

**Tehnološki merni sistemi – šesta nastavna
jedinica / ANALIZA GREŠAKA
MERENJA**

**Prof. dr Vidosav D.
MAJSTOROVIĆ, dipl.maš.inž.
Mašinski fakultet**

ANALIZA GREŠAKA MERENJA

- **Klasifikacija grešaka merenja je važna zbog:**
 - **Njihove analize**
 - **Matematičke obrade rezultata merenja**
 - **Mesta gde se javljaju (mašina, laboratorija, proizvodni pogon)**

Podela grešaka merenja

- **Zakonomernostima nastajanja:**
 - **sistematske greške**
 - **slučajne greške**
 - **grube greške**

Izvorima ili poreklu nastanka

- greške mernog pribora
- methodske greške
- lične greške
- greške vezane za stanje i uticaj spoljašnje okoline (temperatura, vlaga, vibracije, udari, i sl.) na proces i rezultate merenja

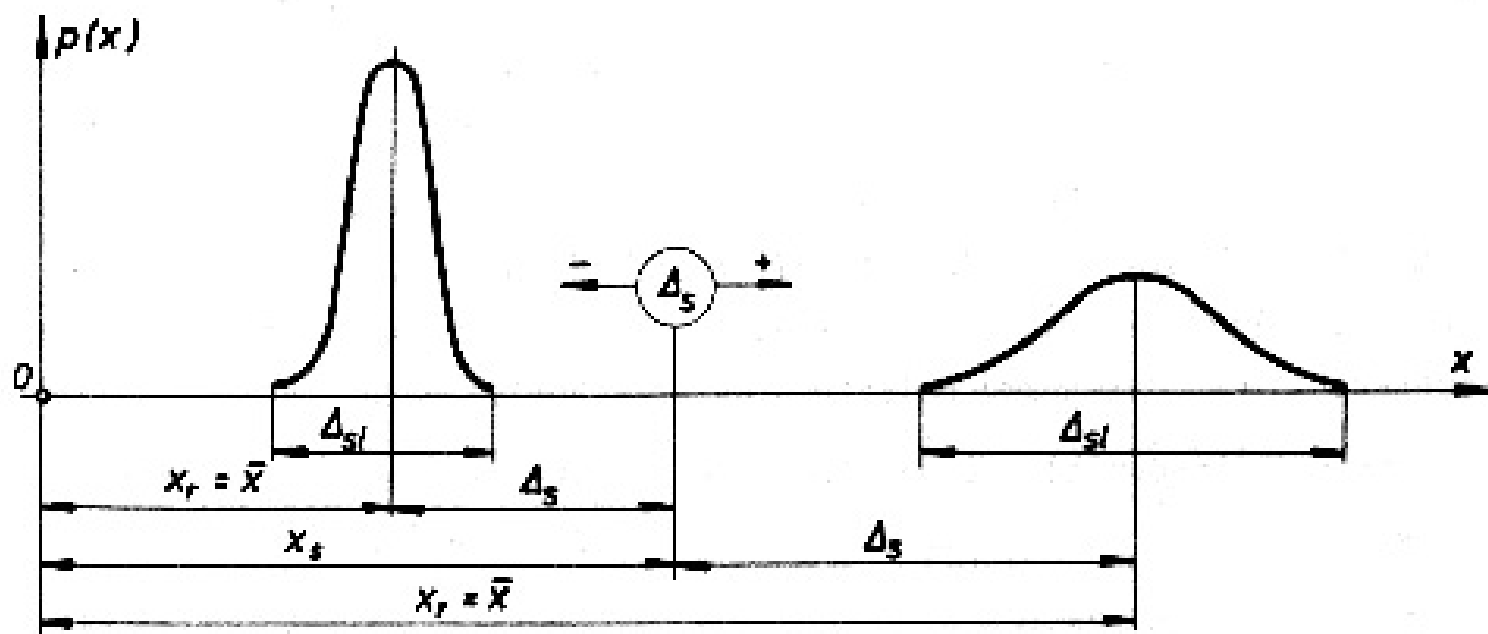
Karakteru vremenske promene merne veličine

- **Statička greška**
- **Dinamička greška**

Sistematska greška

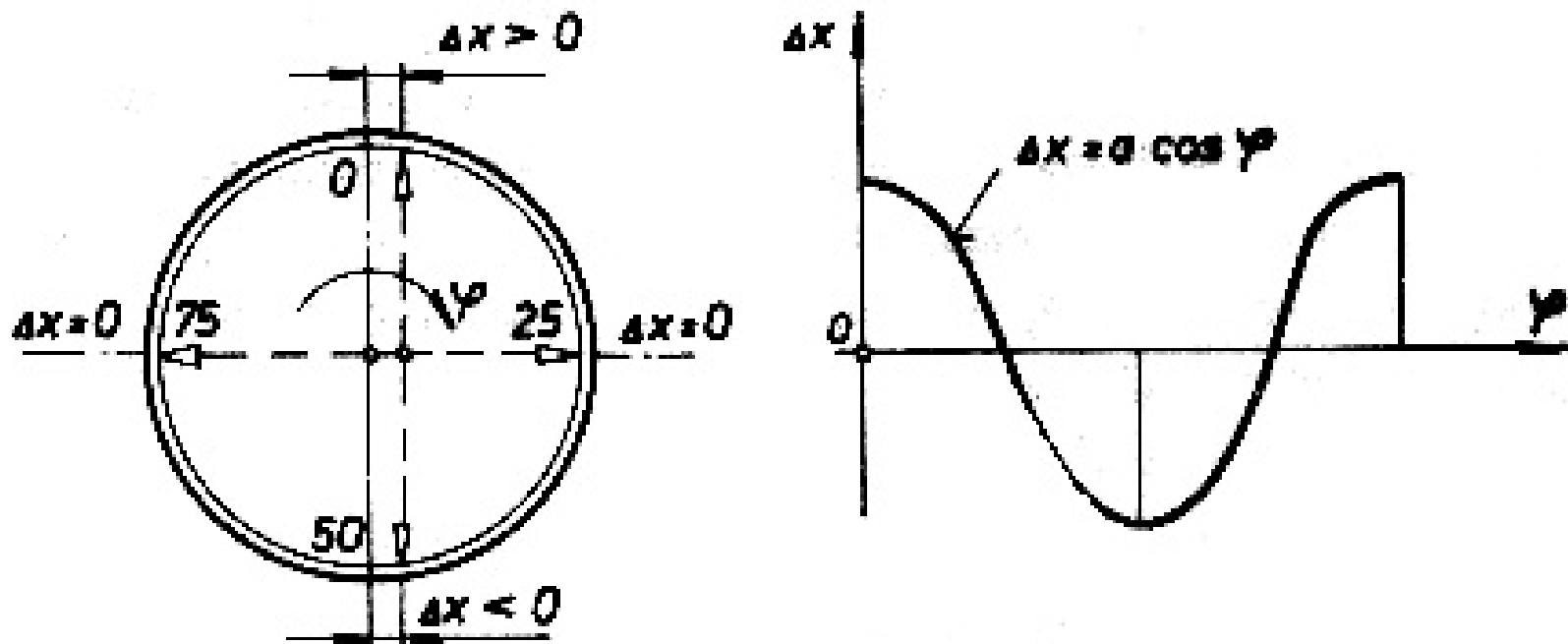
- Predstavlja grupu grešaka koje su konstantne po veličini ili znaku, slika 6.1, ili se menjaju po određenom matematičkom zakonu u zavisnosti od vremena ili od koje druge nezavisno promenljive veličine (ugao obrtanja ekscentra) – slika 6.2

Slika 6.1 – Stalna sistematska greška



Sl. 6.1. Primeri stalnih sistematskih grešaka (Δ_{sl} - slučajne greške)

Slika 6.2 – Promenljiva sistematska greška



6.2.2.3. Primer promenljive sistematske greške (a = ekcentricitet)

Izvori sistematskih grešaka

- Zbog netačno izrađenih konstrukcijskih elemenata mernog pribora
- Zbog metoda merenja odnosno principa na kojima se temelji dati merni postupak
- Zbog promenljivih uticaja spoljašnje okoline na merni pribor
- Zbog unutrašnjih uticaja mernog pribora čija je priroda dejstva ista kao u trećem slučaju – trenje

Određivanje sistematske greške

- U metrološkoj praksi se veličina sistematske greške određuje upoređenjem sa etalomom
- Kada se ona odredi, onda se njena vrednost isključuje iz rezultata merenja tako što se unosi korekcija – popravka, koja je ravna vrednosti sistematske greške

Slučajna greška

- Bitno se razlikuje od sistematske – nije poznata njena vrednost kao i zakonitost njene promene u procesu merenja neke veličine
- Stohastički osciluje oko izvesne vrednosti (u nekom užem / širem području) pri uzastopnim merenjima

Analiza slučajne greške

- Upotrebom precizne merne tehnike, strogom kontrolom uslova merenja se može smanjiti slučajna greška merenja – Δs_l
- Nemoguće je isključiti iz procesa merenja
- Izazivaju ih veoma brojni i najčešće nepoznati faktori, koji su prisutni u svakom merenju
- Matematičkom statistikom i teorijom verovatnoće mogu se pouzdano utvrditi zakonitosti rasporeda slučajnih grešaka

Gruba greška

- Vrsta greške koja znatno prekoračuje granice normalne greške (koja odgovara datoj mernoj tehnici, metodu i uslovima merenja)
- Javlja se usled nepravilnog očitavanja rezultata merenja na pokazivačkim jedinicama, neispravnih zapisa pisača, naglog pada napona u mreži, grubih neispravnosti i kvarova u mernom priboru, nepažnji pri merenju, i sl.

Otkrivanje grubih grešaka

- Lako se otkrivaju uzastopnim ponavljanjem operacija merenja i primenom *kriterijuma grube greške*
- Nakon identifikacije, pomoću statističkog metoda isključuje se iz rezultata merenja

Greške mernog pribora

- ❁ **Nastaju zbog netačne izrade pojedinih elemenata mernog pribora**
- ❁ **U ovu grešku spadaju i greške koje potiču od unutrašnjeg trenja, starenja, inertnosti pribora, netačno izbaždarene skale analognog pokazivača, habanja elemenata pribora, nedevoljne osetljivosti pribora**

Metodske greške

- Nastaju usled nedovoljnog poznavanja i nerazvijenosti teorije pojava, odnosa i principa na kojima se zasniva dati metod merenja
- Nastaju i zbog odstupanja između modela objekta i ponašanja objekta

Lične greške

- Obuhvataju sve one greške koje prouzrokuje operator zbog nedovoljne stručnosti i obučenosti, mana čula, nemarnosti pri rukovanju i merenju, zamorenosti, monotonije rada, ...
- Eliminiše se usavršavanjem mernih sistema (automatizacija, ekspertni sistemi, ...)

Statičke greške

- Javljaju se pri merenju vremenski nezavisnih veličina
- Dakle, ne zavisi od vremena, što znači da su svi prelazni procesi u mernom priboru završeni
- Merna veličina i merni pribor su u ustaljenom (stabilnom) režimu

Dinamička greška

- Nastaje pri merenju veličina čije su vrednosti funkcije vremena
- Najčešće se u elementima mernog pribora akumulira mehanička, toplotna ili neka druga energija, pa pribor postaje inertan i nije više sposoban da na pokazivačkoj jedinici sledi odgovarajućom brzinom vremensku promenu date merne veličine

Greške mernog pribora

- Napred je navedena klasifikacija grešaka merenja
- Greška merenja spada u jednu od osnovnih karakteristika mernih sistema
- Tačnost je *najvažnija* metrološka osobina svakog mernog pribora / sistema

Oblici izražavanja greške mernog pribora

- Postoje tri oblika izražavanja greške mernog pribora:
 - Apsolutna
 - Relativna
 - Procentna greška

Apsolutna greška

- Definiše se razlikom između izmerene (pokazane, očitane) vrednosti x_r , i stvarne (navedene, postavljene ili nazivne vrednosti x_s merne veličine x

$$\Delta x = x_r - x_s$$

- Ovo je imenovani broj koji se izražava u mernim jedinicama merne veličine

Relativna greška

■ Drugi oblik izražavanja greške mernog pribora:

$$\Delta x_r = \frac{\Delta x_a}{x_s} = \frac{x_r - x_s}{x_s}$$

x_r – izmerena vrednost

x_s – stvarna vrednost

$$\Delta x_r = \frac{\Delta x_a}{x_e} = \frac{x_r - x_e}{x_e}$$

x_e – etalonska vrednost

$$\Delta x_r = \frac{\Delta x_a}{x_{om}} = \frac{x_r - x_e}{x_{om}}$$

x_{om} – opseg merenja

Procentna greška

- Ovo je najčešći oblik izražavanja relativne greške mernog pribora:

$$\Delta x_p = \frac{\Delta x_a}{x_s} 100\%$$

-apsolutna greška merenja

-- stvarna vrednost

$$\Delta x_p = \frac{\Delta x_a}{x_e} 100\%$$

- etalon vrednost

Tačnost i preciznost merenja

- Greška merenja neke veličine direktno je povezana sa tačnošću i preciznošću merenja
- Definicija tačnosti – to je kvalitet ili valjanost merenja, tj. stepen bliskosti izmerene vrednosti x_r (rezultat merenja) neke veličine i njene stvarne (tačne, prave) vrednosti x_s .

Relacije tačnosti merenja – greška merenja

- Tačnost merenja veća – manja greška merenja
- Preko greške merenja se kvantitativno izražava tačnost merenja
- Najpogodnija "greška" za izražavanje tačnosti merenja je relativna greška, jer se njome na objektivan i kvantitativno potpun način definiše tačnost nekog merenja

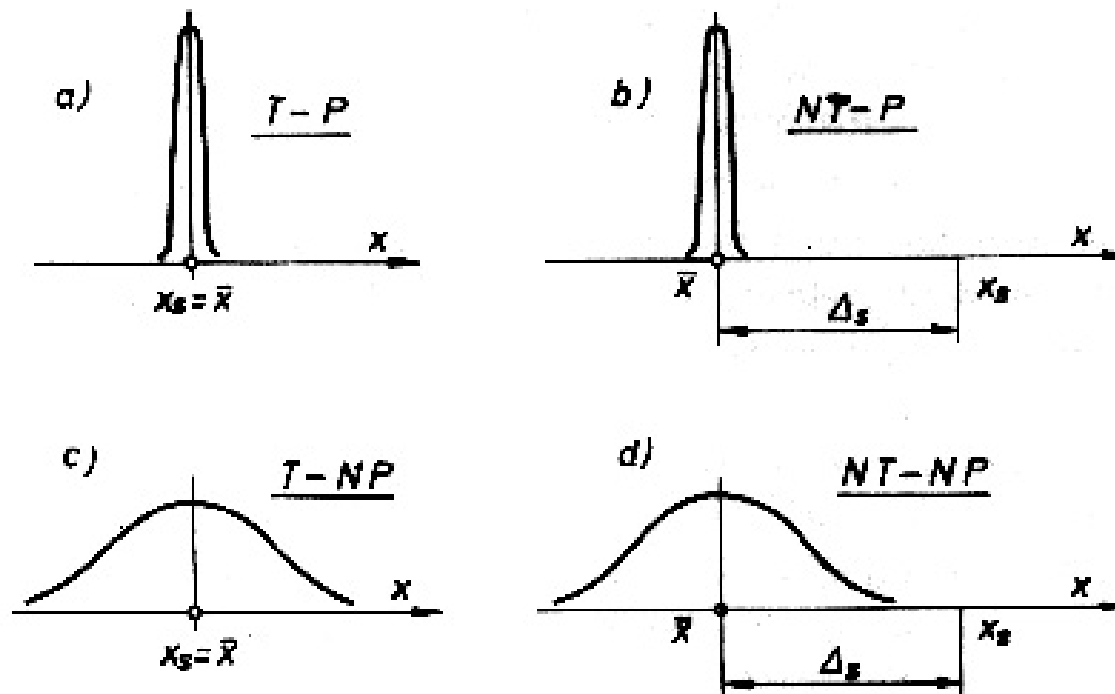
Preciznost merenja

- Definiše se reproduktivnošću (ponovljivošću) mernih rezultata, tj. stepenom rasturanja / podudaranja pojedinih mernih rezultata, dobijenih uzastopnim višestrukim ponavljanjem merne operacije

Tačnost / preciznost - razlike

- Greška – u metrološkoj literaturi i tehničkoj praksi se one poistovećuju
- Osnovne razlike, slika 6.8,
 X_s – stvarna vrednost merne veličine
 X – srednja vrednost rezultata merenja

Slika 6.8 Mogući slučajevi tačnosti i preciznosti merenja



Sl. 6.8. Mogući slučajevi tačnosti i preciznosti odnosno netačnosti i nepreciznosti nekog merenja: T-P(a), NT-P(b), T-NP(c) i NT-NP(d)

Analiza slike 6.8

- Za potrebnu i dovoljnu tačnost neophodna je i odgovarajuća preciznost merenja (6.8 c)
- Za preciznost nije potrebna velika tačnost, jer se ona (preciznost) može postići i pri maloj tačnosti merenja (6.8 b)

Hvala Vam na pažnji !

V a š

Prof. dr Vidosav D.

MAJSTORVIĆ, dipl.maš.inž.

P I T A N J A !