

A	1. (3 p)	2. (2 p)	3. (6 p)	4. (6 p)	5. (2 p)	6. (3 p)	Σ	?

Az 1. és 6. feladat 3-3, míg az 2. és 5. feladat 2-2 pontot érnek. Törtpontszámot nem adunk, és ezen feladatok esetében indoklás nélküli eredményeket sajnos nem tudunk értékelni.

A 3. és 4. tesztkérdéseket tartalmazó feladatok esetében minden helyes válasz egy pontot ér. Minden tesztkérdés esetében négy lehetséges választ adtunk meg, ezek közül bárhány lehet helyes. A helyesnek ítélt válaszokat jelölje meg a feladatoknál található táblázatban. Amennyiben az egyik megadott lehetőség sem találja helyesnek, akkor ezt jelölje a 0 jelzésű oszlopban.

1. A Löttyedt Amazonok együttes gitárosa profi: gitárjának mindössze egyetlen húrját használja játéka során, amelynek megpendítésekor csak a 220 Hz-es alaphang szólal meg. Játéka során a zenész a hangszerére szerelt tremolókar segítségével a megszólaltatott hang magasságában 5.5 Hz frekvenciával (periodicitással) szinuszos változást tud előidézni, másodpercenként öt és félszer maximálisan ±10%-kal megváltoztatva a hang magasságát.

- a) Az alaphang milyen modulációjával tudná előállítani a feladatban vázolt jelenséget? *szögmoduláció*
- b) Mekkora sáv szélességet rendelne a tremolókar használatával megszólaltatott jelhez?
- c) Milyen mintavételezést javasolna a csapatnak egy szépen szóló első hanglemezzel elkészítéséhez? Vegye figyelembe, hogy a húr megpendítésekor nemcsak az alaphang, hanem annak sok-sok felharmonikusa is "megszólal" a felvétel során!

a) *frekvenciamoduláció*

b) $220\text{ Hz} \pm 10\% \rightarrow 198 - 242 \rightarrow B = 44\text{ Hz}$

c) *CD minőség mintavételi frekvenciája $\rightarrow 44100\text{ Hz}$
(itt volt valami más is de az $f_s > 2B$ simán nem elég)*

2. Egy jelet, amelynek 60 kHz és 108 kHz között vannak komponensei, közvetlenül digitálissá kell alakítani, és úgy továbbítani.

- a) Melyek a büntetlenül választható mintavételi frekvenciák lehetséges értékei?

$> 216\text{ kHz}$ $f_s > 2B$

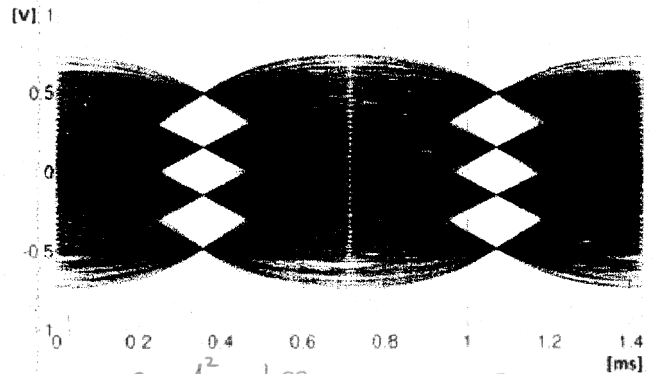
$108 \dots 120$

- b) Határozza meg minden választható mintavételezési frekvenciához (avagy -tartományhoz), hogy hány bites egyenletes kvantálást kell alkalmazni, ha legalább 70 dB-es kvantálási jel-zaj viszonyt követelünk meg!

$SNR = 1,74 + 6,02 \cdot n \rightarrow 12\text{ bit}$

3.1. Az ábrán egy alapsávi PAM szemábráját láthatjuk.

- A, A rendszerben használt elemi jel ISI mentes.
- B, A jelzési idő 0.0007 másodperc volt.
- C, Ez a rendszer RZ jelet használ.
- D, A rendszer bitsebessége épp szimbólumsebességének a négyszerese.



3.2. Egy szögmodulált jel vivőfrekvenciája

$F = 10 \text{ kHz}$ és a jel az időtartományban a következő egyenlettel adott: $s_{EM}(t) = 20 \cos(2\pi Ft + 0.1 \sin 2000\pi t)$. Ekkor

- A, a modulált jel fázislöketek 0.1 (radián)
- B, a modulált jel frekvencialökete 100 Hz
- C, a modulált jel sáv szélessége nagyobb, mint 2 kHz
- D, a modulált jel effektív értéke $20/\sqrt{2}$

$$P = \frac{A^2}{2} = \frac{400}{2} \Rightarrow U_{eff} = \frac{20}{\sqrt{2}}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \max(m'(t)) = 100 \text{ Hz}$$

3.3. Egy valós értékű jel a 0-3 kHz és a 7-8 kHz közötti sávokon kívül nem tartalmaz komponenseket. Az alábbiak közül mely mintavételezési frekvenciák esetében lehetséges a jel tökéletes visszaállítása?

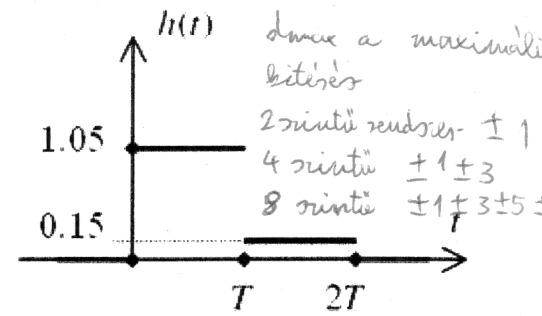
- A, 13.6 kHz
- B, 16.2 kHz
- C, 15 kHz
- D, 10 kHz

GYAKANYAGBAN BENNE VAN $f_s > 2B$

3.4. Egy T jelzési idejű, bináris ($d_k = \pm 1$) alapsávi PAM elemi jele az ábrán látható.

- A, A rendszer ISI mentes.
- B, Az elemi jel alkalmas lehet négyszintű rendszer üzemeltetésére.
- C, Az elemi jel nem alkalmas nyolcszintű rendszer üzemeltetésére.
- D, Illesztett szűrő struktúra használatával a rendszer ISI mentessé tehető.

$m_0 = 1,05 \quad m_1 = 0,15$
 $m_0 - d_{max} \cdot \sum_{i \neq 0} |m_i|$



3.5. Melyik RGB hármassal adott szín kelti a legnagyobb világosságérzetet?

- A, (0.1,0.1)
- B, (0.3,0.1,0.3)
- C, (0,0.1,0.1)
- D, (0.4,0.1,0.2)

$B, 1,05 - 3 \cdot 0,15 = 0,6 \Rightarrow 1 \text{ nek döntjük}$
 $C, 1,05 - 7 \cdot 0,15 = 0 \Rightarrow 0 \text{ nek döntjük}$

$Y = 0,3R + 0,59G + 0,11B$

3.6. Egy kód kódszavai rendre 10101, 01010, 00011, 11100 és 11111.

- A, A kód minimális kódtávolsága 2.
- B, A kóddal egy (bit)hiba mindig javítható.
- C, A kóddal egy (bit)hiba mindig észlelhető.
- D, Ez nem egy ún. szisztematikus kód.

$d_{min} = 2$
 $d_{min} - 1 = 1$
 $\lfloor \frac{d_{min} - 1}{2} \rfloor = 0$

$\frac{d_{min} - 1}{2} = \frac{1}{2} \Rightarrow de az alsó egészrészét kell venni \rightarrow 0$

	A	B	C	D	0
1					
2	X	X	X	X	
3	X	X			
4		X	X		
5				X	
6	X		X	X	

egy kód akkor szisztematikus ha a generátormatrix egységmatrixszal kezd \rightarrow itt nem így van \rightarrow ebből sehogy nem lesz egységmatrix

10101
 01010
 00011
 11100
 11111

4.1. Egy 10 kHz mintavételi frekvenciával dolgozó mintavételező rendszer bemenő és kimenő szűrője azonos:

$$H(f) = \begin{cases} 1 & \text{ha } |f| \leq 5 \text{ kHz} \\ 3.5 - |f/2| & \text{ha } 5 \text{ kHz} \leq |f| \leq 7 \text{ kHz} \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases}$$

A bemenő jel egy 2 V-os 1 kHz-es és egy 3 V-os 6 kHz-es komponenset tartalmaz. Az átviteli sávban az A/D-D/A pár feszültség helyes kimenetet szolgáltat. A kimenő jelben megjelenik

- A**, egy 6 kHz-es komponens is 0.75 V-tal
B, egy 4 kHz-es komponens is
C, egy 6 kHz-es komponens is 0.5 V-tal
D, egy 9 kHz-es komponens is

4.2. Milyen hangosnak érezzük azt a 100 Hz-es szinuszos hangot, amelynek intenzitása 1 nW/m^2 ?

- A**, 1000 phon
B, 30 phon
C, 20 dB
D, 30 dB

$$L = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0} = 30 \text{ dB}$$

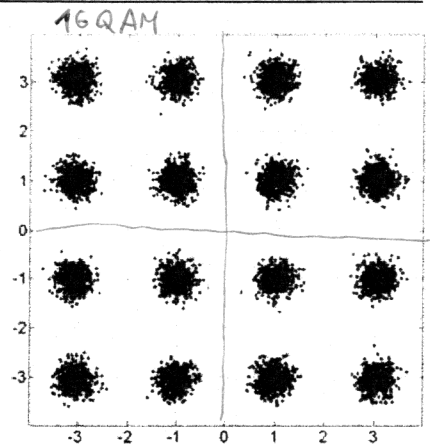
$$I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

1000 phon nagyon sok, 30 phon akkor lenne az 1 kHz-es jel

4.3. Vizsgálja meg az alábbi állítások igazságtartalmát a 2D-s szemábrájával adott jelről!

$$\log_2 16 = 4$$

- A**, Négy időrés alatt 1 bit továbbítható vele. \rightarrow 4 időrés alatt 4 bit
B, Egy időrés alatt 16 bit továbbítható vele. \rightarrow 4 bit
C, Egyszerre 2 bit továbbítható vele, hisz' QAM. \rightarrow 4 bit
D, 100 kbaud-os csatorna esetén az elérhető adatsebesség 400 kbit másodpercenként. $100 \text{ baud} \cdot 4 = 400 \text{ bit}$



4.4. Mely állítások igazak a $10 \cdot m(t) \cdot \cos(2000\pi t + 40)$ modulált jelre, ha tudjuk, hogy az m moduláló jel 300 Hz és 3.4 kHz között tartalmaz komponenseket, valamint tudjuk, hogy $|m(t)| \leq 0.6V$

- A**, Burkoló detektoros demodulátorral demodulálható.
B, A modulált jel sávszélessége 3.1 kHz.
C, A vivő frekvenciája 2000 Hz. $\rightarrow 1000 \text{ Hz}$
D, Fázislöketje pontosan 40 (radián).

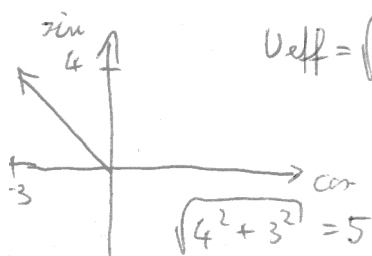
4.5. Az a, b és c karakterekből álló üzeneteket szeretnénk a 0 és 1 karakterekből álló kódábécé segítségével kódolni a következő összerendelés szerint: $a \mapsto 1, b \mapsto 10, c \mapsto 100$.

- A**, A 1011001001 kódszó a bacca üzenet kódja. \rightarrow csak így lehet felosztani
B, Ez a kód ún. prefix kód. \rightarrow prefix akkor ha nem előtaggítható egymással
C, Létezik olyan ún. prefix kód, amelynek kódszó hosszai megegyeznek az adott kód kódszavainak a hosszával. pl.: 1, 01, 001
D, Ez a kód egyértelműen dekódolható. $\rightarrow \sum_{k=1}^n 2^{-k} \leq 1$

	A	B	C	D	0
1	X	X			
2				X	
3				X	
4					
5	X		X	X	
6					X

4.6. Az $s(t) = 4 \sin(2\pi f_0 t) - 3 \cos(2\pi f_0 t)$ jel

- A**, csúcserőtelje 4 $\rightarrow 5$
B, csúcstényezője $1/\sqrt{2}$
C, $t = 42/f_0$ -ban az értéke -4
D, átlagteljesítménye 3.5



$$U_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{4^2}{2} + \frac{3^2}{2}} = \sqrt{12.5}$$

$$P = U_{\text{eff}}^2 = 12.5$$

$$c = \frac{U_{\text{csúcs}}}{U_{\text{eff}}} = \frac{5}{\sqrt{12.5}} = \frac{\sqrt{25}}{\sqrt{12.5}} = \sqrt{2}$$

$$t = 42/f_0$$

$$4 \cdot \sin(2\pi \cdot 42 t) - 3 \cdot \cos(2\pi \cdot 42 t) = -3$$

5. Egy zuglói polgár, kertvárosi ingatlannal, szeretné venni a Széchenyi-hegyről sugárzott DVB-T adást (az E38-as csatornát 610 MHz-es középfrekvenciával). Egy egyszerű kétutas terjedéssel modellezve a jel útját, milyen magasságokban érdemes próbálkozni a vevőantenna elhelyezésével, amennyiben a cél a maximális télerő vétele? Az adótól mért távolság 10 km, az adóantenna magassága pedig 200 m. (Segítség: számoljon fél méteres hullámhosszal!)

$$k\pi + \frac{\pi}{2} = \pi \frac{2 \cdot h_T h_R}{\lambda \cdot r} \rightarrow (2k+1) \cdot 6,25 \text{ m} \quad k=0, 1, 2, \dots$$

6. Egy bináris, lineáris blokk-kód generátormátrixa: $\underline{G} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{matrix} A \\ B \end{matrix}$

a) Adja meg a kód kódszavait! Mi lehetett a legvalószínűbb küldött üzenet, amikor a vett blokk $\underline{v} = (11101)$?

10101
01011
11110 $\rightarrow A \text{ XOR } B$
00000 \rightarrow csupa nulla mindig kódszó
 \underline{v} legközelebb az elsohoz van

b) Adja meg a kód paritásellenőrző-mátrixát! Milyen szindrómát kapunk a fenti \underline{v} esetén?

$$\underline{H}^T = \begin{bmatrix} 101 \\ 011 \\ 100 \\ 010 \\ 001 \end{bmatrix} \rightarrow \underline{H} = \begin{bmatrix} 10100 \\ 01010 \\ 11001 \end{bmatrix}$$

$$\underline{\Sigma} = 011$$

$$\underline{\Sigma} = \underline{v} \cdot \underline{H}^T \text{ vagy } \underline{\Sigma} = \underline{H} \cdot \underline{v}^T$$

$$\underline{H}^T = \begin{bmatrix} B \\ I \end{bmatrix} \underline{H} = \begin{bmatrix} B^T & I \end{bmatrix}$$

c) Hány bithiba detektálható ezzel a kóddal biztosan? Hány bithiba javítható ezzel a kóddal biztosan? (Válaszát egyik kérdésnél se feledje indokolni!)

$$d_{\min} = 3 \quad d_{\min} - 1 = 2$$

$$\frac{d_{\min} - 1}{2} = 1$$

$\underline{\Sigma}$ bitjeire
 $\underline{v} \cdot \underline{H}^T$
 $\begin{bmatrix} 101 \\ 011 \\ 100 \\ 010 \\ 001 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{matrix} 101 \\ 011 \\ 100 \\ 001 \end{matrix} \rightarrow \text{XOR} \text{ bejelenés}$
 $\rightarrow \underline{\Sigma} = 011$
tehát azok a sorok amiket \underline{v} kijelöl \underline{H}^T -ben