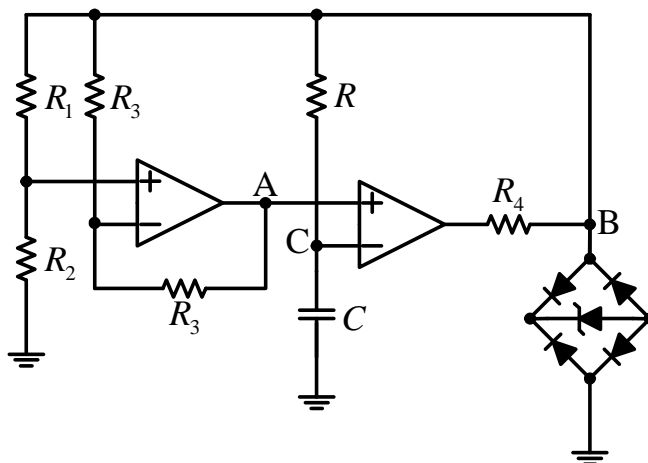


5. [15] Izračunati i nacrtati talasne oblike napona u tačkama A, B i C za kolo sa slike 5. Odrediti frekvenciju oscilovanja kola. Poznato je: $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 12 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 820 \Omega$, $R = 10 \text{ k}\Omega$, $C = 100 \text{ nF}$, $V_Z = 7.6 \text{ V}$, $V_D = 0.7 \text{ V}$, $V_{CC} = 15 \text{ V}$. Operacioni pojačavači su idealni i napajaju se sa $\pm V_{CC}$.



Slika 5

Rešenje:

Sa slike 5 možemo direktno pisati

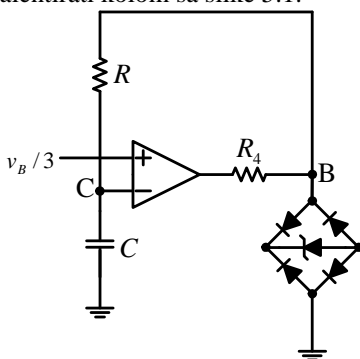
$$v_{OP}^+ = \frac{2}{3}v_B$$

$$v_{OP}^- = \frac{v_A}{2} + \frac{v_B}{2}$$

Kako operacioni pojačavač ima lokalnu negativnu povratnu spregu dalje važi

$$v_{OP}^+ = v_{OP}^- \Rightarrow v_A = \frac{v_B}{3}$$

Zaključak je da se kolo sa slike 5 može ekvivalentirati kolom sa slike 5.1.



Slika 5.1

Neka je u početnom trenutku posmatranja na izlazu komparatora nizak napon, tako da se dobija ekvivalentna šema prikazana na slici 5.2, i sa ove slike se očitava.

$$v_B(0^-) = -(2V_D + V_Z) = -9 \text{ V}$$

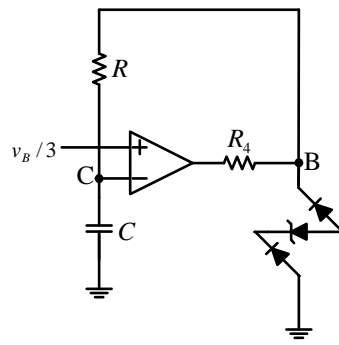
Parametri napona u tački C su

$$v_C(\infty) = v_B(0^-) = -9 \text{ V}$$

$$\tau = RC = 1 \text{ ms}$$

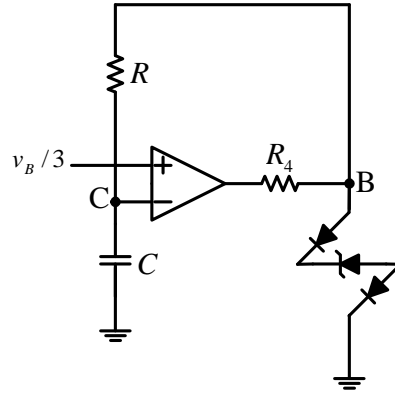
i očigledno je da ovaj napon opada. U trenutku $t = 0^-$ napon tačke C pada na vrednost napona u tački A

$$v_C(0^-) = \frac{v_B(0^-)}{3} = -3 \text{ V}$$



Slika 5.2

Izlaz komparatora se menja, postaje visok, tako da se dobija nova ekvivalentna šema prikazana na slici 5.3, sa koje se očitava



Slika 5.3

$$v_B(0^+) = 2V_D + V_Z = 9 \text{ V}$$

Parametri napona u tački C su

$$v_C(0^+) = v_C(0^-) = -3 \text{ V}$$

$$\tau = RC = 1 \text{ ms}$$

$$v_C(\infty) = v_B(0^+) = 9 \text{ V}$$

i ovaj napon raste.

Napon tačke C u trenutku $t = T_1^-$ dostiže vrednost napona u tački A

$$v_C(T_1^-) = \frac{v_B(0^+)}{3} = 3 \text{ V}$$

$$T_1 = RC \ln \frac{v_C(\infty) - v_C(0^+)}{v_C(\infty) - v_C(T_1^-)} \approx 693 \mu\text{s}$$

Izlaz komparatora se opet menja, postaje nizak, i ekvivalentna šema je ista kao ona prikazana na slici 5.2.

$$v_B(T_1^+) = -(2V_D + V_Z) = -9 \text{ V}$$

Parametri napona u tački C su

$$v_C(T_1^+) = v_C(T_1^-) = 3 \text{ V}$$

$$\tau = RC = 1 \text{ ms}$$

$$v_C(\infty) = v_B(T_1^+) = -9 \text{ V}$$

i ovaj napon opada.

Nakon protoka vremena $t = T_2^-$ napon tačke C ponovo pada na vrednost napona u tački A, čime je završen jedan ciklus oscilacija u kolu.

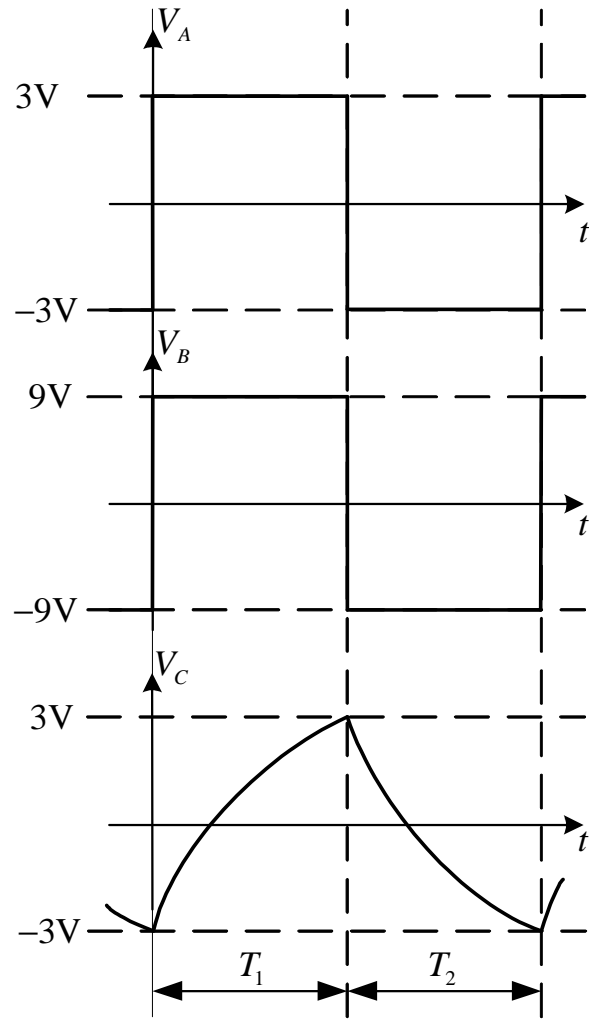
$$v_C(T_1^-) = \frac{v_B(T_1^+)}{3} = -3 \text{ V}$$

$$T_1 = RC \ln \frac{v_C(\infty) - v_C(T_1^+)}{v_C(\infty) - v_C(T_2^-)} \approx 693 \mu\text{s}$$

Frekvencija oscilovanja kola je

$$f = \frac{1}{T_1 + T_2} = 721.5 \text{ Hz}$$

Traženi vremenski oblici napona prikazani su na slici 5.4.



Slika 5.4