

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? (10 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, (6 pont)

b) a modulált jel spektrumát (teljesítmény), (5 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, Φ egy tetszőleges megvalósulása esetén, a következő mennyiségeket:

d) $s_m(t)$ maximális és minimális értékét, (5 pont)

e) a modulált jel spektrumát (teljesítmény), (1 pont)

f) a vivőfrekvenciás komponensben és az összes oldalsávokban lévő átlagteljesítmények arányát (1 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 km^2 , és 500 csatorna/ km^2 sűrűséggel kell tervezni.

a) Hány cella telepítése szükséges a fentiek figyelembe vételével, kétutas terjedést feltételezve? (9 pont)

b) Mekkora lesz a cellák sugara azonos cellaméreteket feltételezve? (5 pont)

c) Hogyan befolyásolja a tervezést, ha a kétutas terjedést feltételezve, hogy a légkör $\alpha=3 \text{ dB/km}$ csillapítástöbbletet jelent? (nem kell a tervezést újra végrehajtani, de indokolja választát) (9 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) refrakció

(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, ha $M\{a\} = M\{b\} = 0$.

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 csatornaszám $8.75/0.025 = 350$, 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 szerezésre 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)