

VEŽBA 2.3

Naziv vežbe	KALIBRACIJA SONDE ZA MERENJE NIVOVA
Trajanje vežbe	20'
Potrebno predznanje	Osnove regresione analize
Broj studenata	2
Cilj vežbe	U ovoj vežbi studenti se upoznaju sa merenjem hidrotehničkih veličina mernim pretvaračima. Pored toga se obavlja kalibracija kapacitivne sonde kompanije "SVET INSTRUMENATA" - sonde za merenje nivoa pomoću eksperimentalne instalacije. Rezultat vežbe je kalibraciona kriva koja se dobija linearnom regresijom od izmerenih parova frekvencije i visine vodenog stuba.

TEORIJSKE OSNOVE

U ovoj vežbi je potrebno kalibrisati sondu (merni pretvarač) za merenje nivoa. Kao rezultat kalibracije je potrebno odrediti karakteristike kalibracione krive u obliku:

$$H[cm] = f(f[Hz])$$

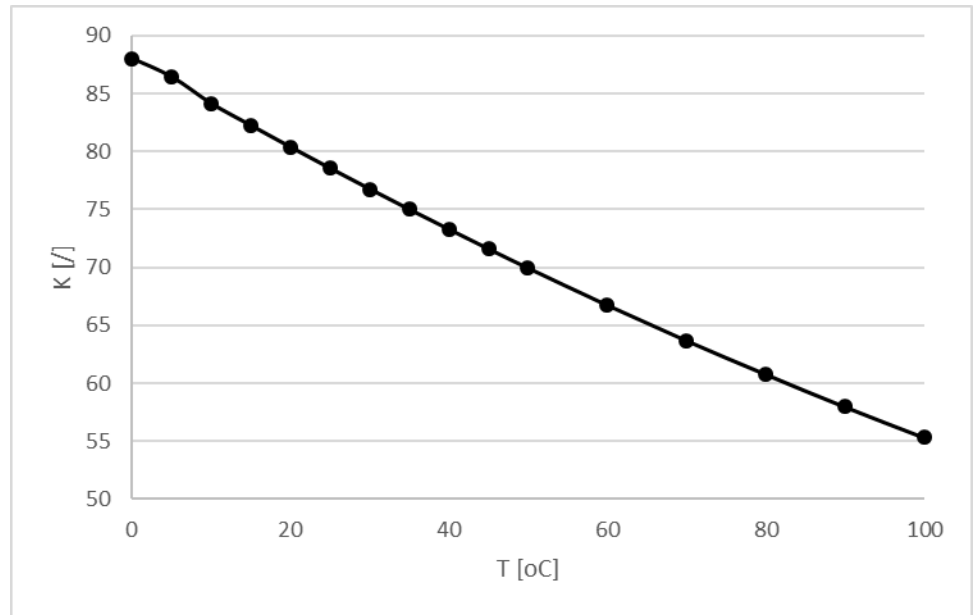
Ukoliko zavisnost nije linearna moguće je fitovati dobijene merene vrednosti krivom višeg reda. Ukoliko se mereni parovi nivoa i frekvencije opisuju pomoću kubne parabole dobija se kalibraciona kriva u obliku:

$$H = A_1 \times f^3 + A_2 \times f^2 + A_3 \times f + B$$

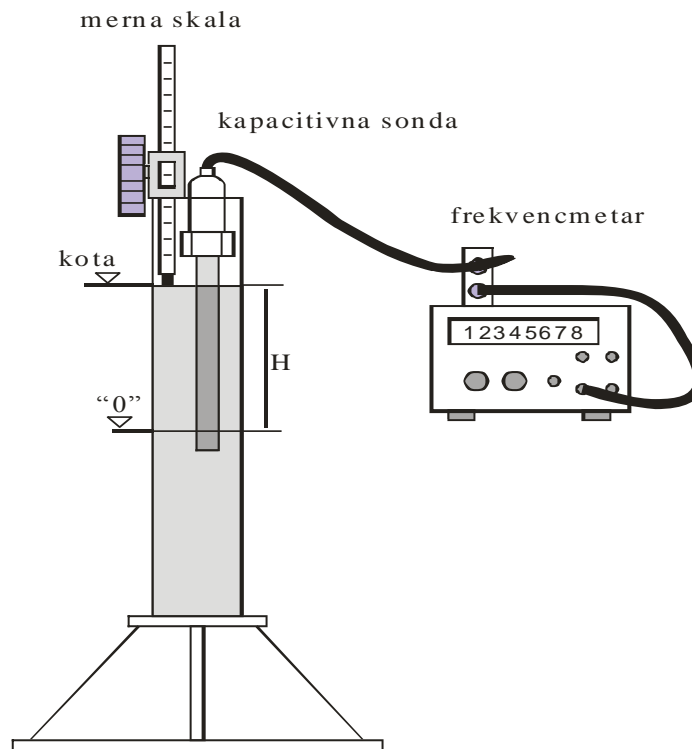
Kalibracijom sonde se određuju koeficijenti (A_1 , A_2 i A_3) i nula (B) zavisnosti merenog nivoa i registrovane frekvencije na izlazu mernog pretvarača. Za potrebe kalibracije se koristi eksperimentalna instalacija koja omogućava precizno zadavanje poznate visine vodenog stuba i uređaj za merenje frekvencije (frekvencometar) na izlazu mernog pretvarača.

Kapacitivna sonda je izuzetno osetljiva na promenu temperature, budući da se sa promenom temperature menja i dijelektrična konstanta vode. Zavisnost dijelektrične konstante vode i temperature je prikazana na dijagramu i tabeli ispod.

T [°C]	K [V]
0	88
5	86.4
10	84.11
15	82.22
20	80.36
25	78.54
30	76.75
35	75
40	73.28
45	71.59
50	69.94
60	66.74
70	63.68
80	60.78
90	57.98
100	55.33



POSTUPAK IZRADE VEŽBE



Za potrebe kalibracije sonde za merenje nivoa se koriste:

1. Odgovarajuća sonda za merenje nivoa (sonda sa odgovarajućim opsegom nivoa)
2. Frekvencmetar

Vežba se radi u sledećim koracima:

1. Postaviti sondu na za to predviđeno mesto
2. Priključiti napajanje i frekvencmetar na sondu
3. Izmeriti izlazni opseg sonde za nivo i na osnovu njega podesiti maksimalni opseg na frekvencmetru tako da ne pređe maksimalne merljive vrednosti,
4. U **10** tačaka za otprilike $H_{\text{mer}} \approx [1, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40]$ cm izmeriti frekvenciju (pokazivanje na frekvencmetru) i kote površine vode. Izmerene vrednosti upisati u za to predviđenu tabelu,
5. Odrediti kotu "0" i izračunati visine vodenog stuba
6. Odrediti yavisnost vrednosti visine vodenog stuba **H [cm]**, tj. odrediti koeficijente **A₁**, **A₂** i **A₃** i **B**:

$$H = A_1 \times f^3 + A_2 \times f^2 + A_3 \times f + B$$

OBRADA REULTATA MERENJA

Rezultate merenja je potrebno obraditi u Excel programskom paketu i izračunati sledeće karakteristike niza rezultata:

1. Dokumentovati podatke o sondi i mernom okruženju (broj sonde, temperatura vode, gustina vode, itd.)
2. Dokumentovati podatke o mernim uređajima (izlazni opseg frekvencije, opseg frekvencmetra, itd.)
3. Tabelu sa kalibracionim podacima
4. Odrediti vrednosti apsolutnih i relativnih grešaka (u odnosu na trenutno izmerenu vrednost i u odnosu na maksimalnu izmerenu vrednost), kao i vrednost

standardnog odstupanja relativne greške: $\sigma = \sqrt{\frac{\varepsilon_{\text{tren}}}{N}}$

Potrebno je nacrtati sledeće dijagrame:

1. Kalibracionu krivu (kubnu parabolu) u odnosu na visinu vodneog stuba H [cm]
2. Dijagrame izračunatih grešaka

Napomena: Imena excel fajlova formirati na sledeći način – **v23xxx-xx_yyy-yy.xls**, gde su **xxx-xx** i **yyy-yy** brojevi indeksa studenata koji rade vežbu

Prilozi:

1. Radne tabele za upisivanje rezultata merenja
2. Excel file za obradu rezultata
3. Uputstvo za obradu rezultata

Ime i prezime:		br. indeksa
Podaci o vodi		
Temperatura vode [°C]:		
Gustina vode [kg/m ³]:		
Podaci o sondi		
Sonda broj:		
Nominalni radni pritisak sonde [mVs]		
Nominalni izlazni opseg frekvencija [Hz]		

Rezultati merenja

Redni broj	kota (cm)	f(Hz)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

$$H [cm] = A_1 \times f^3 + A_2 \times f^2 + A_3 \times f + B$$

A₁=....., A₂=....., A₃=....., B=.....

Maksimalno standardno odstupanje relativne greške:

$$\sigma_{\max} = \sqrt{\frac{\varepsilon_{tren}}{N}} =$$