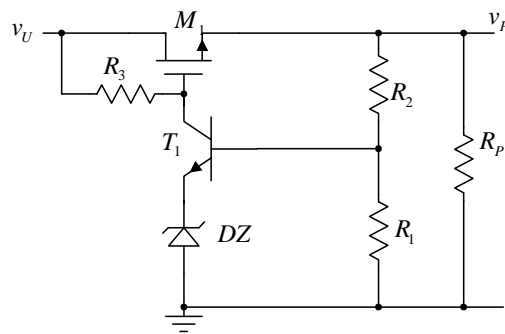


3. Parametri kola sa slike 3 su:  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 300 \Omega$ ,  $V_{BE} = V_\gamma = 0.7 \text{ V}$ ,  $\beta = 100$ ,  $V_T = 3 \text{ V}$ ,  $B = 1 \text{ A/V}^2$ , za zener diodu važi da je  $V_Z = 7.4 \text{ V}$  pri  $i_Z = 0$ , i  $r_Z = 3 \Omega$ . Smatrati da tranzistor  $T_1$ , kada vodi, vodi u direktnom aktivnom režimu.

- a) [12] Odrediti karakteristiku prenosa  $v_P(v_U, i_P)$ . Skicirati određenu karakteristiku za  $v_U = 18 \text{ V}$ .
- b) [3] Odrediti graničnu vrednost napona  $v_U$  tako da u kolu još uvek može da se ostvari regulacija.
- c) [5] Modifikovati kolo dodavanjem minimalnog broja komponenti tako da u kolu postoji ograničenje maksimalne struje potrošača jednako polovini maksimalne struje potrošača u nominalnom režimu rada za originalno kolo i  $v_U = 18 \text{ V}$ .



Slika 3

**Rešenje:**

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2} v_P = V_Z + r_Z i_Z + V_{BE}$$

$$v_P = \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) (V_Z + r_Z i_Z + V_{BE}) \quad (1)$$

$$i_Z = \frac{v_U - (v_P + V_{GS})}{R_3}$$

$$i_Z = \frac{v_U - \left( v_P + V_T + \sqrt{\frac{2i_P}{B}} \right)}{R_3} \quad (2)$$

Zamenom (2) u (1) dobija se

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

$$v_P \approx 11.93 + 0.015v_U - 0.021\sqrt{i_P}$$

Gornja zavisnost važi ako je uključena zener dioda, to jest kada je ispunjen uslov

$$i_Z \geq 0$$

$$\frac{v_U - \left( v_P + V_T + \sqrt{\frac{2i_P}{B}} \right)}{R_3} \geq 0$$

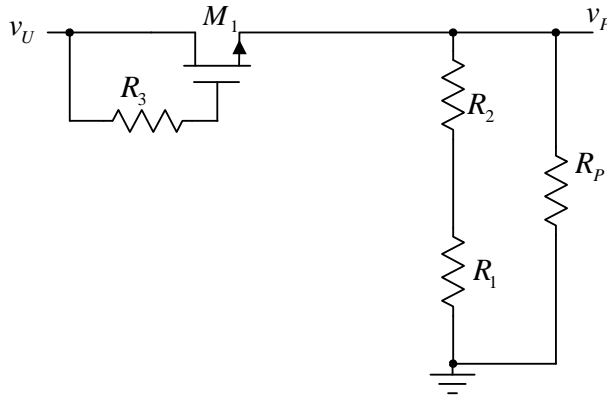
U graničnom slučaju je napon na izlazu

$$v_{P\min nom} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)(V_Z + V_{BE}) = 12.15 \text{ V}$$

$$\frac{v_U - \left(v_{P\min nom} + V_T + \sqrt{\frac{2i_{P\max nom}}{B}}\right)}{R_3} = 0$$

$$i_{P\max nom} = \frac{B}{2} \left( v_U - \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)(V_Z + V_{BE}) - V_T \right)^2 \approx 0.5(v_U - 15.15)^2$$

Nakon što se zener dioda ugasi, ekvivalentna šema izgleda kao na sledećoj slici



$$v_U = V_{GS} + v_P = V_T + \sqrt{\frac{2i_P}{B}} + v_P$$

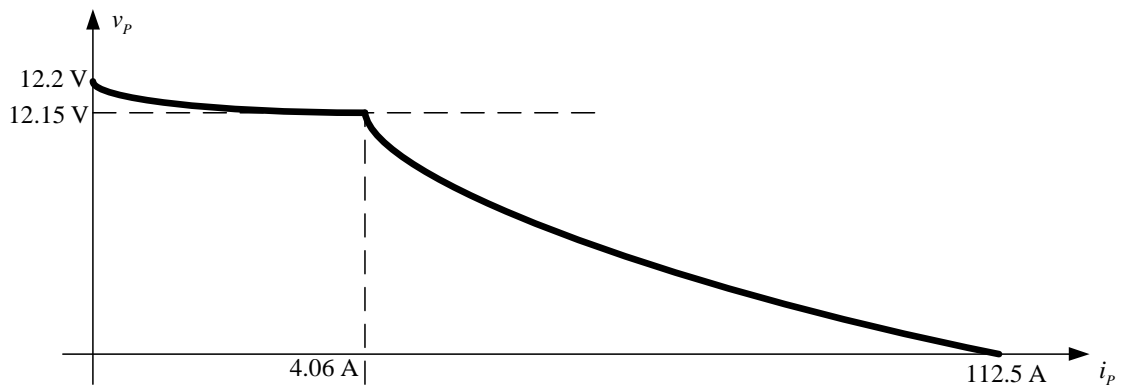
$$v_P = v_U - V_T - \sqrt{\frac{2i_P}{B}}$$

$$v_P \approx v_U - 3 - 1.41\sqrt{i_P}$$

Kada je potrošač u kratkom spoju ( $v_P = 0$ )

$$i_{PKS} = \frac{B}{2} (v_U - V_T)^2$$

$$i_{PKS} = 0.5(v_U - 3)^2$$

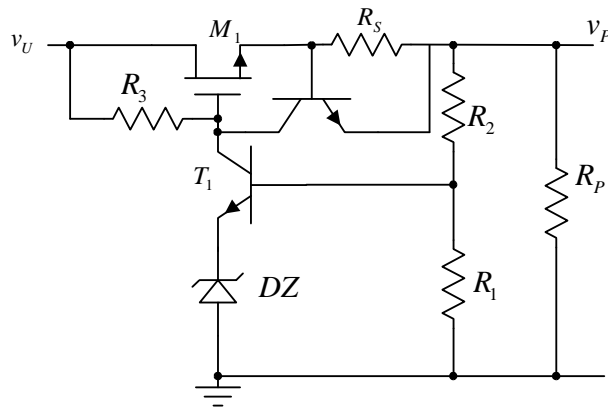


b)

$$i_{P \max nom} \geq 0 \Rightarrow \frac{B}{2} \left( v_U - \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) (V_Z + V_{BE}) - V_T \right)^2 \geq 0$$

$$v_U \geq \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) (V_Z + V_{BE}) - V_T = 15.15 \text{ V}$$

c)



$$R_S = \frac{V_\gamma}{i_{P \max nom} / 2} = 0.34 \Omega$$