

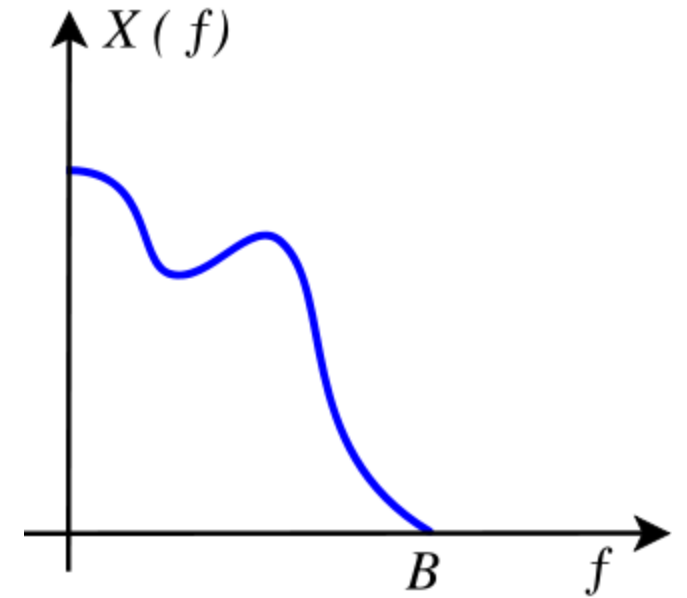
Harjutus 2

Diskreetimine ja kvantimine

IEE1100 Arvutivõrgud

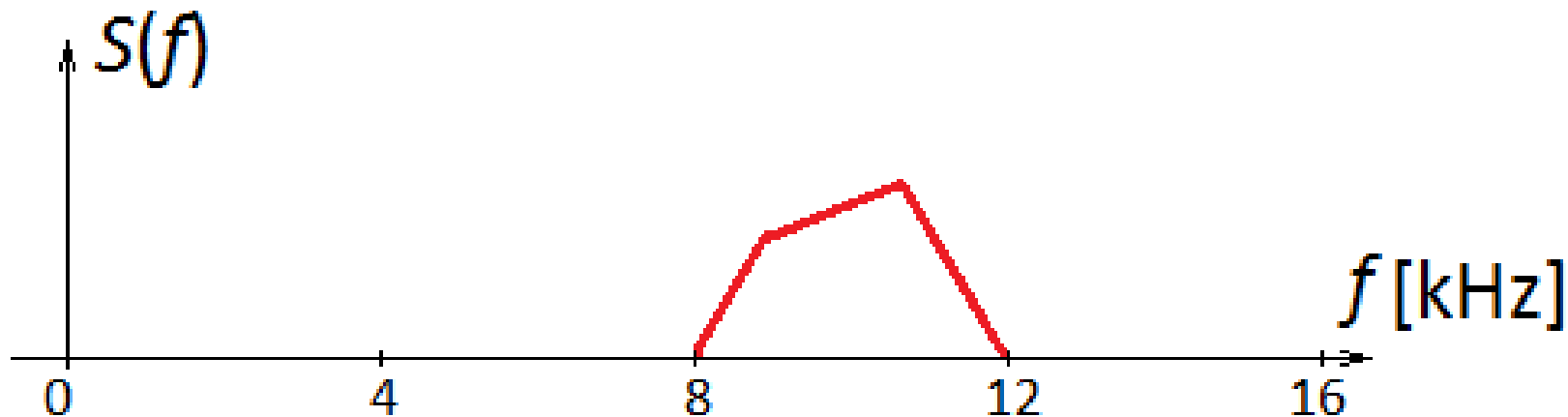
Diskreetimine

- Diskreetimine: (analoog)signaali väärtuste fikseerimine kindlatel ajahetkedel.
- Ajas pidev signaal $s(t)$ muudetakse diskreetseks $s(n \cdot \Delta t)$. Signaali väärtus jääb ikka pidevaks.
- Nyquist-Shannon-Kotelnikovi-Whittaker teoreem:
 - Kui signaali $s(t)$ ribalaius on B hertsi, siis on see signaal täielikult määratud diskreetsete väljavõtetega ajavahemike $1/2B$ sekundi tagant.
 - Vajalik diskreetimissamm $\Delta t \leq 1/(2B)$
 - Põhiriba signaali korral diskreetimissagedus $f_s \geq 2 \cdot f_m$



Ülesanded 1

1. Leida signaali $u(t) = 20\sin(6\pi t)$ diskreerimiseks vajalik diskreetimissamm Δt .
2. Leia signaali $s(t) = 3,7\cos(3,08 \cdot 10^4 t) + 1,7\cos(2,18 \cdot 10^4 t)$ diskreetimiseks vajalik minimaalne diskreetimissagedus f_s ja sellele vastav diskreetimissamm Δt .
3. Joonisel on kujutatud signaali spekter, leida selle digitaliseerimiseks vajalik diskreetimissagedus ja -samm.



Kvantimine

- Signaali väärtus diskreetsetel ajahetkedel $s(n \cdot \Delta t)$ mõõdetakse mingi lõpliku täpsusega $\pm q/2$ ja salvestatakse digitaalsel kujul bittide arvuga n_B .
- Kvantimissammu q suurus on määratud bittide arvuga n_B ja sisendpinge maksimaalse muutumisvahemikuga U_{pp} ($-U_m \dots U_m$)

$$q = \frac{U_{pp}}{2^{n_B} - 1} \approx \frac{U_{pp}}{2^{n_B}} = \frac{U_m}{2^{n_B - 1}}$$

- Kvantimisega kaasneb alati pöördumatu informatsioonikadu, mida iseloomustab kvantimismüra võimsusega

$$N = \frac{q^2}{12}$$

- Maksimaalne signaal-kvantimismüra suhe:

$$SNR \approx 6 \cdot n_B + 4,7 \text{ [dB]}$$

Ülesanded 2

1. Mitu bitti on vaja signaali $s(t) = 20\sin(6\pi t)$ väärtuste salvestamiseks täpsusega $q = 25 \text{ mV}$?
2. Kui suure võimsusega kvantimismüra tekib, kui kuuebitise analoog-digitaalmuunduriga digitaliseerida signaali, mille pinge on vahemikus $\pm 1,27 \text{ V}$?
3. Kui suur on signaal-kvantimismüra suhe, kui eelmises ülesandes antud muunduriga muundada siinussignaali amplituudiga $0,5\text{V}$?
4. Kõnesignaali kvanditakse tavaliselt kaheksabitise muunduriga. (kõnesignaali muunduri väljund on 8 bitti) Kui suur on signaali – kvantimismüra suhe sellisel juhul? Vastus esitada nii detsibellides, kui kordades.

A –seadus (G.711 koodek)

- $A = 87,6$

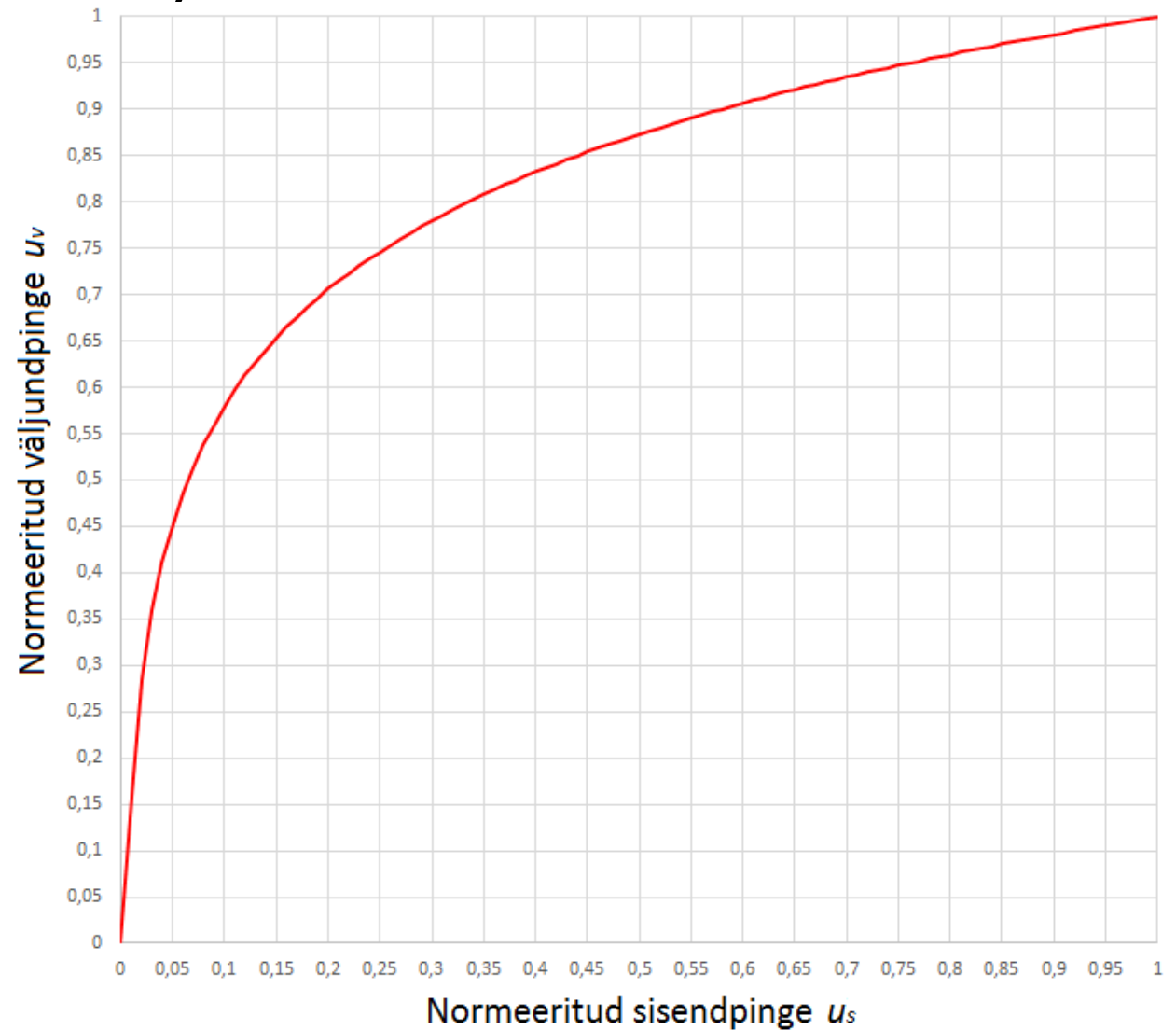
$$|u_v| = \begin{cases} \frac{A|u_s|}{1 + \ln(A)} & 0 \leq |u_s| \leq \frac{1}{A} \\ \frac{1 + \ln(A|u_s|)}{1 + \ln(A)} & \frac{1}{A} \leq |u_s| \leq 1 \end{cases}$$

Normeeritud sisendpinge:

$$u_s = \frac{u_{sis}}{U_{max}}$$

Väljundpinge:

$$u_{välj} = u_v U_{max}$$



Ülesanded 3

- A-seadust kasutava kompressori sisendis muutub pinge vahemikus 350mV kuni 1,05V, maksimaalne lubatud pinge väärtus on 1,4V. Millises vahemikus muutub väljundpinge? Kui suur on kompressori ülekanne 350mV pinge jaoks?

Ülesanded 4

- CD plaadile salvestatakse muusika stereohelina, mõlemas kanalis on diskreetimissagedus 44,1kHz ja signaali väärtused salvestatakse 16-bitiste arvudena. Kui suur andmemahut salvestatakse ühes sekundis?
- MP3 audio kodek (MPEG-2 Audio Layer III) kasutades saab stereoheli salvestada ligikaudse mahuga u 1,5 MB minuti kohta. Mitu korda vähem vajab MP3 formaadis heli salvestamiseks ruumi vähem, kui CD plaadile salvestatav kodeerimata heli?