

P.4.1. AM jel vizsgálata

Egy AM modulátor-kimenő jele: $s_{AM}(t) = 3 \cos(1800\pi t) + 10 \cos(2000\pi t) + 3 \cos(2200\pi t)$.

Határozza meg a moduláció típusát, állapítsa meg a vivőfrekvenciát és a moduláló jelet, továbbá a modulációs mélységet! Határozza meg a vivőfrekvenciás komponensben és az oldalsávokban lévő teljesítmények arányát!

P.4.2. Egy másik AM jel

Egy AM DSB modulátor 60 kHz vivőfrekvenciájú, 20% modulációs mélységű, 1.8 V csúcsertéki jelet állít elő. A szinuszos moduláló jel frekvenciája 10 kHz.

Írja fel a modulált jel időfüggvényét! Milyen egységben kell az időt a felírt képletbe behelyettesíteni? Rajzolja fel a modulált jel valamely demonstratív terjedelmű szakaszát! Határozza meg a modulált jel egyes szinuszos összetevőinek frekvenciáját és amplitúdóját!

Javasoljon demodulátort, rajzolja fel a blokkvázlatát és specifikálja a blokkvázlat egyes elemeit!

P.4.3. Ismeretlen modulációs eljárás

Egy modulátor az

$$s_m(t) = 3^{[V]} \cdot \cos(3\pi \cdot t^{[ms]} + 2)$$

bemenő jel hatására a

$$s_{??}(t) = 4^{[V]} \cdot \cos(500\pi \cdot t^{[ms]} + 21 + 5 \sin(3\pi^{[ms]} + 2))$$

modulált jelet állítja elő.

Milyen fajtájú modulációs módszerről van itt szó? Mekkora a moduláló jel és a modulált jel amplitúdója? Mekkora a modulált jel fázis- és frekvenciatolerancia? Becsülje meg a modulált jel sávszélességét!

P.4.4. Szögmodulált jel sávszélessége

Becsülje meg az FM jel a sávszélességét, ha a vivőfrekvencia 10 MHz, a moduláló jel 20 kHz frekvenciájú szinuszos jel, a fázislököt pedig 3.4 rad!

P.4.5. A kislökötű fázismodulátor nemlineáris torzítása

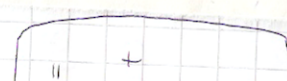
Tanultuk, hogy kislökötű szögmodulált (fázismodulált) jelek előállításának kézenfekvő módszere a

$$s(t) \cong U \cdot \cos(2\pi Ft + \phi) - U \cdot m(t) \cdot \sin(2\pi Ft + \phi)$$

szabály megvalósítása (AM-DSB/SC és 90 fokkal eltolt vivő). Vizsgáljuk meg közelebbről, milyen is ez a modulált jel!

= A \cdot \cos(2\pi f_m t)

COS



2

V

u.c

+

5. gyakorlat

2017. 03. 09.

2

$$s(t) = (U + x(t)) \cdot \cos(2\pi Ft) \Leftrightarrow \begin{matrix} F\text{-nivó} \\ \text{frekvencia} \\ F \gg f_m \end{matrix}$$

↑
lehet szinuszos jel is

$$x(t) = A \cdot \cos(2\pi f_m t)$$

$$\Leftrightarrow U \cos(2\pi Ft) + \frac{1}{2} A \cos(2\pi [F + f_m] t) + \frac{1}{2} A \cos(2\pi [F - f_m] t)$$

$$\begin{aligned} \cos \alpha \cdot \cos \beta &= \\ &= \frac{1}{2} \cos(\alpha + \beta) + \\ &+ \frac{1}{2} \cos(\alpha - \beta) \end{aligned}$$

$$F = 60 \text{ kHz}$$

$$f_m = 10 \text{ kHz}$$

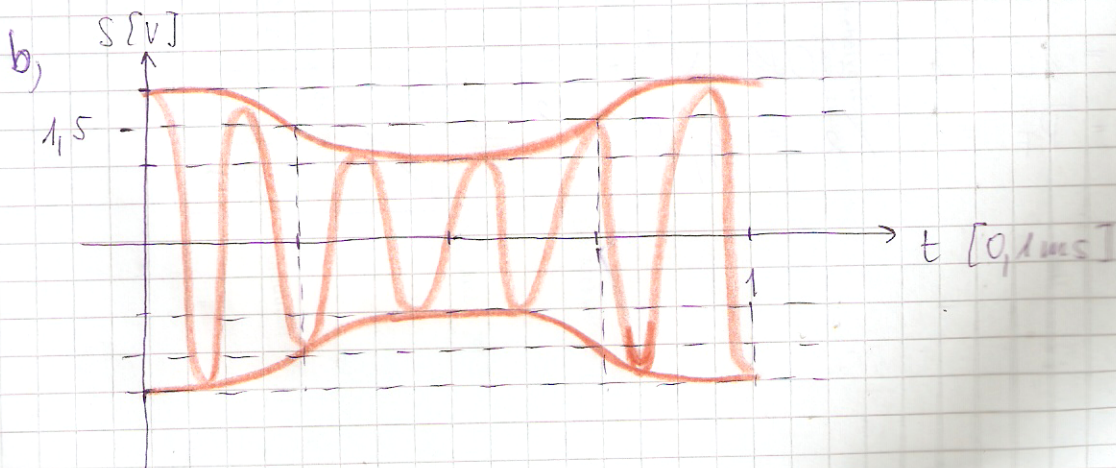
$$S_{\max} = 1,8 \text{ V} = U + A$$

$$m = \frac{|X(t)|_{\max}}{U} = \frac{A}{U} = 0,2$$

$$\left. \begin{array}{l} S_{\max} = 1,8 \text{ V} \\ m = 0,2 \end{array} \right\} 1,2U = 1,8 \Rightarrow \begin{array}{l} U = 1,5 \text{ V} \\ A = 0,3 \text{ V} \end{array}$$

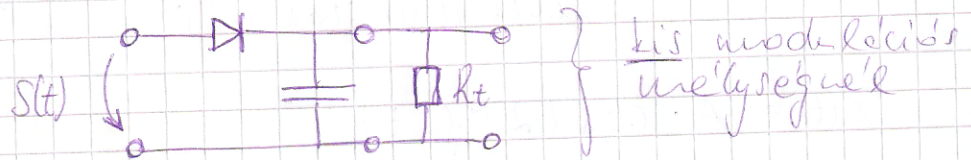
a)

$$s(t) = (1,5 + 0,3 \cos(2\pi \cdot 10 \cdot t^{[\text{ms}]})) \cos(2\pi \cdot 60 \cdot t^{[\text{ms}]}) \text{ [V]}$$

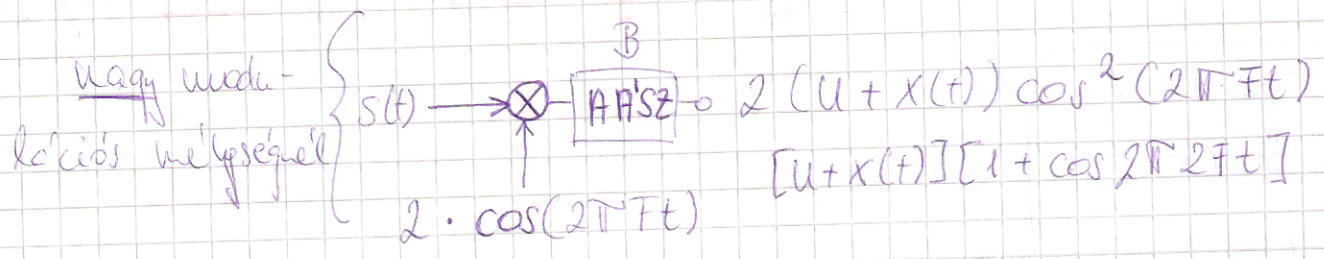


- c)
- működés: $1,5V, 60kHz \quad (1,5)^2/2 \rightarrow P$
 - alsó oldalsáv: $0,15V, 50kHz \quad (0,15)^2/2 \rightarrow P$
 - felső oldalsáv: $0,15V, 70kHz \quad (0,15)^2/2 \rightarrow P$

d) demoduláció: • birkoló detektor



• Szorzói demodulátor



① AM modulátor kimenő jele:

$$S_{AM}(t) = 3 \cos(1800\pi t) + 10 \cos(2000\pi t) + 3 \cos(2200\pi t)$$

$$F = \frac{2000\pi}{2\pi} = 1000 \text{ Hz}$$

$$F + f_m = \frac{2200\pi}{2\pi} = 1100 \text{ Hz} \rightarrow f_m = 100 \text{ Hz}$$

$$F - f_m = \frac{1800\pi}{2\pi} = 900 \text{ Hz}$$

$$\begin{matrix} U = 10 \text{ V} \\ A = 6 \text{ V} \end{matrix} \Rightarrow m = 60\% \left[\frac{6}{10} \right]$$

$$P_V = 10^2/2 = 50 \text{ V}^2$$

$$P_A = P_F = 3^2/2 = 4,5 \text{ V}^2 \Rightarrow \eta = \frac{9}{50}$$

Szögmoduláció

$$s(t) = U \cdot \cos(2\pi Ft + m(t))$$

modulációs
tartomány

F - viszó frekvencia

- $m(t) = c_1 \cdot x(t) \rightarrow$ fázismoduláció

- $[m(t)]' = c_2 \cdot x(t) \rightarrow$ frekvenciomoduláció

$$\max |m(t)| = \text{fázislöklet} = \Delta\Phi$$

$$\text{frekvenciälöklet} = f_D = \max \left\{ \frac{1}{2\pi} |m(t)|' \right\}$$

③ modulátor $\rightarrow s_m(t) = 3 \cos(3\pi t + 2) \rightarrow$

$\rightarrow s_{sz}(t) = 4 \cos(500\pi t + 2) + \underbrace{5 \sin(3\pi t + 2)}_{m(t)}$

$$f_m = 1,5 \text{ kHz}$$

$$F = 250 \text{ kHz}$$

\rightarrow szögmoduláció, frekvenciomoduláció

$$\Delta\Phi = \max \{ |m(t)| \} = \underline{\underline{5}}$$

$$[m(t)]' = 5 \sin(2)$$

$$[m(t)]' = \underbrace{5 \cdot 2\pi f_m}_{\text{}} \cdot \cos(2\pi f_m t + 2)$$

$$\max \{ [m(t)]' \} \Rightarrow f_D = \frac{1}{2\pi} \cdot \max \{ [m(t)]' \} =$$

$$= \underline{\underline{7,5 \text{ kHz}}}$$

$$f_D = f_m \cdot \Delta\Phi$$

Sáv szélesség

• Carson szabály: $B_v \approx 2(f_0 + B)$

• f_0 szinuszos: $B_v \approx 2f_0 (1 + \sqrt{\Delta\Phi} + \Delta\Phi)$
MOST! f_m f_m

$f_0 = f_m$ $B_v = 2 \cdot 1,5 (1 + \sqrt{5} + 5) \approx \underline{\underline{25 \text{ kHz}}}$

④

$$F = 10 \text{ MHz}$$

$$f_0 = 20 \text{ kHz}$$

$$\Delta\Phi = 3,4 \text{ rad}$$

$$B_v \approx 2 \cdot 20 (1 + \sqrt{3,4} + 3,4) \approx \underline{\underline{250 \text{ kHz}}}$$

⑤

$$s(t) = U \cdot \cos(2\pi Ft + \Phi) - U \cdot u(t) \cdot \sin(2\pi Ft + \Phi) \Leftrightarrow$$

$$a \cos x - b \sin x = \sqrt{a^2 + b^2} \cos\left(x + \arctg \frac{b}{a}\right)$$

$$\Leftrightarrow \sqrt{U^2 + U^2 u^2(t)} \cos(2\pi Ft + \arctg u(t))$$

$$U \sqrt{1 + u^2(t)} \cos(2\pi Ft + \arctg u(t))$$

$$\boxed{\arctg x \approx x - \frac{1}{3}x^3}$$