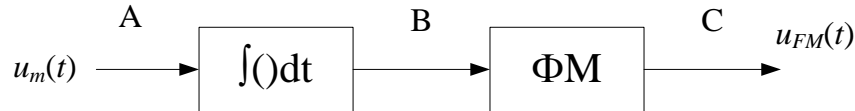


## UGAONE MODULACIJE

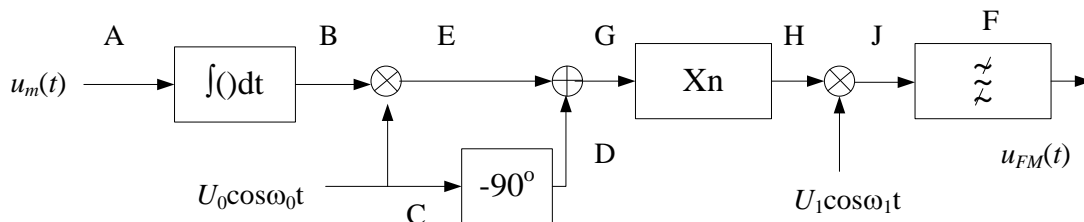
1. U jednom od postupaka za dobijanje FM signala koristi se integrator i fazni modulator kao što je prikazano na slici.



Slika

Na ulaz u integrator dovodi se test signal  $u_m(t) = U_m \cos \omega_m t$  pri čemu učestanost ovog signala može da ima bilo koju vrijednost između 0,3kHz do 3,4kHz. Karakteristika integratora je takva da pri učestanosti  $f_m = 1\text{kHz}$  i amplitudi  $U_m = 1\text{V}$  signal na njegovom izlazu ima amplitudu  $U_B = 0,06\text{V}$ . Amplituda prostoperiodičnog napona  $U_B$  na ulazu u  $\Phi M$  i devijacija faze na njegovom izlazu  $\Delta\Phi_0$  direktno su srazmjerne sve do vrijednosti  $U_B = 0,3\text{V}$ , kada je  $\Delta\Phi_0 = 50\text{rad}$ . Za vrijednosti  $U_B > 0,3\text{V}$  devijacija faze više nije direktno srazmjerna amplitudi  $U_B$ . Izračunati:

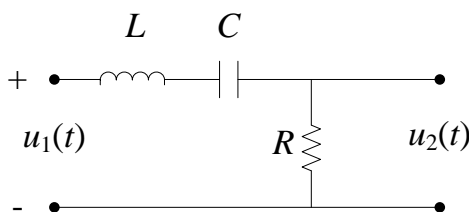
- Najveću vrijednost amplitude test signala  $U_m$  pri kojoj je frekvencijski modulator još uvijek linearan,
  - Devijaciju učestanosti FM signala u tački C,
  - Opseg učestanosti u kome se nalaze značajne komponente spektra FM signala.
2. U opsegu B prenosi se N radio signala  $u_i(t) = U_0 \cos(\omega_0 t + \Delta\omega_0 \int m_i(\tau) d\tau)$ , gdje je  $i = 1, \dots, N$ . Najviša učestanost u spektru signala  $m_i(t)$  je  $f_m$ , pri čemu je  $|m_i(t)| \leq 1$ , a  $\Delta f_0 = 5f_m \ll B$ .
- Odrediti maksimalan broj radio signala koji mogu da se prenesu u datom opsegu B,
  - Za koliko treba smanjiti devijaciju učestanosti  $\Delta f_0$  da bi u datom opsegu moglo da se prenese 2N signala?
3. Na slici je prikazana blok šema predajnika FM signala. Kao modulator u ovom predajniku se koristi Armstrongov modulator koga sačinjavaju sklopovi između A i G na šemi. Ovaj modulator ispravno funkcioniše sve dok signal na izlazu iz kola za sabiranje ima indeks modulacije  $m_G \leq 0,5$ . Ako učestanost modulišućeg signala  $u_m(t) = U_m \cos \omega_m t$  može da ima bilo koju vrijednost između 50Hz i 15kHz i učestanost nosioca u Armstrongovom modulatoru iznosi  $f_0 = 200\text{kHz}$ , izračunati:
- Maksimalnu devijaciju učestanosti FM signala u tački G na izlazu iz kola za sabiranje,
  - Koliko puta mora da se umnoži učestanost signala iz tačke G pa da signal na izlazu iz prijemnika  $U_{FM}(t)$  ima maksimalnu devijaciju učestanosti od 75kHz,
  - Učestanost pomoćnog nosioca  $f_1$  tako da učestanost signala na izlazu iz predajnika bude 90MHz.



Slika

4. Test signal  $u_m(t)=U_m\cos\omega_m t$  frekvencijski moduliše nosilac  $u_0(t)=U_0\cos\omega_0 t$ . Pri tome je učestanost nosioca tako izabrana da je  $f_0 \gg f_m$ . Maksimalna devijacija učestanosti koju proizvodi modulišući signal je  $\Delta f_0=5f_m$ . Frekvencijski modulisan signal dovodi se u kolo čija je električna šema prikazana na slici.

Odrediti vrijednosti induktivnosti  $L$  i kapacitivnosti  $C$  elemenata kola tako da na krajevima otpornika  $R$  amplituda ni jedne od značajnih komponenti ne bude oslabljena za više od 1dB u odnosu na amplitudu koju je ista komponenta imala na ulazu u kolo.



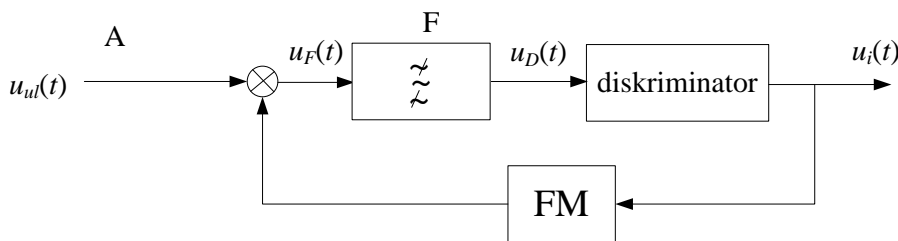
Slika

5. Na slici je prikazana blok šema demodulatora za FM signale. Demodulator se sastoji od produktnog modulatora, filtra propusnika opsega učestanosti od  $f_1-B_1/2$  do  $f_1+B_1/2$ , diskriminatora čija je konstanta  $k_1$  i frekvencijskog modulatora čija je konstanta  $k_2$ . Učestanost nosioca na izlazu iz ovog FM modulatora je  $f_0-f_1$ , pri čemu je  $f_0 \gg f_1$ .

Ako na ulaz u demodulator dolazi signal  $U_{ul}(t)$ :

$$U_{ul}(t) = U_0 \cos(\omega_0 t + \frac{\Delta f_0}{f_m} \sin \omega_m t), \text{ pronaći:}$$

- Signal na izlazu iz demodulatora  $u_i(t)$  i pokazati da je direktno srazmjeran modulišućem signalu,
- Izraz za FM signal na izlazu iz filtra  $F$ ,
- Veličinu  $k_1 k_2$  tako da je potrebna širina propusnog opsega filtra  $F$  jednaka 1/5 širine opsega učestanosti koji zauzima spektar signala  $U_{ul}(t)$  kada je  $\Delta f_0/f_m=9$ .



Slika

### Za vježbu:

- FM predajnik sa direktnom modulacijom u sebi sadrži oscilatorno kolo sastavljeno od induktivnosti  $L=10\mu\text{H}$  i kapacitivnosti čija vrijednost zavisi od amplitude modulišućeg signala. Kada je modulišući signal 0, efektivna vrijednost kapacitivnosti iznosi 1000pF. Signal poruke  $4,5\cos(2\pi \cdot 10^3 t)$  (V) izaziva maksimalnu promjenu kapacitivnosti od 6pF. Ako se pretpostavi da se FM signalu na izlazu iz modulatora dodatno umnožava učestanost pet puta, odrediti širinu spektra takvog FM signala.

**Rješenje:**  $B = 11,54 \text{ kHz}$  ;  $B^* = 49,77 \text{ kHz}$