

A	1. (3p)	2. (3p)	3. (2p)	4. (3p)	5. (6p)	6.(2p)	7.(3p)	Σ	?

Törtpontszámot nem adunk, és a feleletválasztós teszt kivételével indoklás nélküli eredményeket sajnos nem tudunk értékelni.

1. Az $s(t) = \sum_{k=0}^8 \cos(2\pi(555 + k \cdot 0,5)t)$ egy modulált jel, ahol $[t] = ms$.

a) Mi lehet a moduláció típusa – és miért?

b) Írja fel zárt alakban a b)-hez tartozó demodulált jelet.

c) Mélyebbnek vagy magasabbnak érzékeljük a c)-beli jel hangmagasságát a zenei „A” hanghoz (440 Hz) viszonyítva (elektroakusztikus átalakítás után)? /Segítség: a hangmagasságérzetet az alapharmonikus határozza meg./

2. VoIP-átviteli megvalósításunkhoz egy speciális kodek 16kbps bitsebességű változatát használjuk. Ennél a kodeknél egy beszédsegment mérete: $l_p = 20$ byte; egy csomagba egy beszédsegmentet csomagolunk. Tudjuk emellett, hogy az átvitel során használt csomagfejrészek önmagukban (a beszédsegmentek nélkül) 66 byte-ot tesznek ki.

a) Mennyi a beszédcsomag sebessége (a beszédcsomagok gyakorisága)?

b) Mennyi a hívásonkénti sávzélesség?

c) Ugyanezt a kodeket használva mi lehet a korlátja annak, hogy egy csomagjával több beszédsegmentet csomagoljunk?

3. Egy szabadtéri rádióösszeköttetés 100MHz frekvencián üzemel. Jelenleg a moduláló jel, egy 25kHz-es mérőjel, mellyel interferencia méréseket végeznek; a beállított frekvencialöket 75kHz. Az adóantenna nyeresége 22 dB, az adóantennába betáplált teljesítmény 20dBW (a „dBW” az 1 Wathoz viszonyított érték). A közel 5km távolságban elhelyezett vevőantenna nyeresége 13dB, a szakasz teljes csillapítását a délelőtt folyamán 85dB-re mérték.

a) Határozza meg a vevő bemenetén fellépő jel teljesítményét!

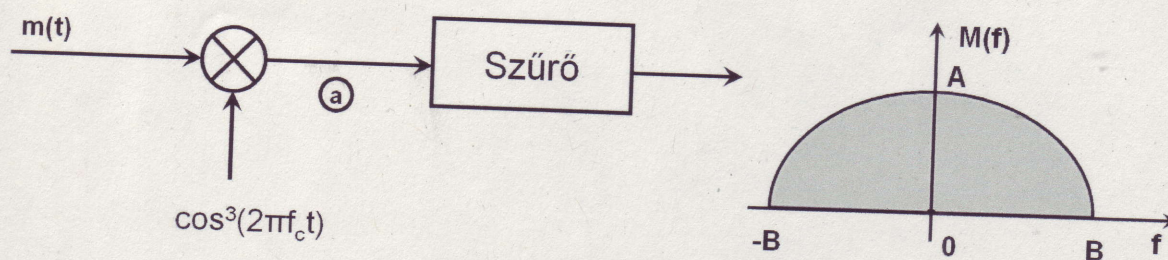
b) Határozza meg a sávszélesség közelítő értékét, ha ismert, hogy analóg FM modulációt használnak!

4. Egy AM-DSB-SC modulátort kell építenie, amely a B sávkorlátos $m(t)$ bemenő jelből az $m(t) \cos(2\pi f_c t)$ jelet állítja elő. Sajnos a raktáron levő modulátor, melynek vázlatát az mellékelt ábra mutatja, csak $\cos^3(2\pi f_c t)$ vivőjelet tud generálni ($f_c = 1.5B$).

a) A szűrő megfelelő választásával elő tudja-e állítani a kívánt jelet? Válaszát indokolja!

b) Ha igen, akkor milyen szűrőre van szüksége?

c) Rajzolja fel az ábrán látható $M(f)$ jel spektrumát az (a) pontban.



5.1. Az alábbiak közül mely paraméterű szinuszos hango(ka)t érezzük a lehangosabbnak?

- A, 100 Hz, 25 dB
 B, 100 Hz, 20 phon.
 C, 9kHz, 10 phon
 D, 9kHz, 22 dB.

5.2. Válassza ki, hogy milyen összetevői lesznek a sztereo FM rádió jel spektrumának a frekvenciamoduláció előtt, ha a műsorvezető a bal oldali mikrofonba egy 440 Hz-es hangot füttyül!

- A, 37560 Hz
 B, 19440 Hz
 C, 19 kHz
 D, 38 kHz

5.3. A Voice Activity Detector (VAD) használatával

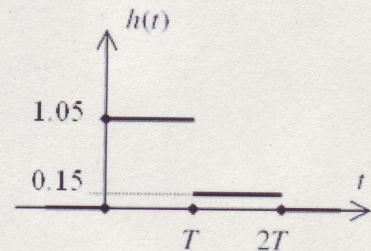
- A, csökkenthető a vonalon átvitt információ mennyisége, így sávzélesség takarítható meg
 B, VoIP-nél közvetetten növelhető a párhuzamosan használható csatornák száma
 C, a vételi oldal csak akkor aktív, ha detektálta a beszédet
 D, a vevő oldali berendezés normális működése, hogy addicionális zajt szolgáltat

5.4. Egy 8 kHz mintavételi frekvenciával dolgozó mintavételező rendszer bemenő és kimenő szűrője azonos. Egy 6 V-os 5 kHz-es szinuszos mérőjel hatására a kimeneten egy 1.5 V-os 5 kHz-es és egy 2 V-os 3 kHz-es komponens jelenik meg. Az átviteli sávban az A/D-D/A pár feszültséghelyes kimenetet szolgáltat.

- A, Mindkét szűrő ideális aluláteresztő.
 B, A bemeneti szűrő erősítése 3 kHz-en 0.5.
 C, Egy 3 kHz-es szinuszos mérőjel hatására csak egy 5 kHz-es komponens jelenik meg a kimeneten.
 D, A kimeneti szűrő erősítése 5 kHz-en 0.25.

5.5. 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 négyszintű rendszer üzemeltetésére.
 C, Az elemi jel nem alkalmas nyolcszintű rendszer üzemeltetésére.
 D, A jelzési időt a duplájára növelve az elemi jel alkalmassá válik 16 szintű rendszer üzemeltetésére.



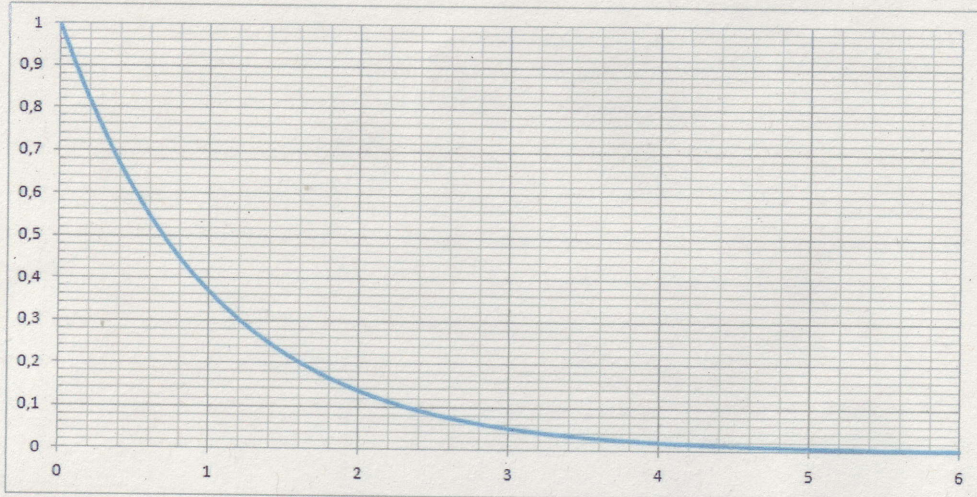
5.6. A GSM_α szolgáltató két felhasználója, „A1” és „A2”, SMS-t szeretne küldeni egymásnak.

Míg „A1” a saját GSM_α, addig „A2” egy másik szolgáltató, a GSM_β hálózatához csatlakozik. Az alábbiak közül mely hálózatok mely elemei vesznek részt a kommunikációban, ha az SMS feladója „A2”?

- A, HLR_β
 B, SMSC_β
 C, SMSC_α
 D, MSC_α, MSC_β

	A	B	C	D	0
1					
2					
3					
4					
5					
6					

6. Egy vállalatnál felkértek minket a távközlési infrastruktúra megtervezésére. A munkatársak a forgalmas órában percenként kettő külső hívást kezdeményeznek, és megfigyeltük, hogy a hívások tartási ideje (átlagos beszélgetési idő) tíz perc. Az alábbi ábra az e^{-x} függvény diagramja.



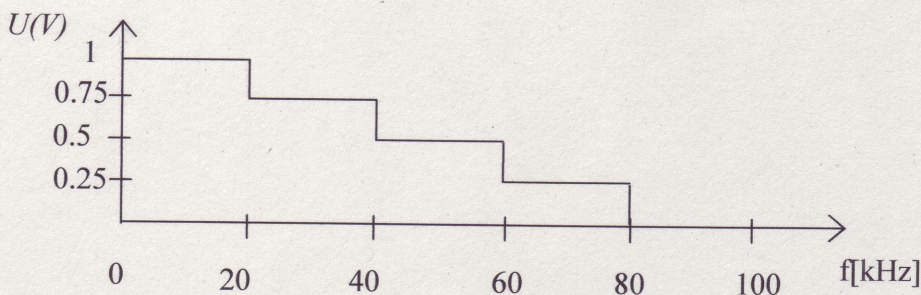
a) Mekkora a felajánlott forgalom?

b) Száz hívásból mennyi olyannal találkozunk, amelyik tíz percnél rövidebb?

c) A hívások hány százalékát érintheti az a döntés, miszerint a negyven percnél hosszabb hívásokat le kell bontanunk?

7. Digitális alapsávi átvitelnél az elemi jelünk féloldalas amplitúdóspektruma a vevőszűrő után az alábbi ábrával jellemezhető. (Az elemi jel valós, tehát a kétoldalas amplitúdóspektruma szimmetrikus.)

Mekkora (és miért ekkora) a legnagyobb elérhető szimbólumsebesség, ha szimbólumközi áthallástól mentesen akarunk kommunikálni?



A	1. (2 p)	2. (3 p)	3. (3 p)	4. (2 p)	5. (6 p)	6. (3 p)	7. (3 p)	Σ	?

Az első és a negyedik feladat 2-2 pontot, míg a második, harmadik, hatodik és hetedik feladat három-három pontot ér. Törtpontszámot nem adunk, és ezen feladatok esetében indoklás nélküli eredményeket sajnos nem tudunk értékelni.

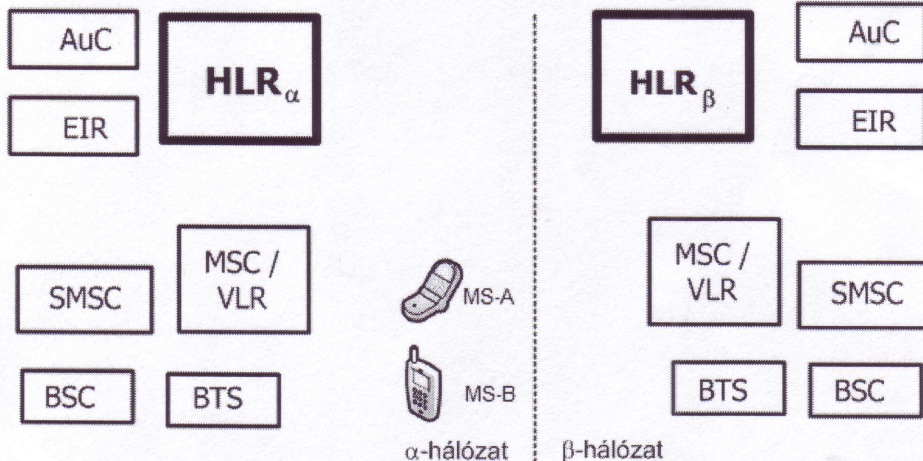
Az 5. tesztkérdéseket tartalmazó feladat esetében minden kérdéshez négy lehetséges választ adtunk meg, amelyek közül akár mind a négy helyes lehet. A helyesnek ítélt válaszokat jelölje meg X-szel a feladatnál található táblázatban. Amennyiben az egyik megadott lehetőség sem helyes, akkor azt jelölje a 0 jelzésű oszlopban. Minden egyes helyesen kitöltött sor 1 pontot ér.

1. Egy bináris FSK rendszerrel 1200 bit/s adatátviteli sebességet kívánunk biztosítani. A jelzőfrekvenciák: $f_1 = 1300 \text{ Hz}$ és $f_0 = 2100 \text{ Hz}$.

a) Mekkora a névleges vivőfrekvencia? Mekkora a frekvencialöklet? Mekkora a rendszer jelzési sebessége?

b) Mekkora frekvencialökletet választana, ha mód van az elvileg leghatékonyabb demodulációs eljárás alkalmazására, de takarékoskodnia kell a sáv szélességgel?

2. Az alábbi ábrán két különböző GSM-szolgáltató (alfa és béta) távközlési hálózatának néhány elemét látja. MS-A az alfa, míg MS-B a béta hálózat előfizetője, de utóbbi az alfa hálózatban barangol (roamingol).



A következő kérdésekre válaszként az ábrában szereplő elem-dobozokba írja be a kérdés betűjelét!

MS-A felhívja MS-B-t. (a) Melyik HLR kerül lekérdezésre?

(b) MS-B készüléke nincs tiltólistán. Mely elem tárolja ezt a tiltólistát?

A hívás bontása után MS-B SMS-t küld MS-A-nak. (c) Melyik SMSC kézbesíti ezt MS-A-nak?

3. Az 1550 nm-en üzemelő egymódusú fényvezetős összeköttetés hossza 49 km. A fényvezető szálak kromatikus diszperziója az üzemi hullámhosszon $D_c = 15 \text{ ps}/(\text{nm} \cdot \text{km})$, polarizációs módusdiszperziós együtthatója pedig $0.1 \text{ ps}/\sqrt{\text{km}}$.

a) Milyen hosszúságú diszperzió kiegyenlítő szálát kell alkalmazni a szakasz végén, ha a kiegyenlítő szál kromatikus diszperziós együtthatója $D_c = -90 \text{ ps}/(\text{nm} \cdot \text{km})$?

b) Mekkora a kiegyenlített rendszer maradék diszperziója?

c) Mi okozza a módusdiszperziót? Rajzoljon!

4. Egy hozzáférési hálózati kapcsolat passzív monitorozásával elkapott csomagok jellemzői a következők:

#	Időpecsét (sec)	SRC IP	DST IP	SRC port	DST port	prot.	Csomagméret (byte)
1	9.542	10.2.3.2	10.2.3.8	6000	2014	UDP	294
2	9.572	10.2.3.2	10.2.3.8	6000	2014	UDP	294
3	9.802	10.2.3.2	10.2.3.8	6000	2014	UDP	294
4	9.832	10.2.3.2	10.2.3.8	6000	2014	UDP	294
5	9.862	10.2.3.2	10.2.3.8	6000	2014	UDP	294
6	9.892	10.2.3.2	10.2.3.8	6000	2014	UDP	294
7	9.992	10.2.3.2	10.2.3.8	6000	2014	UDP	294

A minta a további 20 másodpercben is hasonló. A mintákból VoIP forgalomra következtet.

a) Mekkora lehetett a beszédcsomagok gyakorisága?

b) Mekkora lehetett a kodek sebessége? A monitorozó eszköz által elkapott csomagokban 54 byte többlet-információ (csomagfejrészek) terhelik a beszédinformációt.

5.1. Válassza ki, hogy milyen összetevői lesznek a sztereó FM rádió jel spektrumának a frekvenciamoduláció előtt, ha a műsorvezető a bal oldali mikrofonba egy 720 Hz-es hangot füttyül!

- A, 37280 Hz
C, 19 kHz

- B, 18280 Hz
D, 38 kHz

5.2. Egy szögmodulált jel vivőfrekvenciája $F = 10^5$ Hz és a jel az időtartományban a következő egyenlettel adott: $s_{EM}(t) = 10 \cos(2\pi Ft + 0.2 \sin 2000\pi t)$. Ekkor

- A, a modulált jel fázislökete 0.2
C, a modulált jel teljesítménye $10/\sqrt{2}$

- B, a modulált jel sávszélessége 0.2 kHz
D, a modulált jel frekvencialökete 400 Hz

5.3. A Hősök terén várja ismerősét, majd őt nem találván felhívja mobiltelefonon. A telefonbeszélgetés során egyszer csak felkiált az ismerős, hogy "itt vagyok", és érdekes módon Ön a közvetlen akusztikai és a mobiltelefonos hangot egyszerre, késleltetéskülönbség nélkül hallja. Kb. mekkora lehet az ismerőse és az Ön közötti távolság?

- A, 10 m
C, 30 m

- B, 20 m
D, 40 m

5.4. Egy földi, a 900 MHz környéki sávban működő rádióösszeköttetés egyik végpontján fix telepítésű adó ($G_t = 13$ dB), másik végpontján egy mozgó vevő ($G_r = 3$ dB, $h_r = 1.66$ m) helyezkedik el. Az interferencia zóna határa az adótól 1 km-re található.

- A, Az adó magassága 150 m ($\pm 10\%$).
B, Az üzemi hullámhossz 1/30 m.
C, Ha a föld reflexiós tényezője -1, akkor az adótól 500 m-re teljes kioltás jön létre.
D, Az interferencia zónán belül a térerősség periódikusan váltakozik 0 és végtelen között.

5.5. Egy AM modulátor kimenő jele a $s_{AM}(t) = 3 \cos(1800\pi t) + 10 \cos(2000\pi t) + 3 \cos(2200\pi t)$. Ekkor

- A, a modulációs mélység 0.6
C, a vivőfrekvencia 2000 Hz

- B, az adóteljesítmény hasznosításának hatásfoka 0.15 ($\pm 10\%$)
D, a moduláló jel $s_m(t) = 3 \cos(200\pi t)$

5.6. Egy 8 kHz mintavételi frekvenciával dolgozó mintavételező rendszer bemenő és kimenő szűrője azonos. Egy 6 V-os 5 kHz-es szinuszos mérőjel hatására a kimeneten egy 1.5 V-os 5 kHz-es és egy 2 V-os 3 kHz-es komponens jelenik meg. Az átviteli sávban az A/D-D/A pár feszültséghelyes kimenetet szolgáltat.

- A, Mindkét szűrő ideális aluláteresztő.
B, A bemeneti szűrő erősítése 3 kHz-en 0.5.
C, Egy 3 kHz-es szinuszos mérőjel hatására csak egy 5 kHz-es komponens jelenik meg a kimeneten.
D, A kimeneti szűrő erősítése 5 kHz-en 0.25.

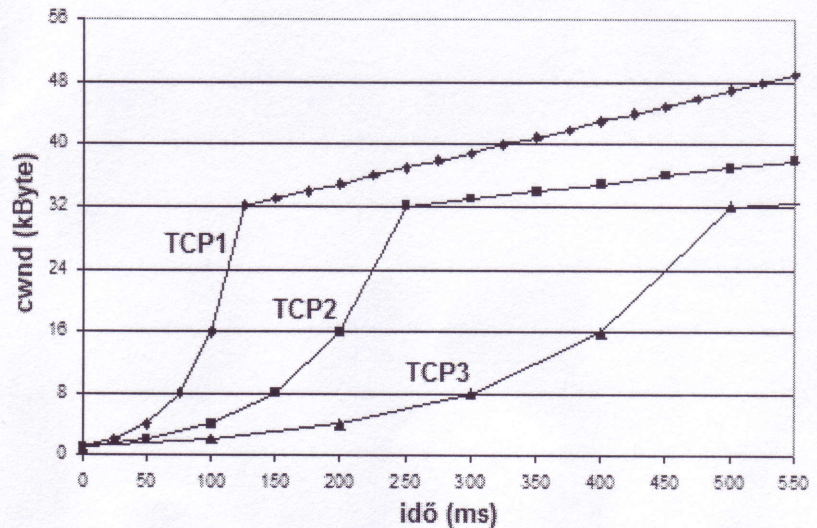
	A	B	C	D	0
1					
2					
3					
4					
5					
6					

6. Barátja nemrég a Vissza a jövőbe (három részes) sorozatot töltötte le egy FTP szerverről. A három rész letöltését egymástól térben és időben elkülönítve oldotta meg. Szerver oldalon a mellékelt ábra szemlélteti TCP *cwnd* méretét a letöltések egy adott szakaszában. Tudjuk, hogy a három letöltés csak a hálózat RTT-jében különbözött. Az egyszerűség kedvéért tételezze fel, hogy a szerver minden csomagba 1 *kbyte* adatot pakolt, valamint hogy mindig elküldte a maximálisan elküldhető számú csomagot!

a) Adja meg azokat az intervallumokat, ahol az egyes kapcsolatok a *slow-start* fázisban működtek!

b) Mi történhetett a TCP1-es kapcsolattal a 125. *ms*-ban?

c) Sorrendezze a kapcsolatokat az RTT-k értéke alapján!



7. A McFly & Brown egy apró autókölcsönző cég. Összesen két darab DeLorean típusú gépkocsit tud az ügyfelek számára kölcsönözni. Az apró cég ügyfelei Poisson folyamat szerint érkeznek, átlagosan 4 db ügyfél tér be hozzájuk naponta. Az ügyfelek átlagban 1.5 napra bérlik az autókat, a bérleti idő feltehetően exponenciális eloszlású.

a) Mekkora a valószínűsége, hogy a McFly & Brown egy ügyfélnek nem tud kocsit adni, így az más kölcsönzőt kell válasszon?

Erlang B:

$$P_0 = \frac{\frac{A^N}{N!}}{\sum_{x=0}^N \frac{A^x}{x!}}$$

b) Mekkora az egyes autók átlagos kihasználtsága?

Erlang C:

$$P_c(>0) = \frac{\frac{A^N e^{-A}}{N!} \frac{N}{N-A}}{1 - P_0 + \frac{A^N e^{-A}}{N!} \frac{N}{N-A}}$$

c) Mekkora a napi átlagos haszna a cégnek, ha egy gépjármű fenntartási költsége 60 *USD/nap*, bérleti díja pedig 100 *USD/nap*?

B	1. (3p)	2. (2p)	3. (3p)	4. (3p)	5. (6p)	6.(2p)	7.(3p)	Σ	?

Törtpontszámot nem adunk, és ezen feladatok esetében indoklás nélküli eredményeket sajnos nem tudunk értékelni.

Az 5., tesztkérdéseket tartalmazó feladat esetében minden kérdéshez négy lehetséges választ adtunk meg, amelyek közül akár mind a négy helyes lehet. A helyesnek ítélt válaszokat jelölje meg X-szel a feladatoknál található táblázatban. Amennyiben az egyik megadott lehetőség sem helyes, akkor azt jelölje a 0 jelzésű oszlopban. Minden egyes helyesen kitöltött sor 1 pontot ér.

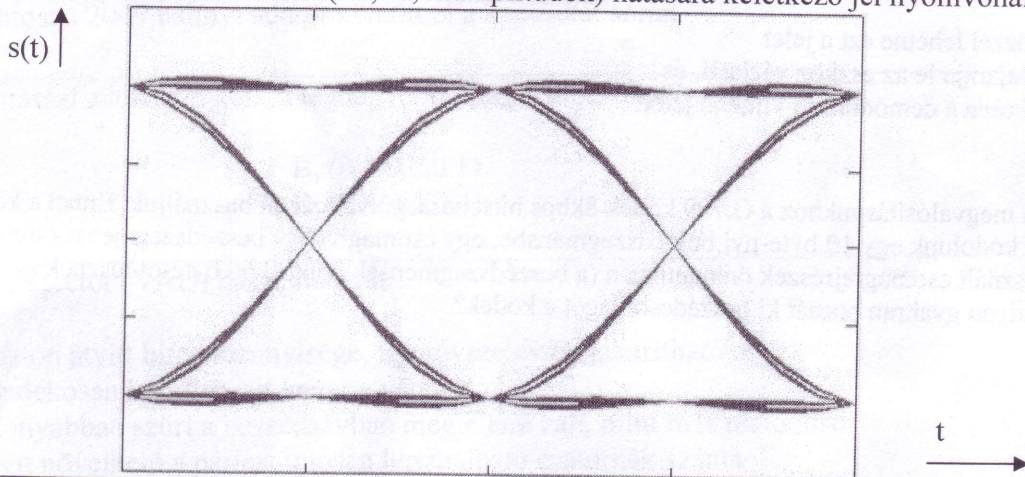
1. Az alábbi diagram egy megfelelően működő, kétszintű PAM rendszer szemábráját mutatja.

Rajzolja be, és a kérdés betűjelével egyértelműen jelezze:

a) az időrés határait,

b) a legalkalmasabb mintavétel(ek) helyét – és röviden indokolja is döntését!

c) Rajzolja be az ábrába a 110 bitsorozat (+1,+1,-1 amplitúdók) hatására keletkező jel nyomvonalát!



2. Tegyük fel, hogy egy szuperheterodin vevőt a 41 MHz és 50 MHz közötti sugárzás vételére terveztek. A használandó középfrekvencia 8 MHz.

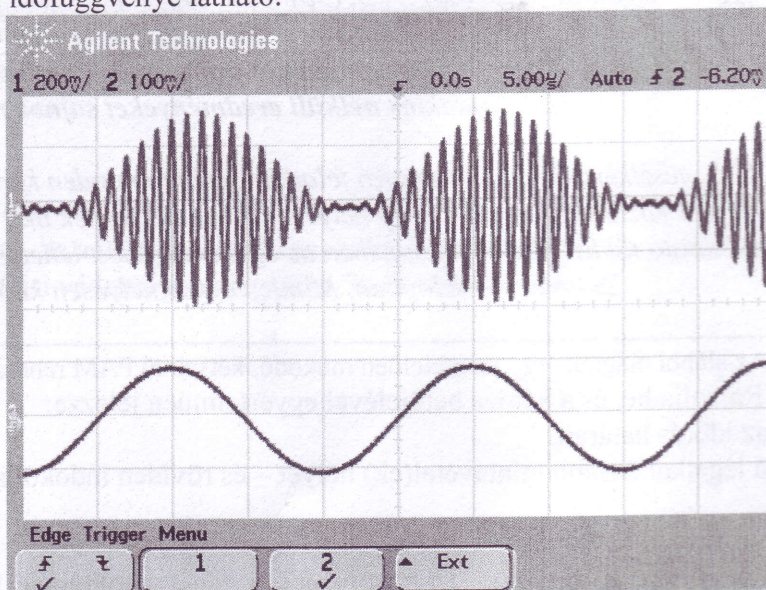
(a) Felső keverés esetén milyen frekvenciatartományban kell működtetni a helyi oszcillátort?

(b) A 45 MHz-en szolgáltatott adásnak mi a tükörfrekvenciája ebben a feltételezett rendszerben?

3. Ábránkon egy modulált jel és a moduláló jel időfüggvénye látható.

a) Azt gyanítjuk, hogy AM-DSB modulációval van dolgunk. Mekkora a jel modulációs mélysége?

b) Határozza meg a modulált jel spektrális komponenseinek frekvenciáját és nagyságát!



c) Milyen eszközzel lehetne ezt a jelet demodulálni? Rajzolja le az eszköz vázlatát, és rajzolja be az ábrába a demodulátor kimenő jelét!

4. VoIP-átviteli megvalósításunkhoz a G.729 kodek 8kbps bitsebességű változatát használjuk. Ennél a kodeknél egy 10 ms hosszú jelet kódolunk egy 10 byte-nyi beszédsegmentbe; egy csomagba egy beszédsegmentet csomagolunk. Az átvitel során használt csomagfejrészek önmagukban (a beszédsegmentek nélkül) 66 byte-ot tesznek ki.

a) Átlagosan milyen gyakran bocsát ki beszédcsomagot a kodek?

b) A rendszer minőségi teszteléséhez egy távoli pontba küldjük, és onnan 10 ms késleltetéssel visszafordítjuk a jelet: egy hasonló (VoIP) csatornán visszaküldjük az adónak. Mekkora átlagos oda-vissza késleltést érzékel az adónál a beszélő, ha az egyirányú jelterjedési késleltetés átlagosan 70ms, a ki- és becsomagolási késleltetés minden adáskor és vételkor 5-5 ms? (Egyéb tényezőket elhanyagolunk.)

c) A teszt során UDP feletti átvitelt használunk, és a visszaérkező, dekódolt jel nagyon zajos. Mi okozhatja ezt, és milyen módosítást javasol annak érdekében, hogy javuljon a beszédátvitel minősége?

5.1. Egy 8 kHz mintavételi frekvenciával dolgozó mintavételező rendszer bemenő és kimenő szűrője azonos:

$$H(f) = \begin{cases} 1 & \text{ha } |f| \leq 4\text{kHz} \\ 3 - |f/2| & \text{ha } 4\text{kHz} \leq |f| \leq 6\text{kHz} \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases}$$

A bemenő jel egy 2 V-os 2 kHz-es és egy 5 V-os 5 kHz-es komponenset tartalmaz. Az átviteli sávban az A/D-D/A pár feszültség helyes kimenetet szolgáltat. A kimenő jelben megjelenik

A, egy 8kHz-es komponens

B, egy 5kHz-es komponens 1.25V-tal

C, egy 10kHz-es komponens

D, egy 3kHz-es komponens 2.5V-tal

5.2. Egy TCP kommunikáció során a gépünk által kapott utolsó üzenet tartalma **ack 2049** volt. Ezt azt jelenti, hogy

A, a 2050-es sorszámmal adott üzenetet még nem kapta meg a túloldal

B, maximum 2049 bajtnyi adatot küldhetünk nyugtázatlanul

C, a 2049-es üzenetre nyugtát kérnek

D, a gépünk eddig pontosan 2049 bajtnyi adatot küldött el a kapcsolat során

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

A, (0.1,0.0,0.8)

B, (0.8,0.0,0.1)

C, (0.1,0.4,0.4)

D, (0.4,0.4,0.4)

5.4. A Voice Activity Detector (VAD) használatával

A, csökkenthető a vonalon átvitt bitek mennyisége, így sávszélesség takarítható meg

B, az adó gyakran szándékosan komfortzajt kever a vételbe

C, a vételi oldal hatékonyabban szűri a beszéd-sávban megjelenő zajt, mint más módszerrel

D, VoIP-nél közvetlenül növelhető a párhuzamosan használható csatornák száma

5.5. Marslakó barátaink a túlnépesedés miatt a közeli (35 000km) Deimos bolygó benépesítését fontolgatják, a kommunikációra a 24 Ghz-es frekvenciát találták a legmegfelelőbbnek, és 50 dB nyereségű antennákat használnának a kommunikációra.

A, Ekkor 8 ms idő alatt jut el a jel a Marsról a holdra.

B, Ha a vevő érzékenysége 1nW, akkor legalább 1 W-os adókra lenne szükségük.

C, Az 50 dB-es nyereséghez ezen a frekvencián egy körülbelül fél méter sugarú antenna szükséges.

D, Ekkor 80 ms idő alatt jut el a jel a Marsról a holdra.

5.6. Válassza ki, hogy milyen összetevői lesznek a sztereó FM rádió jel spektrumának a frekvenciamoduláció előtt, ha a műsorvezető a jobboldali mikrofonba egy 440 Hz-es hangot!

A, 38560 Hz

B, 19440 Hz

C, 38 kHz

D, 19 kHz

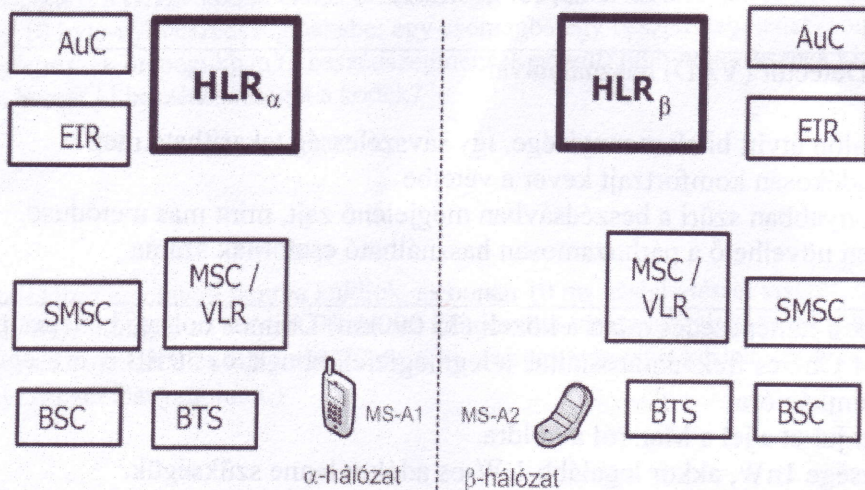
	A	B	C	D	0
1					
2					
3					
4					
5					
6					

6. Egy kábelpár csillapítása 20kHz frekvencián 1dB/km, míg 40kHz-n 1.3dB/km.

a) Magyarozza meg, miből adódik a különbség!

b) Milyen hossz után érdemes erősítést beiktatni, ha a 20kHz-es frekvencia körül üzemeltetjük az átvitelt, a közelségi áthallási csillapítás 90dB, és az áthallási védettségnek legalább 70dB-nek kell lennie?

7. Az alábbi ábrán két különböző GSM-szolgáltató (alfa és béta) távközlési hálózatának néhány elemét látja. MS-A1 és MS-A2 is az alfa hálózat előfizetője, de utóbbi a béta hálózatban barangol (roamingol).



A következő kérdésekre válaszként az ábrában szereplő elem-dobozokba írja be a kérdés betűjelét!

MS-A1 felhívja MS-A2-t.

(a) Melyik HLR kerül lekérdezésre MS-A2 hollétével kapcsolatban?

A hívás bontása után MS-A2 SMS-t küld MS-A1-nek.

(b) Melyik MSC vesz részt az SMS feladásában?

(c) Melyik SMSC kézbesíti ki ezt MS-A1-nek?

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

Az első és az utolsó feladat 3-3 pontot ér, míg a második és utolsó előtti feladat két 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 kérdéshez négy lehetséges választ adtunk meg, amelyek közül akár mind a négy helyes lehet. A helyesnek ítélt válaszokat jelölje meg X-szel a feladatoknál található táblázatban. Amennyiben az egyik megadott lehetőség sem helyes, akkor ezt jelölje a 0 jelzésű oszlopban. Minden egyes helyesen kitöltött sor 1 pontot ér.

1. Egy földi, a 900 MHz környéki sávban működő rádióösszeköttetés egyik végpontján fix telepítésű adó ($G_t = 10 \text{ dB}$), másik végpontján egy mozgó vevő ($G_r = 3 \text{ dB}$, $h_r = 1.66 \text{ m}$) helyezkedik el. (segítség a számoláshoz: $\log_{10} 830 \approx 2.92$, $\log_{10} 225 \approx 2.35$)

- a, Mekkora lehet az adóantenna magassága, ha az interferencia zóna határa az adótól 1 km-re található?
b, Mekkora a szakaszcillapítás, ha a vevő éppen 10 km-re van az adótól?

2. Rajzolja fel, hogyan néz ki a sztereó FM rádió jelének kétoldalas spektruma a frekvenciamoduláció előtt, ha a műsorvezető a jobboldali mikrofonba egy 720 Hz-es hangot, a baloldali mikrofonba pedig egy 520 Hz-es hangot füttyül!

3.1. Az 1550 nm-en üzemelő egymódus fényvezető hossza 64 km. Kromatikus diszperziója az üzemi hullámhosszon $D_c = 15 \text{ ps}/(\text{nm} \cdot \text{km})$, polarizációs módusú diszperziója pedig $0.1 \text{ ps}/\sqrt{\text{km}}$. Jelölje w_c és w_p rendre a diszperziók okozta impulzuskiszéledést, és jelölje w a teljes impulzuskiszéledést. Ekkor

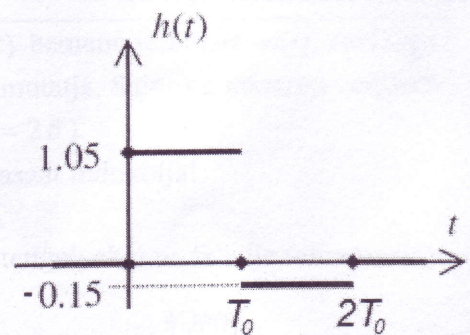
- A, $w^2 = w_c^2 + w_p^2$
- B, $w_p = 0.8 \text{ ps}$
- C, w_c kompenzálható
- D, $w_c = D_c \sqrt{l}$

3.2. Egy szögmodulált jel vivőfrekvenciája $F = 10^6 \text{ Hz}$ és a jel az időtartományban a következő egyenlettel adott: $s_{EM}(t) = 20 \cos(2\pi Ft + 0.2 \sin 2000\pi t)$. Ekkor

- A, a modulált jel sávszélessége 2 kHz
- B, a modulált jel fázislökete $0.2/2\pi$
- C, a modulált jel teljesítménye $\sqrt{2} \cdot 200$
- D, a modulált el frekvencialökete $400\pi \text{ Hz}$

3.3. Egy $T=T_0$ jelzési idejű, bináris ($d_k = \pm 1$) alapsávi PAM elemi jele az ábrán látható.

- A, A rendszer ISI mentes.
- B, Az elemi jel alkalmas négyszintű rendszer üzemeltetésére.
- C, Az elemi jel nem alkalmas nyolcszintű rendszer üzemeltetésére.
- D, A jelzési időt a duplájára növelve (azaz ha $T=2T_0$) az elemi jel alkalmassá válik 16 szintű rendszer üzemeltetésére.



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

- A, (0.5,0.5,0.5)
- B, (0.8,0.0,0.0)
- C, (0.3,0.5,0.5)
- D, (0.1,0.5,0.6)

3.5. A 94.8 MHz-es FM modulált jelet tervezünk venni szuperheterodin vevővel. A középfrekvencia legyen 10.7 MHz. Melyik állítás igaz?

- A, Felső keverés esetében a tükörfrekvencia 73.4 MHz.
- B, Alsó keverés esetében a tükörfrekvencia 116.2 MHz.
- C, Alsó keverés esetén a helyi oszcillátort 84.1 MHz-re kell hangolni.
- D, Felső keverés esetében a helyi oszcillátort 105.5 MHz-re kell hangolni.

	A	B	C	D	0
1					
2					
3					
4					
5					
6					

3.6. Egy valós értékű jel a 19 kHz és a 25 kHz közötti sávon kívül nem tartalmaz komponenseket. Az alábbiak közül mely mintavételezési frekvenciák esetében lehetséges a jel tökéletes visszaállítása?

- A, 25.5 kHz
- B, 11 kHz
- C, 12.6 kHz
- D, 39 kHz

4.1. Egy 8 kHz mintavételi frekvenciával dolgozó mintavételező rendszer bemenő és kimenő szűrője azonos:

$$H(f) = \begin{cases} 1 & \text{ha } |f| \leq 4 \text{ kHz} \\ 3 - |f/2| & \text{ha } 4 \text{ kHz} \leq |f| \leq 6 \text{ kHz} \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases}$$

A bemenő jel egy 2 V-os 1 kHz-es és egy 3 V-os 5 kHz-es komponenset tartalmaz. Az átviteli sávban az A/D-D/A pár feszültséghelyes kimenetet szolgáltat. A kimenő jelben megjelenik

- A, egy 7 kHz-es komponens
 B, egy 5 kHz-es komponens 3/4 V-tal
 C, egy 4.5 kHz-es 1.5 V-os komponens
 D, egy 3 kHz-es komponens

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

- A, csúcserőértéke 7
 B, csúcstényezője $10/\sqrt{2}$
 C, átlagteljesítménye 12
 D, $t = 42/f_0$ -ban az értéke -4

4.3. Egy 256QAM jelről megállapítható, hogy

- A, egyszerre 2 bit továbbítható, hisz' QAM
 B, 8 időrés alatt 1 bit továbbítható
 C, 1 időrés alatt 256 bit továbbítható
 D, 10 kbaud-os csatorna esetén az elérhető adatsebesség 160 kbit másodpercenként

4.4. A 100 kHz körüli jelünket egy 10 km hosszú szimmetrikus kábelben szeretnénk továbbítani, melyről a következő adatokat tudjuk: $R=54 \Omega/\text{km}$, $G=1 \mu\text{S}/\text{km}$, $L=0.7 \text{ mH}/\text{km}$, $C=38 \text{ nF}/\text{km}$.

- A, Rendelkezik a vivőfrekvenciás tulajdonsággal.
 B, A hullámimpedancia a \sqrt{LC} képlettel jól közelíthető.
 C, 20 km-es szakaszhoz esetén a csillapítás 3 dB-lel lenne nagyobb.
 D, A skin hatás miatt a frekvencia négyzetével arányosan nő a csillapítástényező.

4.5. Marslakó barátaink a túlnépesedés miatt a közeli (10 000 km) Phobos hold benépesítését fontolgatják. A kommunikációra a 24 GHz-es frekvenciát találták a legmegfelelőbbnek, és 50 dB – 50 dB nyereségű antennákat használnának a kommunikációra.

- A, A marslakók jele 33.3 ms ($\pm 0.1 \text{ ms}$) alatt jut el a Marsról a Phobosra.
 B, Ha a vevő érzékenysége 1 nW, akkor legalább 1 W-os adókra lenne szükségük.
 C, Az 50 dB-es nyereséghez ezen a frekvencián egy körülbelül 1 méter sugarú antenna szükséges.
 D, A jel 333 ms-os ($\pm 0.4 \text{ ms}$) alatt teszi meg az utat a Marsról a holdjáig.

4.6. Milyen hangosnak érezzük azt a 10 kHz-es szinuszos hangot, amelynek intenzitása $100 \text{ pW}/\text{m}^2$?

- A, 100 phon
 B, 20 phon
 C, 20 dB
 D, 30 dB

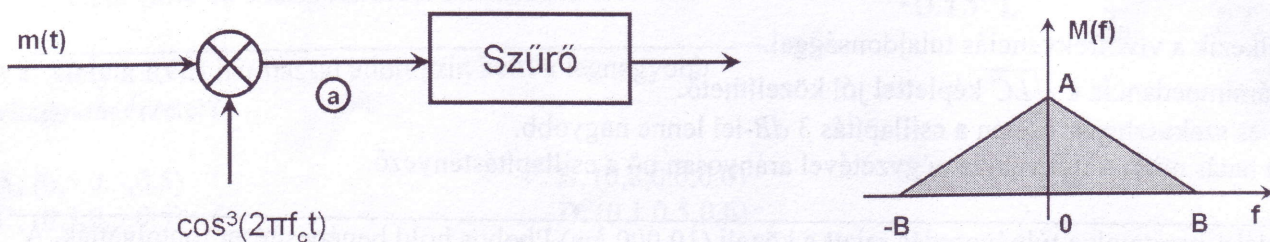
	A	B	C	D	0
1					
2					
3					
4					
5					
6					

5. Az 1550 nm-en üzemelő egymódus fényvezető hossza 10 km, kromatikus diszperziós állandója $D_c = 17 \text{ ps}/(\text{nm} \cdot \text{km})$. Az adó spektrális szélessége 6 nm. A fényvezető bemenetére 155 Mbps-es NRZ impulzusokat adunk.
 Mekkora a kromatikus diszperzió okozta impulzuskiszélesedés?
 Működőképes a fent vázolt rendszer? Ne feledkezzen meg a magyarázatról!

6. Egy AM-DSB-SC modulátor kell építenie, amely a B sávkorlátos $m(t)$ bemenő jelből az $m(t) \cdot \cos(2\pi f_c t)$ jelet állítja elő. A raktáron található modulátor vázlatát a mellékelt ábra mutatja. Sajnos a raktáron található egyetlen vivőjel-generátor csak $\cos^3(2\pi f_c t)$ vivőjelet tud generálni ($f_c = 2B$).

i, A szűrő megfelelő választásával elő tudja-e állítani a kívánt jelet? Válaszát indokolja!
 ii, Ha igen, akkor milyen szűrőre van szüksége?

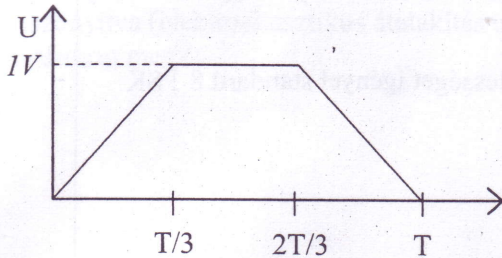
iii, Rajzolja fel az ábrán látható $M(f)$ jel spektrumát az (a) pontban. A tengelyeket ne feledje feliratozni!



B	1. (2p)	2. (3p)	3. (2p)	4. (3p)	5. (3p)	6. (1p)	7. (2p)	8. (2p)	9. (2p)	10. (2p)	Σ	?

Törtpontszámot nem adunk, és indoklás nélküli eredményeket sajnos nem tudunk értékelni.

1. Adja meg az alábbi, $1/T$ szimbólumsebességgel digitális alapsávi átvitelre használt elemi jel csúcstényezőjét.



2. Egy hangfelvételt 20 biten, 96kHz-es mintavételi frekvenciával digitalizálunk, 12kHz-es aluláteresztő előszűrő használata mellett. Illeszkedő, 20 bites D/A átalakító, 96 kHz-es mintalejátszási frekvencia és 12 kHz-es kimeneti aluláteresztő szűrő alkalmazása mellett mérünk egy referencia jel-zaj viszonyt.

Az alábbiakban a lejátszó rendszernek mindig csak egy-egy elemét változtatva, majd visszaállítva kísérletezünk (gondolatban).

- Elméletileg mennyit romlik a jel-zaj viszony, ha a lejátszásnál 16 bites D/A átalakítót alkalmazunk?
- Mi lenne a hatása, ha a bemenő szűrő törésponti frekvenciáját kétszereznék meg?
- Tanácsolná-e a kimeneti szűrő törésponti frekvenciájának megkétszerezését? Mivel járna ez a változás?

3. a) Adja meg a 8-PSK digitális modulációs eljárás elméleti amplitúdó- és fázishibatűrését. Mi határolhatja az amplitúdóhiba-tűrést a gyakorlatban?

b) 600kbps adatforgalom ISI-mentes átvitele minimálisan mekkora sáv szélességet igényel standard 8-PSK rendszerrel?

4. Deszantosaink ellenséges területen, ismert koordinátájú, kb. 1 km sugarú körön belül szóródtak szét. Csak kézi vevők vannak és csak 1GHz-es rádiófrekvencián képesek kommunikálni. A vezérkar meghozta a döntést: 1m sugarú lefelé irányított parabolaantennával – melyet speciális helikopter szállíthat – kell a létfontosságú üzenetet eljuttatni hozzájuk. Mindezt úgy, hogy azokra a területekre, melyeken biztosan nincsenek baráti egységek, nem szabad rádiójelet küldeni.

a) Engedelmeskedve a parancsoknak, legfeljebb mekkora repülési magasságot (azaz adó-vevő távolságot, egyutas terjedést feltételezve) választana a kommunikáció időpontjára a cél felett?

b) Milyen kommunikációs előnyei és hátrányai vannak a fenti határértéknél alacsonyabb magasságnak?

5. Az $s(t) = \sum_{k=0}^8 \cos(2\pi(551 + k \cdot 0,2)t)$ egy modulált jel, ahol $[t] = ms$.

- Mi lehet a moduláció típusa?
- Rajzolja fel a fenti jelhez alkalmas legegyszerűbb demodulátort. Pontosan specifikálja a paramétereit.
- Írja fel zárt alakban a b)-hez tartozó demodulált jelet.
- Mélyebbnek vagy magasabbnak érzékeljük a c)-beli jel hangmagasságát a zenei „A” hanghoz (440 Hz) viszonyítva (elektroakusztikus átalakítás után)? /Segítség: a hangmagasságérzetet az alapharmonikus határozza meg./

6. Az alábbiak közül mely paraméterű szinuszos hangot érezzük a lehangosabbnak? (Segítség: a Fletcher-Munson görbesereg minimumai 5kHz-nél vannak.)

- a) 40 Hz, 20 dB b) 400 Hz, 20 phon c) 4kHz, 20 dB d) 14kHz, 21 dB

7. Milyen szín dominál a következő Y, Cb, Cr adatokkal jellemezett képpontokban? Tegyük fel, hogy $Cb=B-Y$ és $Cr=R-Y$ (a valóságban e relációkban az arányossági tényező nem 1).

- a) 0.220, -0.120, 0.280 b) 0.182, 0.118, 0.118

8. Mi a polarizációs diszperzió és miért jön létre? Rajzoljon szemléltető ábrát!

9. Szuperheterodin AM vevőnk feszültséggel vezérelhető oszcillátorát varicap diódával készítenénk el.

a) Alkalmas-e a feladatra a fiókban talált 15-65 pF között szabályozható kapacitású alkatrész? (AM sáv: 530-1605kHz, $f_{kf}=465\text{kHz}$, ideálisnak tekinthető oszcillátorunkra igaz: $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$)

b) Milyen értékű induktivitást válasszunk?

10. Digitális alapsávi átvitelnél az elemi jelünk féloldalas amplitúdóspektruma a vevőszűrő után az alábbi ábrával jellemezhető. (Az elemi jel valós, tehát a kétoldalas amplitúdóspektruma szimmetrikus.)

Mekkora a legnagyobb elérhető szimbólumsebesség, ha szimbólumközi áthallástól mentesen akarunk kommunikálni?

