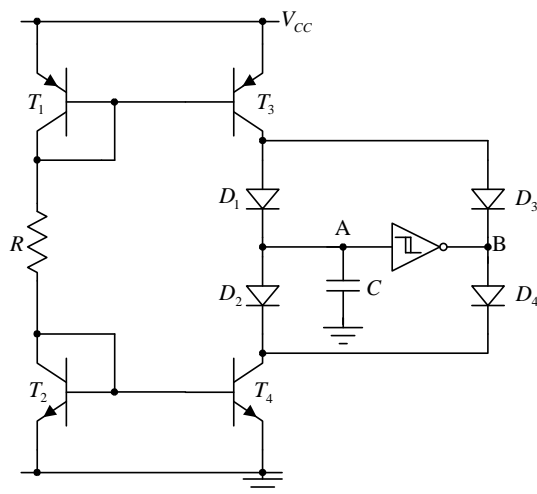


5. Poznati parametri u kolu sa slike 5 su: $V_{CC} = 12\text{ V}$, $R = 1\text{ k}\Omega$, $C = 100\text{ nF}$, $V_{BE} = V_D = 0.7\text{ V}$, $V_{CES} = 0.2\text{ V}$, $\beta \rightarrow \infty$, karakteristične vrednosti karakteristike prenosa Šmitovog komparatora su $V_{OH} = V_{CC}$, $V_{OL} = 0\text{ V}$, $V_{TH} = 9\text{ V}$ i $V_{TL} = 3\text{ V}$

- [10] Izračunati i nacrtati vremenske oblike signala u tačkama A i B tokom jedne periode oscilacija u kolu. Izračunati frekvenciju oscilacija u kolu
- [2] Odrediti maksimalnu dozvoljenu vrednost gornjeg praga Šmitovog komparatora, V_{TH} , tako da kolo i dalje ispravno radi
- [2] Odrediti minimalnu dozvoljenu vrednost donjeg praga Šmitovog komparatora, V_{TL} , tako da kolo i dalje ispravno radi
- [1] Odrediti minimalnu moguću frekvenciju oscilacija u kolu koja se može ostvariti menjanjem pragova Šmitovog komparatora V_{TH} i V_{TL} .

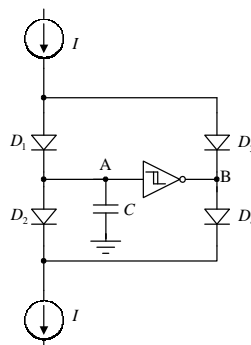


Slika 5.

Rešenje:

a)

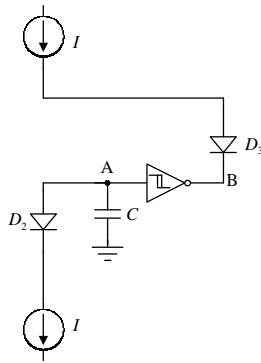
Tranzistori $T_1 - T_4$ predstavljaju izvore konstante struje, tako da je ekvivalentna šema kola prikazana na slici 1



Slika 1

Intenzitet struje strujnih izvora je $I = \frac{V_{CC} - 2V_{BE}}{R} = 10.6\text{ mA}$

Neka je u početnom trenutku napon na izlazu komparatora (tačka B) nizak, odnosno $v_B = 0\text{ V}$. Da bi ovo važno, mora biti $v_C > V_{TL} = 3\text{ V}$. Ako je u tački B nizak napon, tada vode diode D_2 i D_3 , dok ne vode diode D_1 i D_4 . Ekvivalentna šema kola prikazana je na slici 2

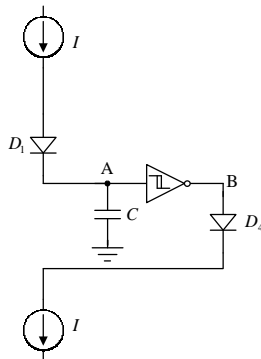


Slika 2

Sa slike je očigledno da se kondenzator prazni konstantnom strujom, odnosno da napon tačke A opada. U jednom momentu će napon tačke A pasti do donjeg praga komparatora, i taj trenutak je početak naše analize:

$$v_A(0^-) = V_{TL} = 3 \text{ V}, \Rightarrow v_B(0^+) = V_{CC} = 12 \text{ V}.$$

Sada je u tački B visok napon, tada vode diode D_1 i D_4 , dok ne vode diode D_2 i D_3 . Ekvivalentna šema kola prikazana je na slici 3



Slika 3

Kako je napon kondenzatora neprekidan, to važi

$$v_A(0^+) = v_A(0^-) = V_{TL} = 3 \text{ V}$$

Kondenzator se puni konstantnom strujom I , tako da napon tačke A ima oblik

$$v_A(t) = V_{TL} + \frac{I}{C} t$$

U trenutku $t = T_1^-$ napon tačke A dostiže vrednost gornjeg praga komparatora, tako da dolazi do promene na izlazu komparatora

$$v_A(T_1^-) = V_{TH} = 9 \text{ V}, \Rightarrow v_B(T_1^+) = 0 \text{ V}.$$

Izračunavanje proteklog vremena T_1 :

$$v_A(T_1) = V_{TH} = V_{TL} + \frac{I}{C} T_1, \Rightarrow T_1 = \frac{C}{I} (V_{TH} - V_{TL}) = 56.6 \mu\text{s}$$

Ekvivalentna šema kola izgleda ponovo kao na slici 2.

Kako je napon kondenzatora neprekidan, to važi

$$v_A(T_1^+) = v_A(T_1^-) = V_{TH} = 9 \text{ V}$$

Kondenzator se prazni konstantnom strujom I , tako da napon tačke A ima oblik

$$v_A(t) = V_{TH} - \frac{I}{C} t$$

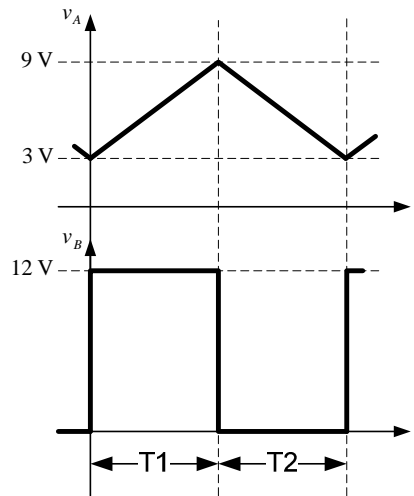
U trenutku $t = T_2^-$ napon tačke A opet pada do vrednosti donjeg praga komparatora, tako da dolazi do promene na izlazu komparatora

$$v_A(T_2^-) = V_{TL} = 3 \text{ V}, \Rightarrow v_B(T_2^+) = V_{DD} = 12 \text{ V}.$$

Izračunavanje proteklog vremena T_2 :

$$v_A(T_2) = V_{TL} = V_{TH} - \frac{I}{C} T_2, \Rightarrow T_2 = \frac{C}{I} (V_{TH} - V_{TL}) = 56.6 \mu\text{s}$$

Ovim je završen jedan ciklus oscilacija u kolu.
Vremenski oblici signala prikazani su na slici 4.



Slika 4

Frekvencija oscilacija u kolu je

$$f = \frac{1}{T_1 + T_2} = 8.83 \text{ kHz}$$

b) Napon tačke A osciluje između dva praga. Viši prag ne može imati proizvoljno veliku vrednost, jer transistor T_3 može da se zasiti:

$$v_{EC3} = V_{CC} - V_D - v_A \geq V_{CES} \quad (\text{važi kada vodi dioda } D_1, \text{ kada ona ne vodi ne postoji opasnost odlaska u zasićenje})$$

Gornja nejednakost je najbliža graničnom slučaju kada je v_A najveće, a to je baš V_{TH}

$$V_{TH} \leq V_{CC} - V_D - V_{CES} = 11.1 \text{ V}$$

c) Niži prag ne može imati proizvoljno nisku vrednost, jer transistor T_4 može da se zasiti:

$$v_{CE3} = v_A - V_D \geq V_{CES} \quad (\text{važi kada vodi dioda } D_1, \text{ kada ona ne vodi ne postoji opasnost odlaska u zasićenje})$$

Gornja nejednakost je najbliža graničnom slučaju kada je v_A najmanje, a to je baš V_{TL}

$$V_{TL} \geq V_D + V_{CES} = 0.9 \text{ V}$$

d)

Izraz za frekvenciju oscilacija je

$$f = \frac{I}{2C(V_{TH} - V_{TL})}$$

Očigledno je da se minimalna vrednost dobija za maksimalnu vrednost razlike pragova, to jest

$$f_{\min} = \frac{I}{2C(V_{TH\max} - V_{TL\min})} = 5.20 \text{ kHz}$$