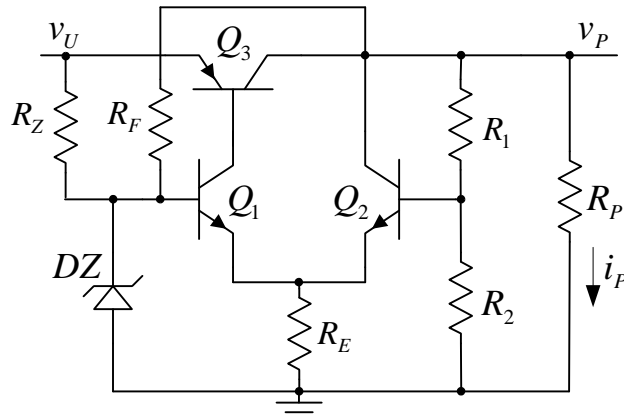


4. Parametri naponskog stabilizatora sa slike 4 su: $v_U = 7 \text{ V}$, $V_Z = 3.6 \text{ V}$, $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$, $\beta = 99$, $R_1 = 3.9 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_E = 720 \Omega$, $R_Z = 3 \text{ k}\Omega$, $R_F = 1 \text{ k}\Omega$. Smatrati da je $\frac{\beta}{\beta+1} \approx 1$.

a) [8] U $v_P - i_P$ ravni ucrtati karakteristiku stabilizatora.

b) [2] Dimenzionisati po snazi tranzistor Q_3 .



Slika 4

Rešenje:

a)

Napon na izlazu kola je

$$v_P = V_Z \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right) = 5 \text{ V}$$

Otpornik R_E se ponaša kao strujni izvor struje

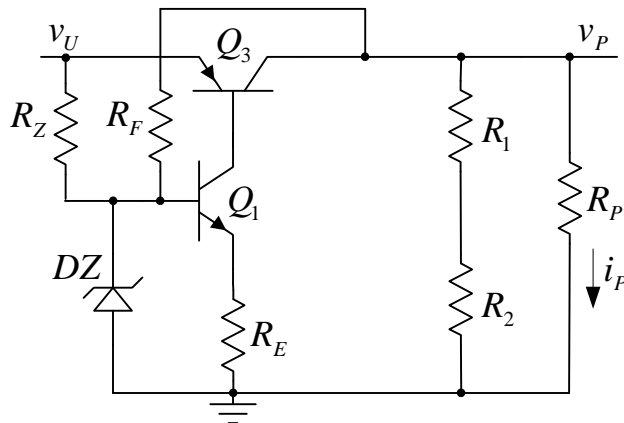
$$I_{EE} = \frac{V_Z - V_{BE}}{R_E}$$

Struja kolektora tranzistora Q_1 je

$$i_{C1} = \frac{i_P}{\beta} \leq I_{EE}$$

$$i_{P \max} = \beta \frac{V_Z - V_{BE}}{R_E} \approx 0.4 \text{ A}$$

Kada se isključi tranzistor Q_2 ekvivalentno kolo izgleda kao na sledećoj slici



Struja potrošača je konstantna,

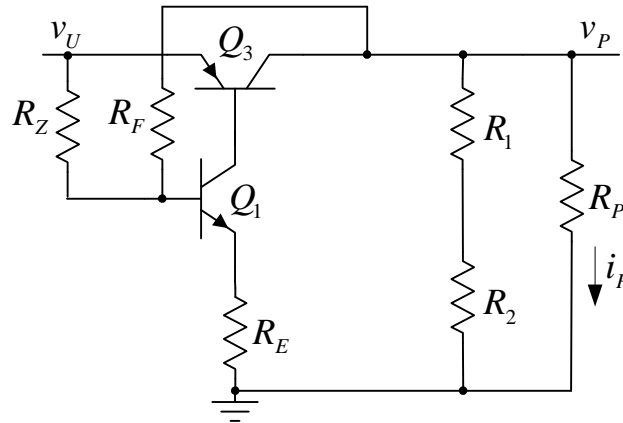
$$i_P = i_{P \max} = \beta \frac{V_Z - V_{BE}}{R_E} \approx 0.4 \text{ A}$$

Sledeća promena se dešava kada se isključi zener dioda:

$$i_z = \frac{v_U - V_Z}{R_Z} + \frac{v_P - V_Z}{R_F} - \frac{V_Z - V_{BE}}{(1 + \beta)R_E} \geq 0$$

$$v_P = R_F \left(V_Z \left(\frac{1}{(1 + \beta)R_E} + \frac{1}{R_Z} + \frac{1}{R_F} \right) - \frac{V_{BE}}{(1 + \beta)R_E} - \frac{v_U}{R_Z} \right) = 2.51 \text{ V}$$

Ekvivalentno kolo izgleda kao na sledećoj slici



$$\frac{v_U - v_X}{R_Z} + \frac{v_P - v_X}{R_F} = \frac{v_X - V_{BE}}{(1 + \beta)R_E}$$

$$\beta \frac{v_X - V_{BE}}{R_E} = i_P$$

(zanemaruju se struje kroz razdelnik R_1, R_2 i otpornik R_F u odnosu na struju potrošača)

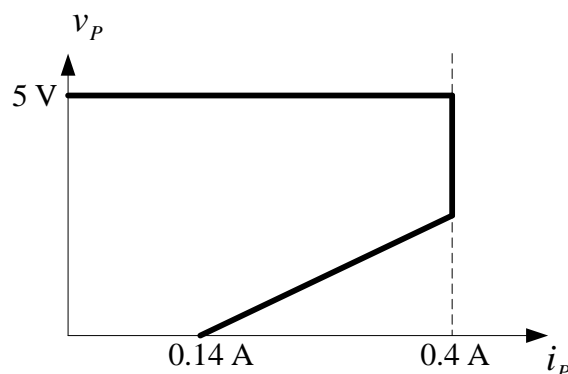
$$v_X = \frac{R_E i_P}{\beta} + V_{BE}$$

$$v_P = R_F v_X \left(\frac{1}{(1 + \beta)R_E} + \frac{1}{R_F} + \frac{1}{R_Z} \right) - \frac{R_F V_{BE}}{(1 + \beta)R_E} - \frac{R_F v_U}{R_Z}$$

$$v_P = \frac{R_F R_E}{\beta} \left(\frac{1}{(1 + \beta)R_E} + \frac{1}{R_F} + \frac{1}{R_Z} \right) i_P + R_F V_{BE} \left(\frac{1}{R_F} + \frac{1}{R_Z} \right) - \frac{R_F v_U}{R_Z} = 9.8 i_P - 1.4 \text{ [V]}$$

Struja kratkog spoja ($v_P = 0$)

$$i_{PKS} = \frac{\beta}{R_E} \frac{v_U - V_{BE} \left(\frac{1}{R_F} + \frac{1}{R_Z} \right)}{\frac{1}{(1 + \beta)R_E} + \frac{1}{R_F} + \frac{1}{R_Z}} = 0.14 \text{ A}$$



b)

U nominalnom režimu rada je

$$p_D = (v_U - v_{Pnom}) i_P$$

Maksimum je kada je $i_P = i_{Pmax}$

$$p_{Dmax1} = (v_U - v_{Pnom}) i_{Pmax} = 0.8 \text{ W}$$

Kada stabilizator radi kao strujni izvor

$$p_D = (v_U - v_P) i_{Pmax}$$

Maksimum je kada je $v_P = v_{Pmin} = 2.51 \text{ V}$

$$p_{Dmax2} = (v_U - v_{Pmin}) i_{Pmax} = 1.8 \text{ W}$$

Kada radi reakcijska zaštita

$$p_D = (v_U - v_P) i_P = (v_U - 9.8i_P + 1.4) i_P = 8.4i_P - 9.8i_P^2$$

Prvi izvod

$$\frac{dp_D}{di_P} = 8.4 - 19.6i_P$$

Drugi izvod

$$\frac{d^2 p_D}{di_P^2} = -19.6$$

Tačka ekstremuma

$$\frac{dp_D}{di_P} = 0 \Rightarrow i_P = 0.43 \text{ A}$$

leži desno od radnog opsega, tako da je maksimum disipacije u radnom opsegu na desnom kraju, odnosno kada je $i_P = i_{Pmax} = 0.4 \text{ A}$

$$p_{Dmax3} = (v_U - v_P(i_{Pmax})) i_{Pmax} = 1.8 \text{ W}$$

Maksimalna snaga je, na osnovu razmatranja

$$p_{Dmax} = 1.8 \text{ W}$$