

# 1. NÁVRH MULTIVIBRÁTORU

## 1.1 ZADANÉ HODNOTY

- Frekvence  $f = 1,07 \text{ kHz}$
- Střída  $s = 0,47$
- Dovolená odchylka  $-1,1\% \leq \delta_{\max} \leq 1,1\%$

## 1.2 VÝPOČET ČASŮ

- $$t_1 = \frac{s \cdot \frac{1}{f}}{1,47} = \frac{0,47 \cdot \frac{1}{1070}}{1,47} = 298,81 \mu\text{s}$$
- $$t_2 = \frac{t_1}{s} = \frac{1,47}{s} = \frac{1,47}{0,47} = 635,77 \mu\text{s}$$

## 1.3 ZVOLENÍ KONDENZÁTORŮ

- $C_1 = 22 \text{ nF}$
- $C_2 = 33 \text{ nF}$

## 1.4 VÝPOČET REZISTORŮ

- $t = 0,41 \cdot R \cdot C \Rightarrow R = \frac{t}{0,41 \cdot C}$
- $R_1 = \frac{t_1}{0,41 \cdot C_1} = \frac{298,81 \cdot 10^{-6}}{0,41 \cdot 22 \cdot 10^{-9}} = 33127,48 \Omega \Rightarrow 33 \text{ k}\Omega$
- $R_2 = \frac{t_2}{0,41 \cdot C_2} = \frac{635,77 \cdot 10^{-6}}{0,41 \cdot 33 \cdot 10^{-9}} = 46989,65 \Omega \Rightarrow 47 \text{ k}\Omega$

## 1.5 OVĚŘENÍ TOLERANCE

- $$\delta_f = \frac{f - \frac{1}{0,41(R_1 \cdot C_1 + R_2 \cdot C_2)}}{f} \cdot 100 = \frac{1070 - \frac{1}{0,41(33 \cdot 10^3 \cdot 22 \cdot 10^{-9} + 47 \cdot 10^3 \cdot 33 \cdot 10^{-9})}}{1070} \cdot 100$$
- $-1,1\% \leq \delta_f = 0,11\% \leq 1,1\%$
- $$\delta_s = \frac{s - \frac{0,41 \cdot R_1 \cdot C_1}{0,41 \cdot R_2 \cdot C_2}}{s} \cdot 100 = \frac{0,47 - \frac{0,41 \cdot 33 \cdot 10^3 \cdot 22 \cdot 10^{-9}}{0,41 \cdot 47 \cdot 10^3 \cdot 33 \cdot 10^{-9}}}{0,47} \cdot 100$$
- $-1,1\% \leq \delta_s = -0,02\% \leq 1,1\%$

## 2. NÁVRH ODPOROVÉHO DĚLIČE

### 2.1 ZADANÉ HODNOTY

- Vstupní napětí  $U_1 = 24 \text{ V}$
- Výstupní napětí  $U_2 = 14 \text{ V}$
- Vnitřní odpor zátěže  $R_i = 45 \text{ k}\Omega$
- Maximální výkonová ztráta na rezistoru  $P_{\max} = 0,125 \text{ W}$
- Dovolená odchylka  $-1\% \leq \delta_{\max} \leq 1\%$

### 2.2 VÝPOČET MAXIMÁLNÍ HODNOTY $R_B$

$$\bullet R_{B\max} = \frac{U_1 \cdot R_i - U_2 \cdot R_i (1 - \delta_{\max})}{(U_1 - U_2)(1 - \delta_{\max})} - R_i = \frac{24 \cdot 45 \cdot 10^3 - 14 \cdot 45 \cdot 10^3 (1 - 0,01)}{(24 - 14)(1 - 0,01)} = 1090,9 \Omega$$

### 2.3 URČENÍ HODNOT REZISTORŮ

- $R_B \leq R_{B\max}$
- $R_B = R_{B1} + R_{B2} = 470 + 560 = 1030 \Omega$
- $U_2 = \frac{R_B}{R_A + R_B} U_1 \Rightarrow R_A = R_B \left( \frac{U_1}{U_2} - 1 \right) = 1030 \left( \frac{24}{14} - 1 \right) = 735,71 \Omega$
- $R_A = R_{A1} + R_{A2} = 330 + 390 = 720 \Omega$

### 2.4 VÝSTUPNÍ NAPĚTÍ U NEZATÍŽENÉHO DĚLIČE

$$\bullet U_2' = \frac{R_B}{R_A + R_B} \cdot U_1 = \frac{1030}{720 + 1030} \cdot 24 = 14,13 \text{ V}$$

### 2.5 OVĚŘENÍ TOLERANCE U NEZATÍŽENÉHO DĚLIČE

$$\bullet \delta_{U_2} = \frac{U_2 - U_2'}{U_2} = \frac{U_2 - \left( \frac{R_B}{R_A + R_B} \cdot U_1 \right)}{U_2} = \frac{14 - \left( \frac{1030}{720 + 1030} \cdot 24 \right)}{14} = 0,9\%$$

- $-1\% \leq \delta_{U_2} = 0,9\% \leq 1\%$

### 2.6 VÝSTUPNÍ NAPĚTÍ U ZATÍŽENÉHO DĚLIČE

$$\bullet U_2'' = \frac{R_{Bi}}{R_A + R_B} \cdot U_1 = \frac{R_B \cdot R_i}{R_B + R_i} \cdot U_1 = \frac{1030 \cdot 45 \cdot 10^3}{1030 + 45 \cdot 10^3} \cdot 24 = 13,99 \text{ V}$$

## 2.7 OVĚŘENÍ TOLERANCE U ZATÍŽENÉHO DĚLIČE

- $$\delta_{U_2} = \frac{U_2 - U'_2}{U_2} = \frac{U_2 - \left( \frac{R_B \cdot R_i}{R_B + R_i} \cdot \frac{R_A + R_B}{R_A + R_B} \cdot U_1 \right)}{U_2} = \frac{14 - \left( \frac{1030 \cdot 45 \cdot 10^3}{1030 + 45 \cdot 10^3} \cdot 24 \right)}{14} = 0,04 \%$$
- $$-1\% \leq \delta_{U_2} = 0,04\% \leq 1\%$$

## 2.8 PROUD PROTÉKAJÍCÍ REZISTORY

- $$I = \frac{U_1}{R_A + R_B} = \frac{24}{720 + 1030} = 13,71 \text{ mA}$$

## 2.9 ÚBYTEK NAPĚTÍ NA REZISTORECH

- $$U_{R_{A1}} = R_{A1} \cdot I = R_{A1} \cdot \frac{U_1}{R_A + R_B} = 330 \cdot \frac{24}{720 + 1030} = 4,53 \text{ V}$$
- $$U_{R_{A2}} = R_{A2} \cdot I = R_{A2} \cdot \frac{U_1}{R_A + R_B} = 390 \cdot \frac{24}{720 + 1030} = 5,35 \text{ V}$$
- $$U_{R_{B1}} = R_{B1} \cdot I = R_{B1} \cdot \frac{U_1}{R_A + R_B} = 470 \cdot \frac{24}{720 + 1030} = 6,45 \text{ V}$$
- $$U_{R_{B2}} = R_{B2} \cdot I = R_{B2} \cdot \frac{U_1}{R_A + R_B} = 560 \cdot \frac{24}{720 + 1030} = 7,68 \text{ V}$$

## 2.10 VÝKONOVÁ ZTRÁTA NA REZISTORECH

- $$P_{R_{A1}} = R_{A1} \cdot I^2 = R_{A1} \cdot \left( \frac{U_1}{R_A + R_B} \right)^2 = 330 \cdot \left( \frac{24}{720 + 1030} \right)^2 = 62,07 \text{ mW} \leq P_{\max}$$
- $$P_{R_{A2}} = R_{A2} \cdot I^2 = R_{A2} \cdot \left( \frac{U_1}{R_A + R_B} \right)^2 = 390 \cdot \left( \frac{24}{720 + 1030} \right)^2 = 73,34 \text{ mW} \leq P_{\max}$$
- $$P_{R_{B1}} = R_{B1} \cdot I^2 = R_{B1} \cdot \left( \frac{U_1}{R_A + R_B} \right)^2 = 470 \cdot \left( \frac{24}{720 + 1030} \right)^2 = 88,41 \text{ mW} \leq P_{\max}$$
- $$P_{R_{B2}} = R_{B2} \cdot I^2 = R_{B2} \cdot \left( \frac{U_1}{R_A + R_B} \right)^2 = 560 \cdot \left( \frac{24}{720 + 1030} \right)^2 = 105,3 \text{ mW} \leq P_{\max}$$