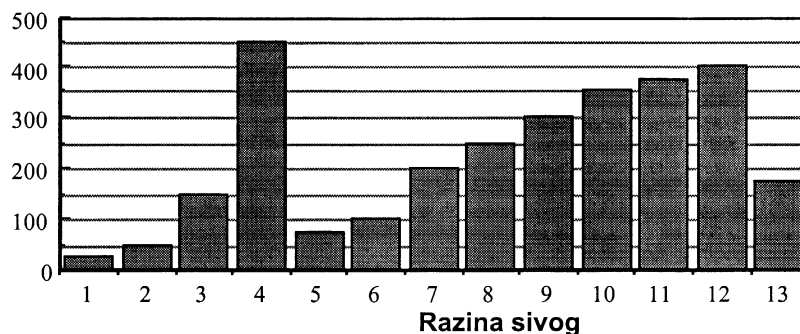


Ime i prezime: _____

Matični broj: _____

1. Mirna crno-bijela digitalizirana slika zadana je histogramom:

frekvencija



Slika 1

Slika se prenosi modemom od računala *A* do računala *B*. Modem koristi 128 PAM modulacijsku tehniku.

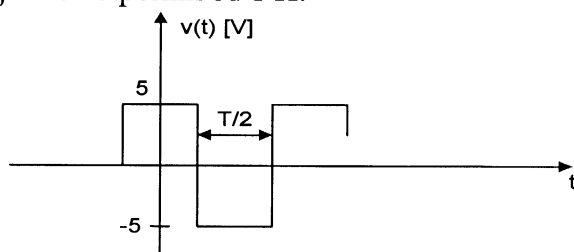
- Izračunajte srednji sadržaj informacije razine sivog.
- Izračunajte vlastiti sadržaj informacije svjetlina zadane slike.
- Koje je minimalno potrebno vrijeme da se optimalno kodirana slika (Kodiranje je izvedeno *dibit*-ima!) prenese od računala *A* do računala *B* u cjelosti!

2. Na nogometnom turniru u polufinalu igraju Italija i Njemačka, te Brazil i Argentina. Pobjednici ovih susreta igraju u finalu. Vjerojatnosti pobjede u međusobnim susretima dani su tablicom (vjerojatnost da Italija pobijedi Brazil je 70%):

	Italija	Njemačka	Brazil	Argentina
Italija		0.4	0.7	0.6
Njemačka			0.3	0.7
Brazil				0.3
Argentina				

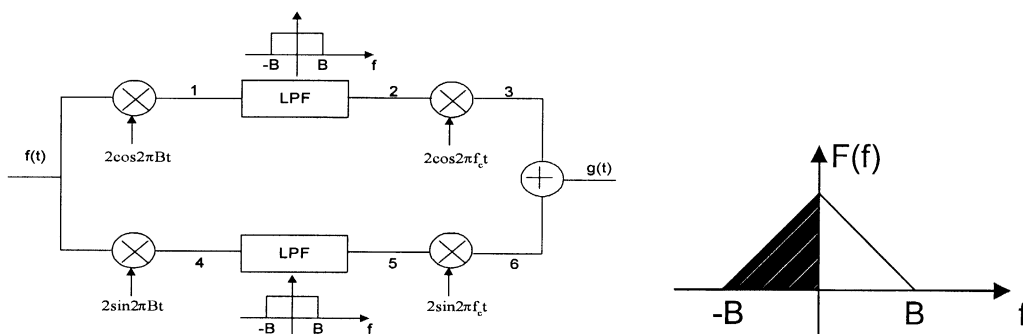
- Odrediti vjerojatnost da pojedina reprezentacije bude pobjednik cjelokupnog prvenstva!
- Kolika je prosječna količina informacije koju donosi vijest "Pobjednik je x"?
- Kolika je prosječna količina informacije koju donosi vijest "Pobjednik je x", ako se zna da je Argentina zauzela 3. mjesto?

3. Signal sa slike 2 propušten je kroz otpornik od $1\ \Omega$.



Slika 2

- a) Odredite srednju snagu koja se troši prolaskom signala kroz otpornik.
 b) Potrebno je odrediti (u %) koji dio ukupne srednje snage signala je sadržan u prvih deset harmonika.
4. Dan je sustav kao na slici 3. Potrebno je precizno skicirati spektar signala u točkama 1, 2, 3, 4, 5, 6 kao i spektar $g(t)$ signala, očuvajući razliku između šrafiranog i nešrafiranog dijela spektra $F(f)$ signala. Vrijedi $B \ll f_c$.

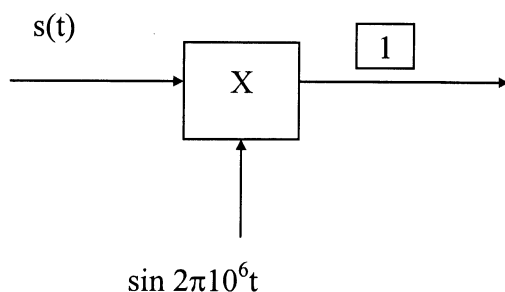


Slika 3

5. Signal:

$$s(t) = 100 + 20 \cdot \sin 2000 \cdot \pi t + 50 \sin 4000 \cdot \pi t \text{ [V]}$$

doveden je na ulaz množila kako je naznačeno na slici 4.



Slika 4

- a) Potrebno je skicirati spektar signala $s(t)$ kao i spektar AM signala u točki 1 i odrediti vrijednosti spektralnih komponenata.
 b) Koliko iznosi vršna vrijednost snage koja se troši prolaskom signala $s(t)$ kroz otpornik od $100\ \Omega$?
 c) Koliko iznosi srednja snaga koja se troši prolaskom AM signala (točka 1) kroz otpornik od $100\ \Omega$?

REZULTATI: 4. rujna 2001. godine u 9⁰⁰ sati

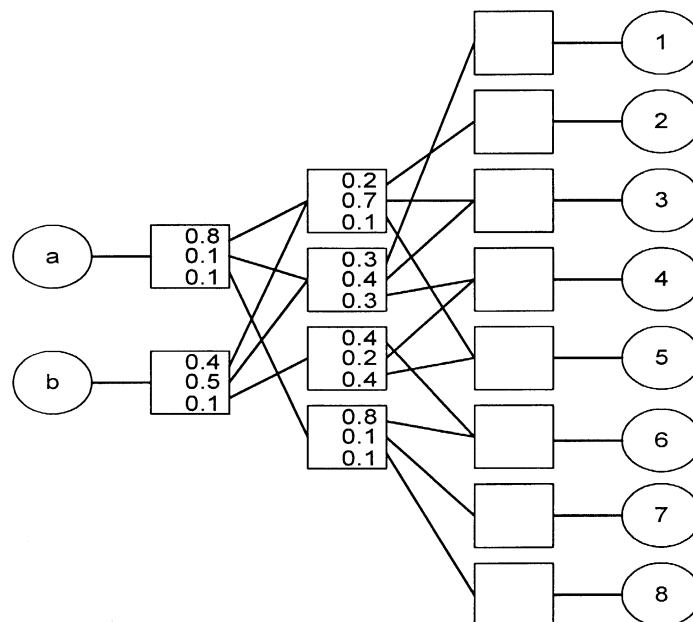
Uvid u negativno ocijenjene radove 4. rujna 2001. godine u 9¹⁵ sati (ZZT, 8. kat, soba C 8-06)

Ime i prezime: _____

Matični broj: _____

1. Na slici 1 prikazana je shema sustava koji se sastoji od dva strujna izvora (a i b) koji su u pogonu 40% i 60 % vremena i međusobno se ne preklapaju u radu. Na izlazu se nalazi skup od 8 žarulja (1-8), a između ulaza i izlaza su sklopovi koji s navedenim vjerojatnostima spajaju svoj ulaz s izlazom. U ovom sustavu vijesti su aktivnosti pojedinog izvora, sklopa ili žarulje.

- Izračunati vjerojatnosti da pojedina žarulja svijetli!
- Izračunati kolika je prenesena informacija ovim sklopom!



Slika 1

2. Na nogometnom turniru u polufinalu igraju Italija i Njemačka, te Brazil i Argentina. Pobjednici ovih susreta igraju u finalu. Vjerojatnosti pobjede u međusobnim susretima dani su tablicom (vjerojatnost da Italija pobijedi Brazil je 70%):

	Italija	Njemačka	Brazil	Argentina
Italija		0.4	0.7	0.6
Njemačka			0.3	0.7
Brazil				0.3
Argentina				

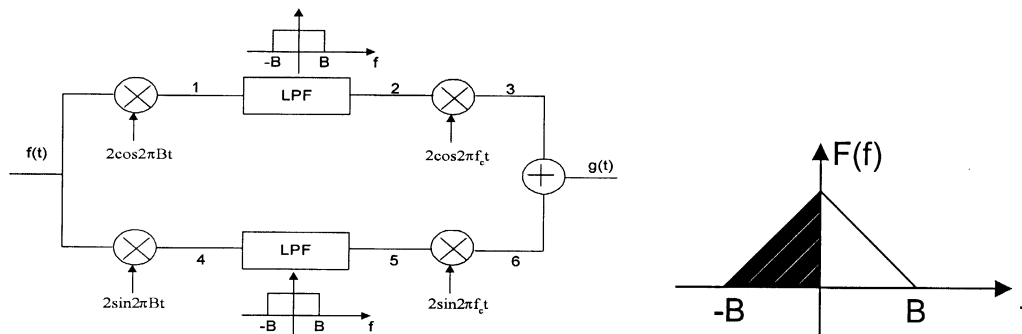
- Odrediti vjerojatnost da pojedina reprezentacije bude pobjednik cjelokupnog prvenstva!
- Kolika je prosječna količina informacije koju donosi vijest "Pobjednik je x"?
- Kolika je prosječna količina informacije koju donosi vijest "Pobjednik je x", ako se zna da je Argentina zauzela 3. mjesto?

3. Signal

$$3,013 e^{-t} \cos(2\pi \cdot 800 \cdot t - \frac{\pi}{3})$$

prigušen je za 10 dB. Izračunajte PCM kodnu kompleksiju koja će izaći iz PCM kodera za uzorak uzet u trenutku $t_0 = 5$ ms ako je kodiranje uzoraka izvedeno logaritamskim A zakonom! (Ulazna veličina napona PCM kodera ograničena je na 1,5725 V). Izračunati iznos pogreške na izlazu iz dekodera za isti uzorak?

4. Dan je sustav kao na slici 2. Potrebno je precizno skicirati spektar signala u točkama 1, 2, 3, 4, 5, 6 kao i spektar $g(t)$ signala, očuvajući razliku između šrafiranog i nešrafiranog dijela spektra $F(f)$ signala. Vrijedi $B \ll f_c$.

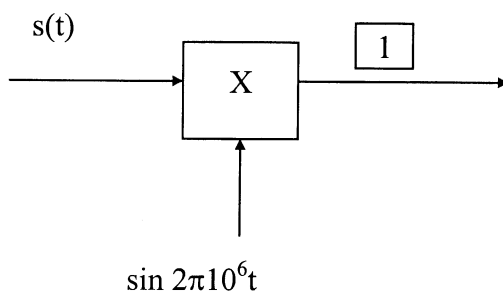


Slika 2

5. Signal:

$$s(t) = 100 + 20 \cdot \sin 2000 \cdot \pi t + 50 \sin 4000 \cdot \pi t \text{ [V]}$$

doveden je na ulaz množila kako je naznačeno na slici 3.



Slika 3

- Potrebno je skicirati spektar signala $s(t)$ kao i spektar AM signala u točki 1 i odrediti vrijednosti spektralnih komponenata.
- Koliko iznosi vršna vrijednost snage koja se troši prolaskom signala $s(t)$ kroz otpornik od 100Ω ?
- Koliko iznosi srednja snaga koja se troši prolaskom AM signala (točka 1) kroz otpornik od 100Ω ?

REZULTATI: 13. rujna 2001. godine u 9⁰⁰ sati

Uvid u negativno ocijenjene radove 13. rujna 2001. godine u 9¹⁵ sati (ZZT, 8. kat, soba C 8-06)

Ime i prezime: _____

Matični broj: _____

1. Pravokutni signal frekvencije 8 kHz i odnosa impuls-pauza 2:1 treba biti propušten kroz idealni niskopropusni filter, ali tako da barem 75% snage signala bude prenešeno na izlazu iz filtera.

- Kolika mora biti granična frekvencija filtera f_g ? (Raditi s najmanje 3 decimalna mjesta)
- Nacrtajte realni dio spektra signala na ulazu u filter za područje [0-100kHz] !
- Posebno ispišite pozicije nultochki ovojnice spektra!

2. Za prijenos informacija na raspolaganju je komunikacijski kanal podijeljen u dva područja, 240 - 2000 Hz i 4000 - 6000 Hz. U području 240 - 2000 Hz odnos $S/N=20$ dB.

- U kojem intervalu se može nalaziti S/N za područje 4000 - 6000 Hz ako od izvora do odredišta treba prenositi minimalno 64 kbit/s.
- Ako je poznat i S/N drugog frekvencijskog područja i iznosi 12 dB, te ako kroz zadani komunikacijski kanal želimo prenositi vijesti iz skupa od 64 vijesti s jednakom vjerojatnošću pojavljivanja koje se kodiraju Hammingovom metodom sigurnosnog kodiranja, koliko se vijesti u sekundi može prenositi.

3. Entropija prosječnog engleskog teksta iznosi 4.16 bit/simbol, s frekvencijom znakova (na 1000) zadanom prema tablici.

Tablica: Frekvencija simbola u engleskom tekstu.

E 124	R 60	F 23	V 9
T 96	H 51	M 22	K 5
A 81	L 40	W 20	Q 2
O 79	D 37	Y 19	X 2
N 72	C 32	B 16	J 1
I 72	U 31	G 16	Z 1
S 66	P 23		

- Koje slovo sadrži maksimalnu informaciju i koliki je njezin iznos?
- Koku količinu informacije nosi rečenica "I know what to do" ? (Razmake zanemariti)

4. Mjerenjem je utvrđeno da u binarnom komunikacijskom kanalu djeluju smetnje koje mogu uzrokovati pogrešan prijenos od jednog bita na nizu od najmanje 32 uzastopna bita. Za zaštitu informacije uporabljen je Hamming-ov koder, a duljina zaštitno kodiranog bloka prilagođena je uvjetima koji vladaju u kanalu. Za informaciju zadanu sa m_n binarnih elemenata:

$m_1 \ m_2 \ m_3 \ \dots \dots \dots m_n$
1 0 1 0 1 0 1 0 1 1 0 1 0 1 0 1 1 1 0 1 1 0 1 0 0 0 1 1 11

- Odredite prvi zaštitno kodirani blok !
- Za koliko će se smanjiti ili povećati učinkovitost (efikasnost) prijenosa informacije, ako se zbog promjene u djelovanju smetnji, duljina bloka postavi na 11 bita?

5. Skup simbola u nekom pisanom tekstu opisan je frekvencijom pojavljivanja koja je zadana tablicom:

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
18000	12000	14000	16000	15000	10000	8000	7000	4000	6000	1000	2000	3000

Odredite:

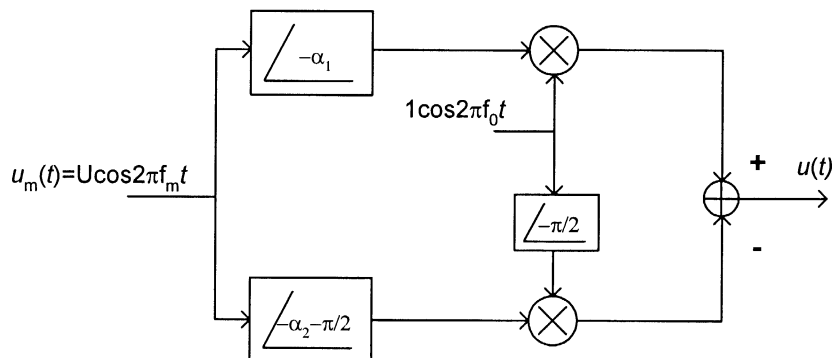
- Optimalni kod za zadani skup simbola!
- Srednju duljinu kodne riječi!
- Vrijeme potrebno da se tekst prenese binarnim kanalom, ako trajanje binarnog elementa iznosi $T=1 \mu\text{s}$.

REZULTATI: 12. studenog 2001. god. u 8³⁰ sati

Uvid u negativno ocjenjene radove 12. studenog 2001. god. u 8³⁰ sati (ZZT, 8. kat, soba C 8-06)

Ime i prezime: _____

1. Na slici (slika 1) je dana blok shema koja se koristi za dobijanje AM-signal (amplitudna modulacija) metodom faznog pomaka. Odredite vrijednosti faznih pomaka α_1 i α_2 tako da AM-signal ($u(t)$) na izlazu iz sklopa ima samo jedan bočni pojas u spektru. (Napomena: $f_0 \gg f_m$)



slika 1

2. PCM multipleksni sustav [multipleksiranje po vremenu, 32 telefonska kanala (30-govornih, 1-signalizacijski i 1-sinkronizacijski)] se koristi za prijenos informacija. Navedenim sustavom potrebno je prenijeti multipleksirani signal koji se sastoji od 4 glazbena i N govornih (telefonskih) signala. Frekvencija uzimanja uzoraka u svakom telefonskom kanalu iznosi 8 kHz i broj kvantizacijskih nivoa je 256. Maksimalna frekvencija u spektru glazbenog signala iznosi 15 kHz i zahtijevani omjer signal/šum kod kvantizacije je 72 dB-a.
- a) Odredite minimalnu frekvenciju uzimanja uzoraka glazbenog signala koja je višekratnik od 8 kHz.
- b) Odredite broj govornih signala koji se mogu prenositi navedenim sustavom.

3. Slijed vijesti s vjerojatnostima (u postocima) {8.1, 12.3, 8.6, 5.6, 9.8, 8.5, 3.1, 13.5, 6.3, 6, 9.5, 8.7} treba optimalno kodirati dibilitima (kvaternarnim simbolima). Izračunati srednju duljinu koda u dibilitima, efektivnost i zalihost koda. Za koliko se smanji ili poveća efektivnost koda ovim kodiranjem u odnosu na kodiranje istog skupa vijesti binarnim kodom?

4. Dan je binarni kod (6, 3) s matricom pariteta:

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

- a) Da li je slijed (1 0 1 0 1 0) kodna riječ?
- b) Neka je kodna riječ dana u obliku (X 1 1 1 0 0). Odredite X !
- c) Pretpostavimo da je kodna riječ (0 0 1 1 1 1) odaslana, a (0 0 1 1 0 1) primljena. Odredite sindrom!
- d) Ispišite sve kodne riječi u ovom kodu!
- e) Koji je najmanji mogući broj pogrešaka koje jednu kodnu riječ prevode u drugu!

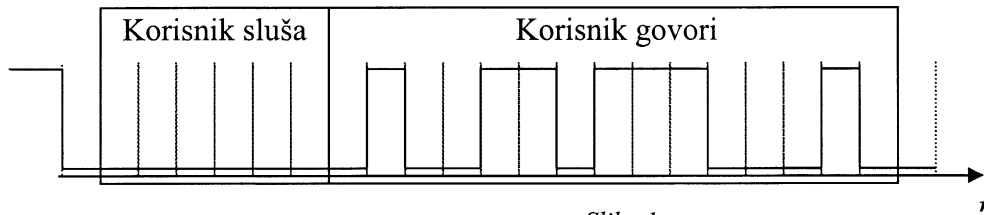
5. Signal $x(t) = 3 \cos(10000\pi \cdot t) + \cos(1000\pi \cdot t) \cdot \cos(10000\pi \cdot t)$ [V] prisutan je na liniji s dodatnim pojasno ograničenim bijelim šumom spektralne gustoće 1 mW/Hz za 0-10 kHz i 0 mW/Hz iznad 10 kHz. Signal i pridodani šum propušteni su kroz idealni pojasno propusni filter s širinom pojasa 200 Hz pozicioniranim na frekvenciji 5,5 kHz. Pretpostaviti da su sve vrijednosti otpora 1 Ω .
- a) Izračunajte srednji omjer signal šum na ulazu u filter!
- b) Izračunajte srednji omjer signal šum na izlazu iz filtra!

REZULTATI: 3. rujna 2003. godine u 8³⁰ sati.

Uvid u negativno ocijenjene radove 3. rujna 2003. godine u 8³⁰ sati (ZZT, 8. kat, soba C 8-06).

Ime i prezime: _____

1. Ponašanje korisnika za vrijeme telefonskog razgovora može se opisati Markovljevim procesom s tri stanja. Stanje 0 je stanje kada korisnik sluša govor drugog korisnika. Stanje 1 je stanje kada korisnik govori, ali ima pauzu u govoru, a stanje 2 je stanje kada korisnik aktivno govori (slika 1).



Slika 1

Prosječno trajanje perioda kada korisnik sluša je 10 vremenskih jedinica, a prosječno trajanje perioda kada korisnik govori je 4 vremenske jedinice. Vjerojatnost prijelaza iz stanja 1 u stanje 2 jednaka vjerojatnosti prijelaza iz stanja 2 u stanje 1 i iznosi 0,5, dok je prijelaz iz stanja 0 u stanje 2 i obratno nemoguć.

- Skicirajte dijagram stanja ovog Markovljevog lanca i napišite matricu prijelaznih vjerojatnosti.
- Izračunajte omjer prijelaznih vjerojatnosti između stanja 0 i 1.

2. Zadan je konvolucijski koder s dva posmačna registra i tri izlaza definirana kao:

$$c_1(x) = x^2 + x$$

$$c_2(x) = x^2 + 1$$

$$c_3(x) = x^2 + x + 1$$

- Nacrtajte dijagram stanja koda naznačavajući ulazne i izlazne bitove na prijelaznim granama dijagrama?
 - Odredite izlaznu kodiranu sekvenciju bitova ako je ulazna sekvencija 1100101. **Napomena:** Bit 1 prvi ulazi u koder!
 - Odredite prijenosnu funkciju koda?
 - Odredite koji put daje minimalnu distanciju koda i koliko ona iznosi?
3. Za frekvencijski moduliran signal $x(t) = 5 \cdot \cos(20 \cdot 10^6 \cdot \pi t + m \cdot \sin 2000 \cdot \pi t)$ [V] poznato je da posjeduje 10 diskretnih komponenti spektra u kojima je sadržano 99% snage signala (realni dio spektra). Također, amplituda komponente nosioca jednaka je nuli.
- Nacrtajte spektar zadanog signala i naznačite veličinu razmaka između komponenata spektra!
 - Odredite indeks modulacije zadanog signala!
 - Nacrtajte spektar zadanog signala za slučaj kada se indeks modulacije dva puta poveća i izračunajte snagu signala!

Napomena: Sve vrijednosti iz Besselovih tablica uzimati s **dva decimalna mjesta!**

4. Na ulaz sustava koji koristi multipleksiranje po vremenu dovode se tri telefonska signala i jedan glazbeni. Potrebno je tri telefonska signala i jedan glazbeni multipleksirati koristeći modulaciju PAM (*Pulse Amplitude Modulation*). Svaki telefonski signal zauzima frekvencijski pojas prijenosa od 0-4 kHz, a glazbeni od 0-10 kHz. Frekvencija uzorkovanja glazbenog signala tri puta je veća od frekvencije uzorkovanja telefonskog signala.
- Izračunajte najmanju frekvenciju ponavljanja uzoraka u multipleksiranom signalu.
 - Nacrtajte shemu predajnika (za dani zadatak!) koji koristi multipleksiranje po vremenu.
5. Signal $u(t)$ dovodi se na ulaz PCM sustava. Kvantiziranje uzoraka signala $u(t)$ izvedeno je sa četiri kvantizacijska nivoa. Funkcija gustoće vjerojatnosti amplituda signala $u(t)$ dana je kao:

$$p(u) = \begin{cases} ku^2, & |u(t)| \leq 4V \\ 0, & \text{za ostale vrijednosti} \end{cases}$$

Potrebno je odrediti srednju kvadratičnu vrijednost pogreške zbog kvantiziranja. (Napomena: k je konstanta!)

REZULTATI: 11. rujna 2003. godine u 8³⁰ sati.

Uvid u negativno ocijenjene radove 11. rujna 2003. godine u 8³⁰ sati (ZZT, 8. kat, soba C 8-06).

Ime i prezime: _____

1. Na ulaz PCM (*Pulse Code Modulation*) sustava dolazi signal $u_m(t) = 0,8 \sin(2\pi 2000t + \frac{\pi}{4})$.

Potrebno je precizno (navodeći vrijednosti na x i y osima!) nacrtati vremenske oblike signala na izlazu iz sljedećih sklopova: sklop za uzimanje uzoraka, kvantizator i koder. Uzimanje uzoraka se izvodi u trenucima $t = kT_0$, $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ i $T_0 = 125 \mu s$. Amplitude uzoraka se nalaze u intervalu $|u(t)| \leq 0,8$ i kvantiziraju se u kvantizatoru (jednoliko kvantiziranje) s osam kvantizacijskih nivoa. Koder izvodi kodiranje uzoraka binarnim kodom.

2. U komunikacijskom kanalu vjerojatnost pogreške bita (*BER*) iznosi $1/17$. Napišite generirajuću maticu koda za slučaj u kojem je **iskoristivost koda** maksimalna, a potom kodirajte prvi blok u slijedu 00101001001011010...

3. Na informacijskom izvoru pojavljuju se 3 izlazne vrijednosti: a , b i c . Izvor se ponaša kao Markovljev izvor prvog reda s matricom prijelaznih vjerojatnosti:

$$p(x_j | x_i) = \begin{bmatrix} 0.8 & 0.1 & 0.1 \\ 0.2 & 0.6 & 0.2 \\ 0.1 & 0.1 & 0.8 \end{bmatrix}$$

Izračunati stacionarne vjerojatnosti pojavljivanja simbola, vjerojatnost pojave svih parova simbola i entropiju Markovljeva izvora prvog reda. Optimalno kodirati parove simbola i izračunati srednju duljinu kodne riječi.

4. Signal $u(t)$ dovodi se na ulaz PCM sustava. Kvantiziranje uzoraka signala $u(t)$ izvedeno je sa četiri kvantizacijska nivoa. Funkcija gustoće vjerojatnosti amplituda signala $u(t)$ dana je kao:

$$p(u) = \begin{cases} ku^2, & |u(t)| \leq 4V \\ 0, & \text{za ostale vrijednosti} \end{cases}$$

Potrebno je odrediti srednju kvadratičnu vrijednost pogreške zbog kvantiziranja. (Napomena: k je konstanta!)

5. Na ulaz sustava koji koristi multipleksiranje po vremenu dovode se tri telefonska signala i jedan glazbeni. Potrebno je tri telefonska signala i jedan glazbeni multipleksirati koristeći modulaciju PAM (*Pulse Amplitude Modulation*). Svaki telefonski signal zauzima frekvencijski pojas prijenosa od 0-4 kHz, a glazbeni od 0-10 kHz. Frekvencija uzorkovanja glazbenog signala šest puta je veća od frekvencije uzorkovanja telefonskog signala.

- Izračunajte najmanju frekvenciju ponavljanja uzoraka u multipleksiranom signalu.
- Nacrtajte shemu predajnika (za dani zadatak!) koji koristi multipleksiranje po vremenu.

REZULTATI: 10. studenog 2003. godine u 8³⁰ sati.

Uvid u negativno ocijenjene radove 10. studenog 2003. godine u 10¹⁵ sati (ZZT, 8. kat, soba C 8-06).

Ime i prezime: _____

REZULTATI: 1. prosinca 2003. u 10:00 sati.

Uvid u negativno ocijenjene radove: 2. prosinca 2003. u 7:30 sati (ZZT, soba C8-06).

1. Na sustav kanala (serijska veza kanala K1 i K2) povezano je izvorište čije se ponašanje može opisati Markovljevim procesom prvog reda s dva stanja {1 i 2}. Izvorište u 25% slučajeva ostaje u stanju 1, a u 50% slučajeva u stanju 2. Uvjetne vjerojatnosti prijelaza u kanalima K1 i K2 su:

$$K1: \begin{bmatrix} 0,8 & 0,1 & 0 & 0,1 \\ 0,4 & 0,5 & 0,1 & 0 \end{bmatrix}; K2: \begin{bmatrix} 0 & 0,2 & 0,7 & 0 & 0,1 & 0 & 0 & 0 \\ 0,3 & 0 & 0,4 & 0,3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,2 & 0,4 & 0,4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,8 & 0,1 & 0,1 \end{bmatrix}$$

- a) Izračunajte vjerojatnost pojavljivanja simbola na izlazu iz sustava kanala.
 b) Odredite transinformaciju u cijelom sustavu kanala.

Napomena: Raditi s tri decimalna mjesta!

2. Skup vijesti na izlazu iz sustava kanala (zadatak 1) kodirajte tako da srednja duljina kodne riječi bude minimalna. Izračunajte srednju duljinu kodne riječi, efektivnost koda i provjerite da li je zadovoljen uvjet reverzibilnosti koda. Za koliko se smanji ili poveća efektivnost koda u slučaju kodiranja kodom čija je baza 4?

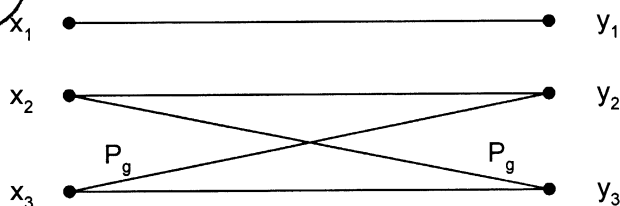
3. Slijed bita $x=\{10101010101\}$ ulazi u Hammingov koder (15, 11) i nakon toga se prenosi prijenosnim kanalom u kojem je vjerojatnost pogrešnog prijenosa bita 0,2%.

- a) Odredite generirajuću matricu G .
 b) Odredite izlazni slijed iz koda za dani ulazni slijed x .
 c) Ako je primljena kodna riječ $c=\{111111000000000\}$. Odredite koja je riječ poslana.
 d) Odredite vjerojatnost pogrešnog dekodiranja na izlazu iz koda.
 e) Za koliko se smanji vjerojatnost ispravnog prijenosa slijeda x ako se umjesto Hammingovog koda kao zaštita uporabi paritet (parni!)?

4. Generirajući polinom $g(x)=x^4+x^2+1$ se koristi u cikličkom kodu (n, k) .

- a) Analitički odredite o kojem kodu je riječ.
 b) Odredite prvi kodirani slijed bitova koji izlaze iz koda ako je ulazni slijed 1010...
 c) Nacrtajte koder.

5. Diskretni komunikacijski kanal predložen je na slici:



Koji uvjet mora biti ispunjen (uz $\sum_i p(x_i) = 1$) tako da vrijedi: $H(X)=H(Y)$?

REZULTATI: 17. veljače 2004. godine u 8³⁰ sati.

Uvid u negativno ocijenjene radove 17. veljače 2004. godine u 8³⁰ sati (ZZT, 8. kat, soba C 8-06).

1. Ako je poznat spektar signala $g(t)$, tj. $G(f)$, potrebno je pronaći amplitudni spektar signala $g_I(t)=g(t-t_0)$.
2. Dvije udaljene lokacije povezane su modemsom vezom čija je brzina 11200 Bd (Baud). Prijenosni kanal zauzima frekvencijski pojas prijenosa od 0 do 4 kHz. Odredite za koliko se promjeni prijenosna brzina (u %) ako se odnos signal-šum smanji 3,3679 puta. Modem koristi modulaciju PSK s osam stanja faze.

3. Píksel na TV slici može poprimiti 128 različitih vrijednosti. Promatranjem susjednih piksela ustanovljeno je da piksel u 80 % slučajeva zadržava istu vrijednost, a u 10 % slučajeva ide na slijedeću višu i nižu razinu. Píkseli krajnjih razina (0. i 127.) imaju u 50 % slučajeva istu vrijednost, a u 50 % slučajeva prelaze u jednu višu ili nižu razinu.

Napomena: Píksel može promijeniti vrijednost samo za jednu razinu.

- a) Skicirajte Markovljev lanac koji opisuje izvor.
- b) Izračunajte stacionarne vjerojatnosti pojave pojedinih razina.
- c) Izračunajte srednji sadržaj informacije po pojedinom pikselu ako se uzima i ako se ne uzima ovisnost među simbolima.
- d) Koliki je minimalni kapacitet kanala kojim se može prenositi video signal rezolucije 640×480, brzine 25 slika/s ako se uzima u obzir ovisnost?

4. Potrebno je generirati ciklički (6,2) (dva informacijska bita) kod koristeći jedan od niže navedenih generirajućih polinoma:

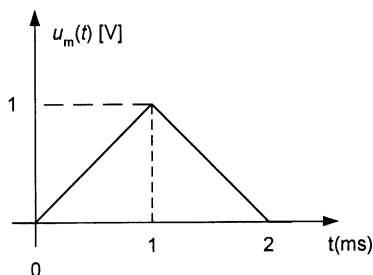
$$g(x)=x^3+x+1$$

$$g(x)=x^2+1$$

$$g(x)=x^4+x^2+1$$

- a) Odredite generirajuću matricu G.
- b) Napišite sve kodne riječi za dani ciklički kod.
- c) Koliko pogrešaka može korigirati dani kod?
- d) Nacrtati ciklički koder (6,2) za odabrani polinom $g(x)$.

5. Signal $u_m(t)$ čiji je vremenski oblik predočen na slici 1 fazno modulira noseći signal $u_0(t)=U_0\cos(\omega_0 t)$. Nacrtati dijagram trenutačne devijacije faze i trenutačne devijacije frekvencije moduliranog signala ako amplituda modulirajućeg signala ($u_m(t)$) od 1V unosi devijaciju faze nosećeg signala od 20π rad.



Slika 1

REZULTATI: 22. rujna 2004. godine u 8³⁰ sati.

Uvid u negativno ocijenjene radove 22. rujna 2004. godine u 8³⁰ sati (ZZT, 8. kat, soba C 8-06).

1. Veličina (v) koju mjeri instrument poprima osam vrijednosti sa sljedećim vjerojatnostima:

v_i	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3
$p(v_i)$	0,05	0,05	0,15	0,25	0,30	0,05	0,05	0,10

Potrebno je odrediti količinu informacije koju daje instrument u jedinici vremena ako se pokazivanje mijenja svakih 15 ms.

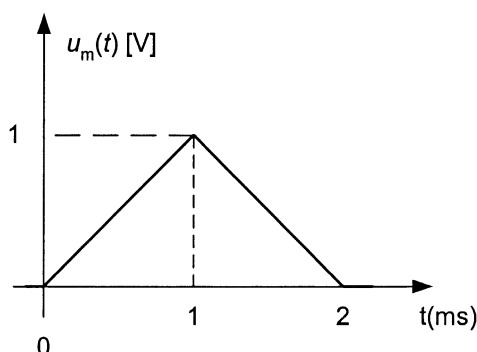
2. Generirajući polinom $g(x)=x^5+x^4+x^2+1$ se koristi u cikličkom kodu (n, k).

- Analitički odredite o kojem kodu je riječ.
- Odredite prvi kodirani slijed bitova iz koder ako je ulazni slijed 1010101101001101100...!
- Nacrtajte koder!

3. Na ulaz sustava koji koristi multipleksiranje po vremenu dovode se tri telefonska signala i jedan glazbeni. Potrebno je tri telefonska signala i jedan glazbeni multipleksirati koristeći modulaciju PAM (*Pulse Amplitude Modulation*). Svaki telefonski signal zauzima frekvencijski pojas prijenosa od 0-4 kHz, a glazbeni od 0-10 kHz. Frekvencija uzorkovanja glazbenog signala tri puta je veća od frekvencije uzorkovanja telefonskog signala.

- Izračunajte najmanju frekvenciju ponavljanja uzoraka u multipleksiranom signalu.
- Nacrtajte shemu predajnika (za dani zadatak!) koji koristi multipleksiranje po vremenu.

4. Signal $u_m(t)$ čiji je vremenski oblik predočen na slici 1 frekvencijski modulira noseći signal $u_0(t)=U_0\cos(\omega_0 t)$. Nacrtati dijagram trenutačne devijacije faze i trenutačne devijacije frekvencije moduliranog signala ako amplituda modulirajućeg signala ($u_m(t)$) od 1V unosi devijaciju frekvencije nosećeg signala od 20 kHz.



Slika 1

5. Za frekvencijski moduliran signal $x(t)=10\cdot\cos(20\cdot 10^6\cdot\pi t+m\cdot\sin 2000\cdot\pi t)$ [V] poznato je da posjeduje 10 diskretnih komponenti spektra u kojima je sadržano 99% snage signala (realni dio spektra). Također, amplituda komponente nosioca jednaka je nuli.

- Nacrtajte spektar zadanog signala i naznačite veličinu razmaka između komponenta spektra!
- Odredite indeks modulacije zadanog signala!
- Nacrtajte spektar zadanog signala za slučaj kada se indeks modulacije dva puta poveća i izračunajte snagu signala!

Napomena: Sve vrijednosti iz Besselovih tablica uzimati s dva decimalna mjesta!

REZULTATI: 13. srpnja 2007. godine u 11⁰⁰ sati.

Uvid u radove 13. srpnja 2007. godine u 11¹⁵ sati (ZZT, soba C8-08).

1. Dvije kodne riječi "000" i "111" koriste se za prijenos informacija preko diskretnog binarnog simetričnog kanala u kojem je vjerojatnost pogrešnog prijenosa $p=0,2$. Na prijamnoj strani se kod dekodiranja koristi pravilo minimalne distance. Odredite vjerojatnost pogrešnog dekodiranja. Također, odredite vjerojatnost pogrešnog dekodiranja za slučaj binarnog kanala s brisanjem simbola u kojem je vjerojatnost brisanja $p=0,2$.
2. Na ulazu binarnog simetričnog kanala pojavljuju se dva simbola $X=\{0, 1\}$ s vjerojatnostima pojavljivanja $\{0,5, 0,5\}$ slijedno gledano. Matrica uvjetnih vjerojatnosti prijelaza u kanalu je

$$[p(y_j/x_i)] = \begin{bmatrix} 1-\varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & 1-\varepsilon \end{bmatrix},$$

gdje je ε vjerojatnosti pogrešnog prijenosa.

- a) Odredite entropiju ulaznog skupa simbola, tj. $H(X)$.
 - b) Odredite entropiju izlaznog skupa simbola, tj. $H(Y)$.
 - c) Odredite entropiju skupa parova (združena entropija), tj. $H(X,Y)$.
 - d) Odredite srednji uzajamni sadržaj informacije (transinformacija) između ulaznog i izlaznog skupa simbola, tj. $I(X;Y)$.
 - e) Za koje vrijednosti varijable ε je transinformacija maksimalna?
 - f) Za koju vrijednost varijable ε je kapacitet danog kanala minimalan?
3. Razvijte u kompleksni eksponencijalni Fourierov red funkciju $x(t) = \cos(2\pi f_0 t) + \sin^2(2\pi f_0 t)$.
 4. Analogni signal uzorkuje se s minimalnom dozvoljenom frekvencijom uzorkovanja f_s , a potom kvantizira u kvantizatoru s L razina. Odredite vrijeme trajanja (τ) jednog bita binarno-kodiranog signala na izlazu iz kodera.

REZULTATI: 6. rujna 2007. godine u 8⁰⁰ sati.
Uvid u radove 6. rujna 2007. godine u 8¹⁵ sati (ZZT, soba C8-08).

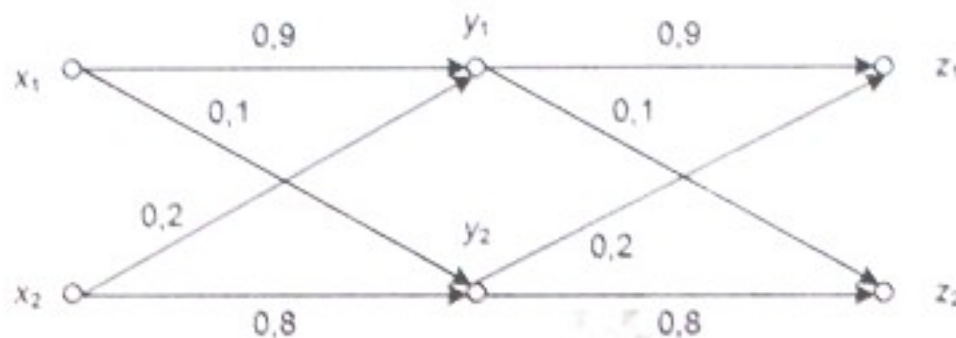
1. Dan je skup simbola $X = \{1, 2, 3\}$ s vjerojatnostima pojavljivanja $p_1 = 0.8$, $p_2 = 0.02$ i $p_3 = 0.18$. Dekodirajte primljenu kodiranu poruku 0.772352 duljine 4 simbola koja je kodirana aritmetičkim kodom.
2. Neka je dano diskretno bezmemorijsko izvorište koje generira simbole x_i , $i = 1, \dots, 2048$. Svi simboli se pojavljuju s jednakom vjerojatnošću. Dani skup simbola kodira se optimalnim binarnim kodom (Shannon-Fano-ova metoda) pri čemu nastaju poruke. Poruke se prije odašiljanja kroz komunikacijski kanal uvode u binarni ciklički koder definiran generirajućim polinomom $g(x) = x^4 + x + 1$.
 - a) Napišite generirajuću matricu za dani ciklički kôd, $G = [I \mid A]$.
 - b) Za dani ulazni slijed bitova $\mathbf{d} = (101001000111111\dots)$ odredite prvi kodirani slijed bitova na izlazu iz cikličkog koda.
 - c) Nacrtajte ciklički koder.
 - d) Odredite potrebni pojas prijenosa komunikacijskog kanala (u kHz) ako je srednja snaga signala 0,08 W i ako je spektralna gustoća snage bijelog Gaussovog šuma 4×10^{-12} W/Hz, te ako se u sekundi želi prenositi 4000 kodnih riječi.
3. Analogni signal odašilje se koristeći sustav PCM (engl. *Pulse Code Modulation*). Odredite s koliko bitova se mora kodirati svaki uzorak tako da na prijamnoj strani, nakon dekodiranja, vrijednost svakog uzorak bude unutar granica $\pm 0.2\%$ njegove vrijednosti od vrha do vrha. **Napomena:** Kvantizator provodi jednoliko kvantiziranje.
4. Odredite koji su od navedenih signala (a)-(c) signali snage, signali energije ili niti jedno od toga.
 - (a) $x(t) = e^{-a|t|}$, $a > 0$
 - (b) $x(t) = u(t)$
 - (c) $x(t) = t \cdot u(t)$

$$\text{gdje je } u(t) = \begin{cases} 1 & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$$

REZULTATI: 18. rujna 2007. godine u 8⁰⁰ sati.

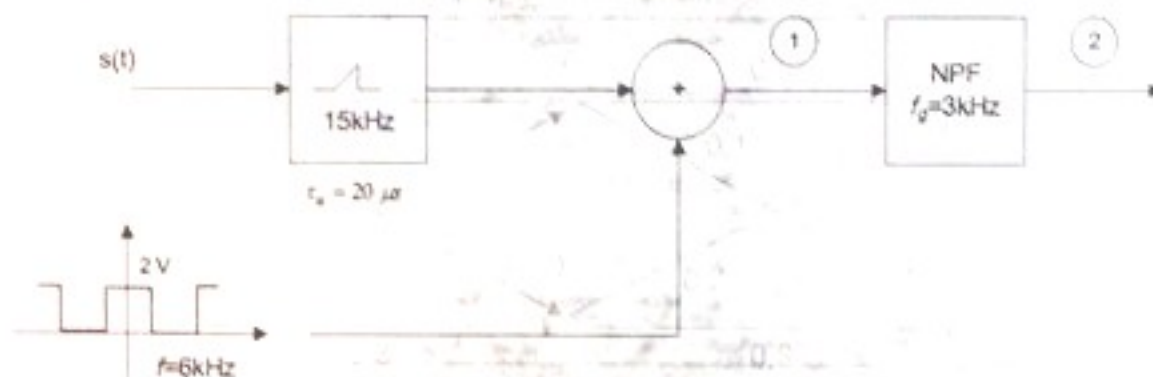
Uvid u radove 18. rujna 2007. godine u 8¹⁵ sati (ZZT, soba C8-08).

1. Dva binarna kanala serijski su povezana kako je to predoeno na slici (Slika 1).
 - a) Odredite ukupnu matricu prijelaza kanala ($[p(Z/X)]$) i skicirajte novonastali binarni kanal.
 - b) Odredite $p(z_1)$ i $p(z_2)$ ako je $p(x_1) = p(x_2) = 0,5$.
 - c) Odredite srednji uzajamni sadržaj informacije (transinformacija) u sustavu kanala.



Slika 1: Zadatak 1

2. Dan je Hammingov kôd $(n, k) = (n, 4)$ koji može detektirati i ispraviti jednostruku pogrešku bita u nizu od n bitova.
 - a) Odredite o kojem kodu je riječ. Dokaz!
 - b) Napišite generirajuću matricu koda G .
 - c) Odredite prvi kodirani slijed bitova koji izlazi iz kodera za dani ulazni informacijski slijed $d = \{110101100\dots\}$.
3. Razvijte u kompleksni eksponencijalni Fourierov red funkciju $x(t) = \cos(2\pi f_0 t) + \sin^2(2\pi f_0 t)$.
4. Signal $x(t) = 8\cos(14000\pi t) + 8\cos(8000\pi t)$ [V] prirodno je uzorkovan frekvencijom uzorkovanja $f_s = 15$ kHz i širinom impulsa $\tau_u = 20$ μ s (Slika 2).



Slika 2: Zadatak 4

- a) Skicirajte spektar signala u točkama 1 (do 27 kHz) i 2.
 - b) Odredite srednju snagu signala u točki 2.
- NPF – Nisko-propusni filter.