

BME VIK KARI TANULMÁNYI VERSENY – 2020 – Infokommunikáció

A megoldásokhoz idén bármilyen eszköz használható

– kivéve a versenyzők eme feladatokkal kapcsolatos egymással történő kommunikációját.

A beadás módja: PDF állomány, melynek lapjain szerepel a versenyző neve és NEPTUN kódja, és melyet a verseny zárásáig kérünk elküldeni a **pvarga (kukac) tmit.bme.hu** címre. Javasunk minden feladatot külön oldalon kezdeni. Törekedjen rá, hogy áttekinthetőek legyenek a megoldásai és egyértelműen eldönthető legyen, hogy mit tekint válasznak.

1. feladat: Egy emlékezetmentes forrás 9 szimbólumot bocsát ki. Milyen feltételt kell mondjunk a legnagyobb valószínűséggel előforduló szimbólum előfordulási gyakoriságára, hogy öhozzá a David A. Huffman által javasolt kódolási algoritmus (röviden: a Huffman-kód) egy bites kódszót rendeljen? (Σ 3 pont)

2. feladat: Hibajavító kódolás

- Egy lineáris szisztematikus kód $(n-k) \times n$ -es paritásellenőrző mátrixát tartja a kezében. Hány olyan (nem feltétlenül szisztematikus kódhoz) tartozó generátormátrix írható fel, amelynek a Ön kezében levő mátrix a paritásellenőrző mátrixa lehet?
- Egy $C(n, k)$ ($k \in \{1, 2, 3\}$) lineáris szisztematikus kód m bithibát tud észlelni. Adjon szoros alsó és felső korlátot arra, hogy hány bithiba észlelésére lehet képes a kód ún. **duális kódja**, azaz az a kód, amelynek a generátormátrixa az eredeti kód paritásellenőrző mátrixa?
- Igazolja, hogyha egy $C(n, k)$ lineáris kód m bithibát tud biztosan észlelni, duálisa pedig m' -t, akkor $m + m' \leq n$!
- Mutassa meg, hogy minden n páros számra létezik olyan $C(n, k = n/2)$ lineáris szisztematikus kód, amelynek duálisa pontosan ugyanannyi hibát tud javítani, mint az eredeti kód! (Σ 6 pont)

3. feladat: Egy televíziós vetélkedő résztvevőjeként mutatnak Önnek egy textilizacskót, amelyben golyók vannak. A golyók a színüket leszámítva megkülönböztethetetlenek. A játékvezető azt mondja, hogy X-féle színű golyó van a zacskóban és megmondja, hogy melyik szín milyen gyakorisággal fordul elő. A zacskóból egyesével golyókat fognak húzni és Önnek konstruálnia kell egy minél hatékonyabb – értsd: a lehető legrövidebb átlagos szóhosszúságú – bináris kódot, amivel az egymás utáni golyók színét leírja.

Sajnos a zacskó előkészítésénél az asszisztens hibázott – vagy eleve így tervezték a műsort, ez most nem derül ki –, a zacskóból előkerül egy további színű golyó. Önnek persze gyorsan vág az agya, és az új – vagyis az X+1. – szín leírására egy új kódszót használ. Lehetséges-e, hogy az újonnan létrehozott kódszóval együtt az Ön kódjának átlagos kódszóhossza megegyezik az Ön által eredetileg alkotott kód átlagos szóhosszával,

- ha $X=3$?
- Mi a helyzet akkor, ha $X=4$,
- vagy ha $X=5$?

Az igenlő és a nemleges válaszait is indokolja. Az igenlő válaszok esetén adja meg, hogy milyen feltétel(ek) teljesülése szükséges és adja meg a lehetséges kódolást vagy kódolásokat! (Σ 5 pont)

4. feladat: Adott egy mikrohullámú összeköttetés a következő paraméterekkel: az adóteljesítmény 2 W, mind az adó-, mind a vevőantenna nyeresége 20 dB, a vivőfrekvencia 4 GHz, az adóantenna és az adóberendezés közötti vezeték hossza 2m, a vezeték csillapítása 0.5 dB/m, a vevő érzékenysége pedig 6 μ V (effektív érték). Az adó és a vevő 50 Ω -os hullámimpedanciára illesztett.

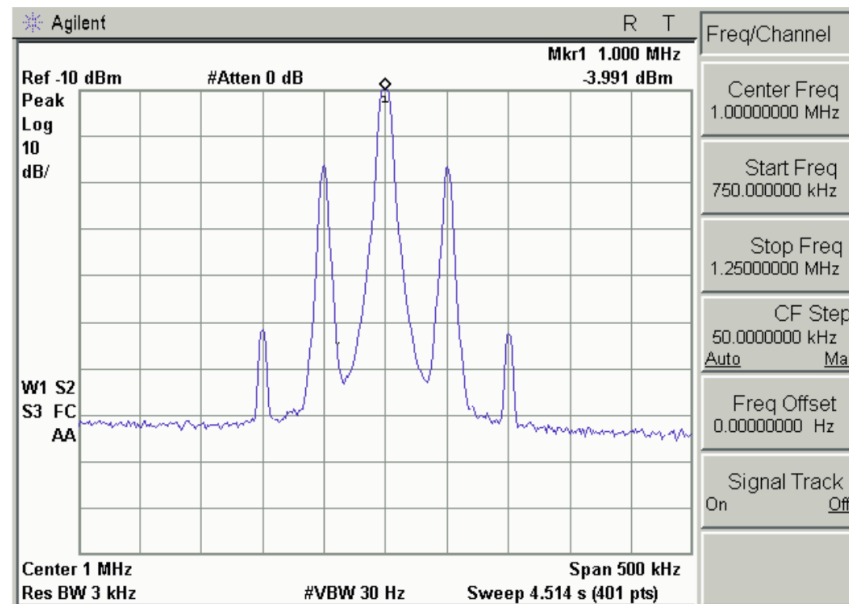
- Mekkora lehet a maximális szakasztávolság, ha a szabadtéri csillapításon felül 30 dB egyéb forrásból származó csillapítás is érheti a jelet (és a vett jel kívánt szintjét még ekkor is biztosítanunk kell?) (2 pont)
- Nő-e a szakasztáv, ha a régiék helyett 0.45 m átmérőjű forgáspároloid antennákat alkalmazunk, figyelembe véve, hogy ezek hatásos felülete a befoglaló kör 75%-a)? (2 pont)
- Soroljon fel hatásokat, amelyek valóban indokoltá teszik azt, hogy ilyen nagy (30dB) biztonsági tartalékkal számolunk! (1 pont) (Σ 5 pont)

5. feladat: Adott egy földfelszíni optikai összeköttetés, a vivő hullámhossza 1550nm. Tudjuk, hogy az adó teljesítménye 5W, a szakasz hossza 2000m, az adó és vevő lencsék átmérője 15cm.

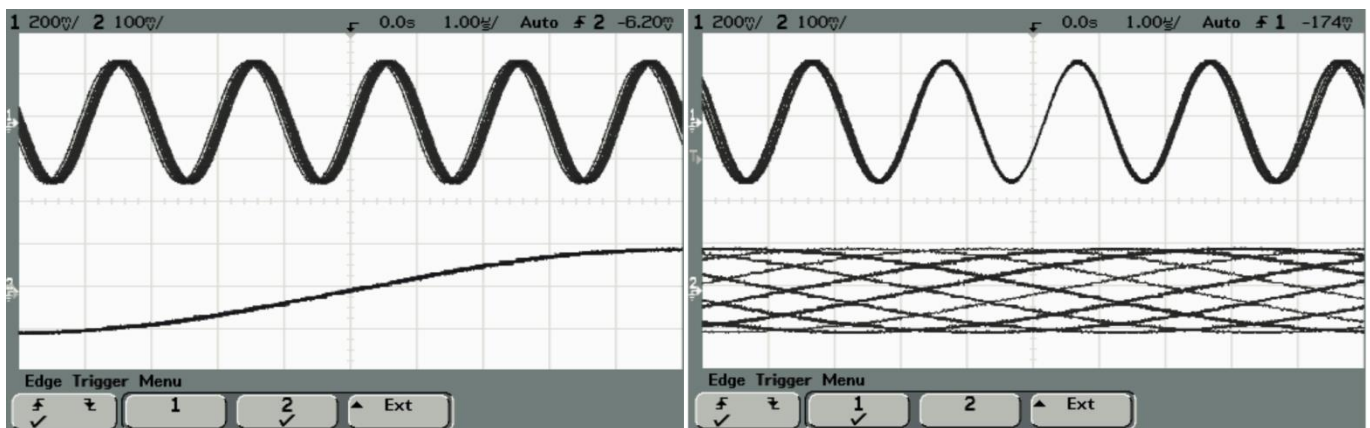
- Mekkora a vételi optikai jelteljesítmény, ha gyenge kód ereszkedik a városra? Mérés alapján a vizsgált időszakban a ködpára sűrűsége megközelítőleg ötszázad gramm volt köbméterenként. Tudjuk, hogy optikai átvitel esetén, jelentős csillapítást eredményez a kód. Optikai hullámhossz tartományban alkalmazható kód vagy vízpára csillapítás modell: $A_{1.55\mu m} \approx 0.3 \cdot (\rho_{fog})^{0.5}$ [dB/m], ahol ρ_{fog} a vízpára sűrűsége [g/m^3]. (2 pont)
- Mennyi tartalék van az összeköttetésben, ha a biztonságos működéshez szükséges legkisebb vételi teljesítmény 1pW? (2 pont)
- Milyen mértékű a vízpára, avagy a kód sűrűsége, mikor a vevő vételi teljesítménye éppen 1pW értékre csökken? (2 pont) (Σ 6 pont)

6. feladat: Dőljön hátra, és gondolkodjék behunyt szemmel pár másodpercig: milyen egyszerű módon demodulálható egy AM-DSB/SC jel ú.n. burkolódetektoros demodulátorral? Az évek-évtizedek során sokszor változnak az épp alkalmazott technológiák itt is: az elvi lehetőség ellenére vajon mostanában a gyakorlatban miért nem ezen a módon teszik? (Σ 3 pont)

7. feladat: Kollégája az AM-DSB – egyetlen szinuszos komponenssel modulált vivőjel $m=10\%$ modulációs mélységgel – magyarázatához egy spektrumábrát készít, de az nem olyan alakú lesz, mint amilyennek várja. Töri a fejét, ám nem jön rá, hogy miért az alábbi ábrát látja. Segítsen neki indirekt módon: ahelyett, hogy az Önnek most épp rendelkezésre nem álló eszközparkon próbálna meg egy helyes ábrát készíteni, inkább magyarázza el kollégájának, mit rontott el, azaz mit lát /valójában/ az analízátor képernyőjén?! Rajzolja le azt is, elméletben hogyan néz ki a várt spektrumkép! (Σ 4 pont)



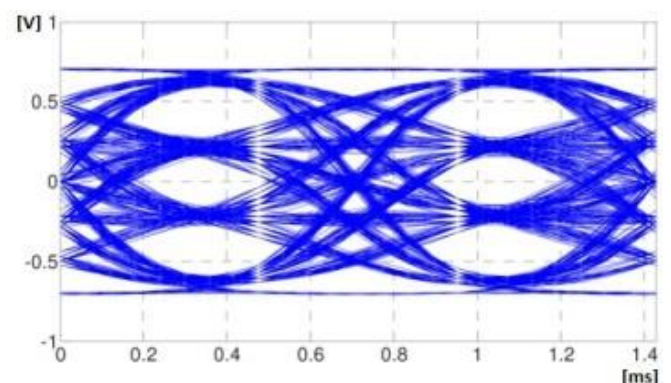
8. feladat: Kollégája az FM vizsgálatához ugyanazon jel időfüggvényeit nézegeti (más-más triggereléssel). Segítsen neki megállapítani: ez egy kislöketű vagy egy nagylöketű moduláció eredménye?! (Σ 2 pont)



Az ábrákon az “alsó” a moduláló jel, a felső a modulált jel.

9. feladat: Az ábrán egy alapsávi PAM szemábráját láthatjuk.

- Mennyi lehet a jelzési idő, és miért?
 - Mekkora lehet a rendszer bitsebessége?
 - Van-e a rendszerben döntést befolyásoló mértékű szimbólumközi áthallás? Mire alapozza ezt a véleményét?
- (Σ 3 pont)



10. feladat: Alice fej vagy írás játékot játszik. Az érme nem tökéletes, a fej dobásának a valószínűsége p . Alice egész addig játssza a játékot, mígnem az első fejet meglátja. Ekkor leírja az eredményt, majd újra kezdi a játékot. Egy-egy eredmény leírására Alice egy naiv módszert választ: az írást 0-val, a fejet 1-essel jelölve binárisan felsorolja az összes dobásának az eredményét. Így Alice által leírt minden szó $000\dots001$ alakú.

- a) Mekkora az Alice által leírt szavak átlagos hossza? (1 pont)
- b) Mekkora az elméletileg elérhető legkisebb átlagos szóhossz, amellyel a megkívánt információ, azaz, hogy hányadik dobásra sikerült fejet dobni, leírható? (2 pont)

Segítség:

$$|a| < 1: \sum_{i=0}^{\infty} ia^i = \frac{a}{(1-a)^2}$$

- c) Mutassa meg, hogy p mely értékei esetén lesz az előző részfeladatokban kiszámolt két érték azonos! (2 pont)

Alice úgy dönt, hogy a naiv leírás helyett tömörebb formában írja le a kísérlete eredményét.

- d) Mit állíthatunk a naiv és a bináris Huffman-kód segítségével megvalósított leírás átlagos szóhosszairól $p \rightarrow 0$ esetben? (1 pont)
 - e) Milyen kapcsolat adható meg az eredmények naiv és a Shannon-Fano-kód segítségével megvalósított leírásának átlagos szóhosszai között $p \rightarrow 0$ esetben? (2 pont)
- (Σ 8 pont)