

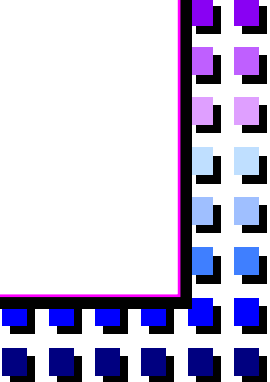


# Infokommunikáció - 5. gyakorlat

<http://tel.tmit.bme.hu/InfoKomm>

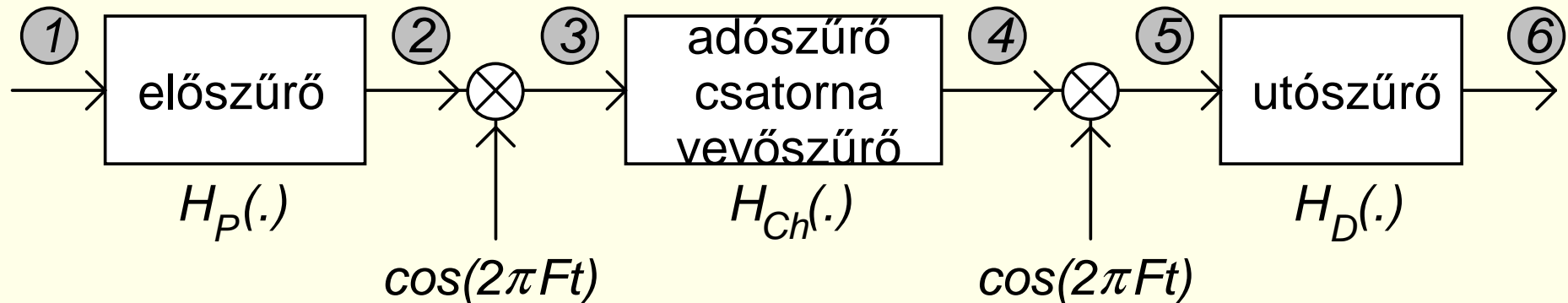
Marosi Gyula

I.B.222., tel.: 1864  
marosi@tmit.bme.hu



# Modulációs lánc

- Egy lineáris (szorzó demodulátoros)  $F$  vivőfrekvenciás rendszer látható az alábbi ábrán.



- Igaz-e, hogy  $H_e(f)$  átviteli függvényű lineáris transzformációt valósít meg e rendszerünk?
  - Segítség: vajon, mi történik egy  $e^{j \cdot 2\pi \cdot f \cdot t}$  jellel?

$$H_e(f) = H_P(f) \cdot \frac{H_{Ch}(f + F) + H_{Ch}(f - F)}{4} \cdot H_D(f)$$

# AM jel sáv szélessége

- Egy  $B$  sáv szélességű jelet szeretnénk továbbítani.
  - » Milyen sáv szélességet foglal el a modulált jel, ha a moduláció ...
    - ... AM-DSB ?
    - ... AM-DSB/SC ?
    - ... AM-SSB ?
    - ... AM-VSB ?
  - » Hogyan változnak a fenti kérdések válaszai, ha a továbbítandó jel egy  $f_m$  frekvenciájú szinuszjel?

$$s_{AM}(t) = (U + x(t)) \cdot \cos(2\pi \cdot F \cdot t)$$

## AM-DSB jelek

■ Szinuszos moduláló jel esetén hogy néz ki egy 50 és egy 150%-osan modulált AM-DSB jel időfüggvénye?

$$s_{AM}(t) = (U + A \cdot \cos(2\pi \cdot f_m \cdot t)) \cdot \cos(2\pi \cdot F \cdot t)$$

- » Adjuk meg mindkét esetben képletben és rajzban is, milyen jel keletkezik, ha a demodulációt burkoló detektorra bízunk!
- » Számítsuk ki mindkét esetre az oldalsávokban megjelenő jelösszetevők és a teljes modulált jel teljesítményének arányát!

$$m = \frac{\max|x(t)|}{U} \quad \frac{P_{hasznos}}{P_{\text{összes}}} = \frac{P_x}{U^2 + P_x} = \frac{(\max|x(t)| / c)^2}{U^2 + (\max|x(t)| / c)^2} = \frac{m^2}{c^2 + m^2}$$

- » Mi változik, ha a szinuszos moduláló jel helyett szimmetrikus háromszögjelet alkalmazunk?

# AM-DSB jel vizsgálata

- A moduláló jel:

$$x(t) = 0.1 \cdot \sin(2\pi \cdot f_1 \cdot t) + 0.5 \cdot \cos(2\pi \cdot f_2 \cdot t)$$

A modulátor kimeneti feszültsége:

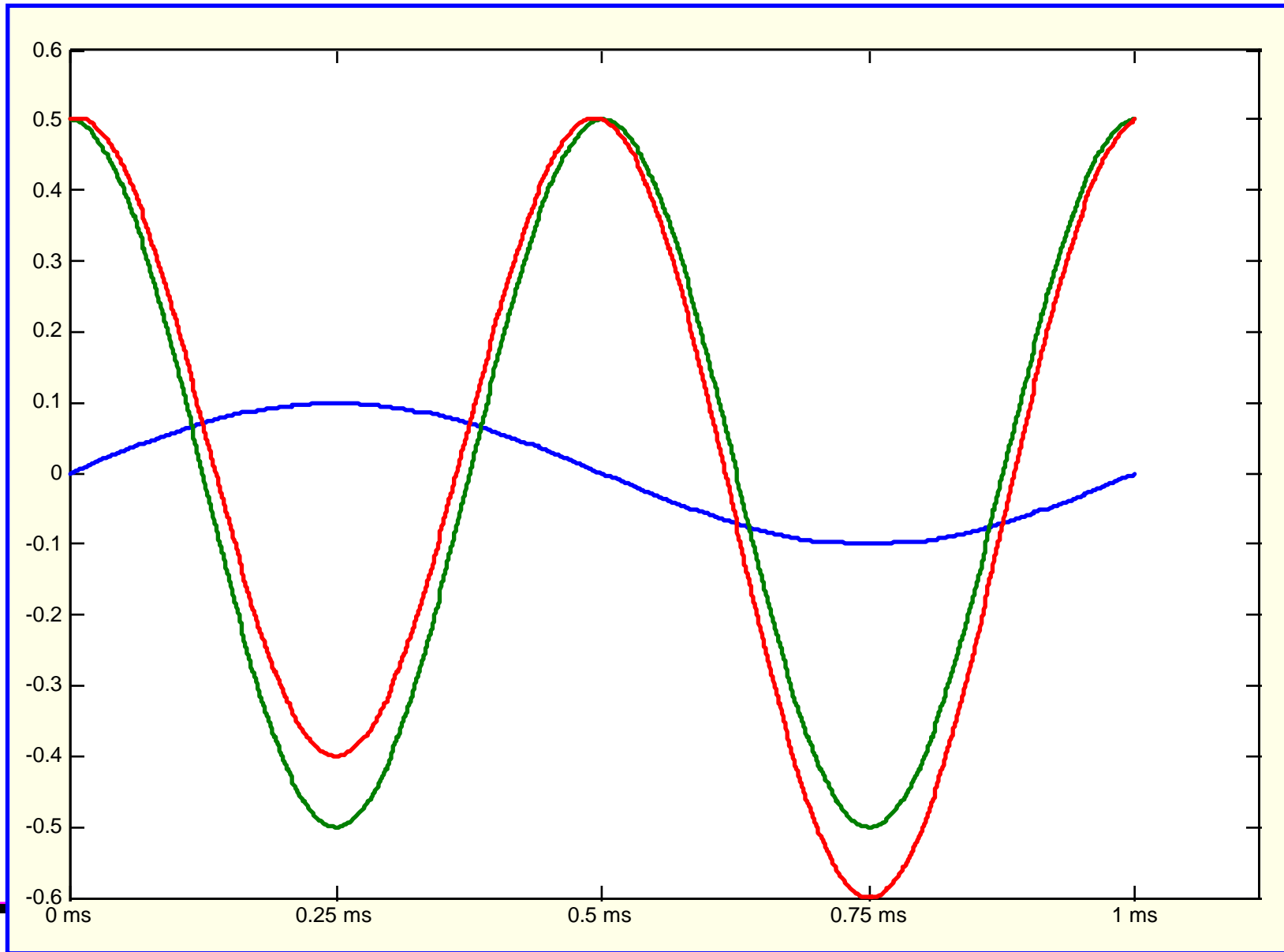
$$s_{AM}(t) = A \cdot [1 + x(t)] \cdot \cos(2\pi \cdot F \cdot t)$$

$$(f_1 = 1 \text{ kHz}, f_2 = 2 \text{ kHz}, F = 800 \text{ kHz}, A = 100 \text{ V})$$

- » Mekkora az ún. modulációs mélység?
- » Hat. meg a modulátor kimenetére kapcsolt 50  $\Omega$ -os ellenálláson lévő teljesítménysűrűség-spektrumot!
  - ... a vivő átlagteljesítménye?
  - ... a (felső- illetve alsó-) oldalsávokban megjelenő átlagteljesítmény?
  - ... a terhelésen megjelenő teljesítmény maximális értéke?

```
x = 0 :  $\pi/1000$  : 2 $\cdot\pi$ 
```

```
plot ( x, 0.1 $\cdot\sin(x)$ , x, 0.5 $\cdot\cos(2\cdot x)$ , x, 0.1 $\cdot\sin(x)$ +0.5 $\cdot\cos(2\cdot x)$  )
```



# AM-SSB előállítása (1., 2.)

- $F = 100 \text{ kHz}$ ,  $b = 300 \text{ Hz}$ ,  $B = 3400 \text{ Hz}$

SZORZÓ (100 kHz) → SZŰRŐ

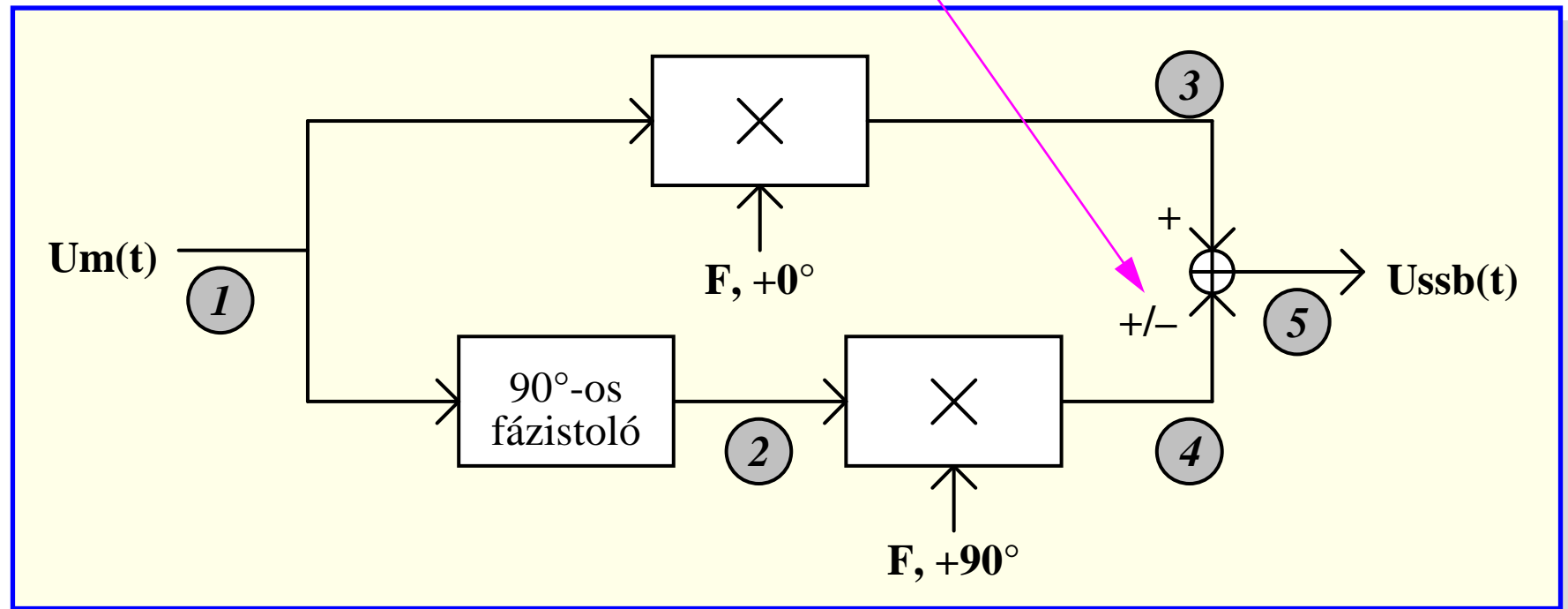
SZORZÓ (20 kHz) → SZŰRŐ → SZORZÓ (80 kHz) → SZŰRŐ

# AM-SSB előállítása (3.)

“kétszeresen kiegyenlített szorzókkal”

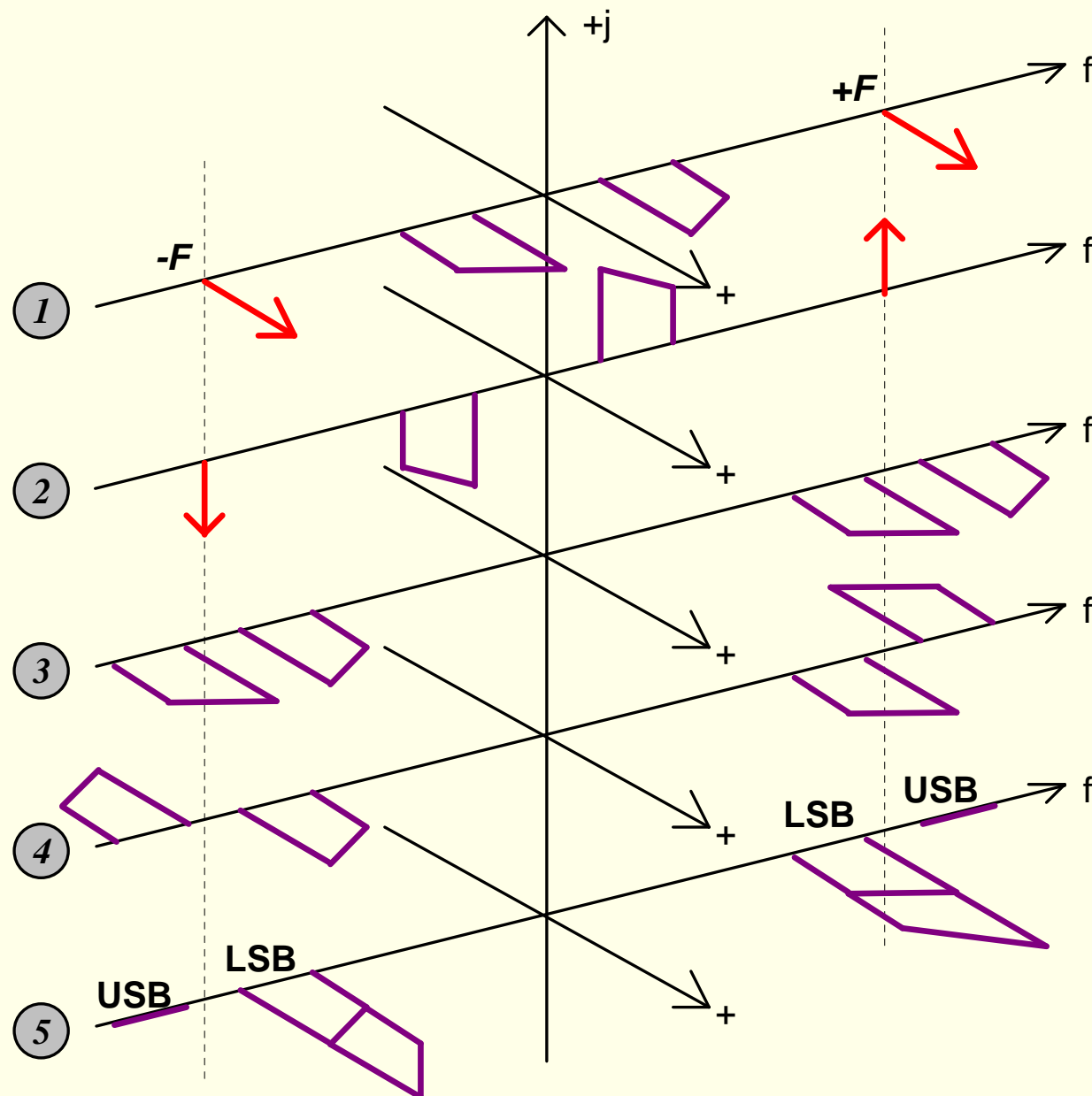
$$\cos(2 \cdot \pi \cdot (f \pm F) \cdot t) =$$

$$= \cos(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t) \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot F \cdot t) \mp \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t) \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot F \cdot t)$$





# AM-SSB előállítása (3. folyt.)



# AM-DSB/SC jel

- Adott egy üzenet-folyamat spektrális sűrűségfüggvénye (felrajzolva a táblára); a jel várható értéke zérus.
  - » Határozzuk meg az ezen üzenet-jellel előállított AM-DSB/SC jel spektrális sűrűségfüggvényét!
  - » Adjunk javaslatot e modulált jel előállítására!
  - » Adjunk javaslatot a fenti jel demodulálására!

# AM-SSB jel

- Adott egy üzenet-folyamat spektrális sűrűségfüggvénye (felrajzolva a táblára); a jel várható értéke zérus.
  - » Határozzuk meg az ezen üzenet-jellel előállított AM-SSB jel spektrális sűrűségfüggvényét!
  - » Adjunk javaslatot e modulált jel előállítására!
  - » Adjunk javaslatot a fenti jel demodulálására!

# AM-???? kimenő jel vizsgálata

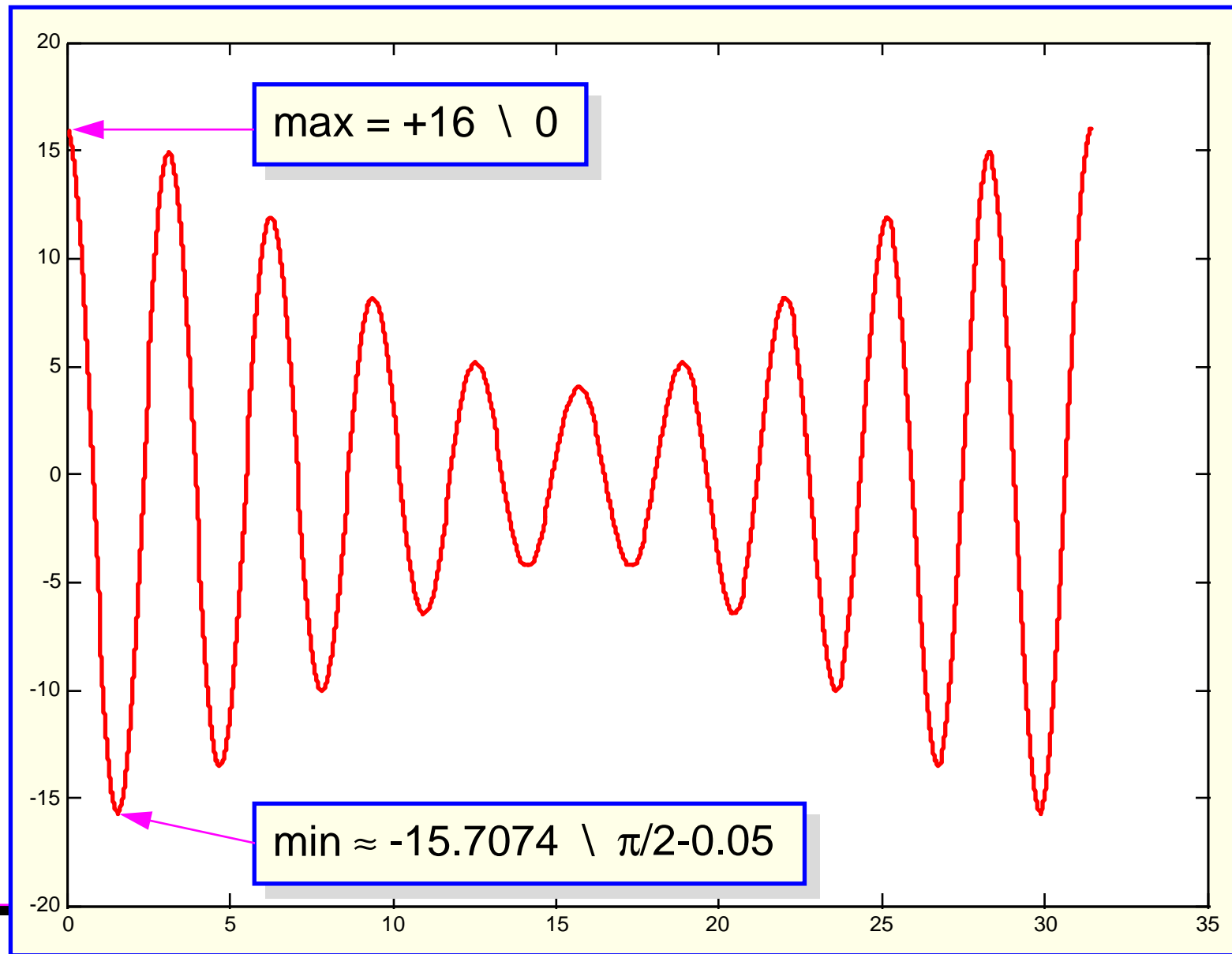
$$s_{AM}(t) = 3 \cdot \cos(1800 \cdot \pi \cdot t) + 10 \cdot \cos(2000 \cdot \pi \cdot t) + 3 \cdot \cos(2200 \cdot \pi \cdot t)$$

Határozzuk meg...

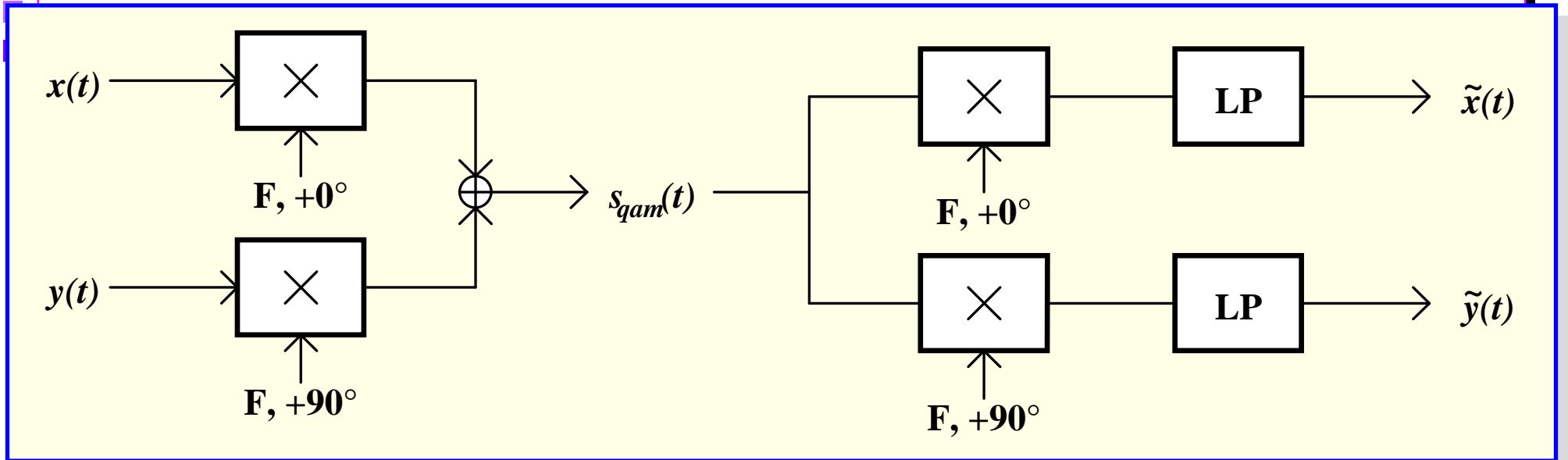
- » ... e moduláció típusát!
- » ... az  $x(t)$  moduláló jelet!
- » ... az  $F$  vivőfrekvenciát!
- » ... az  $s_{AM}(t)$  jel szélsőértékeit! (max., min.=?)
- » ... a modulációs mélységet!
- » ... a vivőfrekvenciás komponensben és az oldalsávokban lévő teljesítmények arányát!

```
x = 0 :  $\pi/1000$  : 20 \cdot \pi
```

```
plot ( x, 3 \cdot \cos(1.8 \cdot x) + 10 \cdot \cos(2 \cdot x) + 3 \cdot \cos(2.2 \cdot x) )
```



# QAM



$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \cos(2 \cdot \alpha)$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cdot \cos(2 \cdot \alpha)$$

$$\sin \alpha \cdot \cos \alpha = 0 + \frac{1}{2} \cdot \sin(2 \cdot \alpha)$$