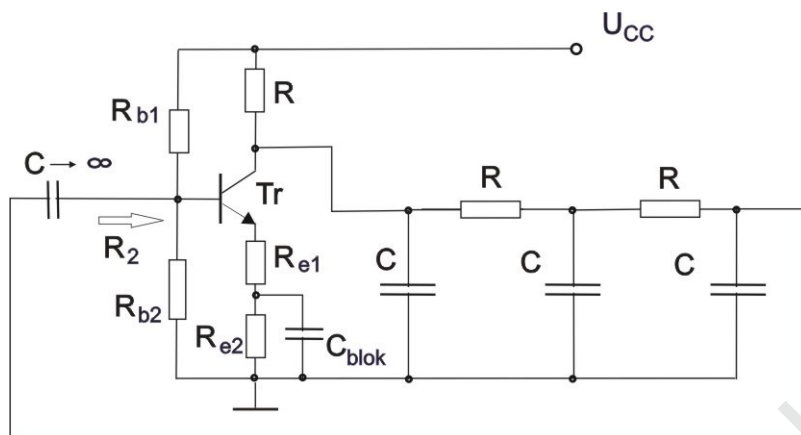


RC OSCILATOR

[Andrej Lavrič](#)

OSCILATOR S 180 STOPINJSKIM RC OBRAČEVALNIKOM FAZE

Zamislimo si RC oscilator, kot je na sliki 1



Slika 1 RC oscilator

Oscilator oscilira, ko je ojačenje ojačevalnika večje ali enako slabljenju povratne vezave in ko je skupni fazni kot nič stopinj:

$$A_u S \geq 1$$

$$\varphi = 0^\circ$$

Tranzistorski ojačevalnik obrača fazo za 180° , zato mora kaskada treh RC členov v povratni vezavi prav tako zasukati fazo za 180° . Upor prvega člena predstavlja sam kolektorski upor. Tretji kondenzator v verigi je obremenjen z vhodno upornostjo tranzistorske stopnje po sliki 1:

$$R_2 = R_{b1} // R_{b2} // r_b$$

Tu je upornost v bazni spoj:

$$r_b = \beta (r_e + R_{e1})$$

β je faktor tokovnega ojačenja tranzistorja (približno 100), $r_e \cong \frac{25 \text{ mV}}{I_e}$ upornost emitorskega spoja in I_e emitorski tok (približno enak kolektorskemu toku).

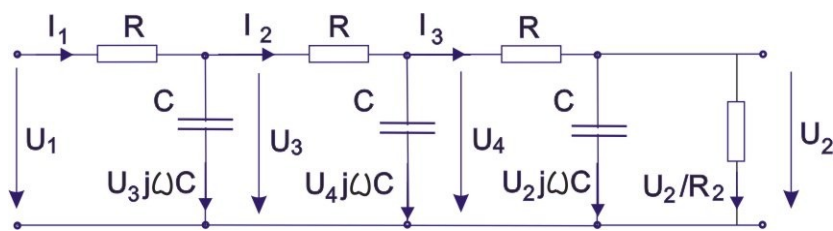
Napetostno ojačenje tranzistorja je približno:

$$A_u = \frac{R}{R_{e1} + r_e}$$

Izračunajmo sedaj vezje povratne vezave z upoštevanjem izhodne obremenitve obračalnika faze z vhodno upornostjo v tranzistorski ojačevalnik.

OBRAČALNIK FAZE

Trije RC elementi naj obrnejo fazo za 180 stopinj. Prvi člen je obremenjen z vhodno impedanco, ki jo ima kaskada drugega in tretjega člena, drugi člen z impedanco tretjega člena in tretji člen z bremensko upornostjo R_1 . Vsi elementi sukalnika imajo isto vrednost R odnosno C.



Obremenjen RC fazni sukalnik

Analizirajmo vezje:

$$I_3 = \frac{U_2}{R_2} + U_2 j\omega C$$

$$U_4 = U_2 + I_3 R = U_2 + \frac{U_2}{R_2} R + U_2 j\omega C R$$

$$I_2 = I_3 + U_4 j\omega C = \frac{U_2}{R_2} + U_2 j\omega C + U_4 j\omega C = \frac{U_2}{R_2} + U_2 j\omega C + U_2 j\omega C + \frac{U_2}{R_2} R j\omega C - U_2 \omega^2 C^2 R$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} + 2U_2 j\omega C + \frac{U_2}{R_2} R j\omega C - U_2 \omega^2 C^2 R$$

$$U_3 = I_2 R + U_4 = \frac{U_2}{R_2} R + 2U_2 j\omega C R + \frac{U_2}{R_2} R^2 j\omega C - U_2 \omega^2 C^2 R^2 + U_2 + \frac{U_2}{R_2} R + U_2 j\omega C R$$

$$U_3 = 2 \frac{U_2}{R_2} R + 3U_2 j\omega C R + \frac{U_2}{R_2} R^2 j\omega C - U_2 \omega^2 C^2 R^2 + U_2$$

$$I_1 = I_2 + U_3 j\omega C = \frac{U_2}{R_2} + 2U_2 j\omega C + \frac{U_2}{R_2} R j\omega C - U_2 \omega^2 C^2 R + j\omega C \left(2 \frac{U_2}{R_2} R + 3U_2 j\omega C R + \frac{U_2}{R_2} R^2 j\omega C - U_2 \omega^2 C^2 R^2 + U_2 \right) = \frac{U_2}{R_2} + \frac{2U_2 j\omega C}{R_2} + \frac{U_2}{R_2} R j\omega C - \frac{U_2 \omega^2 C^2 R}{R_2} + 2 \frac{U_2}{R_2} R j\omega C - \frac{3U_2 \omega^2 C^2 R}{R_2} - \frac{U_2}{R_2} R^2 \omega^2 C^2 -$$

$$jU_2 \omega^3 C^3 R^2 + U_2 j\omega C = \frac{U_2}{R_2} - 4U_2 \omega^2 C^2 R - \frac{U_2}{R_2} R^3 \omega^2 C^2 + j3 \frac{U_2}{R_2} R \omega C + j3U_2 \omega C - jU_2 \omega^3 C^3 R^2$$

$$U_1 = I_1 R + U_3$$

$$U_1 = \frac{U_2}{R_2} R - \frac{4U_2 \omega^2 C^2 R^2}{R_2} - \frac{U_2}{R_2} R^3 \omega^2 C^2 + j3 \frac{U_2}{R_2} R^2 \omega C + \frac{j3U_2 \omega C R}{R_2} - \frac{jU_2 \omega^3 C^3 R^3}{R_2} +$$

$$+ 2 \frac{U_2}{R_2} R + \frac{3U_2 j\omega C R}{R_2} + \frac{U_2}{R_2} R^2 j\omega C - \frac{U_2 \omega^2 C^2 R^2}{R_2} + U_2$$

$$U_1 = 3 \frac{U_2}{R_2} R - 5U_2 \omega^2 C^2 R^2 - \frac{U_2}{R_2} R^3 \omega^2 C^2 + j4 \frac{U_2}{R_2} R^2 \omega C + j6U_2 \omega C R - jU_2 \omega^3 C^3 R^3 + U_2$$

Da dobimo resonančno frekvenco, postavimo imaginarni del je enako nič:

$$4 \frac{U_2}{R_2} R^2 \omega C + 6U_2 \omega C R - U_2 \omega^3 C^3 R^3 = 0$$

Krajšamo z $U_2 \omega C R$:

$$\frac{4R}{R_2} + 6 - \omega^2 C^2 R^2 = 0$$

Dobimo:

$$\omega = \frac{\sqrt{6 + \frac{4R}{R_2}}}{2\pi RC}$$

Če je $R_2 \rightarrow \infty$ $\xrightarrow{\text{sledi}}$ $\omega = \frac{\sqrt{6}}{2\pi RC}$

Iz realnega dela dobimo slabljenje vezja:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{3R}{R_2} - 5U_2\omega^2 C^2 R^2 - \frac{\omega^2 C^2 R^3}{R_2} + 1$$

Vstavimo:

$$\omega^2 C^2 R^2 = 6 + \frac{4R}{R_2}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{3R}{R_2} - 5\left(6 + \frac{4R}{R_2}\right) - \frac{R}{R_2}\left(6 + \frac{4R}{R_2}\right) + 1$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{3R}{R_2} - 30 - \frac{20R}{R_2} - \frac{6R}{R_2} - \frac{4R^2}{R_2^2} + 1$$

$$\frac{U_1}{U_2} = -\frac{23R}{R_2} - \frac{4R^2}{R_2^2} - 29$$

Če je $R_2 \rightarrow \infty$ $\xrightarrow{\text{sledi}}$ $\frac{U_1}{U_2} = -29$

Pri visoki bremenski upornosti dobimo enaki enačbi za frekvenco in slabljenje, kot smo izpeljali [v prejšnjem prispevku](#).