

VEŽBA 2.3

Naziv vežbe	KALIBRACIJA SONDI ZA PRITISAK
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 INSTRUMENTATA" - sonde za merenje pritiska 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 pritiska. Kao rezultat kalibracije je potrebno odrediti karakteristike kalibracione krive u obliku:

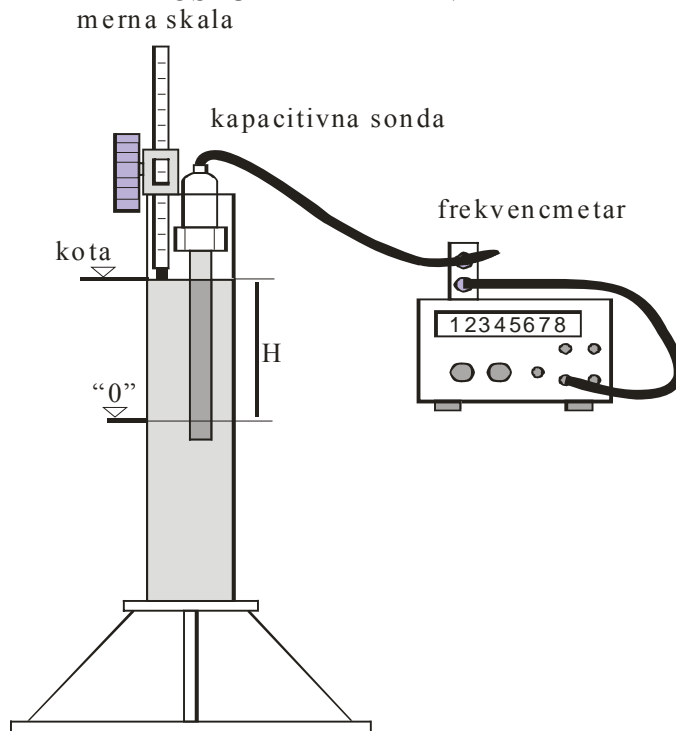
$$H[cm] = f(f[Hz])$$

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 pritiska 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 (frekvencimetar) na izlazu mernog pretvarača.

POSTUPAK IZRADE VEŽBE



Za potrebe kalibracije sonde za pritisak se koriste:

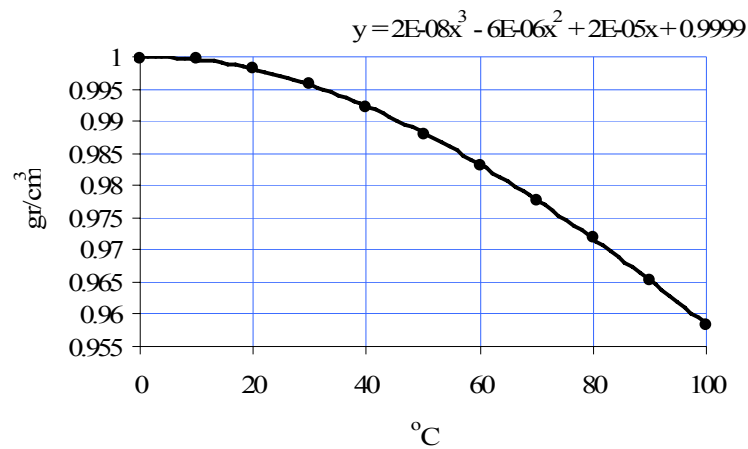
1. Odgovarajuća sonda za pritisak (sonda sa odgovarajućim opsegom pritiska)
2. Frekvencmetar

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. Vrednosti visine vodenog stuba **H [cm]** transformisati u pritisak **p [Pa]** i odrediti koeficijente (**C₁**, **C₂** i **C₃**) i **D** transformisane kalibracione krive:

$$p = C_1 \times f^3 + C_2 \times f^2 + C_3 \times f + D$$

Zavisnost gustine vode od temperature



Temperatura	Gustina
[°C]	[g/cm ³]
0	0.99984
10	0.9997
20	0.99821
30	0.99565
40	0.99222
50	0.98803
60	0.9832
70	0.97778
80	0.97182
90	0.96535
100	0.9584

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 minimalnu izmerenu vrednost), kao i vrednost standardnog

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

Potrebno je nacrtati sledeće dijagrame:

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

2. Kalibracionu krivu (kubnu parabolu) u odnosu na pritisak $p[Pa] = \rho gH$
3. 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=.....

$$p[Pa] = C_1 \times f^3 + C_2 \times f^2 + C_3 \times f + D$$

C₁=....., C₂=....., C₃=....., D=.....

Maksimalno standardno odstopanje relativne greške:

$$\sigma_{\max} = \sqrt{\frac{\mathcal{E}_{\text{tren}}}{N}} =$$