

Digitalne telekomunikacije

Kolokvijum broj 1 - rešenja

GRUPA A

19. novembar 2008.

1. Baca se „nefer“ kockica. Verovatnoća da je dobijen određeni broj data je u tablici:

broj	1	2	3	4	5	6
verovatnoća	8%	12%	34%	19%	17%	10%

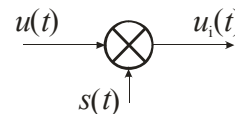
Odrediti srednju vrednost i varijansu ovog slučajnog procesa.

$$\bar{\xi} = \sum_{k=1}^6 \xi_k P(\xi_k) = 1 \cdot 0.08 + 2 \cdot 0.12 + 3 \cdot 0.34 + 4 \cdot 0.19 + 5 \cdot 0.17 + 6 \cdot 0.10 = 3.55 \text{ (srednja vrednost)}$$

$$\bar{\xi^2} = \sum_{k=1}^6 \xi_k^2 P(\xi_k) = 1 \cdot 0.08 + 4 \cdot 0.12 + 9 \cdot 0.34 + 16 \cdot 0.19 + 25 \cdot 0.17 + 36 \cdot 0.10 = 14.51$$

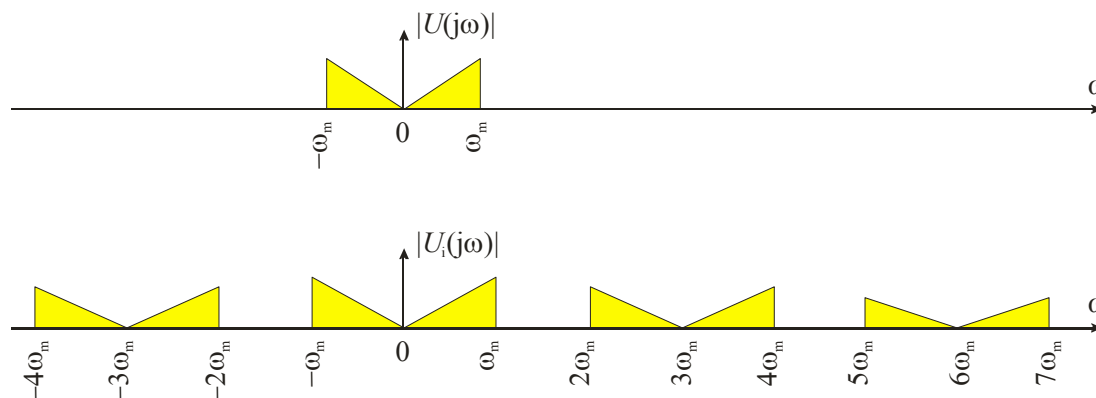
$$\sigma_{\xi}^2 = \bar{\xi^2} - (\bar{\xi})^2 = 14.51 - 12.6025 = 1.9075 \text{ (varijansa)}$$

2. Objasniti kako se vrši prirodno odabiranje. Ako ulazni signal ima maksimalnu učestanost f_m , kolika je minimalna učestanost odabiraja? Nacrtati spektar ulaznog i izlaznog signala ukoliko je frekvencija odabiranja $f_s = 3f_m$.



Prirodno odabiranje vrši se množenjem ulaznog signala povorkom pravougaonih impulsa. Ukoliko ulazni signal ima maksimalnu učestanost f_m , učestanost odabiranja mora biti veća od $2f_m$.

$$U_i(j\omega) = S_0 \frac{\tau}{T} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \frac{\sin(n\omega_s \tau / 2)}{n\omega_s \tau / 2} U[j(\omega - n\omega_s)]$$



3. Vi ste audio inženjer određen da snimi koncert Vaše omiljene grupe. Karakteristike dva mikrofona koje možete da koristite date su u tabeli:

opseg	spektralna gustina snage šuma	maksimalna izlazna snaga	cena
0-19kHz	$3 \cdot 10^{-20}$ W/Hz	$5 \cdot 10^{-7}$ W	€ 50
0-19kHz	$7 \cdot 10^{-21}$ W/Hz	$6 \cdot 10^{-7}$ W	€ 500

Određiti maksimalni odnos signal-šum za dva mikrofona, a zatim odlučiti da li ima smisla koristiti skuplji mikrofona (sa stanovišta odnosa signal-šum snimljenog materijala) ukoliko se signal koji dolazi iz mikrofona sprovodi u kvantizator sa 14 bita. Pretpostaviti da je maksimalni ulazni napon kvantizatora jednak maksimalnom izlaznom naponu mikrofona. Ne koristi se oversampling.

Odnos signal-šum izračunava se kao odnos snage signala i srednje vrednost snage šuma. Odnos signal-šum dva mikrofona je:

$$(S/N)_{\text{mic1}} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ W} / (3 \cdot 10^{-20} \text{ W/Hz} \cdot 19000 \text{ Hz}) = 89.4 \text{ dB}$$

$$(S/N)_{\text{mic2}} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ W} / (7 \cdot 10^{-21} \text{ W/Hz} \cdot 19000 \text{ Hz}) = 96.5 \text{ dB}$$

Maksimalni odnos signal-šum kvantizacije dat je sa:

$$(S/N)_{\text{q max}} = 6.02 \cdot 14 + 1.76 = 86.0 \text{ dB}$$

Pošto je odnos signal-šum oba mikrofona značajno bolji od šuma kvantizacije, nema smisla koristiti skuplji mikrofona zato će što šum koji potiče od mikrofona biti „maskiran“ šumom kvantizacije.

4. Od ponuđena četiri koda, odabrati tri za upotrebu u pojednostavljenom CDMA sistemu sa tri korisnika i pokazati da su izabrani kodovi dobri.

kod 1	-1	-1	1	1	-1	-1	1
kod 2	1	-1	1	-1	1	-1	1
kod 3	1	1	-1	-1	1	-1	1
kod 4	-1	-1	1	-1	1	1	-1

Izračunajmo kroskorelacije kodova:

$$\sum_{n=1}^7 c_1(nT)c_2(nT) = -1+1+1-1-1+1+1 = +1 \quad \sum_{n=1}^7 c_1(nT)c_3(nT) = -1-1-1-1-1+1+1 = -3$$

$$\sum_{n=1}^7 c_1(nT)c_4(nT) = +1+1+1-1-1-1-1 = -1 \quad \sum_{n=1}^7 c_2(nT)c_3(nT) = +1-1-1+1+1+1+1 = +3$$

$$\sum_{n=1}^7 c_2(nT)c_4(nT) = -1+1+1+1+1-1-1 = +1 \quad \sum_{n=1}^7 c_3(nT)c_4(nT) = -1-1-1+1+1-1-1 = -3$$

Kod 3 ima najlošiju kroskorelaciju sa ostalim kodovima, tako da za naš pojednostavljeni CDMA sistem biramo kod 1, kod 2 i kod 4.

5. Koje su učestanosti telefonskog signala (glasa)? Zbog čega se koristi A-zakon (približno logaritamski) kod kvantizacije telefonskog signala?

Učestanosti telefonskog signala su od 300 Hz do 3400 Hz. Približno logaritamski A-zakon (inverzija eksponencijalne funkcije) se koristi kod kvantizacije zbog toga što signal ljudskog glasa ima približno Laplasovu raspodelu trenutnih vrednosti, tako da se svi nivoi neuniformnog kvantizatora upotrebljavaju sa približno jednakom verovatnoćom.