

Név: .....

**1. Feladat:** Adott egy  $p=0.1$  hibavalószínűségű, ideális visszajelzőcsatornával ellátott BSC, amelyen  $N = 10^6$  bit hosszúságú üzenetet kívánunk átvinni.

a) Legalább hányszor kell működtetni a csatornát (hány bitet kell rajta átvinni), ha a teljes üzenetet közel hibamentesen akarjuk eljuttatni a nyelőhöz? Mekkora relatív adatátviteli sebesség csökkenést szenved így az átvitel? (10 pont)

b) Adja meg a hibavalószínűséget, ha minden bitet megötszörözünk (ötször továbbítunk), majd többségi alapon döntünk! (10 pont)

**2. Feladat:** Adott egy moduláló jel spektrális sűrűségfüggvénye (felrajzolva a táblára). A jel várható értéke zérus.

a) Határozza meg az ezen moduláló jellel előállított AM/SSB-SC jel spektrális sűrűségfüggvényét! (5 pont)

b) Adjon javaslatot e modulált jel előállítására! (7 pont)

c) Adjon javaslatot a fenti jel demodulálására! (6 pont)

**3. Feladat:** Adott a  $\xi$  sávkorlátolt fehér zaj (a sávkorlát  $B=10$  kHz). Ezt a jelet  $T=0.2$  msec mintavételi idővel mintavételezzük.

a) Adja meg a mintasorozat autokorrelációs függvényét (7 pont)

b) Milyen prediktort alkalmazna a mintasorozatra? Válaszát indokolja! (9 pont)

**4. Feladat:** Egy 13 K zajhőmérsékletű antenna 3 dB csillapítású, szobahőmérsékletű kábellel csatlakozik egy erősítőhöz. Az antenna által vett (hasznos) jel teljesítménye 1 nW, az erősítő sávszélessége 20 MHz. Az erősítő zajtényezője 1 dB.

a) Mekkora az erősítő kimenetén a jel-zaj viszony? ( $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$  Ws/K)! (15 pont)

b) Mekkora az erősítő bemenetén a jel-zaj viszony? (8 pont)

**5. Feladat:** Adjon tömör válaszokat a következő kérdésekre/fogalmakra! (3-3 pont)

a) Spektrális sűrűség

b) Nyquist kritérium

c) Generátormátrix

d) FSK

e) Shannon kód

f) Egy kód hibajavító képessége (4 pont)

g) Az adó és vevőszűrő megválasztásának kritériumai PAM rendszerben (4 pont)

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

**Megoldások:**

**1. a)** A csatornkapacitás  $C = 1 - p \cdot \lg(1/p) - (1-p) \cdot \lg(1/(1-p)) = \dots = 0.531 \text{ bit/sz}$ . A csatorna működtetéseinek száma  $1/0.531 = 1.883$ -szorosára nő, tehát legalább 1.883 Mbites borítékba kell az 1 Mbites üzenetet becsomagolni. Az átvitel tényleges sebessége az 1.883-szorosára csökken.

**1. b)** Egyetlen bitet tévesen értékelünk, ha az öt elemből 3, 4 vagy öt hibásan érkezik. Az eredő csatorna tehát egy olyan BSC, amelyen a hibaválószerűség

$$p_e = \binom{5}{3} p^3 (1-p)^2 + \binom{5}{4} p^4 (1-p)^1 + p^5 = 10 \cdot 0.1^3 \cdot 0.81 + 5 \cdot 0.1^4 \cdot 0.9 + 0.1^5.$$

Nekem 0.01261 adódott.

**2. a)** Eltologatás, esetleg sávfordulás, attól függően, hogy alsó vagy felső oldalsávot választ.

**2. b)** Szorzó modulátor és sávszűrő, megfelelően specifikálva.

**2. c)** Szorzó demodulátor, aluláteresztő szűrővel.

**3. a)** A mintasorozat autokorrelációs függvényét a folytonos jel autokorrelációs függvényének mintái alkotják. A sávhatárolt fehér zajra (jelre):

$$R(t) = 2sB \cdot \frac{\sin(2\pi Bt)}{2\pi Bt}.$$

Tekintve, hogy most  $TB = 2$ , a szinusz argumentumában  $2\pi$  egész sokszorosai vannak, így az autokorrelációs függvény minden pontban zérus (kivéve a  $t=0$  pontot).

**3. b)** Tekintve, hogy a minták között nincs korreláció, a legjobb lineáris előrejelzés együtthatói mind zérus értékűek.

**4. a)** Először a hasznos jel hőmérsékletét érdemes kiszámítani, ez a antenna talppontján

$$T_h = \frac{W_{jel}}{kB} = \frac{10^{-9}}{1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 20 \cdot 10^6} = \frac{100 \cdot 10^6}{27.6} = 3.62 \cdot 10^6 \text{ K}$$

A kábel és az erősítő saját zaját a kábel bemenetére redukálva hőmérsékletben érdemes kifejezni. A szobahőmérsékletű kábel és az erősítő együttes zajtényezője 4 dB, azaz 2.52 (szorzószámban). A redukált zajhőmérséklet

$$T_{red} = T_0 \cdot (F - 1) = 290 \cdot 1.52 = 441 \text{ K}.$$

A összes zaj hőmérséklete  $441 + 13 = 454 \text{ K}$ , ebből a jel-zaj viszony: 7974, ami kb. 39 dB.

**4. b)** Most csak annyiban más a helyzet, hogy az erősítő zaja még nem rontja a jel-zaj viszonyt. Így a kábel bemenetére redukált zajhőmérséklet (mivel a kábel zajtényezője csak 2), most:

$$T_{red} = T_0 \cdot (F - 1) = 290 \cdot 1.00 = 290 \text{ K}.$$

Az összes zaj hőmérséklete 303 K, s a jel-zaj viszony: 40.4 dB.

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