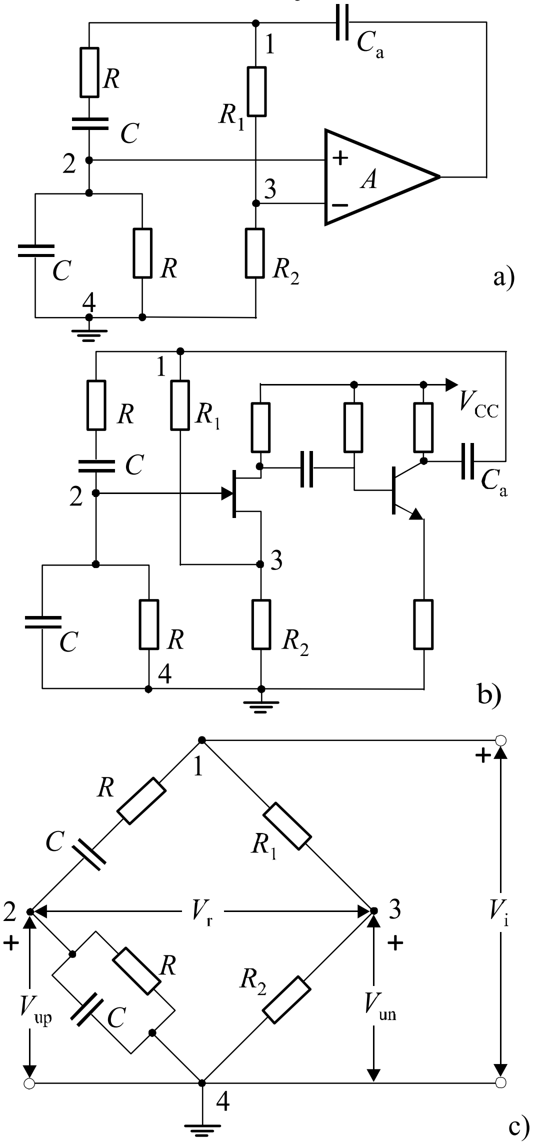
10.4. OSCILATOR SA WIEN-OVIM MOSTOM

Izobličenja talasnog oblika izlaznog signala mogu se smanjiti ako se, pored pozitivne, uvede i negativna povratna sprega s tim da je, na frekvenciji oscilovanja, dominantna pozitivna. Na frekvenciji harmonika treba da bude dominantna negativna povratna sprega kako se, na ovim frekvencijama, ne bi mogao ostvariti uslov oscilovanja.



Sl. 10.4.1 Oscilator sa Wien-ovim mostom: a) sa operacionim pojačavačem, b) sa diskretnim pojačavačem i c) most

Oscilator koji je prikazan na Sl. 10.4.1 u dvema varijantama, upravo sadrži takvo kolo povratne sprege. Kolo sa Sl. 10.4.1a sadrži operacioni pojačavač. Na neinvertujući ulaz dovodi se signal koji je u fazi sa izlaznim naponom te se ostvaruje pozitivna povratna sprega. Kolo pozitivne povratne sprege je identično sa onim sa Sl. 10.1.2. Na invertujući ulaz se dovodi signal preko razdelnika napona koji predstavlja kolo negativne povratne sprege. Na istom je principu zasnovano i kolo sa Sl. 10.4.1b. Ono sadrži dva pojačavačka stepena: prvi sa JFET-om, a drugi sa bipolarnim tranzistorom. Kola pozitivne i negativne povratne sprege su identična kao i kod prethodnog oscilatora s tim što ulogu otpornika R_2 preuzima otpornik u sorsu JFET-a. Kondenzator C_a jednosmerno odvaja kolo povratne sprege, a njegova vrednost je dovoljno velika tako da na frekvenciji oscilovanja predstavlja kratak spoj.

Vrednost koeficijenta prenosa signala u inverznom smeru preko kola negativne povratne sprege ne zavisi od frekvencije. Koeficijent prenosa preko kola pozitivne povratne sprege, međutim, zavisi od frekvencije i to tako da je maksimalan na frekvenciji oscilovanja, a opada na nižim i višim frekvencijama. Vrednost maksimuma je takva da na frekvenciji oscilovanja dominira pozitivna, a na frekvencijama harmonika negativna povratna sprega. Lako je uočiti da kolo pozitivne i negativne povratne sprege sačinjavaju ukupni signal povratne sprege pa dobijamo

(10.4.1) $$V_r = V_{up} - V_{un}$$

gde je V_{up} ulazni signal pozitivne, a V_{un} negativne povratne sprege. Ukupni prenosni koeficijent kola povratne sprege je

(10.4.2) $$B = \frac{V_r}{V_i} = \frac{V_{up}}{V_i} - \frac{V_{un}}{V_i} = B_p - B_n.$$

Veličina B_p je data ranije i iznosi

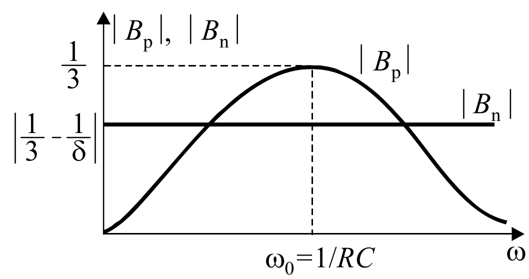
(10.4.3) $$B_p = \frac{1}{3 + j\omega RC + 1/(j\omega RC)},$$

a za veličinu B_n imamo

(10.4.4) $$B_n = \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1}{3} - \frac{1}{\delta},$$

gde je uvedeno

(10.4.5) $$\frac{1}{\delta} = \frac{R_1 - 2R_2}{3(R_1 + R_2)} = \frac{R_1/R_2 - 2}{3(R_1/R_2 + 1)}.$$



Sl. 10.4.2 Zavisnost modula koeficijenta povratne sprege od frekvencije

Frekvencija oscilovanja je i dalje

(10.4.6) $$\omega_0 = 1/(RC).$$

Na ovoj frekvenciji imamo

(10.4.7) $$B|_{\omega=\omega_0} = (B_p - B_n)|_{\omega=\omega_0} = 1/\delta,$$

pa je uslov oscilovanja

(10.4.8) $$A_d \geq \delta.$$

gde je A_d diferencijalno pojačanje pojačavača.

S obzirom da pojačanje mora biti pozitivan broj potrebno je da i $\delta > 0$ što znači da mora biti zadovoljen i uslov

(10.4.9) $$R_1 > 2R_2.$$

Ako se izabere, na primer, $R_1 = 3R_2$, dobija se da je potrebna vrednost pojačanja $A = \delta = 12$.

Koliko je veće R_1 toliko je manje pojačanje potrebno.

Čitaocu se preporučuje da uslov i frekvenciju oscilovanja dobije iz izraza za kružno pojačanje koje će generisati prekidanjem petlje povratne sprege na neinvertujućem ulazu pojačavača.

Na Sl. 10.4.2 su prikazane zavisnosti $|B_p|$ i $|B_n|$ od frekvencije. Može se uočiti da u jednom frekvencijskom opsegu u okolini ω_0 dominira pozitivna povratna sprega. Uslov oscilovanja se ostvaruje samo na ω_0. Van tog opsega dominira negativna povratna sprega što znači da se ne može uspostaviti uslov oscilovanja. Ranije smo pokazali (odeljak 3.1. 8.4), međutim, da na frekvenciji $2\omega_0$ vrednost modula amplitudske karakteristike RC filtra propusnika opsega opadne za $2/\sqrt{5}$ puta, tako da u našem slučaju, iznosi $2/(3\sqrt{5})$. Prema tome, ako želimo da odstranimo drugi harmonik iz signala potrebno je da

(10.4.10a) $$\frac{1}{3} - \frac{1}{\delta} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} > \frac{1}{3}\frac{2}{\sqrt{5}}.$$

ili

(10.4.10b) $$R_1 < (3\sqrt{5}/2 - 1)R_2 = 1.18 \cdot (2R_2).$$

Ovaj rezultat treba razumeti na sledeći način. Oscilator će oscilovati za svaki par vrednosti otpornosti koji zadovoljava (10.4.9) ali ako istovremeno želimo i eliminaciju harmonika (ako nema drugog neće biti ni ostalih) treba da se zadovolji (10.4.10). Ovaj rezultat može da se interpretira i grafički pomoću Sl. 10.4.2. Naime, kada se R_1 povećava vodoravna linija se pomera na dole i opseg frekvencija za koji je moguće oscilovanje se širi. Jed. (10.4.10) govori o tome dokle se ta linija sme spuštati, a da se ne dozvoli nastajanje harmonika. Kao zaključak možemo reći da za linearne oscilacije treba da bude zadovoljeno

(10.4.11) $$2R_2 < R_1 < (3\sqrt{5}/2 - 1)R_2 = 2.36 \cdot R_2.$$

Oscilator sa Wien-ovim mostom nalazi veliku primenu u oscilatorima za širok opseg frekvencija. Ovim oscilatorom mogu se generisati signali čija je frekvencija od nekoliko herca do nekoliko megaherca. Promena frekvencije se postiže promenom vrednosti *R* ili *C* u kolu pozitivne povratne sprege. Otpornost i/ili kondenzatori se menjaju u isto vreme. Obično se grube (skokovite) promene frekvencije ostvaruju promenom jednog tipa elementa (na primer otpornosti), a fine promenom drugog.

U oscilatoru ovog tipa, pored Wien-ovog mosta, može se upotrebiti i druga mreža propusnik opsega frekvencije. Primer takve mreže je dvostruki T most sa RC ili LC elementima. Na ovaj način može se obezbediti još veća selektivnost odnosno "čistiji" talasni oblik za isto pojačanje pojačavača.