

Név/Kód:

Előadó neve:

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

1. Adott két BSC a $P_{e1} = 0.1$ és $P_{e2} = 0.2$ hibavalószínűségeikkel.

- a. Határozza meg mindkét csatorna állapot átmeneti valószínűségeit. (2 pont)
 b. Határozza meg mindkét csatorna kapacitását. (4 pont)

Kapcsoljuk egymás után a két csatornát.

- c. A keletkező eredő csatorna BSC-e? (2 pont)
 d. Határozza meg az eredő csatorna állapot átmeneti valószínűségeit. (6 pont)
 e. Határozza meg az eredő csatorna kapacitását (4 pont)

Kapcsoljuk az első csatornából kaszkádba $N \rightarrow \infty$ darabot.

- f. Határozza meg az eredő csatorna állapot átmeneti valószínűségeit. (6 pont)
 g. Határozza meg az eredő csatorna kapacitását (4 pont)

2. Egy szabadtéri rádióösszeköttetés 100 MHz frekvencián üzemel, 100 kHz-es sáv szélesség mellett. Az adóantenna nyeresége 5 dB, az adóantennába betáplált teljesítmény 2 dBW. A 10 km távolságban elhelyezett vevőantenna nyereségét szeretnénk megválasztani. A vevő zajtényezője 4 dB, a vevőantennát az adóantennával 20 m hosszú, 0,3 dB/m fajlagos csillapítású kábel köti össze, mely szobahőmérsékletű. Az antenna zajhőmérséklete 400 K. Határozza meg a szükséges vevőantenna nyereséget úgy, hogy a következő két feltétel egyszerre teljesüljön:

- a vevő bemenetén legalább -50 dBmW jelteljesítmény szükséges
- a jel/zaj viszony a vevő bemenetén legalább 60 dB legyen. (17 pont)

3. Egy lineáris kód paritásmátrixa:

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

- a) Számítsuk ki a kód generátormátrixát. (5 pont)
 b) Szisztematikus-e ez a kód? Miért? (5 pont)
 c) Számítsuk ki a kódszavakat. (5 pont)
 d) Hány hibát tud érzékelni és javítani ez a kód? (5 pont)
 e) A szindrómatáblázat felírása nélkül határozza meg, hogy mely 1 bites hibavektorok tartoznak a csak 1 db 1-est tartalmazó szindrómákhoz. Indokolja válaszát. (5 pont)

4. Hasonlítsa össze a következő két cellás rendszert. A két rendszer specifikációja az alábbi:
 A rendszer: Analóg FM modulált rendszer, a megfelelő hangminőséghez szükséges jel-interferencia arány 20 dB. A rádiócsatornák sáv szélessége 30 kHz, és ekkora a csatornaosztás is.

B rendszer: Digitális modulációt, TDMA hozzáférést (8 felhasználó egy vivőfrekvencián) alkalmazó rendszer, a rádiócsatornák sáv szélessége 200 kHz. A megfelelő minőséghez szükséges jel-interferencia arány 12 dB.

- a) Válasszon megfelelő cluster méretet és rajzolja is fel a cellakiosztást a két rendszerre. A terjedést kétutas terjedésnek feltételezzük. (9 pont)
 b) Hasonlítsa össze a két rendszert a kiszolgálható hozzáférések száma szerint. (5 pont)

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

- (a) modulációs mélység (b) kvantálási zaj
 (c) antenna nyeresége (d) analóg FM moduláció sáv szélessége
 (e) refrakció (f) paritásellenőrző mátrix
 (g) erős stacionaritás (h) hangosság

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

Megoldások:

1. a) A kérdés csak arra vonatkozik, hogy a hallgató tudja-e, hogy BSC esetében $P_{e1} = p$

$$b) H_1(p) = 0.1 \text{ld}\left(\frac{1}{0.1}\right) + 0.9 \text{ld}\left(\frac{1}{0.9}\right) = 0.47 \quad C_1 = 0.53$$

$$H_2(p) = 0.2 \text{ld}\left(\frac{1}{0.2}\right) + 0.8 \text{ld}\left(\frac{1}{0.8}\right) = 0.72 \quad C_2 = 0.28$$

c) Igen. A teljes szimmetria továbbra is megmaradt.

d) A hibázás lehetséges útjait megvizsgálva:

$$p_\Sigma = (1-p_1)p_2 + p_1(1-p_2) = 0.26$$

$$e) H_\Sigma(p) = 0.26 \text{ld}\left(\frac{1}{0.26}\right) + 0.74 \text{ld}\left(\frac{1}{0.74}\right) = 0.83 \quad C_\Sigma = 0.17$$

$$f) p_\infty = 0.5$$

Kettő összekapcsolásával:

$$p_2 = (1-p)p + p(1-p) = 2p(1-p)$$

Az $N \rightarrow \infty$ tegyük úgy, hogy $N = 2^n$, vagyis vonjunk először össze 2 blokkot, majd mivel ennek tudjuk az eredőjét vonjuk ezt össze a következő ketővel. T tudjuk négy blokk eredőjét, vonjuk össze az első négy blokkot a következő négy blokkal.....

$$p_n = 2p_{n-1}(1-p_{n-1})$$

A rekurzív képlet megoldása $n \rightarrow \infty$ esetére: $p_\infty = 0.5$

A $p = 0.1$ -et csak annyiban használtuk fel, hogy a $p_\infty = 0.5$ határérték $p \neq 0$ esetében nem teljesül.

Megjegyzés: ha a hallgató az egyes beiktatások információvesztésére hivatkozva, de levezetés nélkül adja meg $p_\infty = 0.5$ feltételezett megoldást, az is értékelendő.

$$g) C_\infty = 0$$

2. Üzemi hullámhossz = 3 m

A szabadtéri csillapítás = $20 \lg(4 \cdot \pi \cdot 10000/3) - G_a - G_v = 92.44 - 5 - G_v = 87.44 - G_v$ dB

A kábelcsillapítás = $20 \cdot 0.3 = 6$ dB

A vételi teljesítmény = $P_a - a_0 - \text{kábelcsill} = 2 \text{ dBW} - 87.44 \text{ dB} + G_v \text{ dB} - 6 \text{ dB} = -80 \text{ dBW}$

A vevőantenna nyeresége tehát $G_v \geq -80 - 2 + 87.44 + 6 = 11.44$ dB

A zaj a kábel bemenetére redukálva = kT_sB

A rendszer zajhőmérséklete $T_s = T_a + (F_e - 1) \cdot T_0$

$F_e = L + F = 6 + 4 = 10$ dB $\rightarrow F_e = 10$

$T_s = 400 + (10 - 1) \cdot 293 = 3037$ K

A zajteljesítmény = $-204 + 10 \cdot \lg(T_s/T_0) + 10 \cdot \lg(B) = -204 + 10 \cdot \lg(3037/293) + 10 \cdot \lg(100000) = -143.844$ dBW

A szükséges jel-zaj viszonyhoz $-143.844 \text{ dBW} + 60 \text{ dB} = -83.844 \text{ dBW}$ vételi teljesítmény szükséges

Ehhez $2 \text{ dBW} - 87.44 + G_v = -83.844 \text{ dBW} \rightarrow G_v \geq -83.844 - 2 + 87.44 = 1.6$ dB vevőantenna nyereség kell.

A választott vevőantenna nyereség az 1. Rész alapján legalább 11.44 dB.

3.

$$a) G = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}. \text{ Ez egy } C(6,3) \text{ típusú kód.}$$

b) Igen, mert a generátormátrix első almatrixa a 3. rendű egységmátrix, mellyel az információbiteket megszorozva olyan kódszavakhoz jutunk, amelyeknek első bitjei megegyeznek az információs bitekkel.

$$c) \begin{array}{lcl} c_0 & = & 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\ c_1 & = & 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \\ c_2 & = & 0 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \\ c_3 & = & 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 c_4 &= 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\
 c_5 &= 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\
 c_6 &= 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\
 c_7 &= 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0
 \end{aligned}$$

d)Kódszavak közti Hamming távolságok:

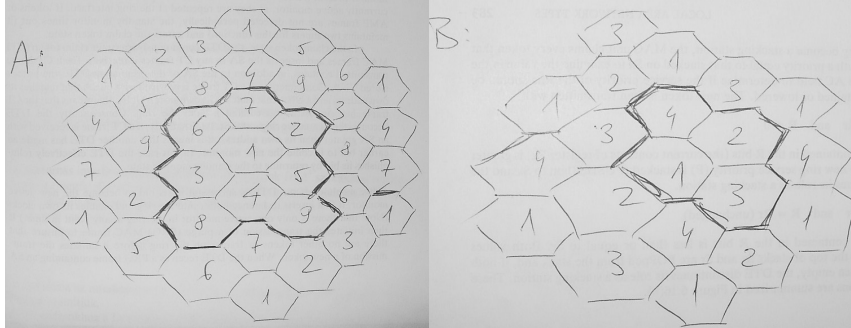
	c ₀	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅	c ₆	c ₇
c ₀	0	3	3	4	3	4	4	3
c ₁		0	4	3	4	3	3	4
c ₂			0	3	4	3	3	4
c ₃				0	3	4	4	3
c ₄					0	3	3	4
c ₅						0	5	3
c ₆							0	3
c ₇								0

$d_{\min}=3$, vagyis $d_{\min}-1=2$ hibát érzékel, $(d_{\min}-1) \div 2 = 1$ hibát javít.

e)A szindrómák 3 bitesek. Az 1 db 1-est tartalmazó szindrómák rendre a (1 0 0), (0 1 0) és a (0 0 1). Ezekhez a (0 0 0 1 0 0), (0 0 0 0 1 0) és a (0 0 0 0 0 1) 1 hibás hibavektorok tartoznak. Ez annak a következménye, hogy a kód szisztematikus, tehát a szindrómák kiszámításakor a H^T mátrix alsó részmátrixa az egységmátrix, vagyis a szindróma akkor tartalmaz 1 db 1-est, ha a hibavektor utolsó n-k bitjéből valamelyik hibásodik meg (ezek szorozódnak az egységmátrix oszlopaival).

4. a) A rendszer: $\sqrt{3N}^4 = 6 \cdot S/I$ körsugárzó bázisállomásantennák esetén. Innen $N=8.16$, vagyis a minimális fűrtméret a 9-es, $i=3$ és $j=0$ (4-es kitevő: kétutas terjedés miatt).

B rendszer: ugyanazon képlet alkalmazásával $N=3.25$ jön ki, vagyis a minimális fűrtméret 4, $i=2$ és $j=0$.



b) A rendszer kapacitása: $C_A = \frac{B}{N_A \cdot 30kHz} = \frac{B}{270kHz}$

B rendszer kapacitása: $C_B = \frac{B}{N_B \cdot 200kHz} \cdot 8 \text{ user/csatorna} = \frac{B}{100kHz}$

Vagyis a B rendszer átlagban cellánként 2.7-szer több felhasználót képes kiszolgálni, mint az A rendszer.