

A feladatok régi második ZH-kból és kisebb részt vizsgákból lettek összeszedve, témakörönként csoportosítva. Garancia természetesen nincs, ha bármi hibás, akkor nyugodtan javítsátok ki.

Zajhőmérséklet

1:

A 13K zajhőmérsékletű antenna egy 3 dB csillapítású, szoba-hőmérsékletű kábellel csatlakozik az 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?

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

c) Hogyan változna a fenti egyik, illetve másik kérdésre adott válasza, amennyiben az összekötő kábel a szobahőmérsékletnél magasabb hőfokon üzemelne?

Megoldás: Első körben kiszámolom az eredő zajtényezőt az antenna bemenetére. Ez dB-ben számolva $1+3=4$ dB, 1-ben számolva $F = 1,995 \cdot 1,2589 = 2,51$, ami szintén 4 dB. Tanulság no. 1:

Mindig gondoljuk át, hogy miben számolunk... A b pontban az erősítő bemenetéig kell számolni,

tehát itt csak a kábel 3dB-s csillapítása él, amiből $F = 1,2589$. Innen az $F = 1 + \frac{T_{\text{redukált}}}{T_0}$ képletből az antenna kimenetére redukált hőmérséklet $T_0 = 290K$ -nel számolva: 438 ill 303 K. Ehhez

hozzáadva az antenna zajhőmérsékletét kb 450, illetve 318K-t kapok. $T_{\text{eredo}} = \frac{P_{\text{zaj}}}{kB}$ -t alkalmazva a zaj 0,1242 pW, illetve 0,08366 pW jön ki zajteljesítményre, ami 39 ill 41 dB-s jel-zaj viszonyt jelent.

A fenti gondolatmenet illetve a kábel zajtényezőjének képletéből:

$$P_{\text{zaj}} = F_{\text{erősítő}} \left((L - 1) \frac{T}{T_0} + 1 \right) T_0 kB$$

, ahol már semmi sincs decibelben. Innen látszik, hogy a hőmérséklet emelkedésével az erősítő jelenlététől függetlenül bizony nő a zaj, ami a jel-zaj viszony romlását (csökkenését) jelenti.

2:

Változat: Legfeljebb mekkora lehet az erősítő zajtényezője, ha a kimenetén elvárt jel-zaj viszony 39 dB-nél rosszabb nem lehet?

Megoldás: A fenti módszert/képleteket kell visszafelé követni, és csodák csodájára kijön, hogy 1 dB a mágikus szám. (Ja, hogy ugyanezek a számok voltak ott is megadva?) Ha az antenna zajhőmérséklete 40 K lenne, akkor 2,8 dB érték lesz a megoldás.

3:

Változat: Adott egy antenna, melynek a tövébe elhelyezünk egy előerősítőt, melyet ideális kábellel kötünk össze a vevőkészülék erősítőjével.

Antenna->G1 (téglalap, B1=4 kHz), F1=10->G2 (háromszög, B2=4 kHz), F2=3 és T=300K

Mekkora lesz a vevőerősítő kimenetén a zajteljesítmény?

Megoldás: Ha jól sejtem, akkor az eddigiekhez kicsit hasonlóan kell eljárni, az antennát is ideálisnak tekintve, de nekem kicsit hiányzik a G1 erősítés amplitúdója, jobb híján G1-nek veszem... Ekkor:

$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1}$ -ből $F = 10 + \frac{2}{G_1}$, amiből lesz az eredmény, amit a háromszög alakú erősítés miatt jól el kell osztanunk kettővel. Természetesen, ha B különbözik, akkor a kisebbik érvényes.

4:

Változat: Adott három erősítő, egy kábel és egy összegző, amely egy 200 kHz sávszélességű rendszerben üzemel. (G1, B1, F1 és G2, B2, F2 párhuzamosan az összegzőre, utána a L, Tk, majd G3, B3, F3.) A kábel szoba-hőmérsékletű (Tk=290K), 10 m hosszú és a fajlagos csillapítása 0.3 dB/m. Az összegző fokozat zajmentes. Az első erősítő áteresztési sávja 0-100 kHz, a másodiké 100-200 kHz, a harmadiké pedig 0-200 kHz. Az erősítőknek sávon kívül nincs saját zajuk. A kábel sávszélessége mindegyik erősítő sávszélességét meghaladja.

- Határozza meg a a párhuzamos és az összegzőből álló egység eredő erősítését, sávszélességét és zajtényezőjét.
- Adja meg a zaj szempontjából legjobb és legrosszabb sorrendet.
- Határozza meg mindhárom esetre (alap, legjobb, legrosszabb) az eredő zajtényezőt.

Megoldás: Ez nekem erősen vizsgapélda szagú, de pár gondolatot vázolok:

- az eredő erősítés valószínűleg $G_{eredo} = \frac{G_1+G_2}{2} \frac{1}{L} G_3$ szerint jön ki, a sávszélesség gondolom kb egyértelmű (a lehető legkevesebb), a zajtényezők gondolom párhuzamosnál összeadódnak, majd a maradék egy erősítőt a sávszélességekkel megfelelően súlyozva kiszámolt erősítéssel osztva hozzáadom.

- Legjobb az erősítő, gyengébb erősítő, kábel sorrend, a fordított a legrosszabb.

Rádióösszeköttetések

1:

Egy sík föld feletti kétutas rádióösszeköttetés adóantennájának magassága 10 m, a szakasztávolság 10 km, az üzemi frekvencia 300 MHz. Az adóteljesítmény 1 W, az adóantenna nyeresége 5 dB.

- A vevőantenna magasságának változtatásával mekkora lesz a vétel helyén a teljesítménysűrűség minimális és maximális értéke, ha a talajreflexiós tényező értéke -0.7?
- Mekkora a szakaszcsillapítás, ha az adó- és vevőantenna magassága egyaránt 10 m, a vevőantenna nyeresége 3 dB továbbá a talajreflexiós tényező értéke -1?

2:

Változat: Egy 13 km-es sík szakaszon rádiós összeköttetést tervezünk 250 MHz üzemi frekvenciával. A vevőantenna 35 méter magasságban van, nyeresége 5 dB. Az adó oldali antenna magassága 20 méter. Az összeköttetés mindkét oldalán egy-egy 0.2 dB/m fajlagos csillapítású kábel vezet le az antennától az erősítőig, melyek egyenként 10 dB-t erősítenek.

- 2 dBW teljesítmény betáplálása esetén mekkora legyen az adóantenna nyeresége reflexiómentes szabadtéri terjedés esetén, hogy a kivehető teljesítmény -80 dBW legyen?
- Mekkora legyen az adóantenna nyeresége, ha a fenti teljesítményértékek mellett kétutas terjedés (Sigma=-1) feltételezünk?
- Milyen magasra szereljük fel a vevőantennát, hogy (az ugyanakkora adóantenna-nyereség mellett) kivehető teljesítmény csak 30%-al legyen kisebb kétutas terjedés esetén, mint reflexiómentes szabadtéri terjedést feltételezve?

3:

Változat: A 450 Mhz-es sávban működő adótól 3 km távolságban azt tapasztaljuk, hogy a vett jel teljesítménye a vevőantenna magasságának függvényében 5 méterenként periodikusan változik, a 10 és a 90 nW értékhatárok között.

Adja meg a jelenség magyarázatát és becsülje meg az adóantenna magasságát továbbá a földreflexiós tényező értékét.

4:

Változat: Adott egy rádióösszeköttetés GSM rendszerben, a bázisállomás antennájának nyeresége 12 dB. A bázisállomás vevőantennáját egy koaxiális kábel köti össze a vevőegységgel. A mobilállomás antennája izotróp sugárzónak vehető. Kétutas terjedést feltételezzon! A rendszer adatai: Működési frekvencia: 1800 MHz, sáv szélesség: 200 kHz, antenna zajhőmérséklete: 400 K, a kábel csillapítása: 6 dB, a kábel hőmérséklete: T0 (referencia hőmérséklet), a vevő zajtényezője: $F_v = 3\text{ dB}$, az összeköttetés távolsága: 1500 m, a bázisállomás antenna magassága: 30 m, a mobilállomás antenna magassága: 1,8 m.

Milyen teljesítménnyel kell a mobil készülék adjon, ha a vevő egység kimenetén 20 dB jel-zaj viszonyt kell garantálni?

5:

Változat: Egy 11 m átmérőjű parabolaantennával (hatásos felülete kb. azonos a geometriai felületével) a kb. 36000 km távolságra lévő műhold 11 GHz frekvencián sugárzott adását vesszük.

- Mi a véleménye, szabadtéri vagy kétutas terjedési modell alkalmazása célszerű?
- Becsülje meg, mekkora lehet a vevőantennánk nyeresége.
- Szomszédunk szerint a műhold adóantennájának a nyeresége legalább akkora, mint a mi vevőantennánké. Igaza van-e?
- Hogyan segíthet a szakaszcsillapítás pontosabb becslésében az, ha tudjuk, hogy a választott adás csak Európa nyugati felében (a Kárpátoktól nyugatra) vehető?

6:

Változat: Egy földi, a 900 MHz környéki sávban működő rádióösszeköttetés egyik végpontján fix telepítésű adó ($G_T = 10\text{ dB}$), másik végpontján egy mozgó állomás (vevő, $G_R = 3\text{ dB}$, $h_R = 1,66\text{ m}$) helyezkedik el.

- Minimálisan mekkora lehet az adóantenna magassága, ha a tőle 1 km-nél távolabbi zónában a télerősség a távolság függvényében monoton csökken?
- Mekkora lehet a maximális távolság az adó és a vevő között, ha az átviteli késleltetése nem haladhatja meg az 50 μs -t?
- Mekkora a szakaszcsillapítás, ha a vevő éppen a b) pontban meghatározott távolságra van az adótól, az adó antenna magassága az a) pontban meghatározott minimális érték, a talajreflexió tényező pedig -1?
- Mekkora legyen az adó teljesítménye, ha a vevő bemenetén legalább 100 pW teljesítményű jelet szeretnénk?

Interferencia:

1:

Egy mobil rádiórendszerben a bázisállomás antennájának magassága 50 m, az üzemi frekvencia 900 MHz.

- Kétutas terjedést feltételezve becsülje meg a bázisállomástól milyen távolságra lehet az interferencia zóna határa (a legtávolabbi télerősség-maximum helye).
- A vevőantenna magasságának változtatásával mekkora lesz a maximális és minimális vételi télerősség abszolút értéke közötti arány?
- Becsülje meg, mekkora a szakaszcsillapítás az interferencia zóna határán ($S_{\text{sigma}} = -1$).

A feladatban szereplő ismeretlen adatok legyenek olyan értékűek, amelyeket jellegzetesnek vél! Ezen adatok megválasztását is értékeljük.

Prediktor:

1:

A széles sávban állandó N0 spektrális sűrűségű folyamatot a $H(f) = \frac{1}{1+jf/B}$ átviteli függvényű szűrővel szűrjük (B=20 kHz), majd a szűrő kimenetén megjelenő jelet 50 us időközönként mintavételezzük.

- Határozza meg a szűrő kimeneti jelének autokorrelációs függvényét.
- Tervezen optimális elsőfokú prediktort a mintavett folyamatra.
- Számítsa ki a prediktor becslési hibáját.

BSC

Egy BSC hibavalószínűsége $p=0.02$. Hányszorosára kell az eredetileg 1000 bites üzenet hosszát megnövelni, hogy a vételi oldalon hibátlanul legyen dekódolható?

Kódolás

1:

Egy lineáris szisztematikus kód paritásmátrixa:

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

- Számítsuk ki a kód generátormátrixát.
- Szisztematikus-e ez a kód? Miért vagy miért nem?
- Számítsuk ki a kódszavakat.
- Maximum hány hibát tud biztosan érzékelni illetve biztosan javítani ez a kód?
- A szindróma-táblázat felírása nélkül határozza meg, hogy mely 1 bites hibavektorok tartoznak a csak 1 db 1-est tartalmazó szindrómákhoz. Indokolja válaszát.

Megoldás:

a, $H = [A, I]$, $G = [I, B]$, $A = B^T$

100110

010101

001011

b, Igen, mert G első része az egységmátrix.

c,

000	000000
001	001011
010	010101
011	011110
100	100110
101	101001
110	110011
111	111000

d, $d(\min)=w(\min)=3$ max jelezhető hibák: 2 max javítható hibák: 1

e, 1 hibabit H egyik oszlopát választja ki --> 3 ilyen oszlop van ahol 1 db 1-es van, az ezekhez tartozó hibavektorok: 000100, 000010, 000001

2:

Változat: Ismert egy (9,5) méretű, bináris, lineáris kód paritásellenőrző-mátrixa:

111001000

001110100

100010010

010100001

- Állapítsa meg, hány hiba javítására lehet alkalmas ez a kód.
- Írja fel a kód generátormátrixát.
- Határozza meg az [10110] üzenethez tartozó kódszót.
- Kódszó-e a [000100100] vett sorozat?
- Melyik kódszóból származhat a [000000100] vett sorozat?

Megoldás:

a, $d(\min)=w(\min)=3$

max jelezhető hibák: 2

max javítható hibák: 1

b,

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

c, $c=uG = 101100011$

d, $s=Hc=0$ ha c kódszó itt $s=0001 \rightarrow$ nem kódszó

e, $c=000000000$ kódszóhoz tartozhat, mert ehhez van legközelebb

3:

Változat: Egy (7,3) szisztematikus lineáris kód lineárisan független kódszóvektorai: $c_1=[0010111]$, $c_2=[1100101]$, $c_3=[1011100]$.

- Határozza meg a kód generátormátrixát!
- Határozza meg a kód paritásellenőrző-mátrixát.
- Sorolja fel a kód összes kódszavát.
- Hány hiba javítására és hány hiba jelzésére alkalmas ez a kód?
- A vevő dekódolójába a $v=[1111001]$ vektor érkezett. Határozza meg a szindrómát és ennek alapján döntse el, hogy mi volt az eredeti üzenet.

Megoldás:

a, $c=uG$

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Kis segítség a konkrét számoláshoz: Tudjuk, hogy a szisztematikus kód generátormátrixa egy $I(K \times K)$ egységmátrixból és egy $A(N-K \times K)$ mátrixból áll össze.

Tudjuk, hogy a generátormátrix sorai maguk is kódszavak, és a $c=uG$ mátrixegyenlet az összes kódot megadja, ahol u 2^K darab K hosszú különböző vektorból álló mátrix. Első lépésként meg kell vizsgálni, hogy a megadott kódszavakból illeszkedik-e valamelyik közvetlenül a generátormátrixba. Ez az első K bit alapján dől el: ha azok között csak egy 1-es van, az az I egységmátrix egy sorát adja,

és közvetlenül beilleszthető a generátormátrix ezen sorába. [1] Ezek alapján a C1 kód a generátormátrix harmadik sora (az első 3 bitje 001, vagyis az egységmátrix harmadik sora) A továbbiakban a lineáris kódok definícióját használjuk ki, vagyis hogy a kódszavak lineár kombinációja szintén kódszó. A feladat a meglévő kódszavakból olyan lineár kombinációk előállítása, hogy az [1] feltétel teljesüljön.

Például $C1+C2+C3=010\ 1110$ (a generátormátrix második sora), vagy $C1+C3=100\ 1011$ (a generátormátrix első sora).

A fenti séma az összes hasonló típusfeladatban kihasználható.

b, $H = [A, I], G = [I, B], A = B^T$

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

c,

000	0000000
001	0010111
010	0101110
011	0111001
100	1001011
101	1011100
110	1100101
111	1110010

d, $d(\min)=w(\min)=4$

3 észlelhető, 1 javítható

e, $s=Hv^T = 1011 \rightarrow H$ első oszlopa, tehát a hibavektor: $e=1000000 \rightarrow u=v+e=0111001$

4:

Változat: Egy lineáris kód generátormátrixa:

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

a) Szisztemikus-e ez a kód? Miért vagy miért nem?

b) Határozza meg a kód (egyik) paritásellenőrző-mátrixát.

c) Maximum hány hibát tud biztosan érzékelni ill. biztosan javítani ez a kód?

Megoldás:

a, Nem, mert G nem $[I, B]$ alakú

b, $HG^T = 0$

ötlet: Legyen $G=[X, I]$ ekkor H-nak $[I, Y]$ alakúnak kell lennie, hogy a fenti szorzat 0 legyen. Ekkor

$$Y = X^T$$

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

c, $d(\min)=w(\min)=3$ 2 hiba érzékelhető, 1 hiba javítható