

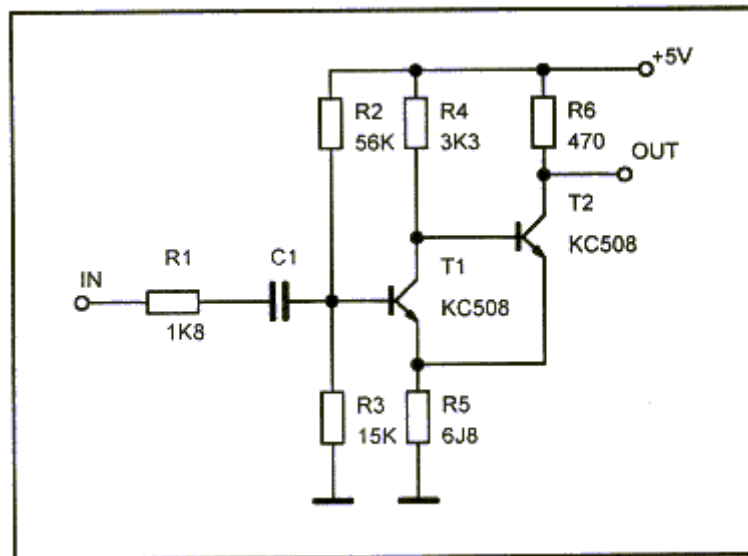
## Úloha 7: Klopný obvod

### Úvod:

Cílem úlohy je seznámit se s vlastnostmi tranzistorového bistabilního klopného obvodu, výpočet hystereze obvodu.

### Pokyny pro vypracování:

Bistabilní klopný obvod se používá (mimo jiné) pro tvarování vstupních elektrických signálů tak, aby mohly být použity pro ovládání logických obvodů s TTL logikou. Schmittův klopný obvod je popsán ve skriptech P.Hiršl, Základy elektroniky, str. 188.



Obr. 1.

1. Popište funkci obvodu na Obr. 1, popište dva stabilní stavy a překlápění. Na základě popisu dvou stavů odvoďte vztah pro velikost hystereze - rozdíl napětí na vstupu pro překlopení z různých stavů.
2. Navrhněte velikost kapacity C1 pro pracovní kmitočet 10 kHz, sestavte obvod podle Obr. 1. Změřte velikost hystereze, prověřte funkci obvodu pro střídavý vstupní signál.
3. Navrhněte změnu obvodu pro zvětšení hystereze na pětinasobek původní hodnoty. Ověřte měřením.
4. Porovnejte vypočtené a naměřené hodnoty hysterezí.

### Poznámka:

Pro účely určení hystereze uvažujte napětí na bázi tranzistoru T1.

**Vypracování:**

**Úloha 1:**

Schmittův klopný obvod:

Zdrojem kmitočtu je generátor se sinusovým průběhem napětí. Na výstupu Schmittova obvodu je obdélníkový signál vhodný pro řízení TTL logiky. V klidovém stavu je tranzistor T1 uzavřen a tranzistor T2 je plně otevřen. Na výstupu je tedy velice malé napětí dané součtem saturačního napětí tranzistoru a úbytkem napětí na rezistoru R5. S příchodem signálu se při určité hodnotě vstupního napětí  $U_H$  otevře tranzistor T1, který uzavře tranzistor T2 a na výstupu je tudíž přibližně napájecí napětí (logická úroveň H). Aby se obvod překlopil zpět do logické úrovně L, je zapotřebí, aby hodnota vstupního napětí klesla pod určitou hodnotu  $U_L$ , která je menší než  $U_H$ . Rozdíl  $U_H - U_L$  se říká napěťová hysterese obvodu.

Použité hodnoty součástek:

$$R1 = 1849\Omega$$

$$R2 = 56,2 \text{ k}\Omega$$

$$R3 = 14,96 \text{ k}\Omega$$

$$R4 = 3,31 \text{ k}\Omega$$

$$R5 = 5,95 \Omega$$

$$R6 = 470 \Omega$$

Vypočtené hodnoty:

$$U_{SAT} = 0,2 \text{ V}$$

$$U_{CC} = 5 \text{ V}$$

$$U_H = U_{BE} + (U_{CC} - U_{SAT}) \times \frac{R_5}{R_5 + R_6} = 0,6 + (5,2 - 0,2) \times \frac{5,95}{5,95 + 470} = 660 \text{ mV}$$

$$U_L = U_{BE} + (U_{CC} - U_{SAT}) \times \frac{R_5}{R_5 + R_4} = 0,6 + (5,2 - 0,2) \times \frac{5,95}{5,95 + 3310} = 609 \text{ mV}$$

$$h = U_H - U_L = 660 - 609 = 51 \text{ mV}$$

**Úloha 2:**

Návrh velikosti kapacity C1:

$$\tau = R_1 \times C_1 \qquad \tau = \frac{1}{f}$$

$$C_1 = \frac{1}{f \times R_1} = \frac{1}{10 \times 10^3 \times 1849} = 54 \text{ nF}$$

Použitá hodnota C1 = 63 nF.

Při sestavování obvodu jsem z důvodu nedostupnosti tranzistorů KC 508 použil tranzistory T1 = KF 508 a T2 = KF 507. Naměřená hodnota hystereze odpovídala vypočtené hodnotě.

### **Úloha 3:**

Velikost hystereze změním změnou velikosti odporu R5:

$$\frac{h'}{h} = \frac{\frac{R'_5}{R'_5 + R_6} - \frac{R'_5}{R'_5 + R_4}}{\frac{R_5}{R_5 + R_6} - \frac{R_5}{R_5 + R_4}} = \frac{R'_5}{R_5} = 5 \quad \Rightarrow \quad R'_5 = 5 \times R_5 = 5 \times 5,95 = 29,75 \Omega$$

Použitá hodnota  $R'_5 = 32,5 \Omega$ .

### **Závěr:**

- 1) Popis funkce obvodu a výpočet hystereze viz úloha 1.
- 2) Návrh velikost kapacity C1 viz úkol 2. Velikost hystereze byla 51 mV.
- 3) Pro zvětšení hystereze jsem zvětšil velikost odporu R5 na 32,5  $\Omega$ .
- 4) Vypočtené a naměřené hodnoty hysterezí se shodovaly.