

## 7. UZORKOVANJE SIGNALA

ZAD. 35.

- NEKA SE DANI SIGNAL:

$$D(t) = 20 \cos(100\pi t) + 17 \cos(500\pi t) \text{ [V]}$$

- ODREĐITE MINIMALNI BROJ BITOVA POTREBNI ZA KODIRANJE SVAKOG UZORKA SIGNALA  $D(t)$  ALI TAKO DA JE OMJER SREDNJE SNAGE SIGNALA I SREDNJE SNAGE KVANTIZACIJSKE ŠUMA VEĆI OD 50 [dB].
- NAPOMENA: SVI KORACI KVANTIZACIJE SU NEPODSKUPNO EDNAKI.

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{dB} > 50 \text{ [dB]}$$

$$\frac{S(2^m)}{2} > 50 \text{ [dB]}$$

$$10 \log\left(\frac{3}{2} \cdot 2^{2m}\right) > 50$$

$$10 \log\left(\frac{3}{2}\right) + 10 \log(2^{2m}) > 50 \quad /:10$$

$$2m \log(2) > 5 - \log\left(\frac{3}{2}\right) \quad /: 2 \log(2)$$

$$m > \frac{5 - \log\left(\frac{3}{2}\right)}{2 \log(2)}$$

$$m > 8.012329$$

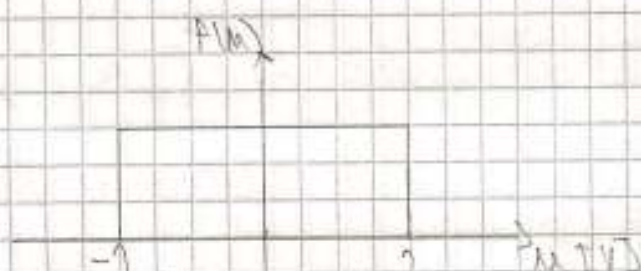
$$m = 9 \text{ [bit]}$$

ZAD. 36.

- NA SLICI JE DANA FUNKCIJA GUSTOĆE VEROJATNOSTI RAZINE SIGNALA  $M(x)$ .

ODREDITE OMER SREDNJE SNAGE SIGNALA I SREDNJE SNAGE KVANTIZACIONOG ŠUMA NA IZLAZ KVANTIZATORA KOJI KORISTI 32 KVANTIZACIJSKE RAZINE.

- NAPOMENA: KVANTIZATOR PROVODI SEDMOGLIKO KVANTIZIRANJE I AMPLITUDE UZORAKA NALAZE SE U INTERVALU  $[-1, 1]$ .



$$\begin{aligned} L &= 32 \text{ [razine]} \\ L &= 2^n \text{ [razine]} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} L &= 32 \\ L &= 2^n \end{aligned}} \right\} \begin{aligned} 32 &= 2^n \Rightarrow n = 5 \text{ [bit]} \end{aligned}$$

$$\left( \frac{S}{N} \right) = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2^n} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2^{2 \cdot 5}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2^{10}} = 1536$$

$$\left( \frac{S}{N} \right)_{\text{dB}} = 10 \log(1536) = 31.864 \text{ [dB]}$$



ZAD. 37.

- DVA GOVORNA SIGNALA (SVAKI IMA POSAS PAKENOSTA  $4 \text{ kHz}$ ), DOVODE SE NA ULAZ 2-KANALNOG PCM (eng. PULSE CODE MODULAT) SUSTAVA KOJI KORISTI KVANTIZATOR S 256 KVANTIZACIJSKIH RAZINA I PROVODI KODIRANJE BINARNIM KODOM. KANALI SE NA IZLAZU PCM-a MULTIPLEKSIRAJU U JEDAN CIELOVITI KANAL.

ODREDITE BAZINU PRIENOSTA BITOVA U MULTIPLEKSIRANOM KANALU?

$$B = 4 \text{ [kHz]}$$

2-KANALNI PCM

$$L = 256 \text{ [razina]} \Rightarrow r = 8 \text{ [bit]}$$

- FREKVENCIA VEOKOVANJA:

$$f_u = 2B = 2 \cdot 4 \text{ [kHz]} = 8 \text{ [kHz]}$$

- MULTIPLEKSIRANJE:

$$f_v = 2 \cdot 8 = 16 \text{ [kHz]}$$

- BAZINA PRIENOSTA BITA U MULTIPLEKSIRANOM KANALU:

$$R = f_u \cdot r = 16000 \cdot 8 = 128 \text{ [kbit/s]}$$

(38)

- ANALOŽNI SIGNAL ODABIRE SE KORISTEĆI SUSTAV PCM.
- ODREDITE S KOLIKO JE BITOVA POTREBNO KODIRATI SVAKI UZORAK TAKO DA NA PRIDEMNOJ STRANI, NAKON DEKODIRANJA, VRIJEDNOST SVAKOG UZORKA BUDE UNUTAR GRANICA  $\pm 0,5\%$  NJEGOVE VRIJEDNOSTI OD VRHA DO VRHA.
- NAPOMENA: KVANTIZATOR PROVODI JEDNOLIKO KVANTIZIRANJE!

$$[-m_{\max}, m_{\max}] \cdot [\pm 0,5\%] \Rightarrow \Delta = 2m_{\max} \cdot 1\%$$

- KORAK KVANTIZACIJE:

$$\Delta = \frac{2m_{\max}}{L} = 2m_{\max} \cdot 1\%$$

$$\frac{\Delta}{L} = \frac{1}{100}$$

$$100 = 2^n / \log_2$$

$$\log_2 100 = \log_2 2^n$$

$$n = 6,6438 \Rightarrow \boxed{n = 7 \text{ [bit]}}$$



33

SIGNAL  $u(t)$  DOVODI SE NA ULAZ A/D PŘEVODNIKA V KOJEM KVANTIZATOR KORIŠTI OSM KVANTIZACIJSKIH RAZINA.

NEKA JE FUNKCIJA GUSTOĆE VEROJATNOSTI RAZINE SIGNALA  $u(t)$ :

$$p(u) = \begin{cases} 2|u|, & |u| \leq 4 \text{ [V]} \\ 0, & \text{INACE} \end{cases}$$

a) ODREĐITE SREDNJV KVADRATNU GREŠKU NASTAKU USLJED KVANTIZIRANJA  $\sigma$ .

$$L = 8 \Rightarrow \pi = 3 \text{ [bit]}$$

$$m_{\text{MAX}} = 4 \text{ [V]}$$

$$\sigma_{Q_1}^2 = \frac{1}{3} m_{\text{MAX}}^2 \cdot 2^{-2\pi} = \frac{1}{3} \cdot 4^2 \cdot 2^{-2 \cdot 3} = 0.08333$$

b) ODREĐITE ZA KOJIKO SE PROMJENI SREDNJA KVADRATNA GREŠKA USLJED KVANTIZIRANJA AKO SE KVANTIZIRANJE VZORKA IZVEDE SA 4 KVANTIZACIJSKE RAZINE  $\sigma$ .

$$L = 4 \Rightarrow \pi = 2 \text{ [bit]}$$

$$m_{\text{MAX}} = 4 \text{ [V]}$$

$$\sigma_{Q_2}^2 = \frac{1}{3} m_{\text{MAX}}^2 \cdot 2^{-2\pi} = \frac{1}{3} \cdot 4^2 \cdot 2^{-2 \cdot 2} = 0.3333$$

$$\Delta \sigma_{\sigma}^2 = \sigma_{Q_2}^2 - \sigma_{Q_1}^2 = 0.3333 - 0.08333 = 0.25$$