

2. Na slici 2 je prikazan izvor pozitivnog napajanja. Parametri MOSFET tranzistorâ su  $V_T = 1V$ ,  $B = 200mA/V^2$ . Za bipolarni tranzistor je  $\beta = 100$ ,  $V_{BE} = 0.7V$ ,  $V_{CES} = 0.2V$ , za diodu  $V_D = 0.7V$ , za zener diodu je  $V_Z = 4.3V$ ,  $i_{Zmin} = 2mA$ . Ostali parametri kola:  $R_1 = 1.79k\Omega$ ,  $R_2 = 1k\Omega$ ,  $R_Z = 1k\Omega$ ,  $I_0 = 10mA$ . Ulazni napon je  $v_{IN} = 220\sqrt{2} \sin(2\pi ft)$ ,  $f = 50Hz$ ,  $n = 19$ ,  $C \rightarrow \infty$ .

a) [10] Odrediti i skicirati zavisnost  $v_p(i_p)$ .

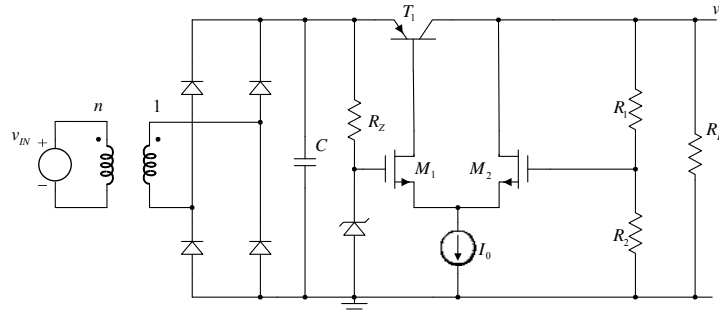
b) [3] Odrediti opseg promene izlaznog napona u nominalnom režimu rada  $\Delta v_{PLOAD} = v_p(i_p = i_{pmin}) - v_p(i_p = i_{pmax})$ .

c) [3] Odrediti i skicirati zavisnost disipacije bipolarnog tranzistora od struje  $i_p$  i odrediti maksimalnu disipaciju.

Smatrati da funkcija  $f(x) = (a + b(\sqrt{x} - \sqrt{1-x}))x$  za  $a > b > 0$  na intervalu  $x \in [0,1]$  ima maksimum u tački  $x = 1$ .

d) [3] Odrediti minimalnu vrednost kapacitivnosti  $C$  tako da napon na izlazu ne zavisi od vrednosti ove kapacitivnosti.

e) [1] Za  $C = C_{min}$  odrediti graničnu vrednost otpornosti  $R_Z$ .



Slika 2

**Rešenje:**

$$V_Z - v_{GS1} = \frac{R_2}{R_1 + R_1} v_p - v_{GS2}$$

$$V_Z - \sqrt{\frac{2i_1}{B}} = \frac{R_2}{R_1 + R_1} v_p - \sqrt{\frac{2i_2}{B}}$$

$$i_2 = I_0 - i_1$$

$$i_1 = \frac{i_p}{\beta}$$

$$v_p = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \left( V_Z - \left( \sqrt{\frac{2i_1}{B}} - \sqrt{\frac{2(I_0 - i_1)}{B}} \right) \right)$$

$$v_p = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \left( V_Z - \sqrt{\frac{2}{B}} \left( \sqrt{\frac{i_p}{\beta}} - \sqrt{I_0 - \frac{i_p}{\beta}} \right) \right)$$

$$v_p = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \left( V_Z - \sqrt{\frac{2}{\beta B}} \left( \sqrt{i_p} - \sqrt{\beta I_0 - i_p} \right) \right)$$

$$v_p = 12V - 0.88V \left( \sqrt{i_p} - \sqrt{1 - i_p} \right)$$

Zavisnost važi pod uslovom:

$$i_1 \leq I_0$$

$$i_p \leq \beta I_0 = 1A$$

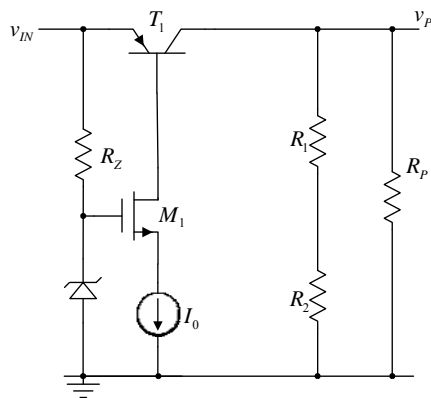
Karakteristične tačke:

$$v_p(i_p = 0) = 12.88V$$

$$v_p(i_p = 0.5A) = 12V$$

$$v_p(i_p = 1A) = 11.12V$$

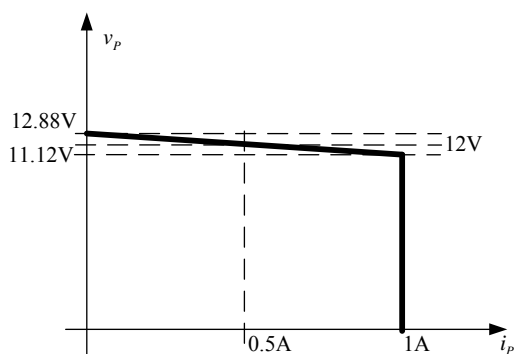
Ekvivalentna šema kada se dostigne maksimalna struja potrošača izgleda kao na sledećoj slici



Kolo radi kao strujni izvor struje

$$i_P = i_{P_{\max}} = \beta I_0 = 1\text{A}$$

Zavisnost  $v_P(i_P)$  prikazana je na sledećoj slici



b)

$$\Delta v_{LOAD} = v_P(i_P = i_{P_{\min}}) - v_P(i_P = i_{P_{\max}}) = 1.76\text{V}$$

c)

U prvom delu karakteristike

$$p_D = (v_{IN} - v_P) i_P = (3\text{V} + 0.88\text{V}(\sqrt{i_P} - \sqrt{1 - i_P})) i_P$$

$$p_D(i_P = 0) = 0$$

$$p_D(i_P = 0.5\text{A}) = 1.5\text{W}$$

$$p_D(i_P = i_{P_{\max}}) = 3.88\text{W}$$

Maksimum funkcije je u tački  $i_P = i_{P_{\max}} = 1\text{A}$ , prema uslovu zadatka.

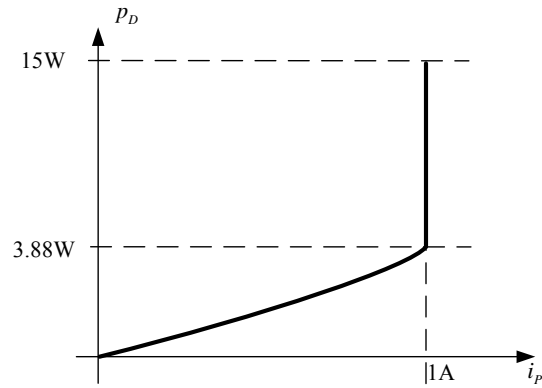
U drugom delu karakteristike

$$p_D = (v_{IN} - R_P i_P) i_P = (15\text{V} - R_P \cdot 1\text{A}) 1\text{A}$$

Maksimum funkcije je za  $R_P = 0\Omega$ ,

$$p_{D_{\max}} = 15\text{W}$$

Tražena zavisnost je prikazana na sledećoj slici



d)

Izračunavanje minimalno dozvoljenog napona na emitoru tranzistora  $T_1$ :

$$v_{EC1} = v_C - v_P \geq V_{CES}$$

$$v_{C \min} \geq v_P + V_{CES}$$

$$v_{C \max} = \frac{220\sqrt{2}}{n} - 2V_D = 15V$$

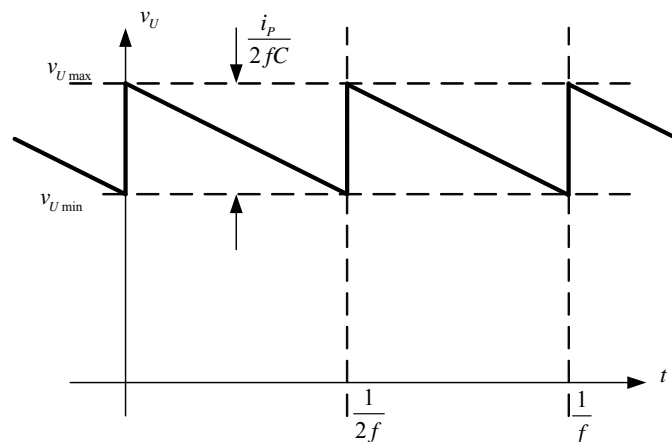
$$v_{C \min} = v_{C \max} - \frac{i_p}{2fC} \geq v_P + V_{CES}$$

Kritičan slučaj je kada je

$$v_P = v_{P \min}, i_p = i_{P \max}$$

$$v_{C \min} = v_{C \max} - \frac{i_{P \max}}{2fC} \geq v_{P \min} + V_{CES} = 11.32V$$

$$C \geq \frac{i_{P \max}}{2f(v_{C \max} - (v_{P \min} + V_{CES}))} = 2.72mF$$



e) Za minimalni napon na kondenzatoru zener dioda mora provoditi bar minimalno deklarisanu struju:

$$i_Z = \frac{v_C - V_Z}{R_Z} \geq i_{Z \min}$$

$$R_Z \leq \frac{v_{C \min} - V_Z}{i_{Z \min}} = 3.51k\Omega$$