

1. MJERENJE ISTE VELIČINE PRIJENOSNIM KOMPparatorOM

Određivanje točnosti instrumenta u svrhu ocjene mogućnosti njegove primjene

Grupna vrijednost $x_i (\mu m)$	Apsolutna frekvencija f_i	Kumulativna apsolutna frekvencija $\sum f_i$	Relativna frekvencija $\frac{f_i}{n}$	Odstupanje $ x_i - \bar{x} $	Kvadrat odstupanja $ x_i - \bar{x} ^2$
961	1	1	0,033	2,533	6,416
962	3	4	0,100	1,533	2,350
963	9	13	0,300	0,533	0,284
964	13	26	0,433	0,467	0,218
965	4	30	0,133	1,467	2,152
\sum 28906	30			23,868	27,464

n – broj mjerenja

Srednja vrijednost (aritmetička sredina) : $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 963,533 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

Odstupanje : $\delta_i = x_i - \bar{x}$

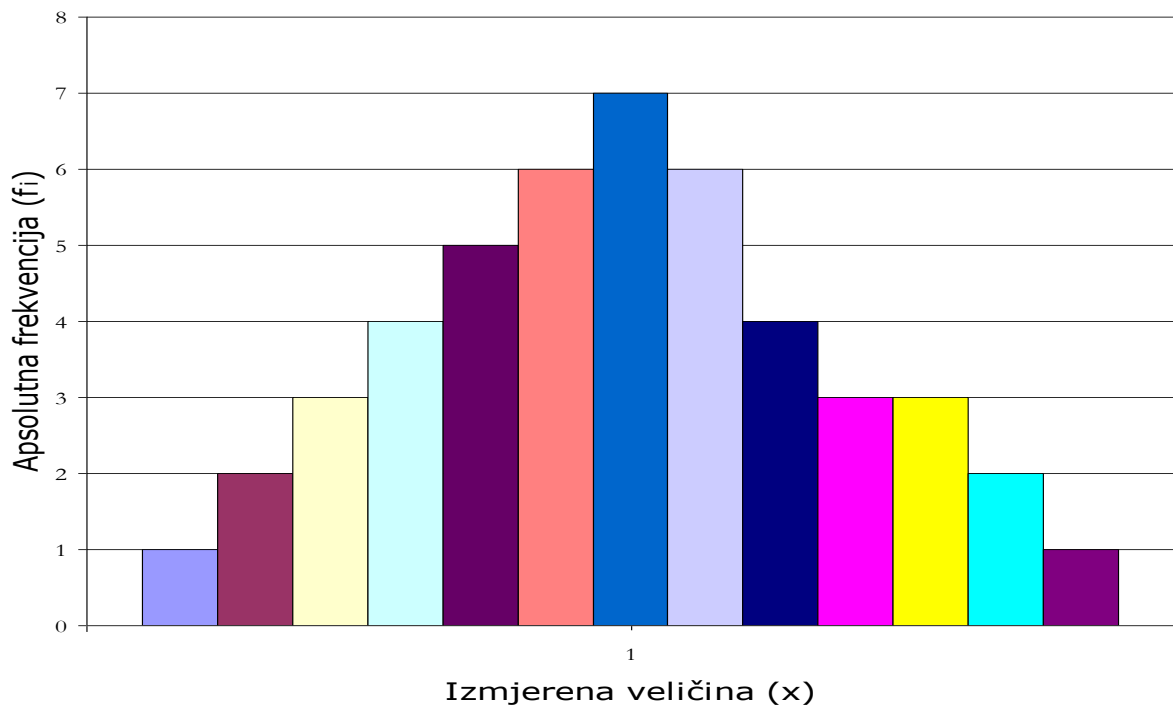
Prosječno ili srednje odstupanje : $\frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n} = 0,796 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

Područje odstupanja: $\Delta = x_{\max} - x_{\min} = 0,004 \text{ mm}$

Standardno odstupanje (devijacija):

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}} = 0,957 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$$

Mjerena vrijednost nalazi se unutar intervala: $x = (\bar{x} \pm s) = (963,533 \pm 0,957) \cdot 10^{-3} \text{ mm}$



Histogram mjerenja

A_1 - ukupna površina histograma

A_2 - površina histograma unutar intervala $(\bar{x} \pm s)$

Vjerojatnost da se mjerena vrijednost nađe unutar intervala $(\bar{x} \pm s)$ je:

$$v = \frac{A_2}{A_1} \cdot 100 (\%)$$

Standardno odstupanje s daje nam podatak o točnosti instrumenta da znamo gdje ga možemo primjeniti.

Veličine manje od s nema smisla mjeriti, jer je to unutar pogreške instrumenta.

Instrument možemo primjeniti za mjerenje veličina koje su barem 100 puta veće od standardnog odstupanja s , tada je greška od 1% uobičajeno prihvatljiva pogreška.

Poznavanjem standardnog odstupanja određuje se vjerojatnost v da se izmjerena vrijednost nalazi unutar intervala $(\bar{x} \pm s)$.



2. BAŽDARENJE DOZE, INSTRUMENTA ZA MJERENJE SILE

Određivanje konstante doze, odnosno linearne ovisnosti izlaznog napona u milivoltima o sili.

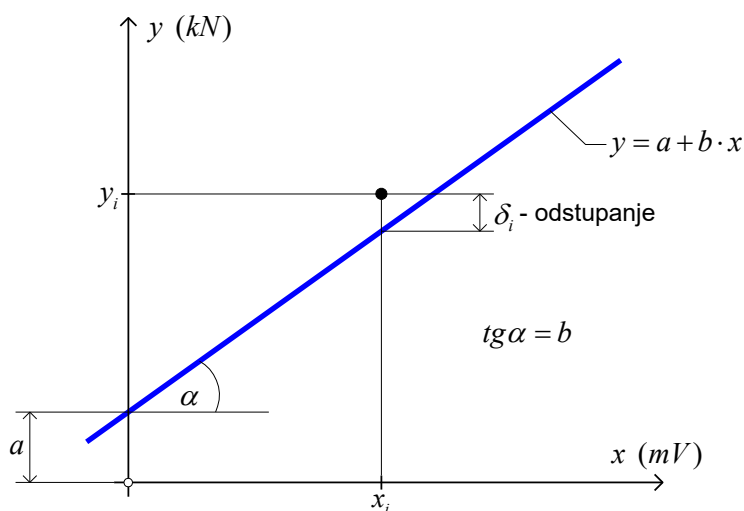
$$y = a + bx$$

Izlazni električni signal doze je naponski. Taj napon se linearno mijenja s promjenom sile. Baždarenje doze je postupak određivanja linearnog odnosa između sile (F) i izlaznog napona (U). Taj se odnos zove osjetljivost i on omogućuje pretvaranje izmjenjenog izlaznog napona u silu.

Mjerenje	F (kN)	Doza U (mV)	y_i (kN)	x_i (mV)	Prirast (mV)	x_i^2	$x_i \cdot y_i$
1	0	0	20	202	$202-0=202$	40804	4040
	20	202					
	0	0					
2	0	0	40	406	$406-202=204$	164836	16240
	40	406					
	0	0					
3	0	0	60	609	$609-406=203$	370881	36540
	60	609					
	0	0					
·							
·							
10							
Σ							

n-broj mjerenja

Srednja vrijednost veličine opterećenja: $\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$





Traži se funkcija E za koju je suma kvadrata odstupanja greške najmanja (metoda najmanjih kvadrata):

$$\delta_i = y_i - (a + bx_i)$$

$$E = \sum_{i=1}^n \delta_i^2 = \sum_{i=1}^n [y_i - (a + bx_i)]^2$$

Traže se koeficijenti a i b za koje je E minimalno:

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial a} = 0, \\ \frac{\partial E}{\partial b} = 0, \end{aligned} \Rightarrow \begin{aligned} a &= \frac{\sum y_i \sum x_i^2 - \sum x_i \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \\ b &= \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \end{aligned}$$

U izrazu $y = a + bx$, a je početno odstupanje kad je $x=0$

Određivanje koeficijenta korelacije:

$$r = \sqrt{\frac{\sum (y_{0i} - \bar{y})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}}, \quad \text{gdje je: } \begin{aligned} y_{0i} &= a + bx_i \\ \bar{y} &= \frac{\sum y_i}{n} \end{aligned}$$

$$0 \leq r \leq 1$$

Ako je koeficijent korelacije blizu vrijednosti 1,0 ocjenjujemo da je korelacijski pravac dobar (instrument dobar).

Određivanje konstante instrumenta

(F - sila, U - napon)

$$\underline{F = k \cdot U} \quad \Delta F = k \cdot \Delta U \quad \text{ili} \quad \Delta y = k \cdot \Delta x$$

$$k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \text{tg} \alpha = b$$

Konstanta instrumenta je veličina b linearne korelacije.

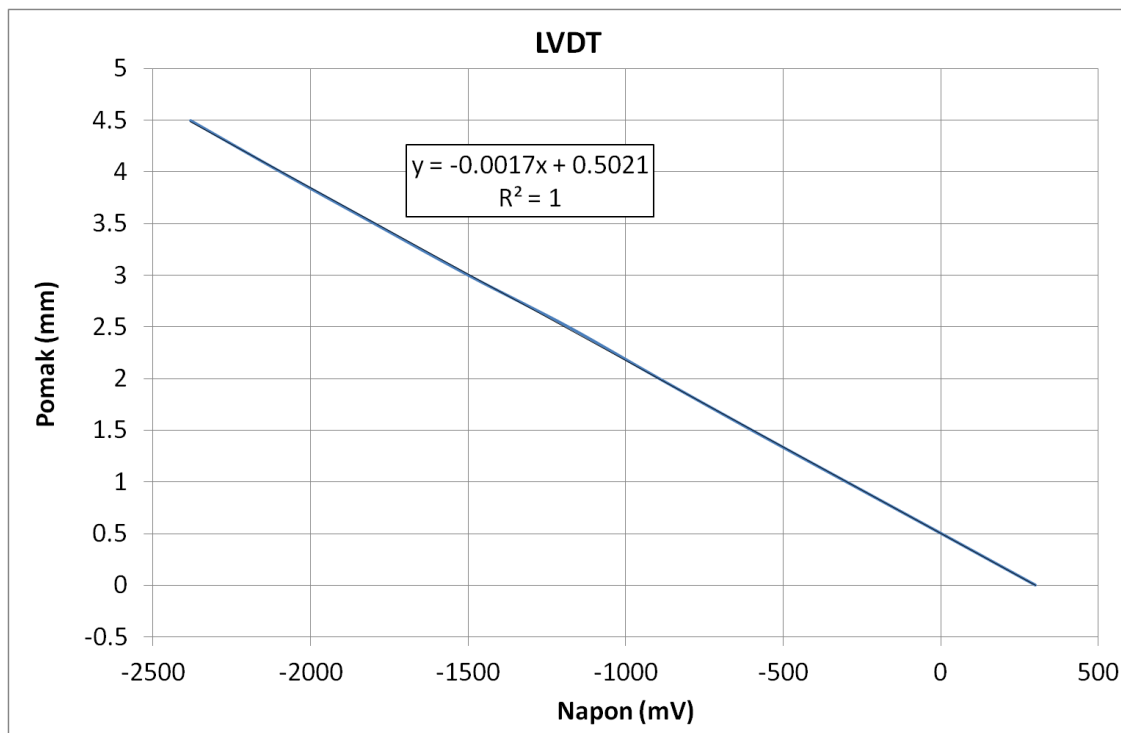


3. BAŽDARENJE INDUKTIVNOG OSJETILA ZA POMAK (LINEAR VARIABLE DIFFRENTIAL TRANSFORMER = LVDT)

Izlazni električni signal induktivnog osjetila je naponski. Taj napon se linearno mijenja s promjenom pomaka osjetila. Baždarenje osjetila je postupak određivanja linearnog odnosa između pomaka i izlaznog napona. Taj se odnos zove osjetljivost i on omogućuje pretvaranje izmjerene izlaznog napona u pomak.

Mjerenje	Mikrometar (mm)	LVDT (mV)	y_i (mm)	x_i (mV)	Prirast (mV)	x_i^2	$x_i \cdot y_i$
1	0	-299,1					
2	0,5	-599,3					
3	1,0	-897,4					
·							
·							
10							
Σ							

M- mikrometarski vijak



Postupak određivanja koeficijenata a i b regresijske linearne ovisnosti je isti kao u prethodnom primjeru.



PREDLOŽAK ZA 1. LABORATORISKU VJEŽBU

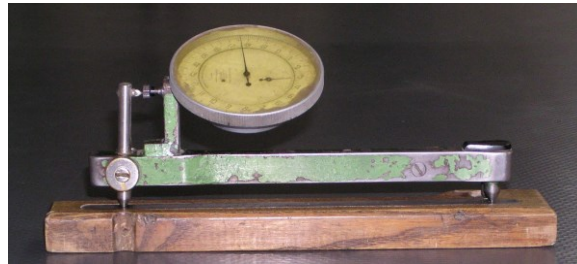


ISPITIVANJE KONSTRUKCIJA I EKSPERIMENTALNE METODE I

Vježba br. 1

MJERENJE ISTE VELIČINE PRIJENOSNIM KOMPparatorOM

Određivanje točnosti instrumenta u svrhu ocjene mogućnosti njegove primjene



REZULTATI MJERENJA

Redni broj očitavanja	Očitavanje x_i (μm)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
Σ	

Vježba br. 2

BAŽDARENJE DOZE ILI DINAMIOMETRA (UREĐAJI ZA MJERENJE SILE)

Baždarenje instrumenta (određivanje konstante)



REZULTATI MJERENJA

Opterećenje <i>F (kN)</i>	Napon/pomak <i>U (mV)/δ (mm)</i>



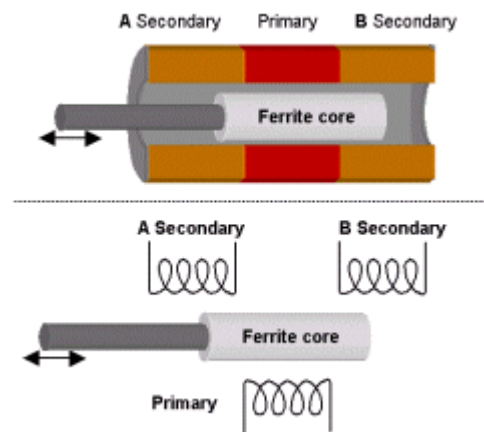
Vježba br. 3

BAŽDARENJE INDUKTIVNOG OSJETILA ZA POMAK (LINEAR VARIABLE DIFFRENTIAL TRANSFORMER = LVDT)

Baždarenje instrumenta (određivanje konstante LVDT-a)



Nekoliko vrsta LVDT-a



Princip rada LVDT-a

REZULTATI MJERENJA

Mjerenje <i>n</i>	Mikrometar (<i>mm</i>)	LVDT (<i>mV</i>)
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
<i>n</i> = 10		
Σ		