

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. U ovoj vežbi se obavlja kalibracija kapacitivne sonde kompanije "SVET INSTRUMENTATA" sonde za pritisak pomoću specifične eksperimentalne instalacije. Cilj 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 kapacitivnu sondu (merni pretvarač) za merenje pritiska. Kao rezultat kalibracije je potrebno dobiti kalibracionu krivu u obliku:

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

Ukoliko je zavisnost linearna u pitanju je prava u obliku:

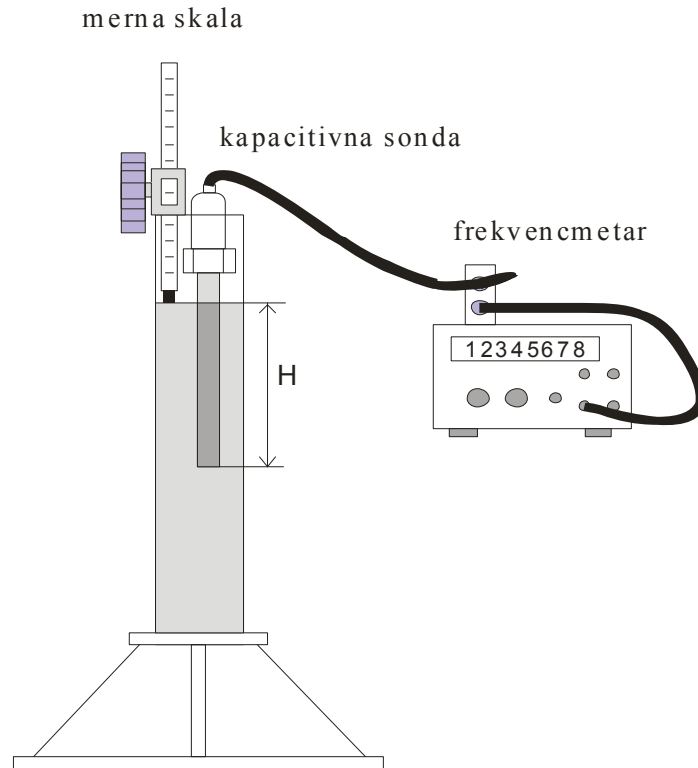
$$H = A \times f + B$$

Ukoliko zavisnost nije linearna moguće je fitovati dobijene merene vrednosti krivom višeg reda. Ukoliko se mereni parovi nivoa i frekvencije fituju 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

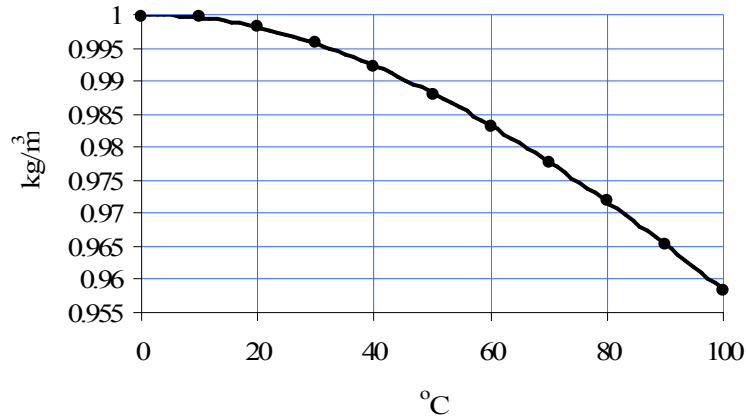
Vežba se radi u sledećim koracima:

1. Postaviti sondu na za to predviđeno mesto
2. Priključiti konektor na sondu i frekvencmetar
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=[1, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40] cm** izmeriti frekvenciju (pokazivanje na frekvencmetru) i izmerene vrednosti upisati u za to predviđenu tabelu,
5. Vrednosti visine vodenosg 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

$$y = 2E-08x^3 - 6E-06x^2 + 2E-05x + 0.9999$$



Temperatura	Gustina
[°C]	[kg/m 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: $\sigma = \sqrt{\frac{\mathcal{E}_{tren}}{N}}$

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	H (cm)	f(Hz)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

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

$A_1 = \dots\dots\dots$, $A_2 = \dots\dots\dots$, $A_3 = \dots\dots\dots$, $B = \dots\dots\dots$

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

$C_1 = \dots\dots\dots$, $C_2 = \dots\dots\dots$, $C_3 = \dots\dots\dots$, $D = \dots\dots\dots$

Maksimalno standardno odstupanje relativne greške:

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