

Név/Kód:

Előadó neve:

1. feladat	2. feladat	3. feladat	4. feladat	5. feladat	Szumma	Jegy

1. Értelmezzük a ξ_t sztochasztikus folyamatot az alábbi módon:

$$\xi_t = a \cos \omega t + b \sin \omega t$$

a és b valószínűségi változók. Ismert továbbá az, hogy $M\{a^2\}=1$ és $\omega = 2\pi \cdot 1 \text{ kHz}$.

a) Mely feltételeknek kell eleget tenni az a és b valószínűségi változók ahhoz, hogy a fentiekben megadott ξ_t folyamat gyengén stacionárius legyen? (15 pont)

Feltéve, hogy a-t és b-t úgy választottuk meg, hogy a ξ_t folyamat gyengén stacionárius,

b) határozza meg a ξ_t folyamat átlagteljesítményét és (5 pont)

c) a mintavételezési periódus azon legkisebb értékét, amelynél a minták teljesen korrelálatlanok. (5 pont)

2. Egy AM-DSB modulátor moduláló jele:

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

A modulált jel: $s_{AM}(t) = a(t) \cos(2\pi f_v t)$, ahol $a(t) = 4 + s_m(t)$, $f_1 = 1 \text{ kHz}$, $f_2 = 2 \text{ kHz}$, $f_v = 1 \text{ MHz}$, $\Phi = 0$

Határozza meg

a. $s_m(t)$ maximális és minimális értékét, (3 pont)

b. a modulált jel spektrumát (teljesítmény), (3 pont)

c. a vivőfrekvenciás komponensben és az összes oldalsávokban lévő átlagteljesítmények arányát (3 pont)

Változtassuk meg f_2 és Φ értékét: $f_2 = \sqrt{2} \text{ kHz}$, Φ valószínűségi változó, egyenletes eloszlással a $[0, 2\pi]$ intervallumban. Határozza meg

d. $s_m(t)$ maximális és minimális értékét, (3 pont)

e. a modulált jel spektrumát (teljesítmény), (3 pont)

f. a vivőfrekvenciás komponensben és az összes oldalsávokban lévő átlagteljesítmények arányát (3 pont)

3. Egy cellás rendszer azonos magasságú bázisállomás antennákkal és mobil állomás antennákkal épül fel. A rendszer megfelelő működéséhez legalább 15.5 dB-es jel-interferencia viszony szükséges. A csatornaosztás 25 kHz, a rendelkezésre álló frekvenciasáv 8.75 MHz mind uplink, mind downlink irányban.

Az ellátandó terület 10 km², és 500 csatorna/km² sűrűséggel kell tervezni.

a) Hány cella telepítése szükséges a fentiek figyelembe vételével, kétutas terjedést feltételezve? (7 pont)

b) Mekkora lesz a cellák sugara azonos cellaméreteket feltételezve? (7 pont)

c) Hogyan befolyásolja a tervezést, ha a kétutas terjedést feltételezve a légkör $\alpha=3 \text{ dB/km}$ csillapítástöbbletet jelent? (nem kell a tervezést újra végrehajtani, de indokolja válaszát) (7 pont)

4. A zaj hatása az átviteli rendszerek jellemzőire (zajtényező, zajhőmérséklet, jel-zaj viszony). (20 pont)

5. Fejtse ki tömören az alábbi fogalmakat:

(8*2 pont)

(a) a forrás entrópiája

(b) mikrofon iránykarakterisztikák

(c) színes mozgóképtovábbítás

(d) emlékezetmentes csatorna

(e) szindrómadekódolás

(f) bináris PAM rendszerek hibaaránya

(g) többszörös hozzáférési eljárások

(h) az antennák iránykarakterisztikái

Elégtelen	Elégséges	Közepes	Jó	Jeles
0-39 pont	40-53 pont	54-67 pont	68-81 pont	82-100 pont

1. a) A gyenge stacionaritás feltétele, hogy a várhatóérték függvény időben állandó és az autokorrelációs függvény csak az időpontok távolságainak függvénye legyen.

Várhatóérték függvény: $M\{\xi(t)\} = M\{a \cos \omega t + b \sin \omega t\} = M\{a\} \cos \omega t + M\{b\} \sin \omega t$
 mely akkor és csak akkor nem időfüggő, hogyha $M\{a\} = M\{b\} = 0$.

A folyamat autokorrelációs függvénye: $L_{\xi}(t_1, t_2) = M\{\xi_{t_1} \xi_{t_2}\} = M\{(a \cos \omega t_1 + b \sin \omega t_1)(a \cos \omega t_2 + b \sin \omega t_2)\} =$
 $= \frac{M\{a^2\} + M\{b^2\}}{2} \cos(\omega(t_2 - t_1)) + M\{ab\} \sin(\omega(t_2 + t_1)) + \frac{M\{a^2\} - M\{b^2\}}{2} \cos(\omega(t_2 + t_1))$

Ennek időfüggetlenségéhez (a fenti kifejezés csak $(t_2 - t_1)$ -től függhet) a következőknek kell teljesülniük:
 $M\{ab\} = 0$ és $M\{a^2\} = M\{b^2\} = 1$

Ekkor az autokorrelációs függvény: $R_{\xi}(t_2 - t_1) = \sigma^2 \cos \omega(t_2 - t_1)$ ahol $\sigma^2 = M\{a^2\} = M\{b^2\} = 1$.

b) Az átlagteljesítmény $R(0) = 1$.

b) Az autokorrelációs függvény első zérushelye a cos függvény argumentumának $\pi/2$ értékénél van, ebből:

$$T = \frac{\pi}{2\omega} = 250 \mu s$$

2. I.a. $s_m(t)$ -nek maximuma van pl. $t=0$ helyen, $s_m(0) = 3$.

$s_m(t)$ -nek minimuma van pl. $t=2\pi/3$ helyen, $s_m(2\pi/3) = -1.5$.

b.

$$\pm f_v \dots \left(\frac{4}{2}\right)^2 = 4 \pm (f_v - f_1) \quad \left(\frac{2}{4}\right)^2 = 0.25 \pm (f_v + f_1) \quad \left(\frac{2}{4}\right)^2 = 0.25 \pm (f_v - f_2) \quad \left(\frac{1}{4}\right)^2 = 0.0625$$

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

c.

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

II. d. Köszönhetően f_1 és f_2 irracionális arányának, tetszőleges jósággal (Φ aktuális értékétől függetlenül) előfordul a két amplitúdó ++ és - összegzése is. Így a keresett max. és min. értékek: ± 3 .

e. f. Megegyeznek az eredmények a b. és c. pont eredményeivel (kivéve f_2 értéke).

3. a) A rendelkezésre álló csatormaszám $8.75/0.025 = 350$, kétutas terjedést feltételezve a C/I ill. klaszterméret az alábbi (zárójelben klaszterméret, utána C/I dB-ben):

	j=0	1	2	3	4
I=1	(1)	(3) 11.3	(7)	(13)	
2	(4) 13.78	(7) 18.66	(12) 23.34	(19)	
3	(9) 20.86	(13) 24.04	(19) 27.34	(27) 30.4	

Az előírás szerinti C/I viszonyhoz legalább $N=7$ klaszterméretet kell választanunk. ($N=7$)

Egy cellában így $350/7 = 50$ rádiócsatorna jut.

Összesen $10 \cdot 50 = 5000$ csatorna szükséges a teljes területen, egy cellába 50 csatorna jut, így 100 cella kell.

b) Egy hatszögű cella területe $3\sqrt{3}/2 \cdot R^2 \cong 2.6R^2$, ahol R a cella sugara.

$10/100 = 0.1 \text{ km}^2$ területű minden cella, sugaruk pedig 196 méter.

c) A szakaszcsillapítás ekkor $a_{sz} = 10 \log \left(\frac{r^4}{h_A^2 h_V^2} \right) - (G_A + G_V) + \alpha \cdot r$, a C/I viszony pedig

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{\text{modosított}} = \left(\frac{C}{I}\right)_{\text{eredeti}} \cdot 10^{\frac{\alpha(D-R)}{10}}$$

ahol D az azonos frekvenciás cellák középpontjainak távolsága, R a cellasugár. Az előző számítás adataival $R \cong 0.2 \text{ km}$, $D = QR \cong 0.2 \cdot 4.58 = 0.92 \text{ km}$

Behelyettesítve a C/I viszonyt ez 1.644 szerezére növeli, ami 2.16 dB növekedést jelent. Ekkor a 4-es klasztert figyelembe véve $13.78+2.16=15.94$ dB adódik, tehát ezzel a klasztermérettel is megoldható a feladat.

Ekkor 87 csatorna/ cella, ebből 57 cella adódik.

A cellasugár $R=0.26$ km, $D=0.26*Q=0.26*3.46=0.9$ km lesz.

A tényleges javulás ekkor 1.92 dB, így a módosított C/I $13.78+1.92=15.7$ dB lesz.

(A c rész végigszámolását nem kívánom, de a fontosabb következtetéseket le kell vonni, ezek:

ha a kétutas terjedésnél gyorsabban nő a csillapítás, ekkor jobb lesz a C/I azonos klaszterméret mellett.

Kisebb klaszterméretet választva egy cella csatornaszáma nő, tehát kevesebb cella kell azonos terület mellett)