

**1. feladat:**

AM-DSB modulátor kimenő jele:

$$s_{AM}(t) = 5 \cos(1800\pi t) + 20 \cos(2000\pi t) + 5 \cos(2200\pi t)$$

Határozza meg:

- $s_m(t)$  moduláló jelet,
- $f_v$  vivőfrekvenciát,
- $s_{AM}(t)$  maximális értékét,
- modulációs mélységet,
- a modulált jel spektrumát,
- a vivőfrekvenciás komponensben és az összes oldalsávokban lévő teljesítmények arányát.

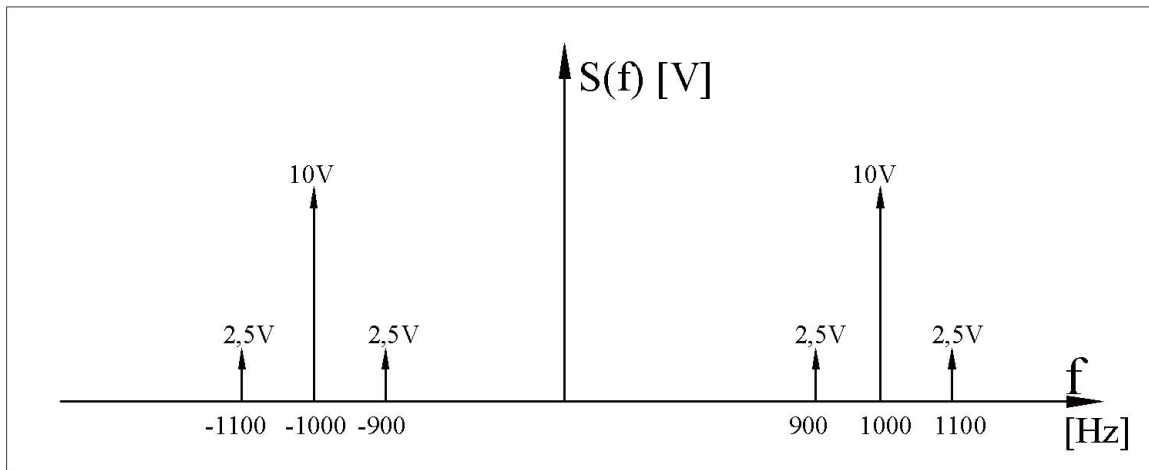
a,  $S_m(t) = 10 \cdot \cos 200\pi t$

b,  $f_v = 1000 \text{ Hz}$

c,  $\max = U_v + U_m = 30 \text{ V}$

d,  $m = U_m / U_v = 10 / 20 = 0.5$

e,



f,  $P_{vivo} = (U_v/2)^2 / R$ ,  $P_{oldalsav} = (U_m/4)^2 / R$   
 $P_{vivo} / 2 * P_{oldalsav} = 2 * U_v^2 / U_m^2 = 8$

## 2. feladat:

AM-DSB modulátor moduláló jele:

$$s_m(t) = 2\cos(2\pi f_1 t) + \cos(2\pi f_2 t)$$

A modulált jel:  $s_{AM}(t) = a(t)\cos(2\pi f_v t)$ , ahol  $a(t) = 4 + s_m(t)$

$$f_1 = 1\text{kHz}, f_2 = 2\text{kHz}, f_v = 1\text{MHz},$$

Határozza meg:

- g.  $s_{AM}(t)$  maximális értékét,
- h. a modulált jel spektrumát,
- i. a vivőfrekvenciás komponensben és az összes oldalsávokban lévő átlagteljesítmények arányát.

### Megoldás:

a.

$$s_m(t)\text{-nek maximuma van pl. } t=0 \text{ helyen, } s_m(0) = 3.$$

b.

$$\pm f_v \quad \left(\frac{4}{2}\right)^2 = 4$$

$$\pm(f_v - f_1) \quad \left(\frac{2}{4}\right)^2 = 0.25$$

$$\pm(f_v + f_1) \quad \left(\frac{2}{4}\right)^2 = 0.25$$

$$\pm(f_v - f_2) \quad \left(\frac{1}{4}\right)^2 = 0.0625$$

$$\pm(f_v + f_2) \quad \left(\frac{1}{4}\right)^2 = 0.0625$$

c.

$$\frac{\left(\frac{4}{2}\right)^2}{2\left(\frac{2}{4}\right)^2 + 2\left(\frac{1}{4}\right)^2} = 6.4$$

### 3. feladat:

Egy modulátor az

$$s_m(t) = 3^{[V]} \cos(3\pi t^{[ms]})$$

bemenő jel hatására a

$$s_{\gamma\gamma}(t) = 4 \cos(500\pi \cdot t^{[ms]} + 5 \sin(3\pi t^{[ms]}))$$

modulált jelet állítja elő.

- Milyen fajtájú modulációs módszerről van itt szó? (4 pont)
- Mekkora a moduláló jel frekvenciája és a vivőfrekvencia?
- Mekkora a moduláló jel és a modulált jel amplitúdója? (4 pont)
- Mekkora a modulált jel fázis- és frekvencialökete? (4 pont)
- Becsülje meg a modulált jel sávszélességét! (4 pont)

- Milyen fajtájú modulációs módszerről van itt szó? (4 pont)

Szög, FM

- Mekkora a moduláló jel frekvenciája és a vivőfrekvencia?

1,5kHz és 250kHz

- Mekkora a moduláló jel és a modulált jel amplitúdója? (4 pont)

3V és 4V

- Mekkora a modulált jel fázis- és frekvencialökete? (4 pont)

$$\Phi_D = k_{PM} U_m = 5 \text{ rad}$$

$$f_D = k_{FM} U_m = \frac{k_{FM} U_m}{f_m} f_m = 5 * 1.5 \text{ kHz} = 7.5 \text{ kHz}$$

- Becsülje meg a modulált jel sávszélességét! (4 pont)

$$B = 2(f_D + f_m) = 2(1.5 \text{ kHz} + 7.5 \text{ kHz}) = 18 \text{ kHz}$$

#### 4. feladat:

AM-DSB/SC modulátor moduláló jele:

$$s_m(t) = 2\cos(\omega_1 t) + \cos(\omega_2 t)$$

A modulált jel:  $s_{SC}(t) = a(t)\cos(\omega_v t)$ ,

ahol  $\omega_1 = 1\text{kHz} \cdot 2\pi[\text{rad}]$ ,  $\omega_2 = 2\text{kHz} \cdot 2\pi[\text{rad}]$ ,  $\omega_v = 1\text{MHz} \cdot 2\pi[\text{rad}]$ .

Határozza meg:

j.  $s_{SC}(t)$  modulált jelet,

k. modulált jel spektrumát  $S_{SC}(j\omega)$ .

**Mo.**

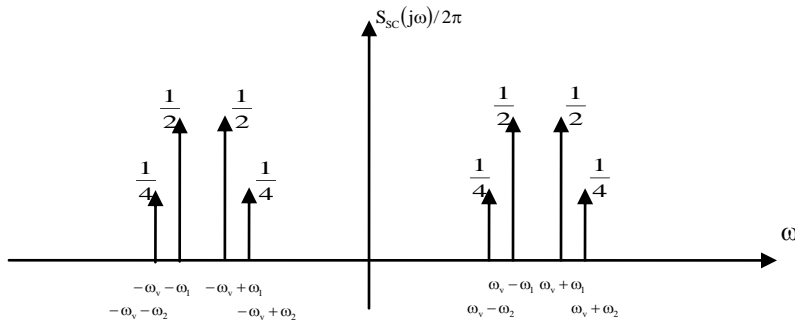
a.  $s_{SC}(t)$  modulált jelet,

$$s_{SC}(t) = a(t)\cos \omega_v t = s_m(t)\cos \omega_v t =$$

$$= 2\cos \omega_1 t \cos \omega_v t + \cos \omega_2 t \cos \omega_v t =$$

$$= \cos(\omega_v - \omega_1)t + \cos(\omega_v + \omega_1)t + \frac{1}{2}\cos(\omega_v - \omega_2)t + \frac{1}{2}\cos(\omega_v + \omega_2)t$$

b. modulált jel spektrumát  $S_{SC}(j\omega)$ .



### 5. feladat:

AM-DSB modulátor kimenő jele:

$$s_{AM}(t) = 5 \cos(1800\pi t) + 20 \cos(2000\pi t) + 5 \cos(2200\pi t)$$

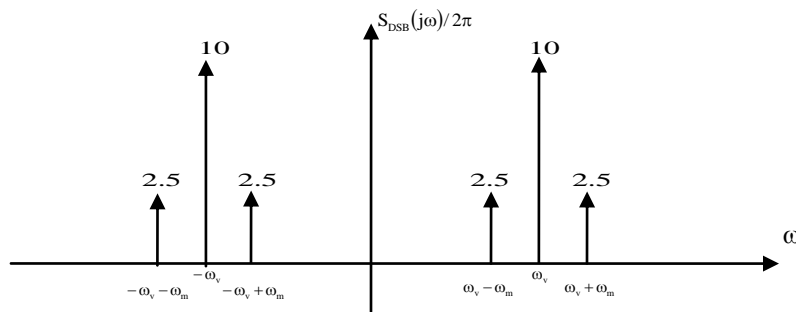
Határozza meg:

- modulációs mélységet és a modulált jel spektrumát,
- a vivőfrekvenciás komponensben és az összes oldalsávokban lévő teljesítmények arányát.

**Mo.**

- modulációs mélységet és a modulált jel spektrumát,

$$m = \frac{U_m}{U_v} = \frac{10}{20} = 50\%$$



$$\omega_v = 1\text{kHz} \cdot 2\pi[\text{rad}] \quad \omega_m = 100\text{Hz} \cdot 2\pi[\text{rad}]$$

- A vivőfrekvenciás komponensben és az összes oldalsávokban lévő teljesítmények arányát.

Tekintsük az időbeli jelet:

$$s_{AM}(t) = 5 \cos(1800\pi t) + 20 \cos(2000\pi t) + 5 \cos(2200\pi t)$$

- $P = \frac{U^2}{2R}$  összefüggést alkalmazva a teljesítmények aránya miatt az R értéke kiesik.

$$\frac{\frac{20^2}{2}}{\frac{5^2}{2} + \frac{5^2}{2}} = \frac{200}{12.5 + 12.5} = \frac{200}{25} = 8$$

## 6. feladat:

Egy FM modulátor kimenő jele:

$$s_{\text{FM}}(t) = 100 \cos(\omega_v t + 4 \sin(\omega_m t))$$

ahol  $\omega_v = 2\pi \cdot 10\text{MHz}$  és  $\omega_m = 2\pi \cdot 1\text{kHz}$

- Mekkora a modulált jel  $f_D$  frekvencialökete?
- Becsülje meg a modulált jel sávszélességét!

**Mo.**

*Mekkora a modulált jel fázis- és frekvencialökete?*

A koszinusszal modulált FM jel általános alakja:

$$s_{\text{FM}}(t) = U_v \cos\left(\omega_v t + \frac{k_{\text{FM}} U_m}{f_m} \sin \omega_m t\right)$$

A frekvencialöket:

$$f_D = k_{\text{FM}} U_m = \frac{k_{\text{FM}} U_m}{f_m} f_m = 4 \cdot 1\text{kHz} = 4\text{kHz}$$

*Becsülje meg a modulált jel sávszélességét!*

Carlson formula

$$B \approx 2(f_D + f_m) = 2(4\text{kHz} + 1\text{kHz}) = 10\text{kHz}$$