

1. Feladat: Vizsgáljuk a következő sztochasztikus folyamatot:

$$\xi_t = A \cdot \cos(2\pi f_m t + \phi) \cdot \cos(2\pi f_c t), \quad t \in (-\infty, \infty)$$

ahol A egy zérus várható értékű, egységnyi szórású és egyenletes eloszlású, ϕ pedig a $(0, 2\pi)$ intervallumban egyenletes eloszlású valószínűségi változó! A és ϕ függetlenek.

- Rajzolja fel az A és a ϕ valószínűségi változó sűrűségfüggvényét! (4 pont)
- Számítsa ki a folyamat várható érték időfüggvényét! (4 pont)
- Határozza meg a folyamat $L_\xi(t_1, t_2)$ autokorrelációs függvényének értékét a $t_1 = 0$, $t_2 = 1/f_m$ pontban! (8 pont)
- Stacionárius-e erős, illetve gyenge értelemben ez a folyamat? (5 pont)

2. Feladat: Egy szabadtéri rádióösszeköttetés 100 MHz frekvencián üzemel, 200 kHz-es sáv szélesség mellett. Az adóantenna nyeresége 5 dB, az adóantennába betáplált teljesítmény 2 dBW. A 10 km távolságban elhelyezett vevőantenna nyeresége 12 dB. A vevő zajtényezője 4 dB, a vevőantennát a vevővel 20 m hosszú, 0.3 dB/m csillapítástényezőjű, szobahőmérsékletű kábel köti össze. A vevőantenna zajhőmérséklete 400 K.

- Határozza meg a vevő bemenetén fellépő jel teljesítményét! (8 pont)
- Határozza meg a vevő kimeneti jelét minősítő jel-zaj viszony értékét! (8 pont)
- Mi a véleménye, hogyan változnának a feltett kérdésekre adott válaszok, ha kétutas terjedéssel számolnánk? (5 pont)

3. Feladat: Egy rádióadó frekvenciamodulált jelet állít elő, a modulált jel amplitúdója 20 mV, maximális frekvencialökete pedig 31.4 kHz, ha a moduláló jel 2 V csúcsértékű, 2 ms periódusidejű szimmetrikus háromszögjel.

- Határozza meg a modulált jel (maximális) fázislökétét! (8 pont)
- Becsülje meg a modulált jel sáv szélességét! Mivel indokolja a választott becslés alkalmazását? (8 pont)
- Hogyan változik meg a modulált jel teljesítménye, ha a moduláló jel teljesítménye, továbbá, ha a moduláló jel frekvenciája a felére csökken? (5 pont)

4. Feladat: Egy lineáris kód paritásellenőrző (röviden: paritás-) mátrixa:

$$H = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- Határozza meg a kód egyik generátormátrixát! (5 pont)
- Szisztematikus-e ez a kód? Miért? (5 pont)
- Határozza meg a kód kódszavait! (5 pont)
- Mi lehetett a leadott kódszó, ha a vett sorozat minden eleme 1? (6 pont)

5. Feladat: Adja meg az alábbi fogalmak tömör jellemzését! (8*2 pont)

- | | |
|------------------------|--------------------------------|
| (a) lineáris predikció | (b) kvantálási zaj |
| (c) CIE színdiagram | (d) szimbólumforrás entrópiája |
| (e) refrakció | (f) módusdiszperzió |
| (g) spektrális sűrűség | (h) hangosság |

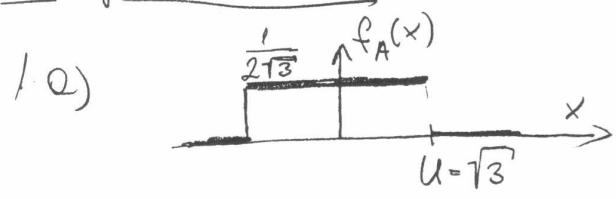
3

18
120

60
42
102

5

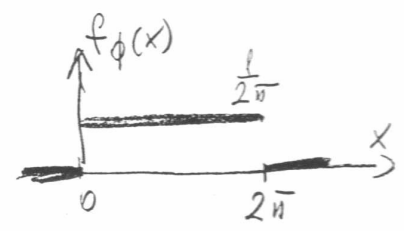
Megoldás



$$f_A(x) = \frac{1}{2u}, \text{ ha } x \in (-u, u),$$

$$\text{dekor } M(A) = \phi. \quad M(A^2) = D^2(A) = \frac{u^2}{3},$$

$$\text{erőit } u^2 = 3$$



$$\int_0^{2\sqrt{2}} f_\phi(x) dx = 1, \text{ erőit}$$

$$f_\phi(x) = \frac{1}{2\sqrt{2}}, \text{ ha } x \in (0, 2\sqrt{2})$$

1. b) $M(\xi_t) = M(A) \cdot M(\cos[2\sqrt{2} f_m t + \phi]) \cdot \cos(2\sqrt{2} f_v t)$
 \Downarrow
 ϕ , erőit $M(\xi_t) = \phi$ (nulla)

1. c) $\xi_{t_1} = A \cdot \cos \phi$ és $\xi_{t_2} = A \cdot \cos(2\sqrt{2} \cdot 1 + \phi) \cdot \cos(2\sqrt{2} f_v / f_m)$

tehát: $M(\xi_{t_1}, \xi_{t_2}) = M(A^2 \cdot \cos^2 \phi \cdot \cos(2\sqrt{2} f_v / f_m)) =$
 $= M(A^2) \cdot M(\cos^2 \phi) \cdot \cos(2\sqrt{2} f_v / f_m)$
 $\Downarrow \quad \quad \quad \Downarrow$
 $1 \quad \quad \quad \frac{1}{2}$

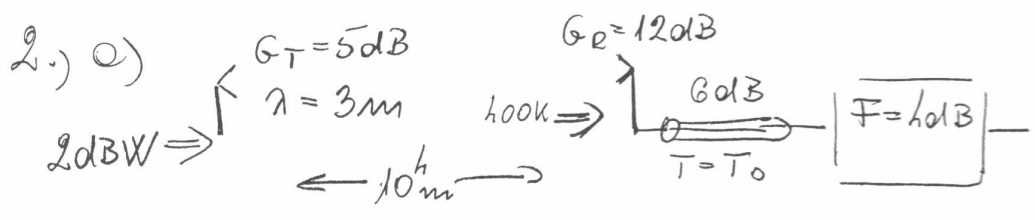
1. d) Az autokorrelációs függvény:

$$L_\xi(t_1, t_2) = M(A^2) \cdot M(\cos(2\sqrt{2} f_m t_1 + \phi) \cos(2\sqrt{2} f_m t_2 + \phi)) \cdot$$

$$\cdot \cos(2\sqrt{2} f_v t_1) \cdot \cos(2\sqrt{2} f_v t_2) =$$

$$= \dots \frac{1}{2} \cdot \cos 2\sqrt{2} f_m (t_2 - t_1) \cdot \underbrace{\cos(2\sqrt{2} f_v t_1) \cos(2\sqrt{2} f_v t_2)}_{\text{az nem } t_2 - t_1 \text{ függvénye}}$$

erőit még jelen kell semmi stacionárius e
 folyamat



$$P_{s2} = 20 \cdot \lg \left(\frac{4 \cdot 10^{-4}}{3} - \frac{5}{G_T} - \frac{12}{G_R} + G \right)$$

$$\approx 80 + 12,5 - 5 - 12 + 6 = 81,5 \quad P_{\text{vett}} = 0,5 - 80 \text{ (dBW)}$$

Teljes a vett teljesítmény $\approx 1,12 \cdot 10^{-8} \text{ W} = 11,2 \text{ nW}$.
 kb. 11.2 nW.

2.) b) Több az antenna térfogatára érkező szórulási, itt a jel teljesítménye 4-szeres, azaz kb. 45 nW.

A zaj (eredő zaj) hőmérséklete:

$$T_c = T_A + T_0 \cdot (F_c - 1) \text{ ahol most } F_c = L \cdot F = 10 \text{ dB} \Rightarrow 10\text{-szeres}$$

$$T_c = 400 + 290 \cdot 9 = 3010 \text{ K}$$

$$P_{\text{zaj}} = k T_c B = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 3010 \cdot 200 \cdot 10^3 \approx 8,4 \cdot 10^{-23} \cdot 10^8 = 8,4 \cdot 10^{-15}$$

$$\frac{P_{\text{jel}}}{P_{\text{zaj}}} = \frac{45 \cdot 10^{-9}}{8,4 \cdot 10^{-15}} \approx 5 \cdot 10^6 \Rightarrow \underline{\underline{67 \text{ dB}}}$$

2.c) kérdés ez lehet, melyre lehet „normális” antennaroposztás mellett a direkt és a reflektált hullámok útkülönbsége. $\Delta = \frac{2h_A h_V}{r} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 10}{10000} \approx 0,2$

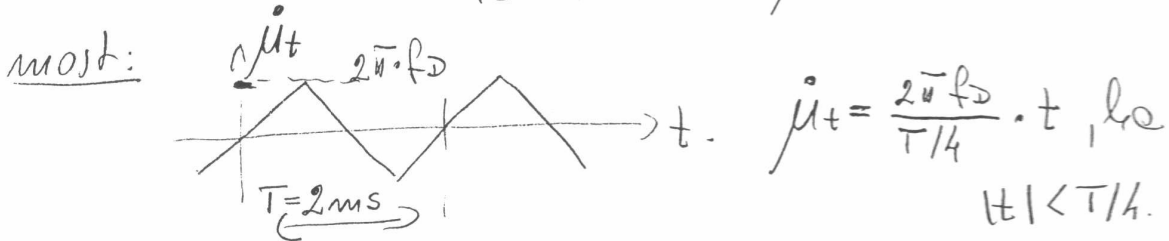
$\frac{\Delta}{\lambda} \sim 0,01$ ez elég kicsi, ezért a sztatikus illesztés jelutóknak növekszik, a jel teljesítménye és a jel-zaj viszony is növekszik, mintha.

3.a) A szögmodulált jel:

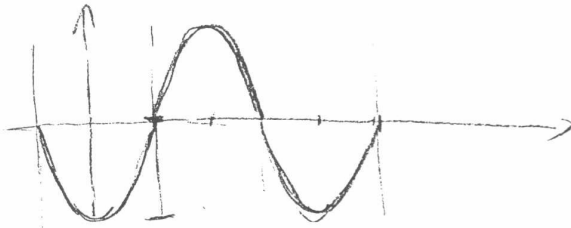
$$s_{FM}(t) = U \cdot \cos(2\pi f_v t + \mu_t),$$

ahol FM esetében $\dot{\mu}_t = c \cdot s_{MM}(t)$

a max. fr. löket: $f_D = \frac{1}{2\pi} \max |\dot{\mu}_t|$



innen $\mu_t = \frac{2\pi f_D}{T/4} \cdot \frac{1}{2} t^2 + \text{const}$



A erősségi kft:

$$\begin{aligned} & \frac{2\pi f_D}{T/4} \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{T}{4}\right)^2 = \\ & = 2\pi f_D \cdot \frac{T}{8} = \pi f_D T/4 \end{aligned}$$

tehát: $\max |\mu_t| = 3,14 \cdot 31,4 \cdot 2/4 \cong 50$ radian.

3.b) Pl.: $B_v \cong 2(f_D + B)$, most $B = 0,5$ kHz,

így $B_v \cong 2 \cdot (31,4 + 0,5) \cong 64$ kHz.

ha a jelnek nincs kenne, másodra a modult bocsátás is:

$m = 50$ -nél $\alpha(m) = 1 + \sqrt{50} + 50 \cong 58$

és így $B_v \cong 2 \cdot \alpha(m) \cdot f_0 = 2 \cdot 58 \cdot 0,5 = 58$ kHz.

egyet jól egyezik a kétös.

3.c) Szögmodulációval a modulált jel teljesítménye, függetlenül a moduláló jelről.
lényegében

$$4.) \underline{H}^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \underline{A} \\ \underline{H} \\ \underline{B} \end{pmatrix} \Rightarrow \underline{G}_{12} = \begin{pmatrix} \underline{I} & \underline{B} \end{pmatrix}$$

$$e) \underline{G}_{12} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

b) ez a kód mintamattéus, hiszen \underline{G}_{12} -ben elől van egy egységmátrix.

c) $\underline{c} = \underline{u} \cdot \underline{G}_{12} \Rightarrow$

<u>u</u>	<u>c</u>
000	000 000
001	001 011
010	010 101
011	011 110
100	100 110
101	101 101
110	1 100 11
111	1 1 1000

e) $\underline{p} = \underline{v} \cdot \underline{H}^T = (1 \ 1 \ 1)$

ez nem egyszerű meg \underline{H}^T egyik sorával szem, kódot nem lehet egyetlen hiba következménye. Két hiba már okozhat ilyen vett szöveget, minden 4 súlyú kódosó aeras esélye adda kódot.

nóben aze kb. 70 perc kellett.