

MF1. Se consideră o transmisie MF cu $f_p = 89,2$ MHz, $\Delta f_M = 50$ kHz și $f_{mM} = 15$ kHz.

a. Determinați banda semnalului modulată.

b. Calculați frecvența de translație și parametrii FTB (f_c și Δf) necesari pentru a translața semnalul recepționat pe frecvența intermediară $f_i = 10,7$ MHz. Câte variante există?

c. Dacă expresia semnalului recepționat după translația pe f_i este:

$$s_r(t) = A(t) \cdot \cos(\omega_i t + \Delta\omega_M \cdot \int f(\tau) d\tau)$$

demodulatorului MF necoerent

Rezolvare:

a.) Lărgimea de bandă ocupată de semnalul modulată este:

$$LB = 2 f_{mM} (1 + \beta + \sqrt{\beta})$$

unde

$$\beta = \frac{\Delta f_m}{f_{mM}} = \frac{50 \cdot 10^3}{15 \cdot 10^3} = 3.33$$

deci lărgimea de bandă este:

$$LB = 2 f_{mM} (1 + \beta + \sqrt{\beta}) = 30 \cdot 10^3 (1 + 3.33 + \sqrt{3.33}) = 30 \cdot 10^3 \cdot 6.15 = 184.77 \text{ kHz}$$

Banda ocupată de semnal este:

$$B = \left[f_c - \frac{LB}{2}; f_c + \frac{LB}{2} \right] = \left[89.2 \cdot 10^6 - \frac{184.77 \cdot 10^3}{2}; 89.2 \cdot 10^6 + \frac{184.77 \cdot 10^3}{2} \right] =$$

$$= [89.107615; 89.2923] \text{ MHz}$$

b.) Frecvența de translație trebuie să satisfacă condiția:

$$|f_c - f_t| = f_i$$

Așa cum rezultă din relația de mai sus există două valori pentru frecvența de translație care satisfac condiția impusă:

$$f_t = f_c - f_i = 89.2 \cdot 10^6 - 10.7 \cdot 10^6 = 78.5 \text{ MHz}$$

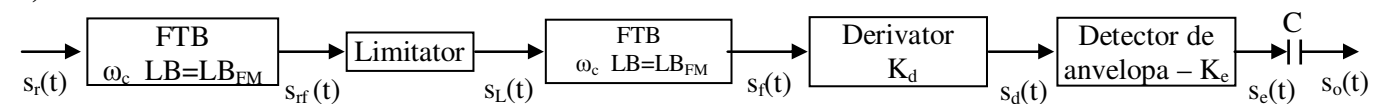
$$f_t = f_c + f_i = 89.2 \cdot 10^6 + 10.7 \cdot 10^6 = 99.9 \text{ MHz}$$

frecvența centrală a FTB trebuie să fie egală cu frecvența intermediară, și lărgimea benzii de trecere a filtrului trebuie să fie mai mare sau egală cu lărgimea de bandă a semnalului modulată;

$$f_c = f_i = 10.7 \text{ MHz}$$

$$\Delta f = LB = 184.77 \text{ kHz}$$

c.) Schema bloc a demodulatorului MF este :



semnalul după limitator și filtru trece bandă este:

$$s_f(t) = A \cdot \cos(\omega_i t + \Delta\omega_M \cdot \int f(\tau) d\tau)$$

derivând acest semnal se obține:

$$\begin{aligned}
s_d(t) &= (s_f(t))' = \left(A \cdot \cos(\omega_i t + \Delta\omega_M \cdot \int^t f(\tau) d\tau) \right)' = \\
&= A \cdot \left(\omega_i t + \Delta\omega_M \cdot \int^t f(\tau) d\tau \right)' \cdot \sin(\omega_i t + \Delta\omega_M \cdot \int^t f(\tau) d\tau) = \\
&= A \cdot (\omega_i + \Delta\omega_M \cdot f(t)) \cdot \sin(\omega_i t + \Delta\omega_M \cdot \int^t f(\tau) d\tau)
\end{aligned}$$

Acest semnal este un semnal a cărei anvelopă și deviație de frecvență variază proporțional cu semnalul modulator. Semnalul la ieșirea detectorului de anvelopă va fi:

$$s_e(t) = A \cdot (\omega_i + \Delta\omega_M \cdot f(t)) \cdot \text{const}$$

Condensatorul C elimina componenta continua a acestui semnal, astfel semnalul demodulat va fi:

$$s_o(t) = A \cdot \Delta\omega_M \cdot f(t) \cdot \text{const}$$

MF2. O transmisie MF are următorii parametri: $f_p=100\text{MHz}$, $\Delta f_M=75\text{kHz}$ și semnal modulator dreptunghiular bipolar simetric cu frecvența 2kHz . Dacă semnalul modulator este filtrat ideal astfel încât se rețin componentele spectrale atenuate cu mai puțin de 40dB față de fundamentală, care este banda de frecvență a semnalului modulat ?

Rezolvare

În cazul unui semnal dreptunghiular amplitudinea armonicii k este:

$$A_k = \frac{A}{2k-1}$$

Toate componentele din spectrul a semnalului modulator trebuie să îndeplinească condiția:

$$40\text{dB} \geq 20 \lg \frac{A}{A_k} \Rightarrow \frac{A}{A_k} \leq 10^2 \Rightarrow A_k \geq \frac{A}{100}$$

adică

$$\frac{A}{2k-1} \geq \frac{A}{100} \Rightarrow 2k-1 \leq 100 \Rightarrow k \leq 50.5$$

deci ultima componentă care satisface condițiile cerute de problemă este a 50-a armonică care are frecvența :

$$f_{mM} = (2k-1) f_{dr} = 99 f_{dr} = 188\text{kHz}$$

Lărgimea de bandă ocupată de semnalul modulat este:

$$LB = 2 f_{mM} (1 + \beta + \sqrt{\beta})$$

unde

$$\beta = \frac{\Delta f_m}{f_{mM}} = \frac{75 \cdot 10^3}{188 \cdot 10^3} = 0.398$$

deci lărgimea de bandă este:

$$LB = 2 f_{mM} (1 + \beta + \sqrt{\beta}) = 2 \cdot 188 \cdot 10^3 (1 + 0.398 + \sqrt{0.398}) = 763.48\text{kHz}$$

Banda ocupată de semnal este:

$$\begin{aligned}
B &= \left[f_p - \frac{LB}{2}; f_p + \frac{LB}{2} \right] = \left[100 \cdot 10^6 - \frac{763.48 \cdot 10^3}{2}; 100 \cdot 10^6 + \frac{763.48 \cdot 10^3}{2} \right] = \\
&= [99.6182; 100.3817] \text{MHz}
\end{aligned}$$