



Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet



UZORKOVANJE I DIGITALIZACIJA SIGNALA

Merenja u hidrotehnici

4. Vežba

doc. dr Damjan Ivetić

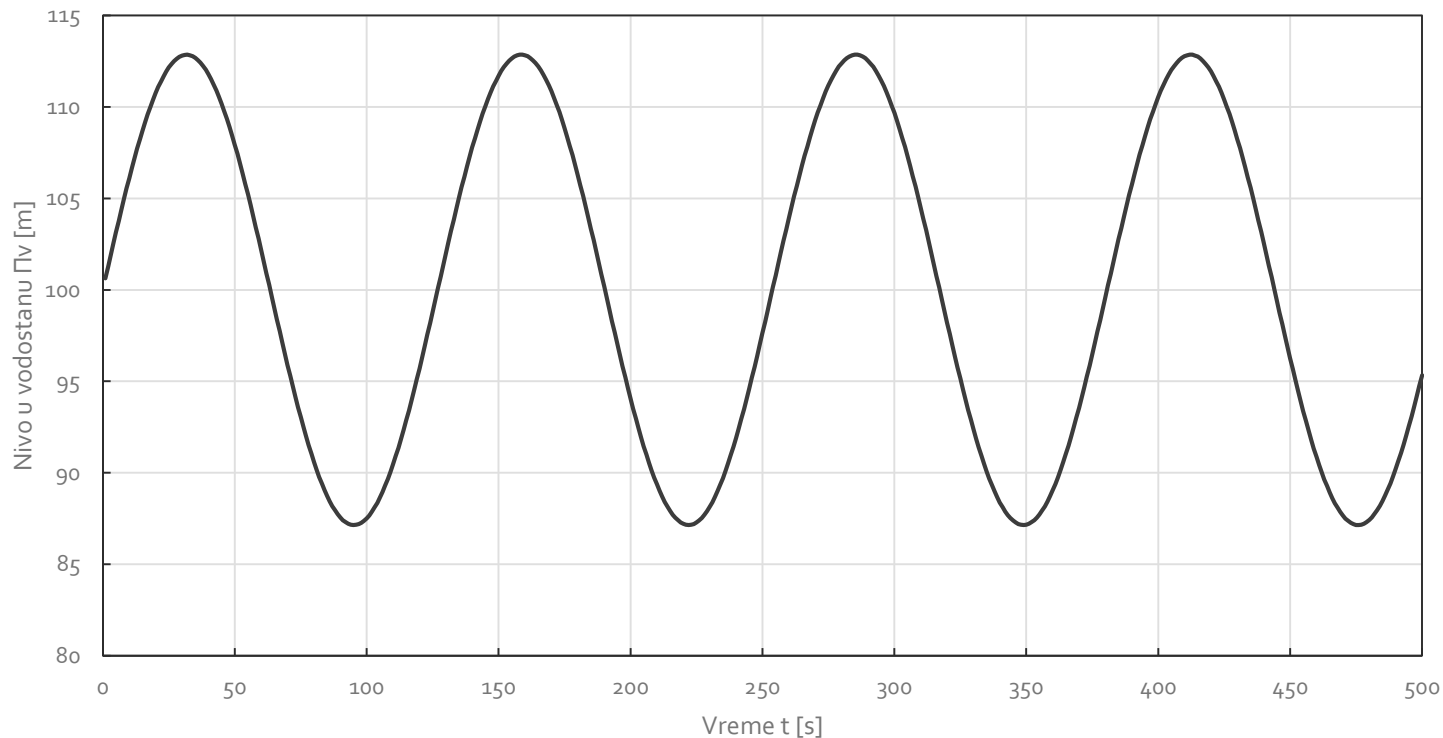
Miloš Milašinović

prof. dr Dušan Prodanović

ODABIR FREKVENCIJE UZORKOVANJA

- **Periodične veličine u hidrotehnici**

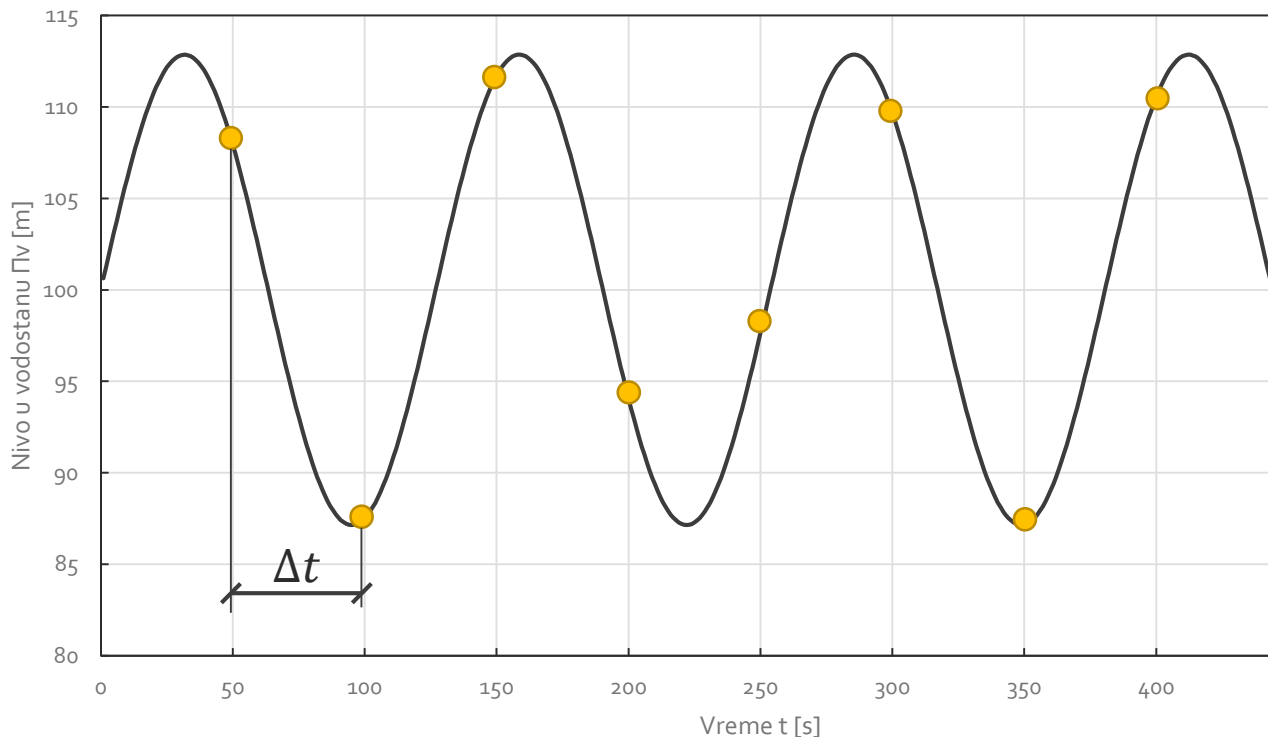
Oscilacije u vodostanu (zanemareno trenje)



ODABIR FREKVENCIJ UZORKOVANJA

Periodične veličine u hidrotehnici

Oscilacije u vodostanu (zanemareno trenje)



Pitanje: Sa kojim Δt snimiti merne vrednosti kako bi se verno reprodukovala promena nivoa u vodostanu?

Vremenski korak između dva uzastopna merenja – Δt

Frekvencija uzorkovanja - f_{uz}

$$f_{uz} = \frac{1}{\Delta t}$$

ODABIR FREKVENCije UZORKOVANJA

- Odabir adekvatne f_{uz} treba da bude takav da omogući adekvatnu reprodukciju originalne promene – **min i max vrednosti, perioda oscilovanja itd.**
- **Neophodno je uspostaviti kompromis:**

Veliko f_{uz} :

+ Odlična
reprodukcija
originalne promene

- Veća investicija u
sistem za napajanje
senzora i skladištenje
podataka.

Malo f_{uz}

- Loša reprodukcija
originalne promene

+ Manja investicija u
sistem za napajanje
senzora i skladištenje
podataka.

NIKVISTOV KRITERIJUM

- Nikvistov kriterijum za rekonstrukciju periodičnih veličina:

$$f_{uz} \geq 2f_{max}$$

f_{max} - maksimalna
frekvencija
periodične veličine

- U praksi se često koristi još strožiji kriterijum:

$$f_{uz} \geq 5f_{max}$$

Odličan snimak na youtube-u, topla preporuka:

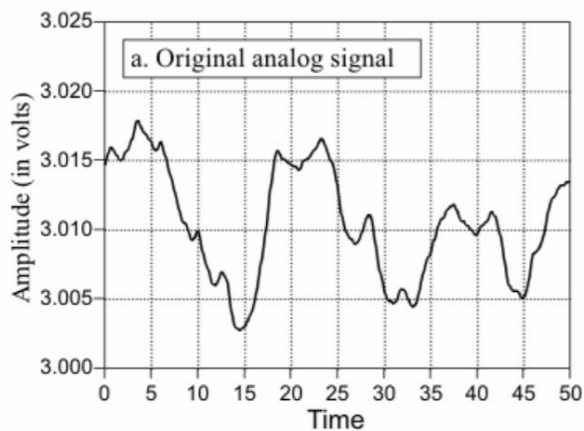
<https://www.youtube.com/watch?v=yWqrxo8UeUs>

DIGITALIZACIJA SIGNALA

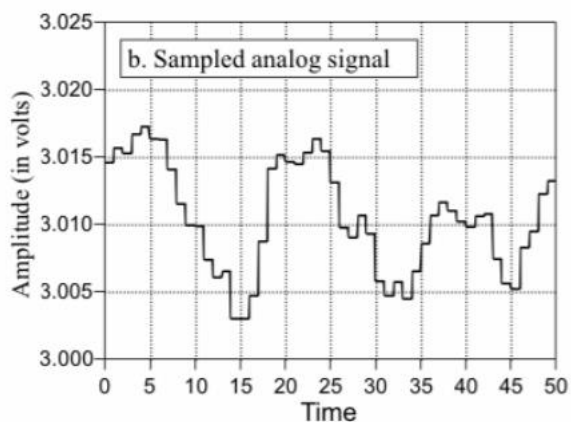
- Originalni signal je kontinualna funkcija koju želimo da merimo, odnosno uzorkujemo, sa frekvencijom f_{uz} .
- Međutim, naši senzori u osnovi detektuju **analogan signal**.
- Da bi ovaj signal zapisali u našem računaru, moramo ga **digitalizovati!**
- Digitalizacija signala se obavlja uz pomoć **A/D konvertara**, standardnog dela većine savremenih mernih instrumenata.

DIGITALIZACIJA SIGNALA

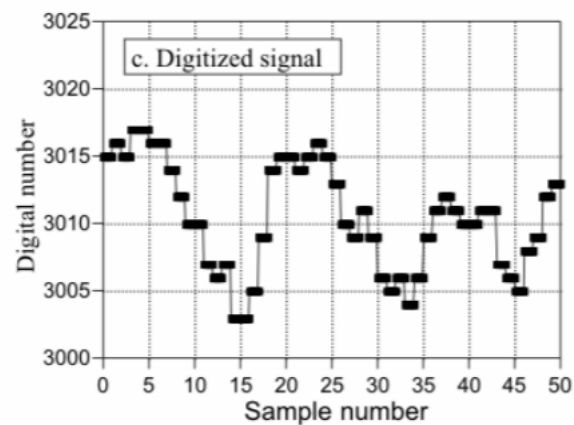
Originalni analogni signal



Uzorkovani analogni signal



Digitalizovan signal



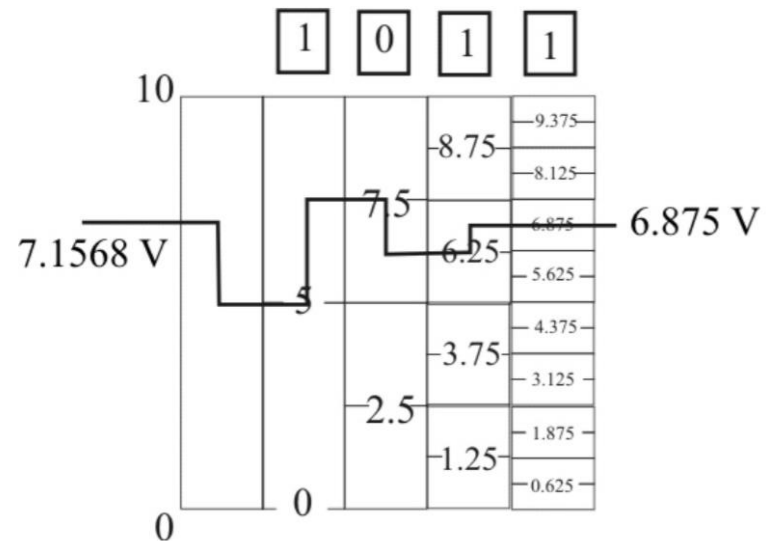
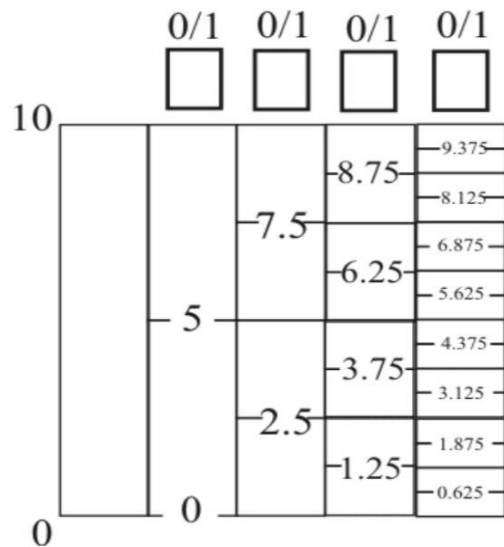
DIGITALIZACIJA SIGNALA

- U okviru procesa digitalizacije signala, jedna od ključnih elemenata predstavlja proces **kvantizovanja signala**.
- Kvantizovanjem signala se analogna merna vrednost prevodi u digitalni format, predstavljanjem signala **u binarnom formatu**.
- Praktično, signal se aproksimira u procesu kvantizovanja, odnosno uvodi se određena **greška kvantizacije!**
- Da bi se greška kvantizacije minimizirala, neophodno je adekvatno podesiti **opseg rada** A/D konvertera, kao i koristiti konvertere sa što **većim brojem bitova za zapis signala**.



DIGITALIZACIJA SIGNALA

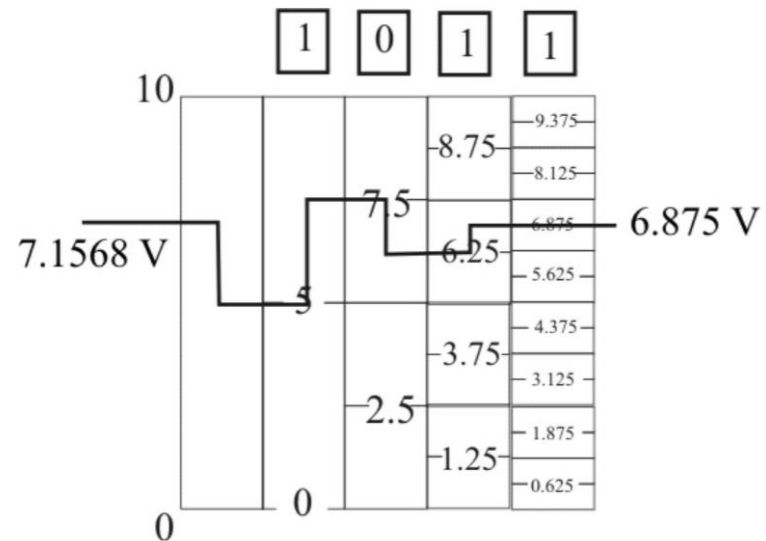
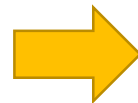
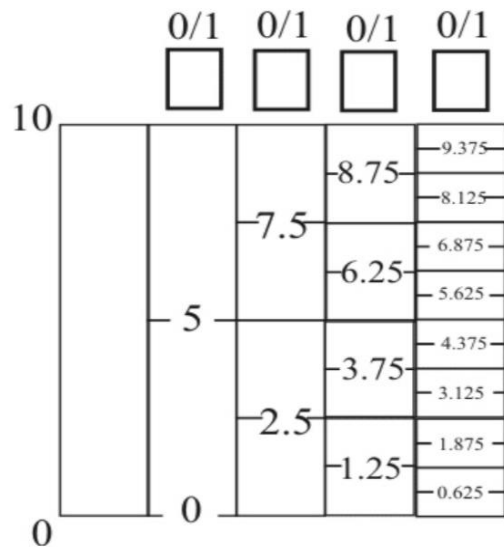
Primer konverzije strujnog signala sa 4-bitnim A/D konverterom



4-bitni A/D konverter ima 2^4 različitih brojeva na raspolaganju.

DIGITALIZACIJA SIGNALA

Primer konverzije strujnog signala sa 4-bitnim A/D konverterom



Šta će se desiti ako je analogna veličina jednaka 12.5 V?

DIGITALIZACIJA SIGNALA

Korisni snimci sa youtube-a koji detaljnije opisuju ovu temu:

<https://www.youtube.com/watch?v=yipLSTKLORA>

<https://www.youtube.com/watch?v=ooMokm6an-U>

UPOTREBA SOFTVERA OCTAVE

Octave je sličan Matlab-u, samo je za razliku od njega besplatan!

- Skinuti Octave installer sa sledećeg linka:
<https://www.gnu.org/software/octave/download.html> (odabrati 64-bitni ili 32-bitni Windows)
- Osnove upotrebe Octave-a:
- <https://www.youtube.com/watch?v=XoxLTKRWPgo>
- https://www.youtube.com/watch?v=bmE6SWE6c_A
- <https://www.youtube.com/watch?v=NFwizdog9So>
- <https://www.youtube.com/watch?v=B2gEftnPbWo>