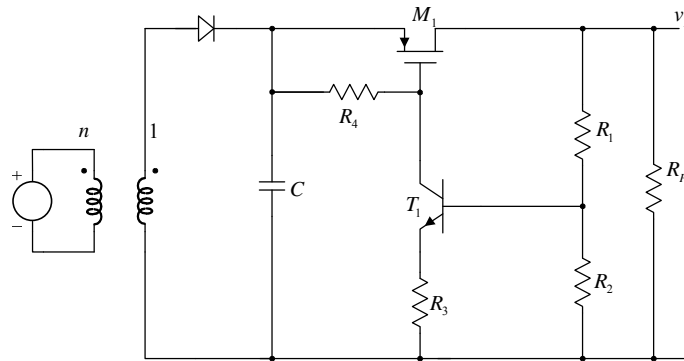
$$i_Z = i_{R3} - \frac{V_T + \sqrt{\frac{2i_P}{B}}}{R_4} \geq 0$$

$$i_{Pmax} = \frac{B}{2} (R_4 i_{R3} - V_T)^2$$

$$i_{P\max} = \frac{B}{2} \left( \frac{R_4}{R_3} (v_{P\text{nom}} - V_Z) - V_T \right)^2$$

$$R_3 = R_4 \frac{v_{P\text{nom}} - V_Z}{V_T + \sqrt{\frac{2i_{P\max}}{B}}} = 3.19 \text{ k}\Omega$$

Od momenta gašenja zener diode ekvivalentno kolo izgleda kao na slici



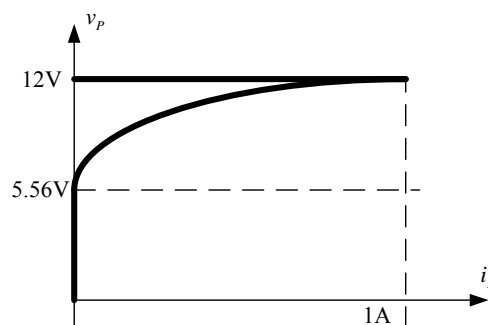
$$i_{C1} = i_{R4} = \frac{V_T + \sqrt{\frac{2i_P}{B}}}{R_4}$$

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} v_P = V_{BE} + R_3 i_{C1}$$

$$v_P = \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} \right) \left( V_{BE} + R_3 \frac{V_T + \sqrt{\frac{2i_P}{B}}}{R_4} \right)$$

$$v_P = 5.56 + 6.44 \sqrt{i_P}$$

$$i_P = 0 \Rightarrow v_P = 5.56 \text{ V}$$



b)

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

$$v_U = \frac{220\sqrt{2}}{n} - V_D = 15.68 \text{ V}$$

U nominalnom režimu rada

$$P_T = (v_U - v_{P\text{nom}}) i_P$$

$$P_{T\text{max nom}} = 3.68 \text{ W}, \text{ za } i_P = 1 \text{ A}$$

Kada radi zaštita:

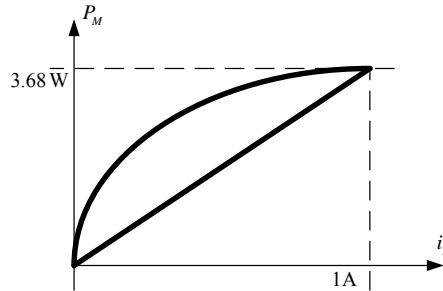
$$P_T = (v_U - v_P) i_P$$

$$P_T = (10.12 - 6.44\sqrt{i_P}) i_P$$

$$\frac{dP_T}{di_P} = 10.12 - 9.66\sqrt{i_P} = 0$$

$i_P = 1.1\text{A}$  - ovo je van opsega, tako da je maksimalna disipacija

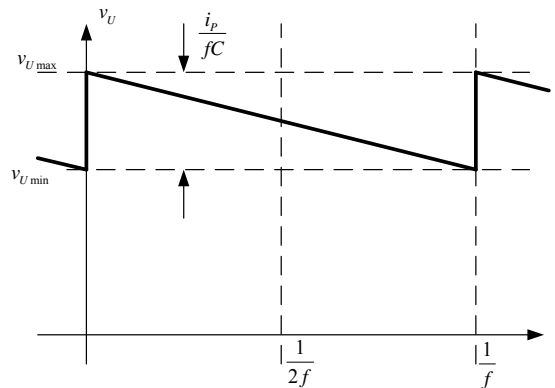
$$P_{T\max} = 3.68\text{W}$$



c)

$$\eta = \frac{P_P}{P_D + P_M + P_P} = \frac{v_{P\text{nom}} i_P}{V_D i_P + (v_U - v_{P\text{nom}}) i_P + v_{P\text{nom}} i_P} = \frac{v_{P\text{nom}}}{V_D + v_U} = 0.73$$

d)



Minimalno dozvoljen napon na sorsu tranzistora  $M_1$  :

$$v_{SD1} = v_U - v_{P\text{nom}} \geq \sqrt{\frac{2i_P}{B}}$$

$$v_{U\text{min}} = v_{P\text{nom}} + \sqrt{\frac{2i_{P\text{max}}}{B}} = 13.41\text{V}$$

$$v_{U\text{max}} = \frac{220\sqrt{2}}{n} - V_D = 15.68\text{V}$$

$$v_{U\text{min}} = v_{U\text{max}} - \frac{i_{P\text{max}}}{fC} \geq v_{P\text{nom}} + \sqrt{\frac{2i_{P\text{max}}}{B}}$$

$$C \geq \frac{i_{P\text{max}}}{f \left( v_{U\text{max}} - v_{P\text{nom}} - \sqrt{\frac{2i_{P\text{max}}}{B}} \right)} = 8.8\text{mF}$$