

1. Feladat: Egy szimmetrikus kábelt az 50 kHz – 200 kHz tartományban a következő paraméterekkel jellemezhetünk:

$R=50 \Omega/km$ ,  $G=0.5 \mu S/km$ ,  $L=1 mH/km$ ,  $C=25 nF/km$ .

- a) Mekkora a hullámellenállása ennek a kábelnek ebben a frekvenciasávban? (5 pont)  
 b) Mekkora a csillapítástényezője ennek a kábelnek ebben a frekvenciasávban? (5 pont)  
 c) A megkövetelt áthallási védettség legalább 65 dB. Milyen hosszú lehet eme kábel erősített szakasza, ha a közelvégi áthallási csillapítás 108.5 dB? (5 pont)  
 d) Mekkora a kábelen a jel terjedési sebessége? (5 pont)

a.)

$$Z_0 = ((R + j\omega L) / (G + j\omega C))^{1/2}; \omega = 50000 : 200000;$$

$$Z_0 = 238 \cdot \exp(-j0.39); (50 \text{ kHz})$$

$$Z_0 = 203 \cdot \exp(-j0.12); (200 \text{ kHz})$$

b.)

$$\Gamma = ((R + j\omega L) \cdot (G + j\omega C))^{1/2}$$

$$\Gamma = \alpha + j\beta = 0.1241 + 1.0077j$$

$$\alpha = 0.1241 / km;$$

$$\alpha^{dB} = \alpha \cdot 20 \cdot \lg(e) = 1.077 \text{ dB/km}$$

c.)

az áthallott jel szintje:

$$S_{\text{áthallott}} = S_{\text{adás}} - a_{\text{közelvégi}}$$

a hasznos jel szintje:

$$S_{\text{hasznos}} = S_{\text{adás}} - \alpha^{dB} \cdot l.$$

Az áthallási védettség pedig:

$$K = S_{\text{hasznos}} - S_{\text{áthallott}} = a_{\text{közelvégi}} - \alpha^{dB} \cdot l$$

$$65 = 108.5 - 1.077 \cdot l$$

$$l = (108.5 - 65) / 1.077 \approx 40.4 \text{ km}$$

d.)

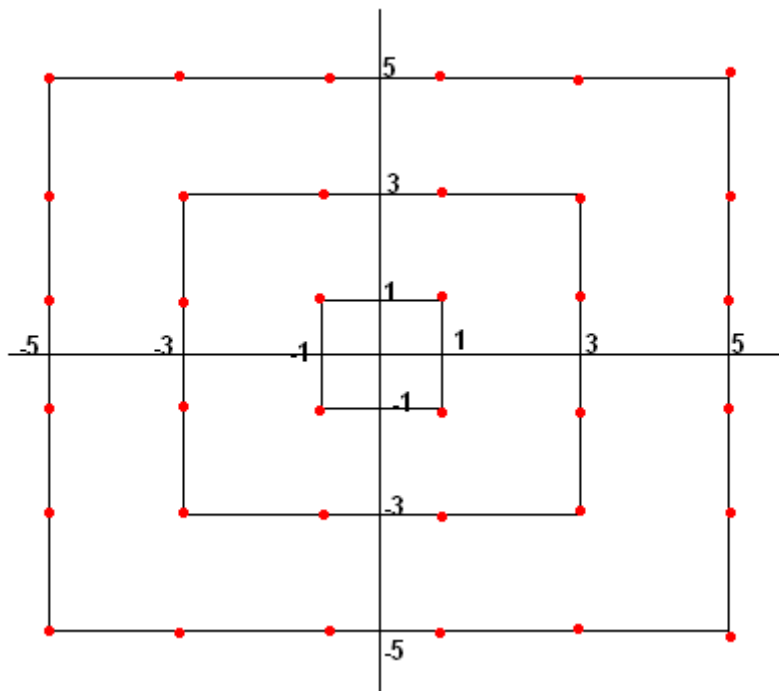
jel terjedési sebessége:

$$v = \omega / \beta = ((2 \cdot \pi \cdot 5 \cdot 10^4 \cdot (1/s)) / (1.077 \cdot (1/km))) = 2.91 \cdot 10^5 \text{ km/s} = 2.91 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

**2. Feladat:** Önt megbízzák egy QAM rendszer tervezésével, amelyről azt tudhatjuk, hogy összesen 36-féle szimbólumot kell átvennie. Ön egy olyan megoldást választ, amelyben a jelállapotok valamennyien egy négyzetrács pontjai.

- a) Rajzolja fel egy ilyen rendszer konstellációs diagramját! (5 pont)
- b) Milyen előnyei lehetnek annak, hogy a jelpontok négyzetrácsra illeszkednek? (5 pont)
- c) Hány százalék erősítés- (ill. csillapítás) hibát visel el a választott rendszer zajmentes esetben? (5 pont)
- d) A tervezés során egyik kollégája javasolja, hogy a legkülső pontokat helyezték át valamelyik tengely mellé. Mi lehet ennek a javaslatnak az értelme? A rendszer mely jellemzői javulnak, illetve romlanak, ha megfogadja ezt a javaslatot? (5 pont)

a.)

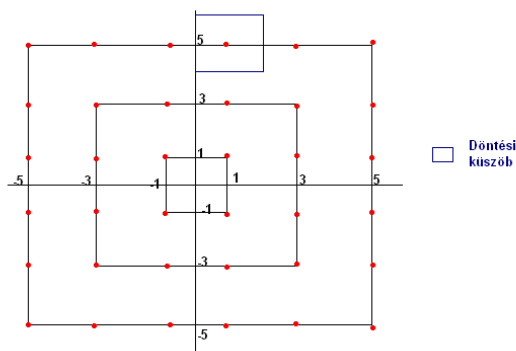


b.)

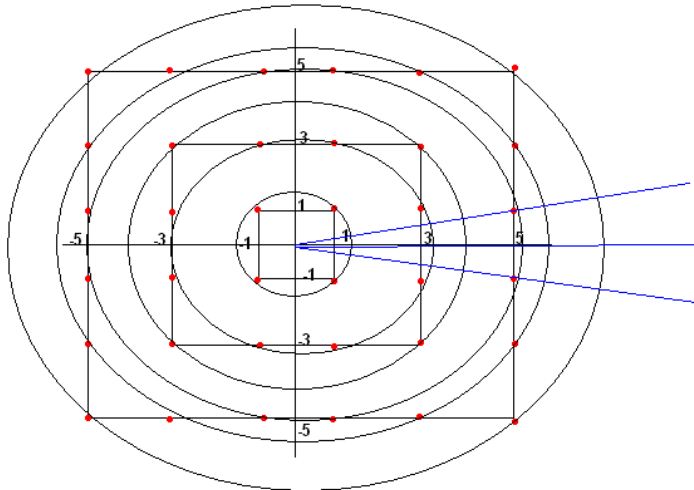
Pontosabban megállapíthatók az erősítési és fázis hibák mivel tudjuk hova jöhet egy jel (nem biztos)

c.)

Azt kell megvizsgálni melyik az a minimális erősítési illetve csillapítási hiba amelynél egy pont döntési küszöbire kerül:



A tengely menti rácspontok  $4/5$ -ös csillapításnál döntési küszöbire kerülnek a középső négyzetben lévő pontok  $4/3$ -os erősítésnél kerülnek döntési küszöbire.



Szőghiba esetén a jelölt helyen a legkisebb a megengedhető. Értéke  $\arcsin(1/5)=11.5^\circ$

d.)

Amennyiben a 4 sarokpontot 4 különböző tengely mellé helyezzük a fázishiba nem változik (bármely 2 egymás melletti pont lecsökkentené a megengedhető fázishibát  $\arcsin(1/7)$ -re)

Az erősítési hiba maximuma így is csökken  $6/7$ -re csillapítás esetén illetve  $6/5$ -re erősítésnél.

A módszer értelme viszont hogy kisebb a megvalósítandó erősítés amit elő kell állítani a rendszerrel hiszen.

$$A1 = \sqrt{5^2 + 5^2} = \sqrt{2} * 5$$

$$A2 = \sqrt{1^2 + 7^2} = \sqrt{2} * 5$$

tehát ebben az esetben a módszernek nincs értelme.(érdekes...)

7,és 9 esetén lenne értelme mert ott  $\sqrt{2} * 7 = 9.9$  és  $\sqrt{81+1} = 9.05$  lenne.

**3. Feladat:** Cégünk egyik telephelyére hagyományos telefon-alközpont helyett VoIP megvalósítást választunk. Ismerjük a kodek következő paramétereit:

- Egy beszédsegmentum mérete 10 byte.
- Egy beszédsegmentum időtartama 5 ms.
- A kódolási és csomagolási idő (az adóoldalon), valamint a kicsomagolási és a dekódolási idő (a vevőoldalon) segmentumenként egyaránt 4 ms.

Tudjuk emellett, hogy a csomagfejlesztés a beszédinformációt hordozó csomagokat 47 byte (bájt) többlet-információval látják el.

A vevő oldalon a sorbanállási késleltetés nem haladja meg a 10ms-t.

a) Mekkora a kódolt beszéd, mint adatforrás sebessége (forrássebesség)? (4 pont)

b) Tegyük fel, hogy egy IP csomagban egyetlen beszédsegmentumot továbbítunk.

b1) Mekkora a beszédcsomagok kibocsátási gyakorisága (csomagsebesség)? (4 pont)

b2) Mennyi az egyetlen hívás igényelte átviteli sebesség (sávszélesség)? (4 pont)

c) Hogyan módosul az a), b1) és b2) kérdésekre adott válasz, ha egy IP csomagban két beszédsegmentumot továbbítunk? (8 pont)

$$l_p = 10 \text{ byte}; t_p = 5 \text{ ms}; P_d = 4 \text{ ms}; l_{\text{header}} = 47 \text{ byte}; t_r = 10 \text{ ms}$$

a.)

$$v_{\text{forrás}} = 10 \text{ byte} / 5 \text{ ms} = 10 * 8 \text{ bit} / 5 * 10^{-3} \text{ s} = 16 \text{ kbit/s}$$

b.)

1 csomagban 1 szegmens  $\rightarrow n=1$

b1.)

$$v_{\text{csomag}} = v_{\text{forrás}} / n * l_p = 16 \text{ kbit/sec} / 10 * 8 \text{ bit} = 200 \text{ pps (packet per second)}$$

b2.)

a teljes csomag mérete  $l_{cs} = n * l_p + l_{\text{header}} = 10 + 47 = 57 \text{ byte}$

$$B = l_{cs} * v_{cs} = 57 * 8 \text{ bit} * 200 \text{ pps} = 91.2 \text{ kbit/s}$$

c.)  $n=2$

c1.)

$$v_{\text{csomag}} = v_{\text{forrás}} / n * l_p = 16 \text{ kbit/sec} / 20 * 8 \text{ bit} = 100 \text{ pps (packet per second)}$$

c2.)

a teljes csomag mérete  $l_{cs} = n * l_p + l_{\text{header}} = 20 + 47 = 67 \text{ byte}$

$$B = l_{cs} * v_{cs} = 67 * 8 \text{ bit} * 100 \text{ pps} = 53.6 \text{ kbit/s}$$

4. Feladat: Szuperheterodin vevőnk a 24 és 36 MHz közötti frekvenciatartományban elhelyezkedő adók vételére szolgál. Középfrekvenciája 18 MHz.

a) Mekkora frekvenciatartományt kell átfognia a helyi oszcillátornak, ha felső illetve alsó keverést használunk? Melyik jobb és miért? (4+4+2 pont)

b) Milyen frekvenciára kellene beállítanunk a helyi oszcillátort, ha alsó keverést használnánk és 25.5 MHz-es jelet szeretnénk venni? (4 pont)

c) Mekkora ennek az adónak a tükrőfrekvenciája? Milyen gondot okoz ez nekünk? (6 pont)

a.) Felső keverésnél az oszcillátor frekvenciája nagyobb mint a frekvenciasáv, amit le kell „keverni” alsó keverésnél pedig kisebb.

Felső keverés

$$f_{KF} = 18 \text{ MHz};$$

$$f_{0\text{min}} - 24 = 18;$$

$$f_{0\text{max}} - 36 = 18; f_0 = [42:54] \text{ MHz}$$

Alsó keverés

$$f_{KF} = 18 \text{ MHz};$$

$$24 - f_{0\text{min}} = 18;$$

$$36 - f_{0\text{max}} = 18; f_0 = [6:18] \text{ MHz}$$

A felső keverés a jobb, gyakorlatban is ezt használják többet. A felső keverésnél a tükrőfrekvencia  $f_0 + F$  messzebb kerül a hasznos (középfrekvenciás) összetevőtől így a szűrő csillapítása itt nagyobb.

b.)

$$F = 25.5; F - f_{KF} = 25.5 - 18 = 7.5 \text{ MHz}$$

tűkörfrekvenciája  $F + f_0 = 25.5 + 7.5 = 33 \text{ MHz}$

Egy szűrő itt még nem igazán csillapít  $7.5/33 \sim 5 \rightarrow 7 \text{ dB}$

**5. Feladat:** Öntől egy nagy közüzemi szolgáltató cég kér tanácsot. A cégnek 990 ezer ügyfele van, akik ügyes-bajos dolgaikkal többek között a telefonos ügyfélszolgálathoz fordulhatnak. Az ügyfélszolgáltatón jelenleg egyszerre 21 munkatárs dolgozik, így a beérkező, nem várakoztatott hívásokat a legforgalmasabb időszakban 0,1%-os blokkolási valószínűséggel tudják kiszolgálni.

a) Mekkora a hívásintenzitás a legforgalmasabb időszakban, ha az hívások átlagos tartási ideje ebben az időszakban 200 másodperc? (5 pont)

b) Becsülje meg, hogy Átlagos Jenő ügyfél évente hányszor fordul az ügyfélszolgálathoz, ha az a) pontban számított hívásintenzitást a teljes időre feltételezzük! (5 pont)

c) Mekkora egy ügyfélszolgálatos munkatárs átlagos foglaltsága a legforgalmasabb időszakban? (5 pont)

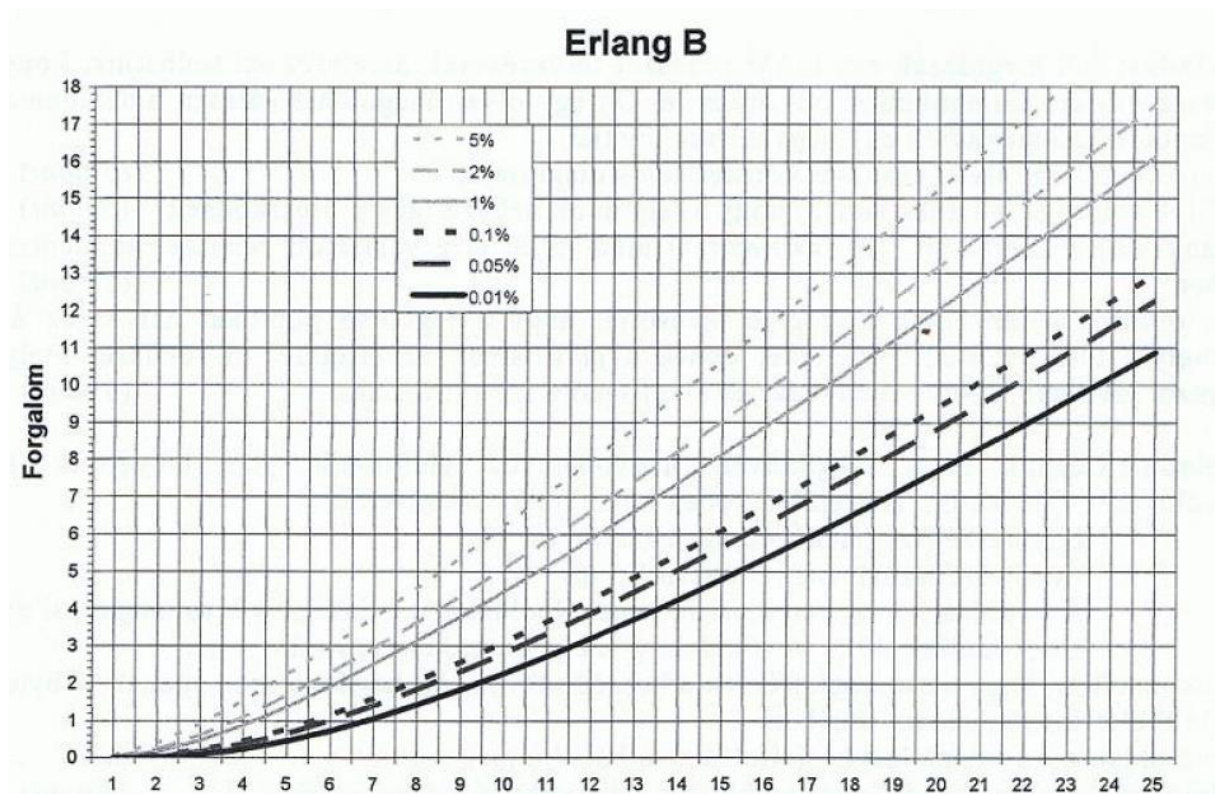
d) A szolgáltató cég „fejlesztéseket” hajt végre, munkatársai közül hármat elbocsát, a megmaradók közül 17-en tovább fogadják az ügyfélszolgáltatón a hívásokat, a 18. pedig **kizárólag** azzal foglalkozik, hogy visszahívja azokat az ügyfeleket, akiket a többiek – a rendszer blokkoltsága miatt – nem tudtak kiszolgálni. Várhatóan mekkora lesz ennek a munkatársnak a „foglaltsága”? (5 pont)

Átlagos tartási idő  $h = 200 \text{ s}$

Blokkolási valószínűség  $P_B = 0.1\%$

Munkatársak száma  $N=21$

Itt a munkatársak a kiszolgálók így a forgalom leolvasható az Erlang B táblázatból.



$A = 10$  leolvasható

A forgalom a hívásintenzitás és az átlagos tartási idő szorzata.

$A = \lambda * h$

$\lambda = A/h = 10/200 = 0.05$

**b.)**

**c.)**

**Ügyfélszolgálat foglaltsága:**

**Az ügyfélszolgálat kihasználtsága**

$$a = A/N \cdot (1 - P_B) = 10/21 \cdot (1 - 0.001) = 0.476 = 47.6\%$$

**d.)**

**A blokkolási valószínűség az erlang táblából leolvasva**

**N=17; A =10; P<sub>B</sub>=~1%**