ZH

"0. gyakorlat" (Jelek)

- Egy összetett jel időfüggvénye az alábbi:

$x(t) = 3 \cdot A \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot t) - 2 \cdot A \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_1 \cdot t) \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot t)$

- Határozzuk meg e jel ...
  - » ... egyenszintjét, ha $f_1 = f_0$! (5 pont)
  - » ... csúcsértékét, ha $f_1 = f_0 \cdot \sqrt{2}$! (5 pont)
  - » ... effektív értékét, ha $f_1 = f_0 \cdot \sqrt{2}$! (5 pont)
  - » ... csúcstényezőjét, ha $f_1 = f_0 \cdot \sqrt{2}$! (5 pont)

Mintavételezés

- Egy 8 *kHz* mintavételi frekvenciával működő digitális rendszer a bemenetére adott 1.5 *kHz* frekvenciájú szinuszos jelet amplitúdóhelyesen továbbítja.
  Ha viszont az 1.5 *kHz* frekvenciájú szinuszos bemenőjel amplitúdója nagyobb mint 2 *Volt*, akkor a kimenőjel már egy 3.5 *kHz* frekvenciájú, kicsiny amplitúdójú összetevőt is tartalmaz. (A visszaállító szűrő jó minőségű, 4 *kHz* sávhatárú aluláteresztő.)
  - » Magyarázható-e a tapasztalt jelenség azzal, hogy a rendszer bemenő fokozatát túlvezéreltük? (10 pont)
  - » Milyen frekvenciájú jelösszetevők lehetnek még a kimenőjelben? (10 pont)

Mintavételezés + kvantálás

- Egy tantárgy előadásait digitális hangtechnikával kívánjuk rögzíteni az órát önhibájukon kívül mulasztó hallgatók számára.
  A szuperjó (értsd: hibátlan) átalakítási tulajdonságokkal rendelkező mikrofonunk jelét egy 4 kHz határfrekvenciájú, ideálisnak tekinthető aluláteresztő szűrőn átvezetve 9 kHz-es mintavételezéssel és 14 bites, egyenletes kvantálással digitalizáljuk.
  - » Sikerül-e így tökéletes hanghűséggel rögzíteni az előadó hangját? (1 pont)
  - » Ha nem, miért nem? (5+5 pont)
  - » Szükség van-e egyáltalán ebben a műszaki feladatban a fent említett aluláteresztő szűrőre? Ha igen, miért, illetve ha nem, akkor miért nem? (5 pont)
  - » Milyen számszerűsíthető (azaz valamilyen műszerrel mérhető) és milyen hallható változást okoz, ha a jeltovábbítás során minden egyes minta legértéktelenebb 6 bitjét elhagyjuk? (3+3 pont)
  - » Ha egy tréfás hallgató arra kéri az előadót, hogy 26 dB-lel beszéljen hangosabban, akkor valójában hányszoros (akusztikus) teljesítményleadást igényel ő az oktatótól? (4 pont)

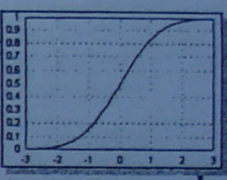
Műhold

- A GPS műholdak a földfelszín felett kb. 20,000 *km* magasságban keringenek és 1.5 *GHz* környéki jelet sugároznak 25 *Watt* teljesítményű adójukkal. Az adóantenna nyeresége 13 *dB*, a vevőantennáké tipikusan 3 *dB*.
  - » Mekkora járulékos csillapítást képes e rendszer elviselni, ha a vevők érzékenysége -160 *dBW*, azaz az 1 *W*-nál 160 *dB*-lel kisebb teljesítményű jel már/még értékelhető? (10 pont)
  - » Mekkora lehet a GPS műhold parabolaantennájának az átmérője? (6 pont)
  - » Miért nem használnak a műholdon nagyobb nyereségű antennát? (4 pont)

FM

- Egy FM rádióadóról azt tudjuk, hogy ha a moduláló jel 1 V csúcsértékű 1 ms periódusidejű szinuszjel, akkor a modulált jel amplitúdója 9 V, frekvencialökete 9 kHz.
  - » Határozzuk meg a modulált jel fázislöketét! (5 pont)
  - » Becsüljük meg a modulált jel sávszélességét! (5 pont)
  - » Hogyan változik a modulált jel teljesítménye, ha a moduláló jel teljesítménye duplázódik? (5 pont)
  - » Hogyan változik a modulált jel teljesítménye, ha a moduláló jel frekvenciája duplázódik? (5 pont)
  - » Milyen módon lehetne a moduláló jelet visszanyerni a modulált jelből? (5 pont; demodulátor!)

PAM feladat



- Egy alapsávú üzemmódban működő hírközlő szakaszon PAM típusú modulációt használunk, az adószűrő $H_A(f)$ karakterisztikájú.
  A jelzési idő 0.5 ms.

$$H_A(f) = \begin{cases} 2 & ha \quad |f| \le 800 \text{ Hz} \\ 0.1 \cdot \sqrt{1200 - |f|} & ha \quad 800 < |f| < 1200 \text{ Hz} \\ 0 & ha \quad |f| \ge 1200 \text{ Hz} \end{cases}$$

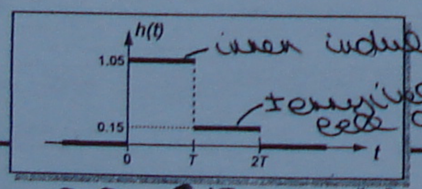
  - » Milyen legyen a vevőszűrő ahhoz, hogy elkerülhető legyen a szimbólumközi áthallás?
  - » A zajt vajon optimálisan transzformáljuk így?
  - » Az 50 Ohm-os lezárások között működő vevőszűrő utáni ponton a bináris jel mintái ±1 Volt értékűek. Mekkora lesz a hibavalószínűség, ha az additív Gauss zaj spektrális sűrűsége a szűrő bemenetén 10^{-3} mW/Hz?

A standard normális eloszlásfüggvény diagramja a fenti ábrán látható.

  - » Tételezzük fel, hogy 5 ilyen szakaszt egymás után kapcsolunk. Mekkora lesz a teljes rendszer hibavalószínűsége?

Egy másik PAM feladat

- Egy T jelzési idejű, bináris alapsávi PAM rendszer elemi jele a lenti ábrán látható.
  - » Rajzoljuk fel az "1-0-1-1-1-0" bitsorozathoz tartozó PAM jelet, ha az "1"-et +1, a "0"-t pedig -1 értékű (azaz: $d_k = \pm 1$) amplitúdó jelzi! (5 pont)
  - » Keletkezik-e ebben a rendszerben szimbólumközti áthallás? (5 pont)
  - » Milyen értékű mintákat szolgáltathat a vevőkészülék mintavevője? (4 pont)
  - » Rajzoljuk fel a vett jel szemábráját! (4 pont)
  - » Alkalmas-e ez az elemi jel négyszintű rendszer üzemeltetésére? (4 pont)
  - » Alkalmas-e ez az elemi jel nyolcszintű rendszer üzemeltetésére? (2 pont)



Fények

- Primitív színes rendszerünkben az additív színkeverés R, G és B alapszíneit 2 bites kvantálással továbbítjuk/tároljuk.
  (pl. az egyes színcsatornákra vonatkozólag "00"↔0%, "01"↔33%, "10"↔67%, "11"↔100% intenzitás-hozzárendeléssel)
  - » Hány különböző (fény)érzet állítható igy elő? (5 pont)
  - » És hány különböző fényességérték állítható elő? (5 pont)
  - » A szürke (fehér) hány árnyalatát tudjuk e rendszerrel előállítani? Határozza meg a fényességértéküket is! (5 pont)
- Színes rendszerünket tovább egyszerűsítjük: az R, G és B színjeleket immár mindössze 1 bitre kvantáljuk.
  ("0"↔0%, "1"↔100%)
  - » Sorolja fel, mégpedig számított fényességük alapján sorrendbe állítva, hogy milyen színérzeteket tudunk így előállítani! (10 pont)

Itt, az egyszerűség kedvéért: fényességérték = világosságérték = láthatóság = luminancia = Y.

Színek és QAM

- Színes TV-rendszerünk világosság (Y) és két színkülönbségi (C_R=R-Y és C_B=B-Y) jelet továbbít, utóbbiakat QAM alkalmazásával.
  - » Hogyan nyerhetőek vissza az Y, C_R, C_B jelekből az R,G,B alapszínjelek? (1+3+1 pont)
  - » Hogyan nyerhető vissza C_R és C_B a QAM jelből? (5 pont; demodulátor!)
  - » Mit látunk a vevőkészüléken, ha a QAM demoduláció konstans fázishibával történik? (5 pont)
  - » Mit látunk a vevőkészüléken, ha a QAM demoduláció konstans frekvenciahibával történik? (5 pont)
  - » Felismerhető marad-e a képernyőn a magyar zászló (három sáv: piros, fehér, zöld), ha a QAM demodulációhoz használt regenerált vivő ...
    - ... hibája 0.1 Hz? (5 pont; magyarázat!)
    - ... hibája 0.1 szögfok? (5 pont)

Indokolás

20
11.
85

(1)

Egyenszint:

$$3A\cos\beta - 2A\sin\beta\sin\beta = 3A\cos\beta - \cancel{2}A\frac{1}{\cancel{2}} + 2A\cdot\frac{1}{2}\cos 2\beta = 3A\cos\beta - A + A\cos 2\beta$$

$2\pi g_0 t \triangleq \beta$

$$\sin^2\beta = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\cos 2\beta$$

- egyenszint : $-A$

Csúcsérték:

$$\underbrace{3A\cos\beta}_{x} - \underbrace{2A\sin 2\pi g_1 t}_{y}\cdot\sin\beta = \underbrace{\sqrt{(3A)^2 + (2A\sin 2\pi g_1 t)^2}}_{\sqrt{9A^2+4A^2} = A\sqrt{13}}\cos(\beta + \operatorname{arctg}\ldots)$$

$$\sqrt{x^2+y^2}\cos(\alpha+\beta) = x\cos\beta - y\sin\beta$$

$\alpha \parallel \operatorname{arctg}\frac{y}{x}$

~~$(3A)^2 + (2A\sin$~~

$\downarrow$

~~$9A^2$~~

Effektív érték:

$$3A\cos 2\pi g_0 t - \cancel{2}A\cos[2\pi(g_1-g_0)t + A\cos 2\pi(g_0+g_1)t$$

$$\frac{9A^2}{2} + \frac{A^2}{2} + \frac{A^2}{2} = \frac{11A^2}{2} \rightarrow \text{eff. ért.} : A\sqrt{\frac{11}{2}}$$

Csúcstény: $\frac{\cancel{A}\sqrt{13}}{\cancel{A}\sqrt{\frac{11}{2}}} = \sqrt{\frac{26}{11}}$

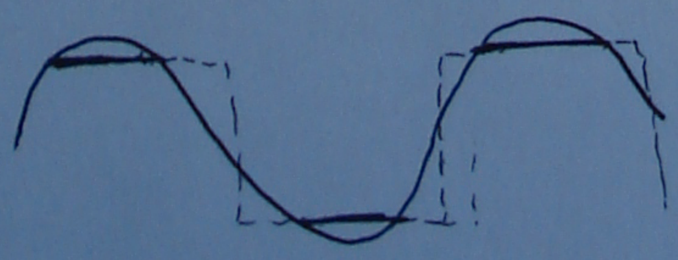
Amélie csoddealtos élete

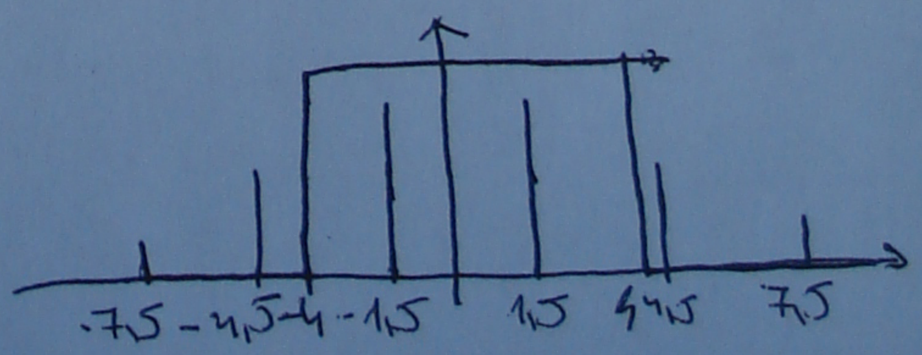
(2.) Mintavételezés

<u>5kHz</u>

$g_3 = 8\,kHz$

Igen, mert túlvezérelésnél négyszögesedik a jel.





$\pm(2k+1)\cdot 1{,}5\,[kHz]$

$\pm n\cdot 8\,[kHz]$ $k,n\in\mathbb{Z}$

k	[kHz]
0	1,5
1	4,5
2	7,5
3	10,5

n	[kHz]
0	1,5
1	3,5
1	0,5
1	2,5

③ Nem, mert van 4 kHzes gerjedő hangok...

Kell sávkorlátozni, pl. átlapolódás

④ Mükcd

$$a_{sz} = \frac{P_T}{P_R} = \left(\frac{4\pi r}{\lambda}\right)^2 \frac{1}{G_T} \quad \frac{1}{G_R}$$

$$A_h = G_R \frac{\lambda^2}{4\pi}$$

$25\,W \rightarrow 14\,dBW$

$14 - (-160) = 174\,dB$ ~~csillapítások stb elhanyagolva~~

$$a_{sz} = \underbrace{\left(\frac{4\pi r}{\lambda}\right)^2}_{182} \cdot \underbrace{\frac{1}{G_T}}_{-13} \cdot \underbrace{\frac{1}{G_R}}_{-3} \quad \Big| \text{ még 8dBes csillapítást tud elviselni}$$

$= 166\,dB$

$$A_R = G_R \cdot \frac{\lambda^2}{4\pi} \Rightarrow 28{,}4\,cm$$

⑤ $g_H = 1\,kHz$ (1V)

$g_D = 9\,kHz$ (9V)

$\Phi_D = \max|\mu(t)|$

$g_D = \frac{1}{2\pi} \max|\dot{\mu}(t)|$

$\mu_t = A\cos 2\pi g_H t$ $\quad \mu_t = A \cdot \frac{1}{2\pi g_H} \sin 2\pi g_H t$

$g_D = \frac{1}{2\pi} A$ $\quad \Phi_D = \frac{1}{2\pi g_H} A = \frac{g_D}{2\pi} = 9\,rad$

Jel. adatok:

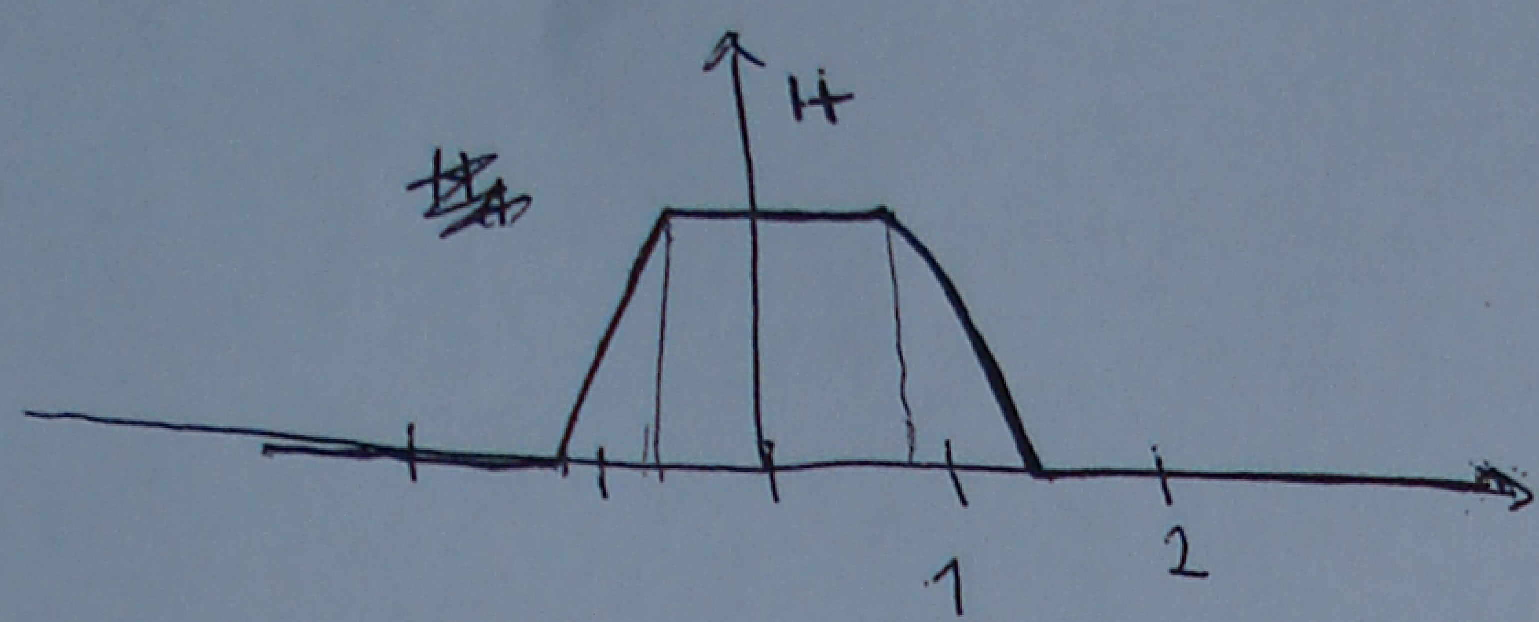
~~detektálni is jó~~

$B = 2(g_H + g_D) = 20\,kHz$ 10-20% as pontossággal

$B = 2\alpha g_H = 26\,kHz$ $\quad \kappa = 1 + \sqrt{\Phi_D} + \Phi_D$

↑ ~~átlapolódás~~ jelekre

6.



$H = H_A H_{cs} H_v$

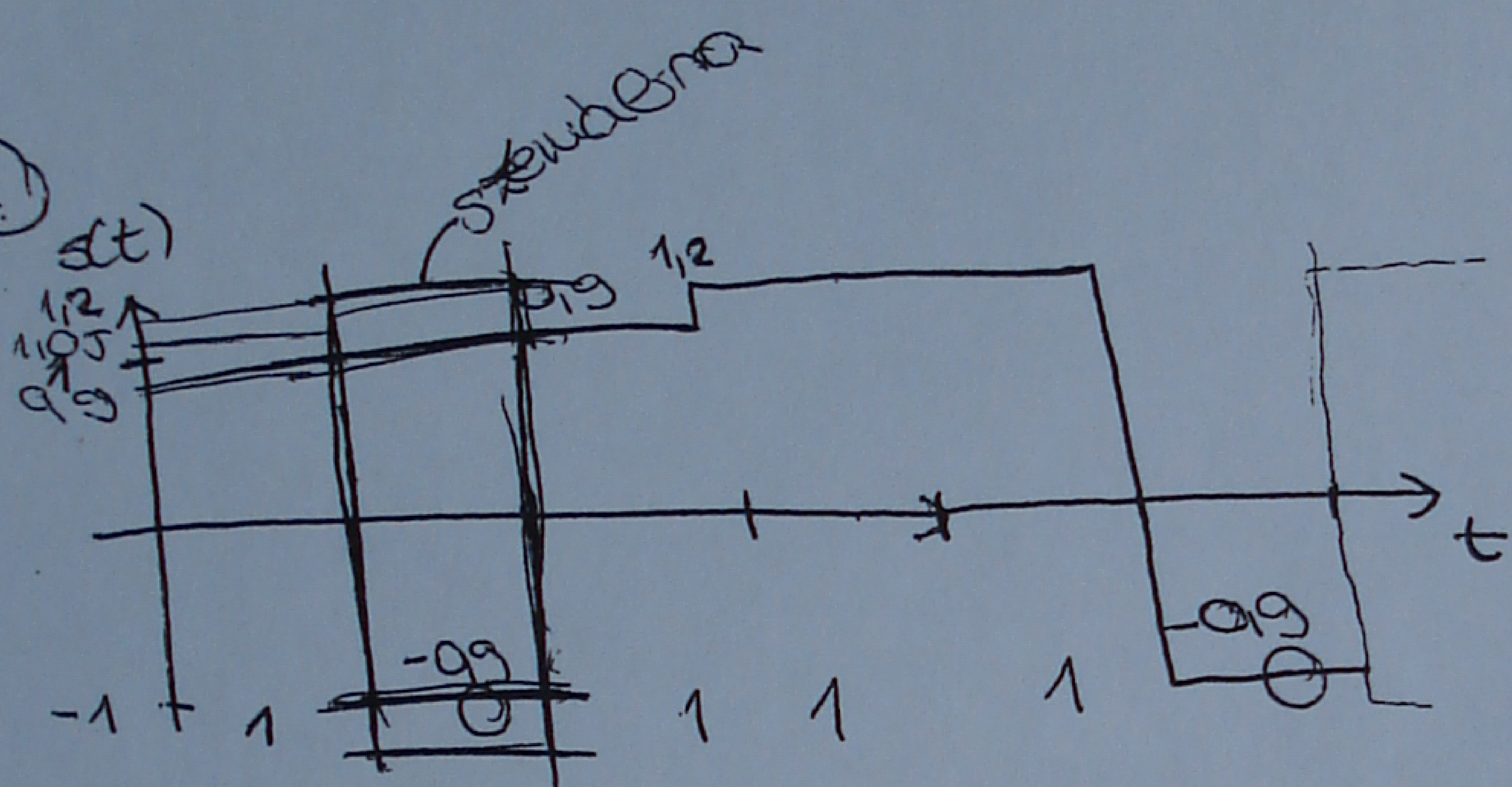
$H_{cs} = 1$

$H_v = ?$

$H_v(f) = 0{,}1\sqrt{1200-|f|}$ ✓

- illesztett szűrős struktúra → optimális

7.



L = 2 szintű: ±0,9 , ±1,2

±1,05 ± 0,15

L = 4 szintű: $1{,}05 - 3\cdot 0{,}15 \overset{?}{>} 0$ még jó

L = 8: $1{,}05 - 7\cdot 0{,}15 = 0$ nem jó :(→ a zaj dönt

8.

R	G	B		y
0	0	0	fekete	0
0	0	1	kék	11%
1	0	0	piros	30%
1	0	1	bíbor	41%
0	1	0	zöld	59%
1	1	0	sárga	89%
0	1	1	encián	70%
1	1	1	fehér	100%

9.

$R = C_R + Y$

$G =$ [illegible]

$B = C_B + Y$

$\dfrac{Y - 0{,}3R - 0{,}11B}{0{,}59} =$

$= \dfrac{Y - 0{,}3(C_R + Y) - 0{,}11(C_B + Y)}{0{,}59}$

$= \dfrac{0{,}59Y - 0{,}3C_R - 0{,}11C_B}{0{,}59}$