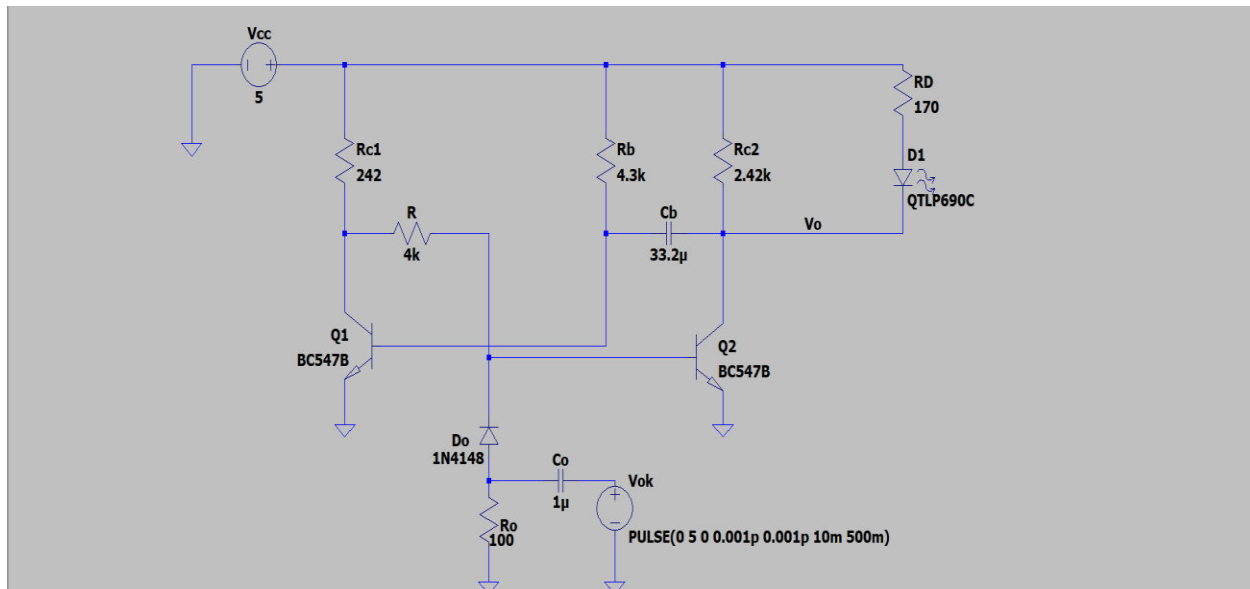


Извјештај из пројектног задатка

Моностабилни мултивибратор

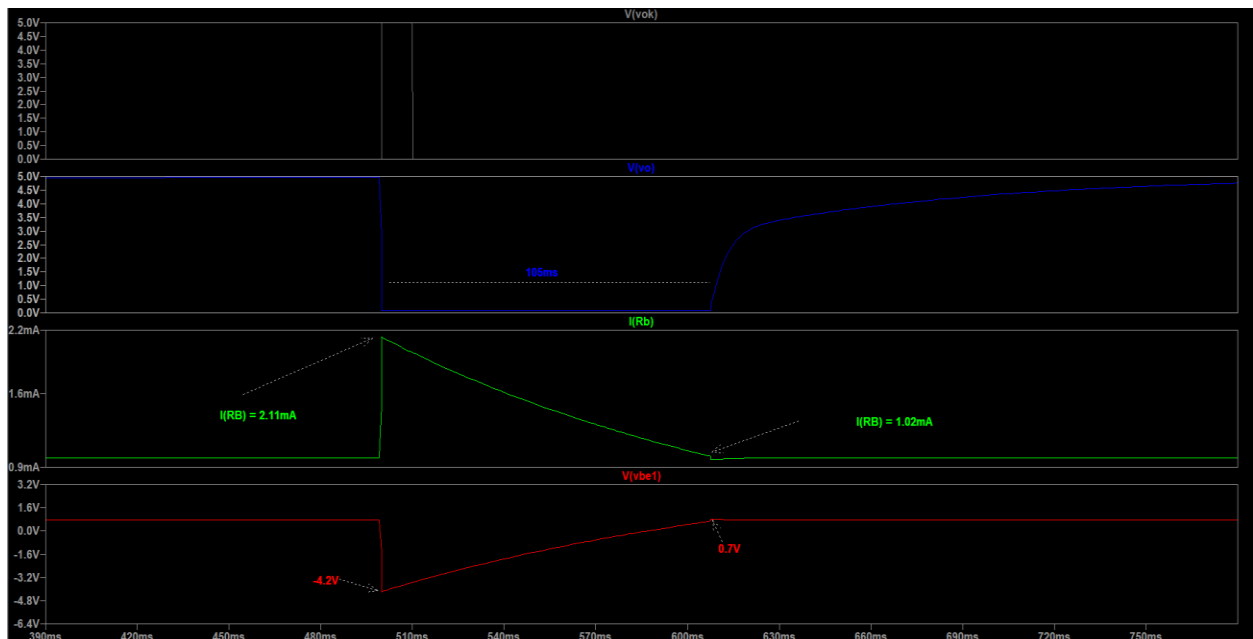
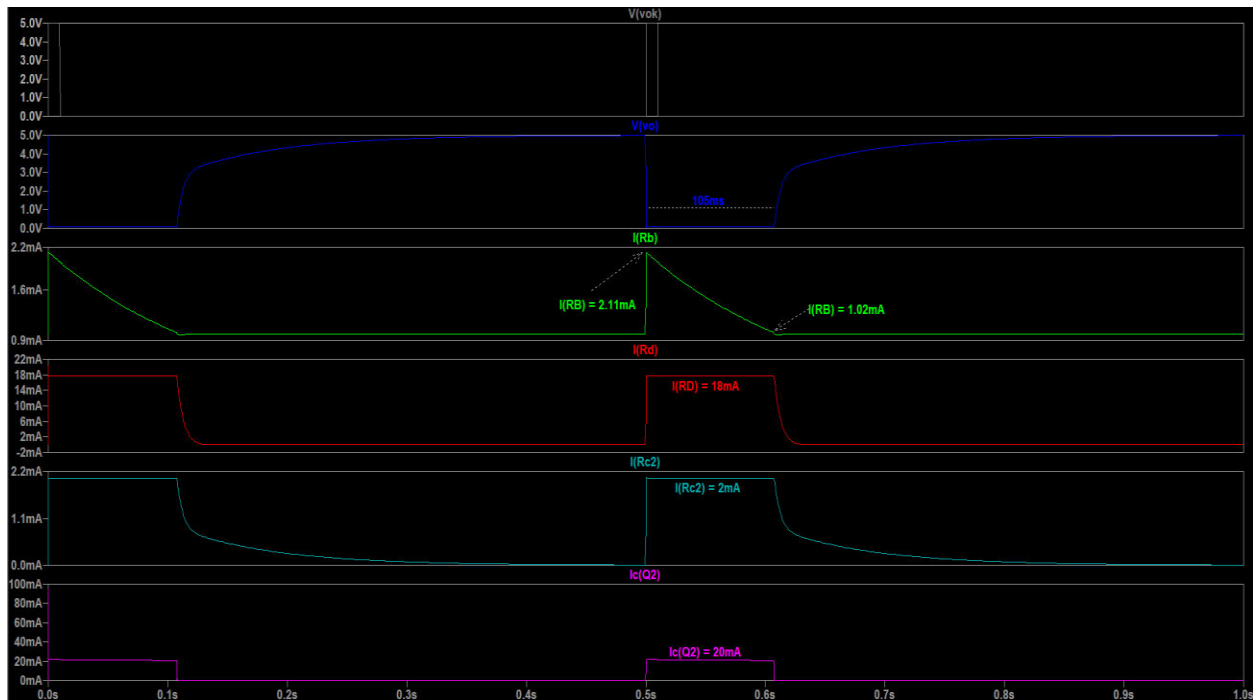
1. Шема



Слика 1.: Електрична шема моностабилног мултивибратора са биполарним транзисторима

2. Анализа стања

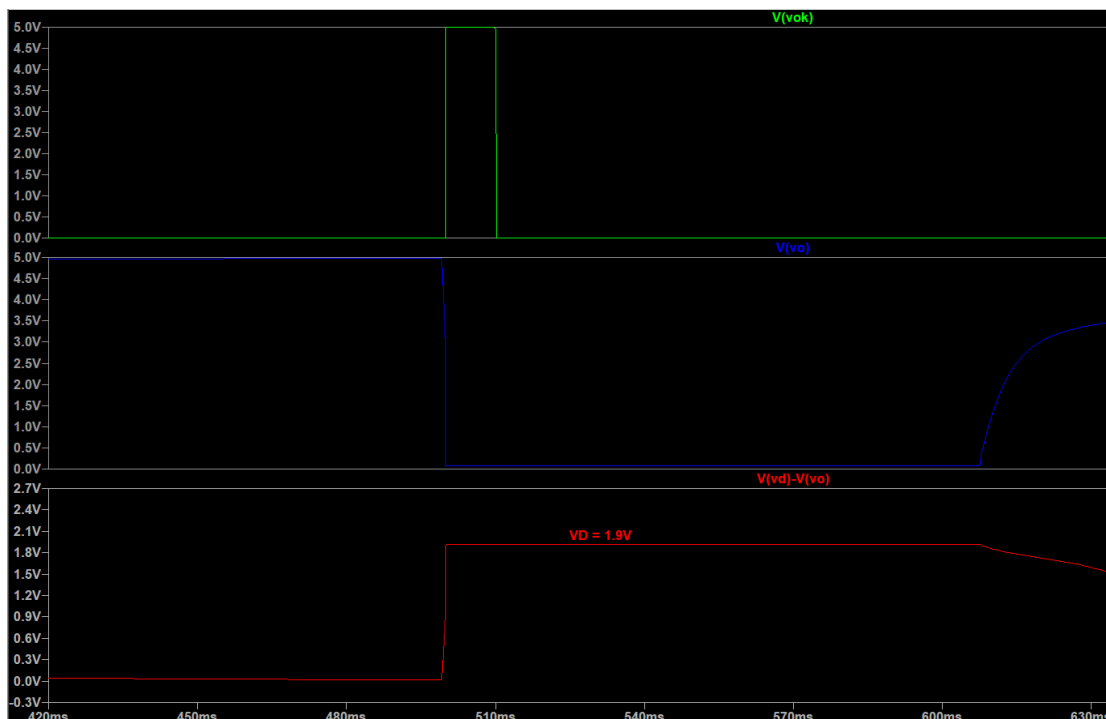
- КВАЗИСТАБИЛНО СТАЊЕ



Као што можемо да видимо из симулације, у тренутку појављивања окидног импулса :

- Како је кондензатор Cb претходно био напуњен до вредности $V_{cb0} = V_{cc} - V_{bes1}$, у тренутку појављивања окидног импулса понаша се као батерија, те је $V_{be1}(t_0) = -V_{cc} + V_{bes1} = -5V + 0.75V = -4.2V$ што доводи транзистор Q2 у закочење
- T1 се искључује док се T2 укључује

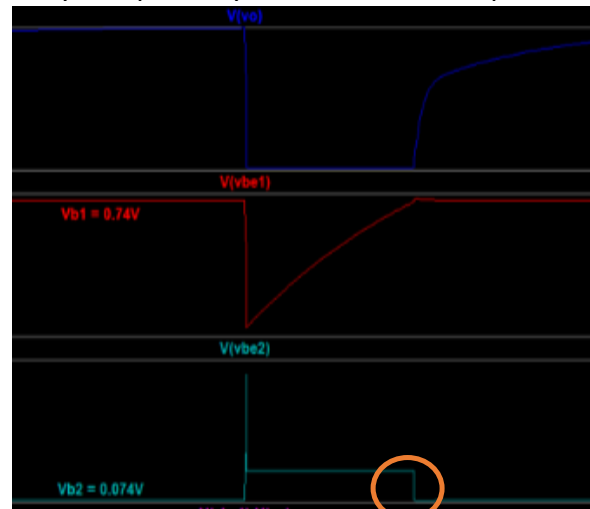
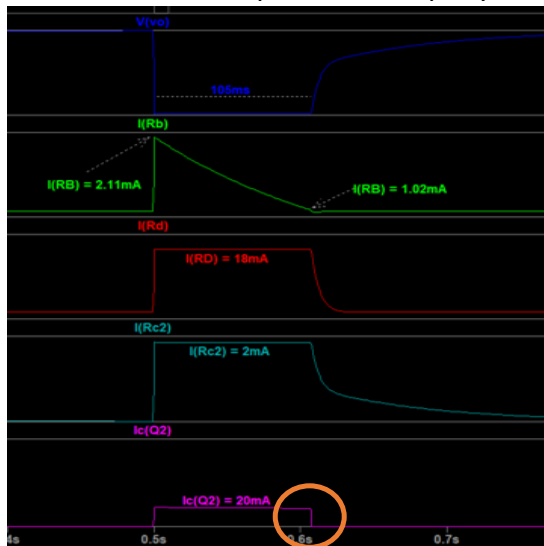
- Вриједности отпорности су изабране тако да је T2 у засићењу и то са струјама :
- $I_{Rb}(t_0) = (V_{cc} + V_{cbo1} - V_{ces2}) / R_b = (V_{cc} + V_{cc} - V_{bes1} - V_{ces2}) / R_b = \underline{2.11mA}$
 $I_{Rb}(t_0 + T_m) = (V_{cc} - V_{bet}) / R_b = (5V - 0.7V) / 4.3K = \underline{1mA}$
 Дакле, како $V_{b1}(t)$ расте од вредности $-V_{cbo1} = -4.2V$ ка вредности $V_{bet} = 0.7V$, тако и струја кроз R_b и C_b опада, те има све мањи и мањи утицај на струју $I_{C(Q2)}$.
 Како смо поларисали транзистор да је $I_B = 1mA \rightarrow I_C = 20mA$, видимо да донекле и можемо занемарити I_{Rb} јер је I_{Rbmax} 10x мања од $I_D + I_{Rc2}$
- $I_{C(Q2)} \approx 20mA$
- $I_{Rc2} \approx 2mA$
- $I_D \approx 18mA$ (Из datasheet-a : $V_d = 1.8V$ при $I_d = 18mA$)
- $I_{Rb} = (1mA - 2.11mA)$ за вријеме квазистабилног периода
- $I_b(Q2) \approx (V_{cc} - V_{bes2}) / (R_{c1} + R) = 1mA$
- $V_d \approx 1.9V$



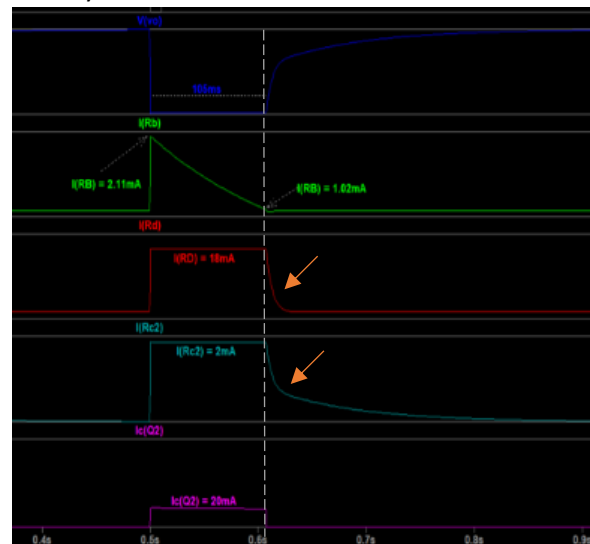
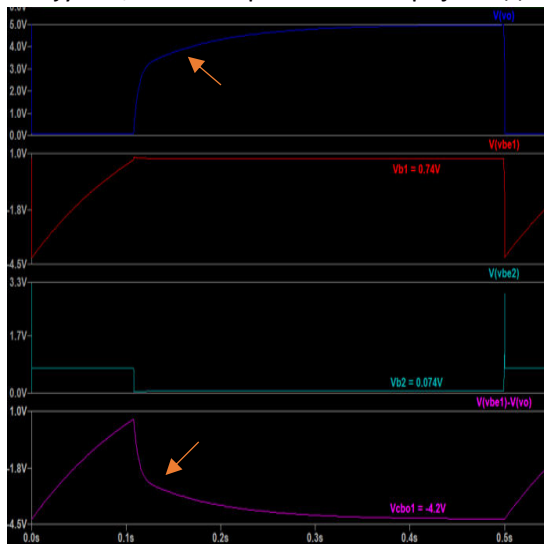
- Докле год траје КВАЗИСТАБИЛНИ период LED диода ће да свијетли јер је
 $V_a - V_k = (V_{cc} - I_d \cdot R_d) - V_{ces} = 1.85V$

Крај КВАЗИСТАБИЛНОГ ПЕРИОДА

- У тренутку када $V_{be1}(t) = V_{be2} = 0.7V$ транзистор Q1 се укључује
- T2 се гаси веома брзо, готово тренутно у односу на време пуњења кондензатора

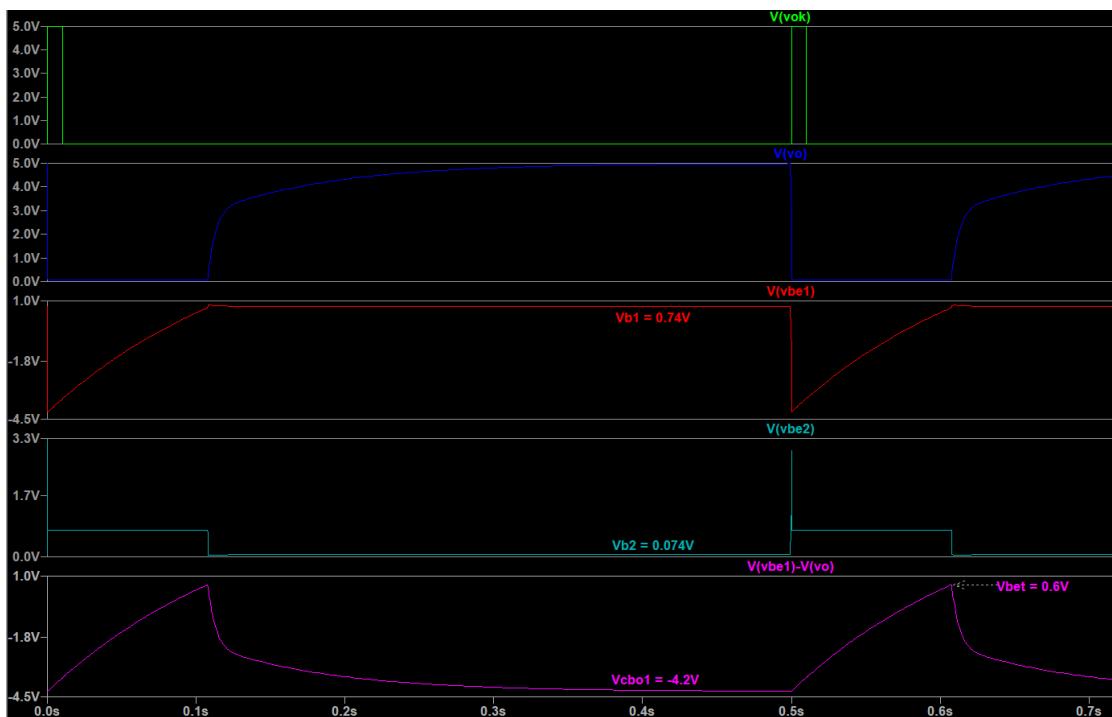
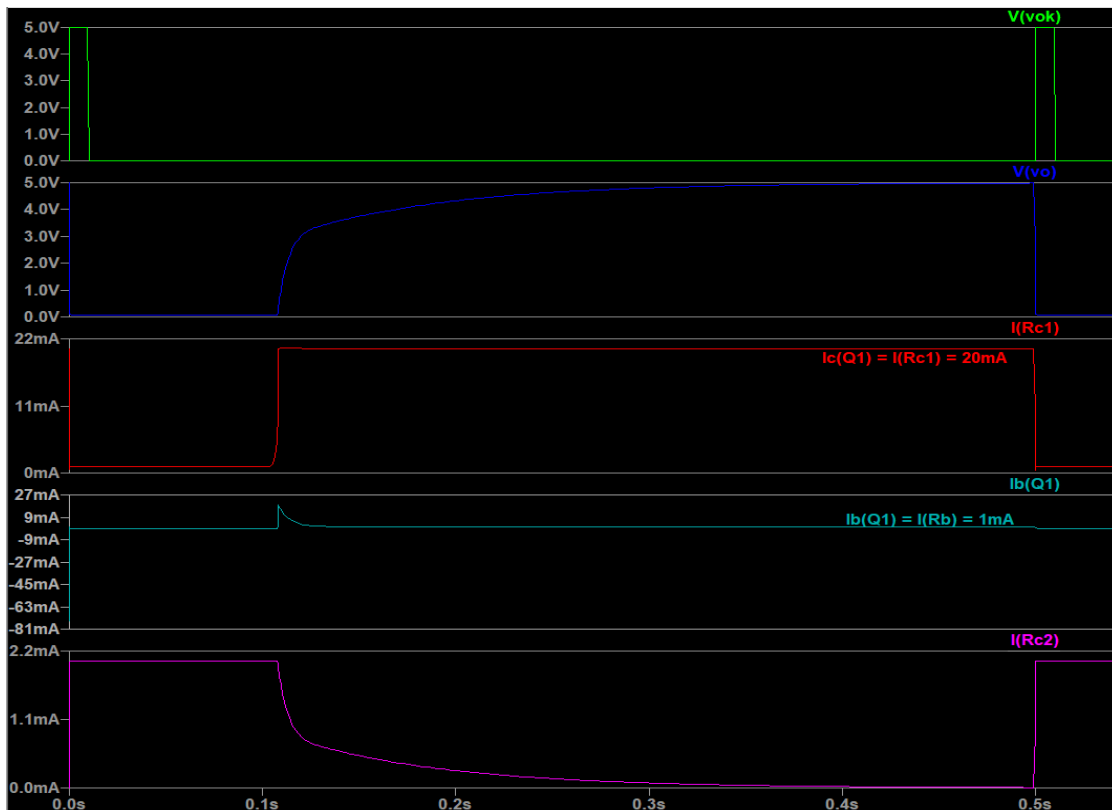


- Међутим, биће потребно неко вријеме да се поново успостави стабилно стање



Транзистор Q2 ће се веома брзо искључити у односу на време пуњења кондензатора. Видимо да струја отпорника Rc2 постепено опада све док се кондензатор не напуни до вриједности $V_{cbo1} = 4.2V$, а он се пуни управо преко отпорника Rc2, чиме долазимо у СТАБИЛНО СТАЊЕ

- СТАБИЛНО СТАЊЕ



За вријеме трајања стабилног стања ($V_{ok} = 0$) ситуација у колу је следећа :

- Потенцијал БАЗЕ транзистора Q2 није довољно велики, те је транз. Q2 искључен
- Транзистор Q1 је у засићењу што се види из симулације на графицима
- Кондензатор Cb је напуњен до вриједности $V_{bco1} = V_{cc} - V_{bes1} = 4.2V$
- $V_{b1} = V_{bes1} = 0,7V$
- $I_c(Q2) \approx 0A \rightarrow V_o = V_{cc}$
- Диода не свијетли јер је катода на високом потенцијалу

3. Прорачунски поступак

Моностабилни мултивибратор

СТАБИЛНО СТАЊЕ ($V_{be} = 0$)

$$I_{C1} = \frac{V_{cc} - V_{BE1}}{R_{c1}}$$

$$I_{B1} = \frac{V_{cc} - V_{BE1}}{R_b}$$

$$I_{B1} > I_{B1max} \quad (I_{B1} > \frac{I_{C1}}{\beta_{min}})$$

$$\Rightarrow \frac{V_{cc} - V_{BE1}}{R_b} > \frac{V_{cc} - V_{BE1}}{\beta \cdot R_{c1}}$$

$$\underline{R_b < \beta_{min} R_{c1}}$$

$$R_{c1} = \frac{V_{cc} - V_{BE1}}{I_{C1}} = \frac{5V - 0.15V}{20\mu A} = 242.5\Omega = 220\Omega + 22\Omega = 242\Omega$$

$$R_b = \frac{V_{cc} - V_{BE1}}{I_{B1}} = \frac{5V - 0.7V}{1\mu A} = 4.3k\Omega = 3.3k\Omega + 1k\Omega = 4.3k\Omega$$

$$\left. \begin{array}{l} 4.3k\Omega < 200 \cdot 242\Omega \\ 4.3k\Omega < 48.4k\Omega \end{array} \right\}$$

* квазистабилно стање ($V_{be} = 1$)

$$V_{CB1} = V_{cc} - V_{BE1} = 5V - 0.7V = 4.3V$$

$$t = t_1:$$

- $V_{BE1}(t_1) = -V_{cc} + V_{BE1} \Rightarrow T_1 \text{ off}$
- $V_{BE2}(t_1) > V_{BE1} \Rightarrow T_2 \text{ on за}$

$$I_{C2} = \frac{V_{cc} - V_{CE2}}{R_{c2}} + \frac{V_{cc} - V_o - V_{CE2}}{R_o} + \frac{V_{cc} - V_{CB1}(t_1) - V_{CE2}}{R_b}$$

У $t = t_1$ струја I_{B2} достигне своју максималну вредност за време t_{on} транзистора квазистабилног периода и она је тада

$$I_{B2} = \frac{V_{cc} + V_{CB1} - V_{CE2}}{R_b} = \frac{5V + 4.3V - 0.2V}{4.3k} = 2.1\mu A$$

премутки t_1 ова струја одлази и има све мање утицаја на струју I_{C2} . Сва се тада протеже R_o .

Како ћемо затворити T_2 док I_{C2} буде $20\mu A$, видимо да струју I_{B2} можемо затворити и сматрати да је за време трајања квазистаб. периода $I_{C2} = const$.

Затим док овај ток не I_{B2} дође све мање и мање, затварајуемо ту компоненту!

$$I_{B2}(T_2) = \frac{V_{cc} - V_{BE1}}{R_b} = \frac{5V - 0.6V}{4.3k} \approx 1.0\mu A$$

$$\left. \begin{array}{l} V_D = 1.8V \\ I_D = 18\mu A \end{array} \right\} \Rightarrow R_D = \frac{V_{CC} - V_D - V_{CES}}{I_D} = \frac{5V - 1.8V - 0.15V}{18\mu A} = 170\Omega = 150\Omega + 10\Omega + 10\Omega \quad \checkmark$$

$$* \quad R_{C2} = \frac{V_{CC} - V_{CES}}{2\mu A} = \frac{5V - 0.15V}{2\mu A} = 2.4k\Omega = 2.2k + 220\Omega = 2.42k\Omega \quad \checkmark$$

$$I_{C2} = 20\mu A$$

$$I_{B1} = \frac{V_{CC} - V_{BE1}}{R_{C1} + R} \Rightarrow R_{C1} + R = \frac{5V - 0.7V}{1\mu A} = 4.3k\Omega \Rightarrow R = 4.3k\Omega - 0.242k\Omega = 4k\Omega \quad \checkmark$$

$$= 3.3k\Omega + 700\Omega$$

~~Verovatno zaustavljenje: (R_{C1} + R) < R_{C2}~~

$$I_{B2} > I_{B_{sustiz}} \quad (I_{B2} > \frac{I_{CS}}{\beta_{min}}) \quad \frac{V_{CC} - V_{BE1}}{R_{C1} + R} > \frac{V_{CC} - V_{CES}}{R_{C2} \beta_{min}} + \frac{V_{CC} - V_D - V_{CES}}{\beta_{min} R_D}$$

$$\frac{4.3V}{4.3k\Omega} > \frac{4.8V}{2.4k \cdot 200} + \frac{3.1V}{170 \cdot 200}$$

$$1\mu A > 10\mu A + 0.09\mu A \quad T$$

Ali got ovde je kvazistacionarno stanje:

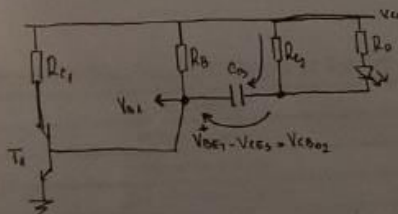
$$I_{C2} \approx 20\mu A \quad C_B \text{ se puni preko } R_B$$

$$V_{D2} \approx 0.2V$$

$$V_{BE1}(t) = V_{CC} - (V_{CC} + V_{D2} - V_{CES}) e^{-\frac{t}{R_{C2}C_B}}$$

$$V_{BE1}(T_M) = V_{BE1} \Rightarrow T_M = R_B C_B \ln \frac{V_{CC} + V_{CC} - V_{BE1} - V_{CES}}{V_{CC} - V_{BE1}} = R_B C_B \ln \frac{10V - 0.7V}{4.3V} = 0.7 R_B C_B$$

Kada $V_{BE1}(t) = V_{BE1}$, T_1 on i T_2 off



C_B nastavlja da se puni ali sada preko R_{C2} .

Puni se od vrednosti V_{CE2} do vrednosti

$$V_{CE2} = V_{D2} - V_{BE1}$$

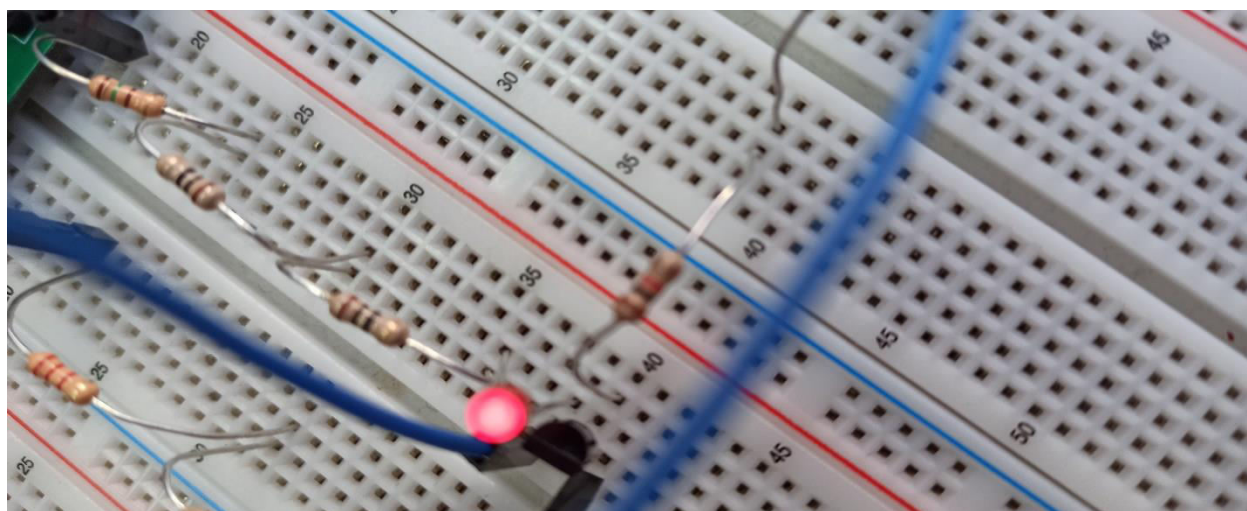
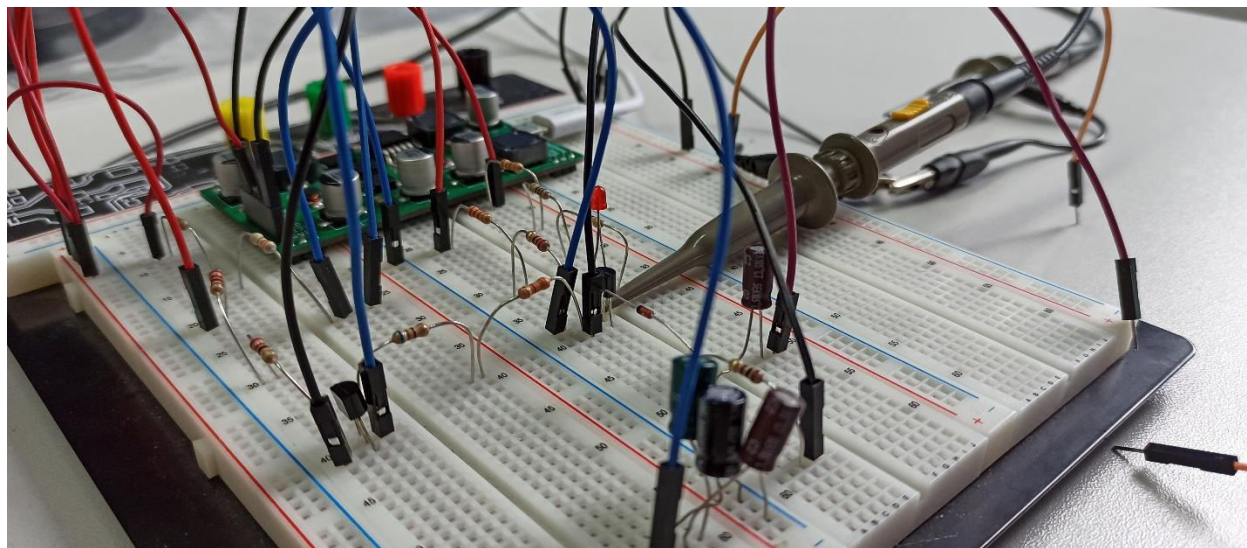
Ovaj period punjenja C_B preko R_{C2} jeste

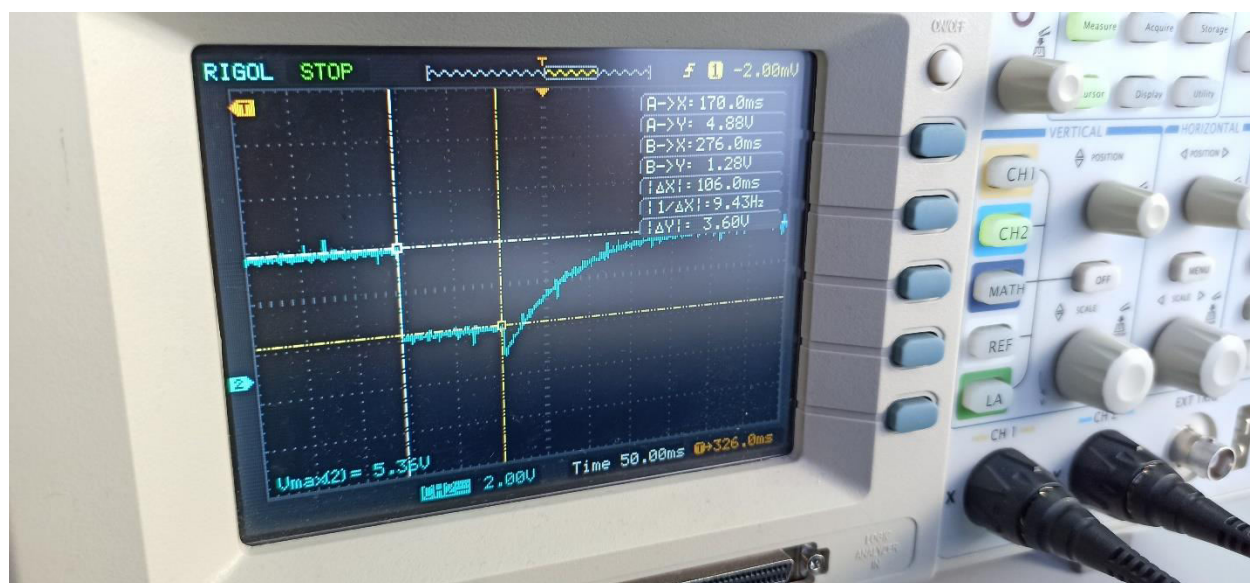
$(3 \div 5) R_{C2} C_B$, nakon čega nastaje stabilno stanje!

$$T_M = 100\mu s \Rightarrow R_B C_B = \frac{100\mu s}{0.7} \Rightarrow C_B = \frac{100\mu s}{0.7 \cdot 4.3k} = 33.2\mu F$$

$$= 30\mu F + 2.2\mu F + 1\mu F = 33.2\mu F$$

4. Фотографије из лабораторије :





5. Дизајн плоче

