A collection of medals and a compass on a wooden surface. The medals include a red ribbon medal with a circular emblem, a blue ribbon medal with a circular emblem, and two silver star-shaped medals with circular centers. A pair of glasses and a thin metal rod are also visible. A compass is in the bottom left corner.

Tehnološki merni sistemi – deseta nastavna jedinica / Pneumatski merni sistemi

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

Pneumatski merni sistemi

- ◆ **Vrlo rasprostranjeni merni sistemi**
- ◆ **Koriste se u svim fazama tehnološkog procesa**
- ◆ **Raznovrsne konstrukcije sa sledećeim performansama:**
 - visoka osetljivost (uvećavaju do 100000 puta)
 - merenje čak do 0.05 mikrometara
 - visoka tačnost i u uslovima visokih vibracija
 - bezkontaktno merenje (nema habanja)
 - merenje na teško pristupačnim mestima
 - distanciona merenja (do 250 metara)
 - relativno velika brzina merenja
 - jednostavna konstrukcija
 - mogućnost automatizacije procesa

Pneumatski merni sistemi - nastavak

- ◆ **Merenje i kontrola svih vrsta tolerancija**
- ◆ **Nedostaci PMS-a:**
 - relativno mali opseg merenja (do 0.2 mm)
 - inertnost
 - nužnost napajanja vazduha pod pritiskom



PMS - klasifikacija

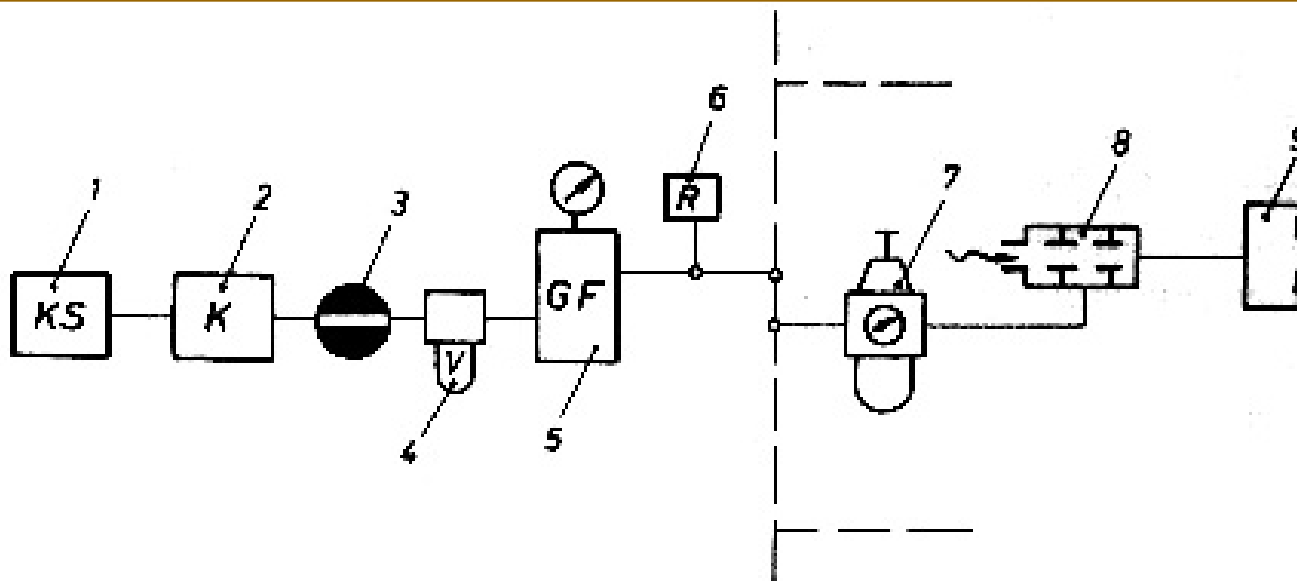
- ◆ **Struktura merne šeme:**
 - Merni pribori manometarskog tipa
 - MP rotametarskog tipa
 - MP bolometarskog tipa
- ◆ **Faza tehnološkog procesa:**
 - Procesni MP
 - Posleprocesni MP
- ◆ **Veličina radnog pritiska:**
 - MP niskog pritiska, do 1 paskala
 - MP visokog pritiska, preko 1 paskala



Elementi pneumatske instalacije

- ◆ Tačan i stabilan rad PMS zavisi od tehnologije pripreme i prenosa vazduha pod pritiskom
- ◆ Vazduh pod pritiskom za PMS mora biti: bez nečistoća, određene vlažnosti i određenog pritiska
- ◆ Šema instalacije, slika 10.3

Slika 10.3 Šema instalacije za pripremu sabijenog vazduha za PMS



Sl.10.3. Šema instalacije za pripremu sabijenog vazduha za pneumatske merne pribore

Pneumatski merni pribori manometarskog tipa

- ◆ Promena Δx karakteristike kvaliteta x , meri se preko preomene pritiska h , pri čemu se vrednosti ovih promena očitava na pokazivaču - *manometru*
- ◆ Senzorsko-pretvarački niz u PMS manometarskog tipa može da izvrši dvojak zadatak:
 - prenese informaciju na pokazivačku jedinicu (manometar) o stanju kvaliteta konformnosti
 - generiše upravljački signal za izvršne i/ili radne organe MA ili kontrolno selektivnog automata



Pneumatski merni pribori manometarskog tipa - nastavak

- ◆ **Klasifikacija prema vrsti ugrađenog manometra:**
 - merne pribore sa membranskim manometrom
 - MP sa talasastom (elastičnom) cevi
 - MP sa vodenim manometrom

Membranski merni pribori

- ◆ Osnovna karakteristika – membrana
- ◆ Vrlo osetljiv element u senzorsko-pretvaračkom lancu
- ◆ Dva osnovna tipa: *kompensacioni i diferencijalni*
- ◆ Kompensacioni – kompenzacija pritiska u mernoj i kompenzacionoj komori
- ◆ Diferencijalni – osnova je diferencijalna merna šema pomoću koje se upoređuju vrednosti dva pritiska h_1 i h_2 i realizuje zavisnost:

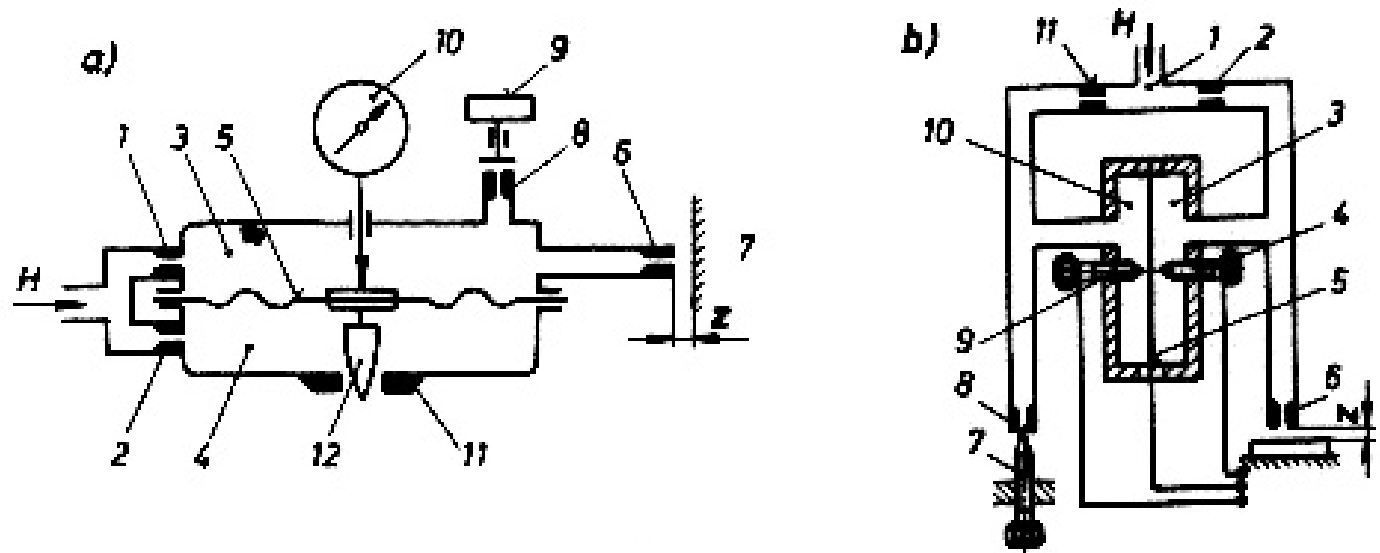
$$y = f(h_1 - h_2)$$



Membranski merni pribori - nastavak

- ◆ *Kompenzacioni* MP se odlikuju jednostavnom konstrukcijom i visokom tačnošću
- ◆ Manje su inertni
- ◆ Radni pritisak od 1 do 6 paskala
- ◆ *Diferencijalni* MP su više osetljivi na moguće osilacije vrednosti radnog pritiska

Slika 10.4 Šema kompencacionog (a) i diferencijalnog (b) MP

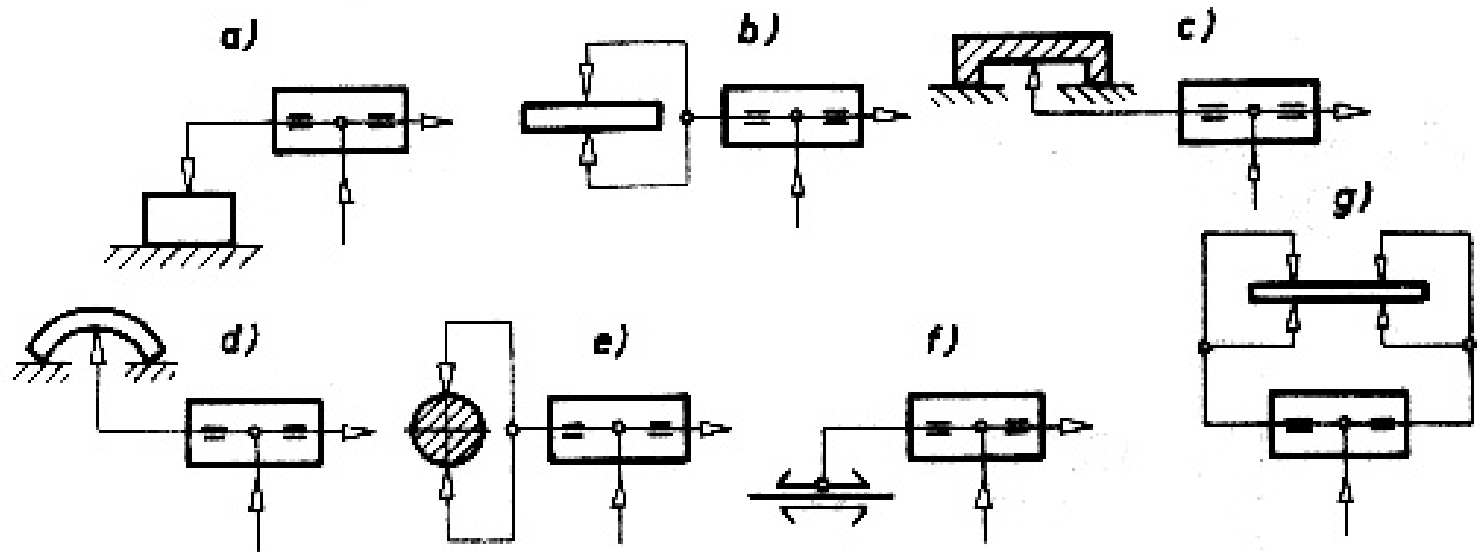


Sl. 10.4. Šema pneumatskog kompencacionog (a) i diferencijalnog (b) mernog pribora

Šeme kompenzacionih i diferencijalnih MP

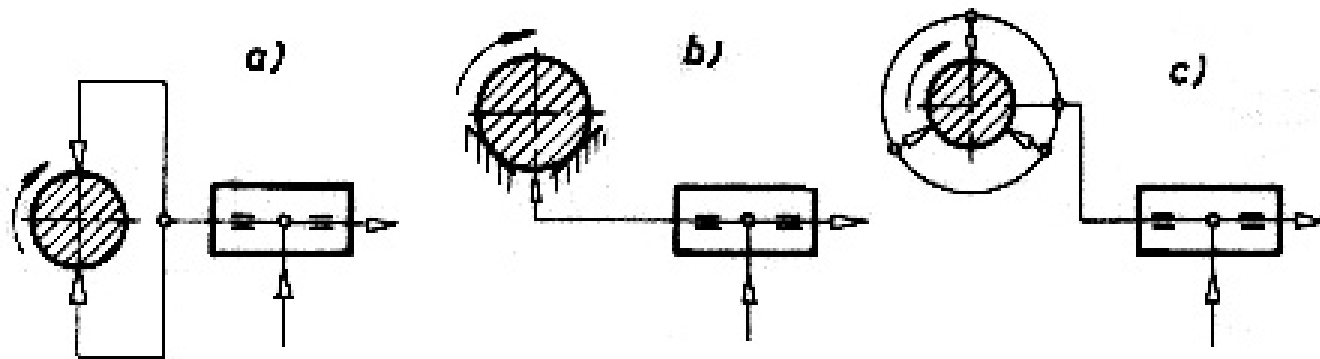
- ◆ Razvijene su šeme za merenje i kontrolu svih vrsta tolerancija (osim mikrogeometrije obrađenih površina)
- ◆ Opseg merenja / kontrole od 0.5 mikrometra do 0.16 mm
- ◆ Primeri – slike 10. 6 – 10.10

Slika 10.6 PMP za tolerancije dužina



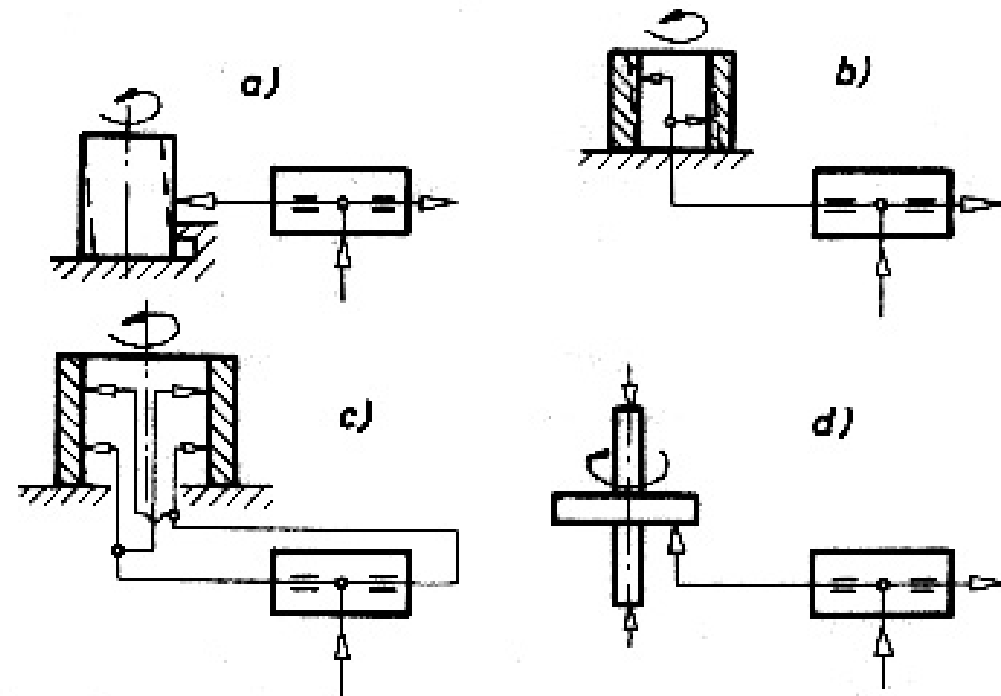
Sl.10.6. Pneumatske merne šeme pribora za merenje visine (a), debljine (b), dubine (c), krivine (d), prečnika (e), prečnika šica (f) i promene debljine (g)

Slika 10. 7 Šeme PMP za tolerancije oblika



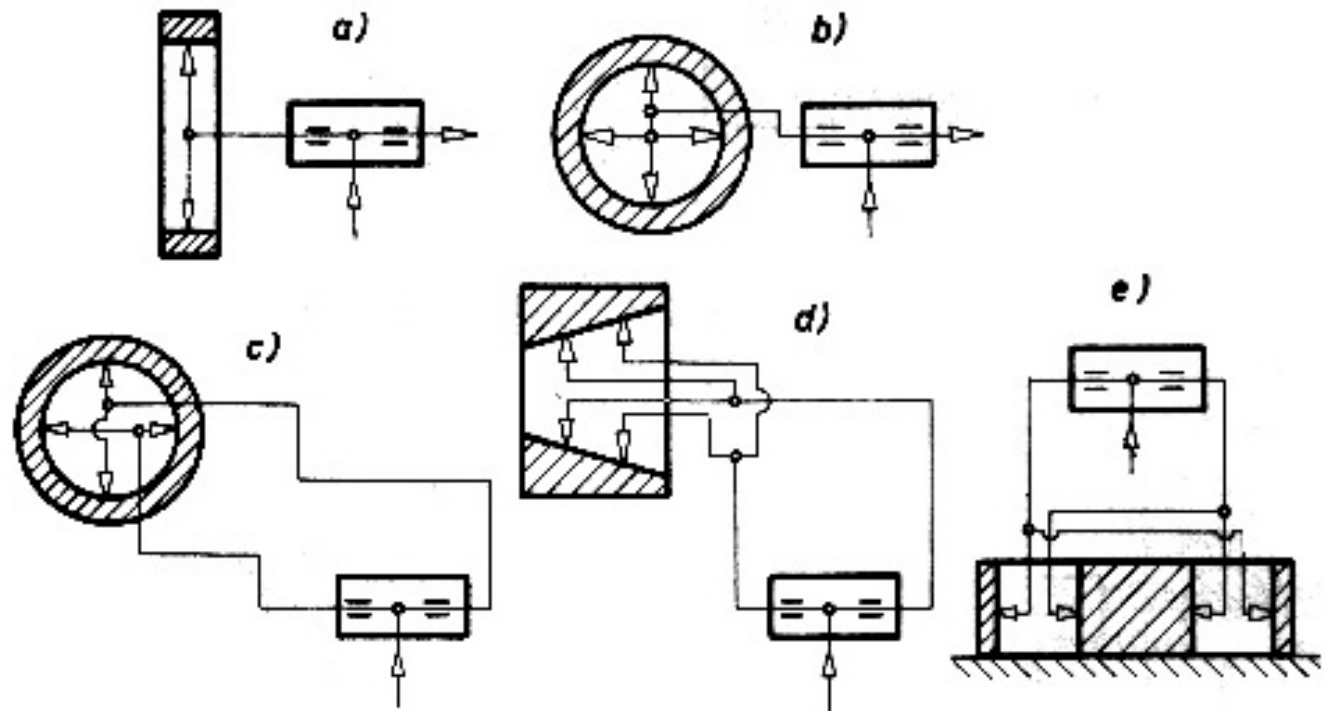
Sl.10.7. Pneumatske merne šeme pribora za merenje ovalnosti, trogranosti i poligonalnosti

Slika 10.8 Šeme PMP za tolerancije položaja



Sl.10.8. Pnevmatike merne šeme pribora za merenje normalnosti površina (a), normalnosti ose otvora i deone površine (b,c) i iskošenja deone površine (d)

Slika 10.9 Šeme PMP za kombinaciju tolerancija



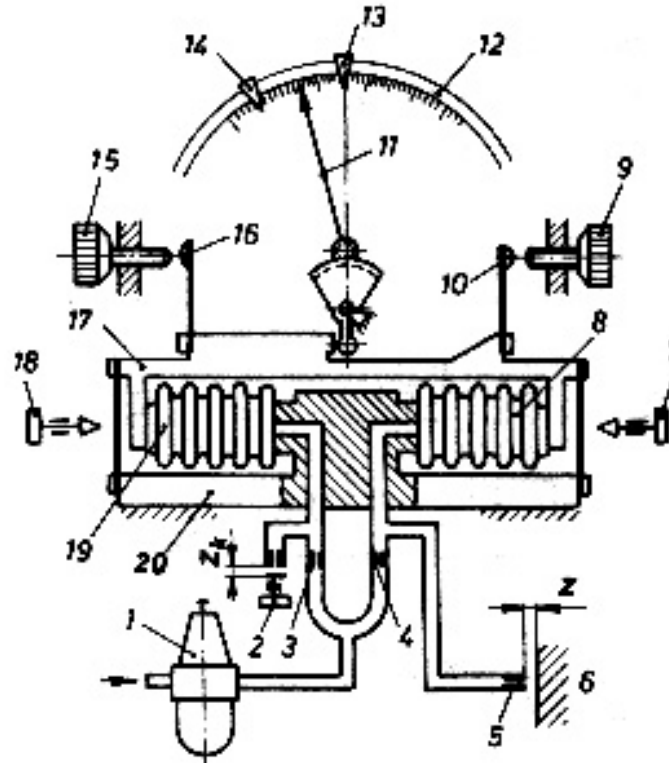
Sl. 10.9. Pneumatske merne šeme pribora za merenje prečnika otvora (a), srednjeg prečnika otvora (b), ovalnosti otvora (razlike prečnika $x_1 - x_2$) (c), konusnosti (d) i rastojanja osa otvora (e)



Merni pribor sa talasastim cevima

- ◆ Razvijen je na pneumatskoj diferencijalnoj šemi
- ◆ Osetljiv element – talasasta cev reaguje na razliku pritisaka u dvema granama pribora
- ◆ Koristi se za kontrolu kao kontrolno-selektivni automat

Slika 10.11 Šema diferencijalnog mernog pribora sa talasastim cevima



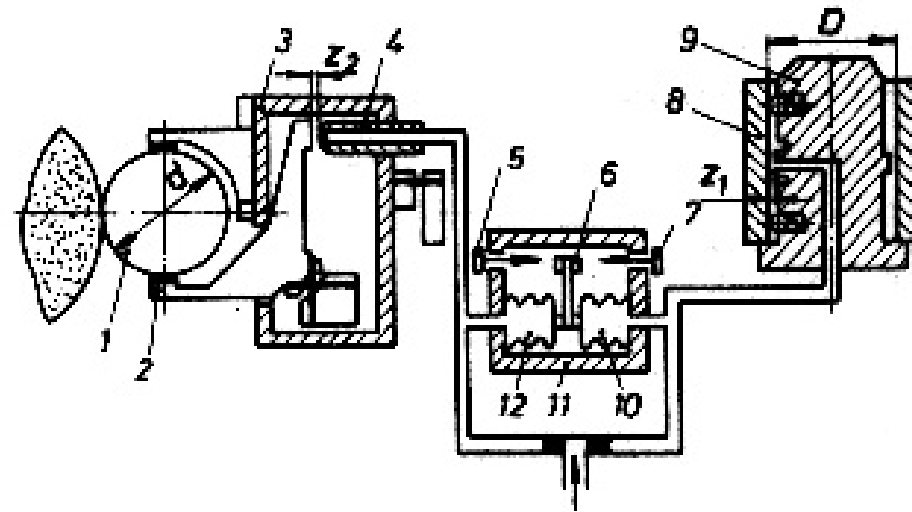
Sl. 10.11. Šema diferencijalnog mernog pribora sa talasastim cevima

Diferencijalni merni pribor sa talasastim cevima kao kontrolno – sparujući automat

- ◆ PMP se koristi u proizvodnoj liniji
- ◆ Kontroliše se visoka tačnost sklopova: klipni parovi, razvodnici, hidrocilindri, klizni / kotrljajni ležajevi, zavojni parovi
- ◆ Uslov selektivne grupe:

$\Delta = D - d = \text{const.}$, slika 10.12

Slika 10.12 Diferencijalna merna šema pneumatskog pribora pri obradi sparujućih delova

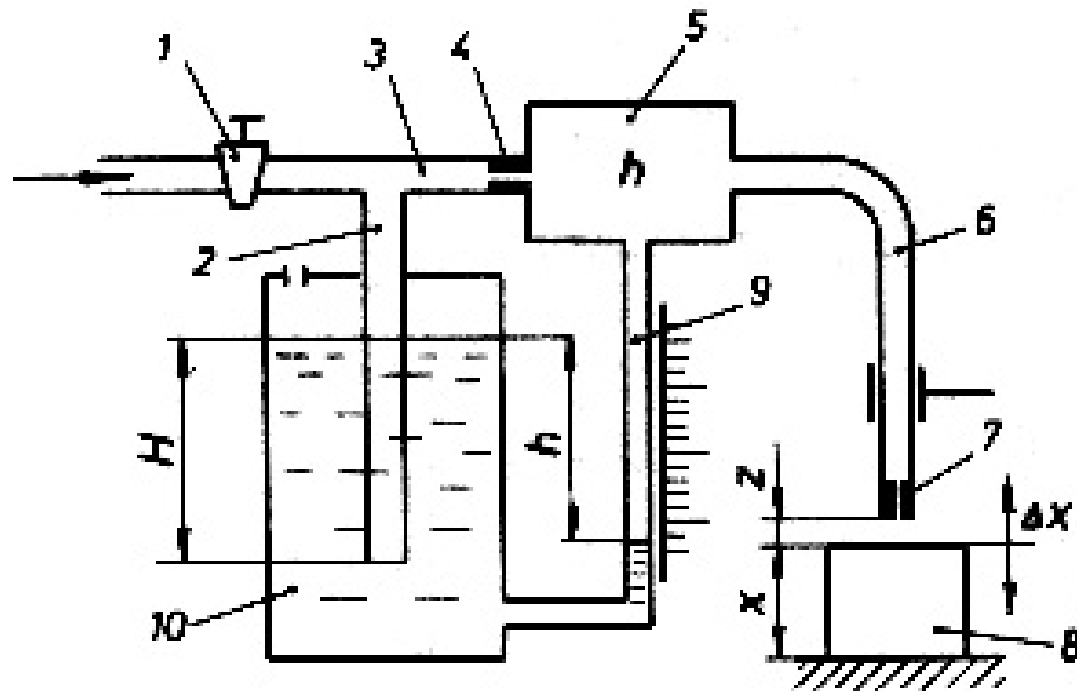


Sl. 10.12. Diferencijalna merna šema pneumatskog pribora pri obradi sparujućih delova

Merni pribori sa vodenim manometrom

- ◆ Radni pritisak, manji od 0.5 paskala
- ◆ Prenosni odnos veći i od 100 000 puta
- ◆ Koriste se kao višemerni merni pribori, jer se niz vodenih manometara postavlja u bateriju
- ◆ Rade kao kontrolno-selektivni automati, slika 10.14

Slika 10.14 Šema MP Solex sa vodenim manometrom

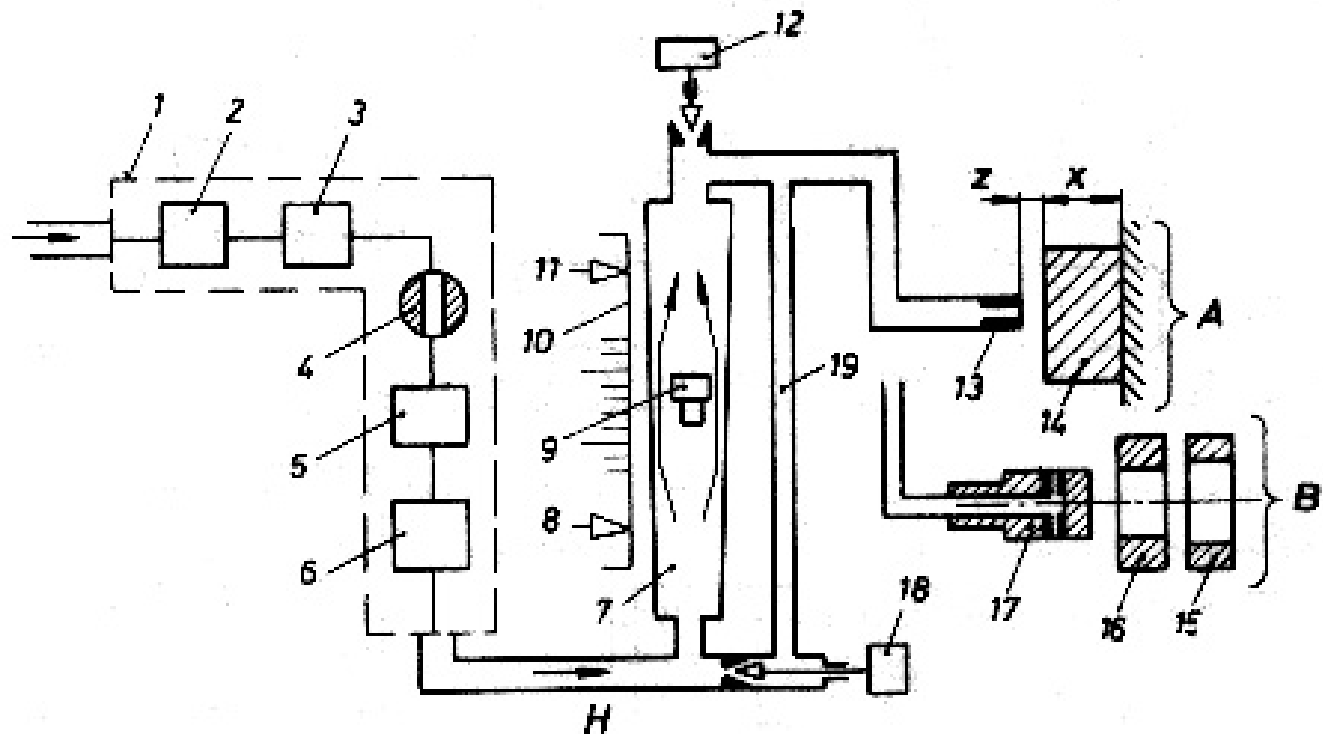


Sl. 10.14. Šema mernog pribora Solex sa vodenim manometrom

PMP rotametarskog tipa

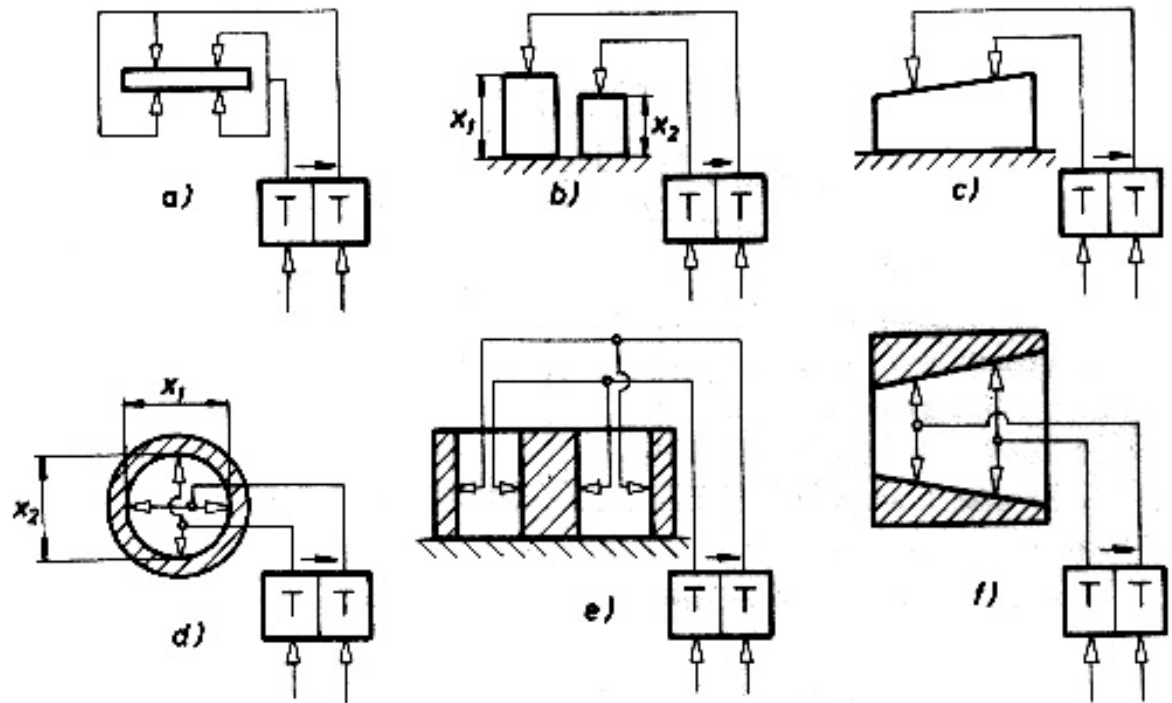
- ◆ Visoka tačnost
- ◆ Konstantnost radnog pritiska i visoka čistoća vazduha
- ◆ Rotametar (providna konusna cev sa plovkom)
- ◆ Proizvode ga: Sheffield, Carl Mahr, Kalibr
- ◆ Primer, slika 10.15

Slika 10.15 Šema PMP Sheffield rotameterskog tipa



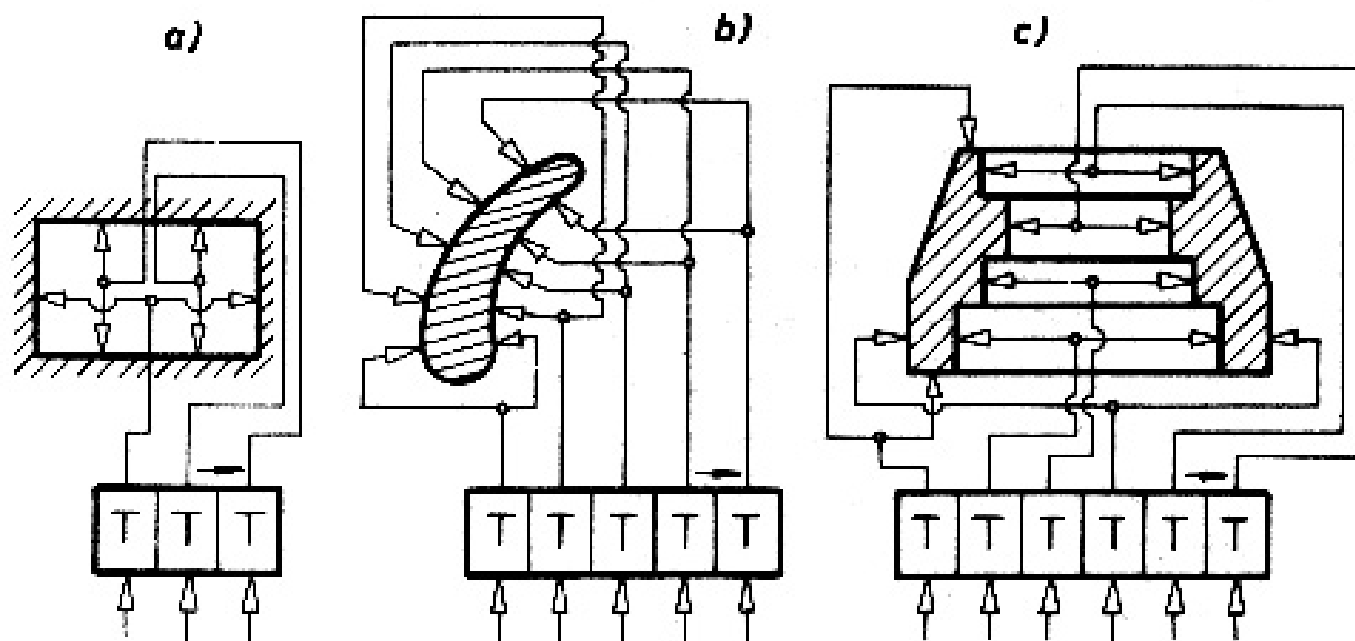
Sl. 10.15 Merna šema pneumatskog mernog pribora Sheffield rotameterskog tipa

Slika 10.16 Pneumatske merne šeme



Sl. 10.16. Pneumatske merne šeme pribora za merenje debljine (a), zbira x_1+x_2 (b), nagiba ugla (neparalelnosti) (c), ovalnosti (razlike prečnika x_1-x_2) (d), rastojanja osa otvora (e) i konusnosti (f)

Slika 10.17 Pneumatske merne šeme

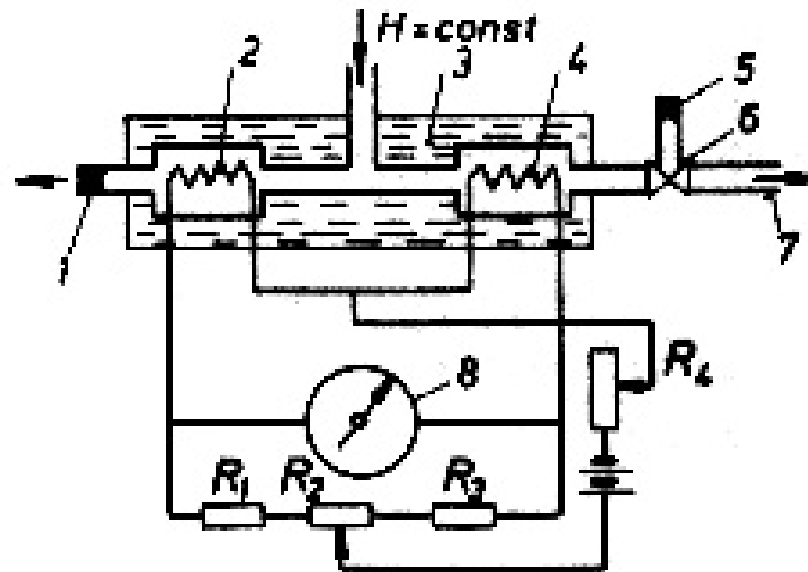


Sl. 10.17. Pneumatske merne šeme pribora za merenje dimenzija i paralelnosti bočnih strana žljebova (a), složenih profila (b) i sa istovremeno višedimenzionalno merenje (višemerni sistemi) (c)

Pneumatski merni pribor bolometarskog tipa

- ◆ Elektropneumatski merni pribor
- ◆ Male inertnosti zbog generisanja mernog signala u električnom obliku koji može da se prenese na velike daljine
- ◆ U pribor su ugrađeni bolometri (termoanemometri)
- ◆ Mana: složen model električnog bloka (most, galvanometar, akumulator, otpornici)
- ◆ Proizvođač – Sigma (Velika Britanija), slika 10.18

Slika 10.18 Šema PMP bolometarskog tipa



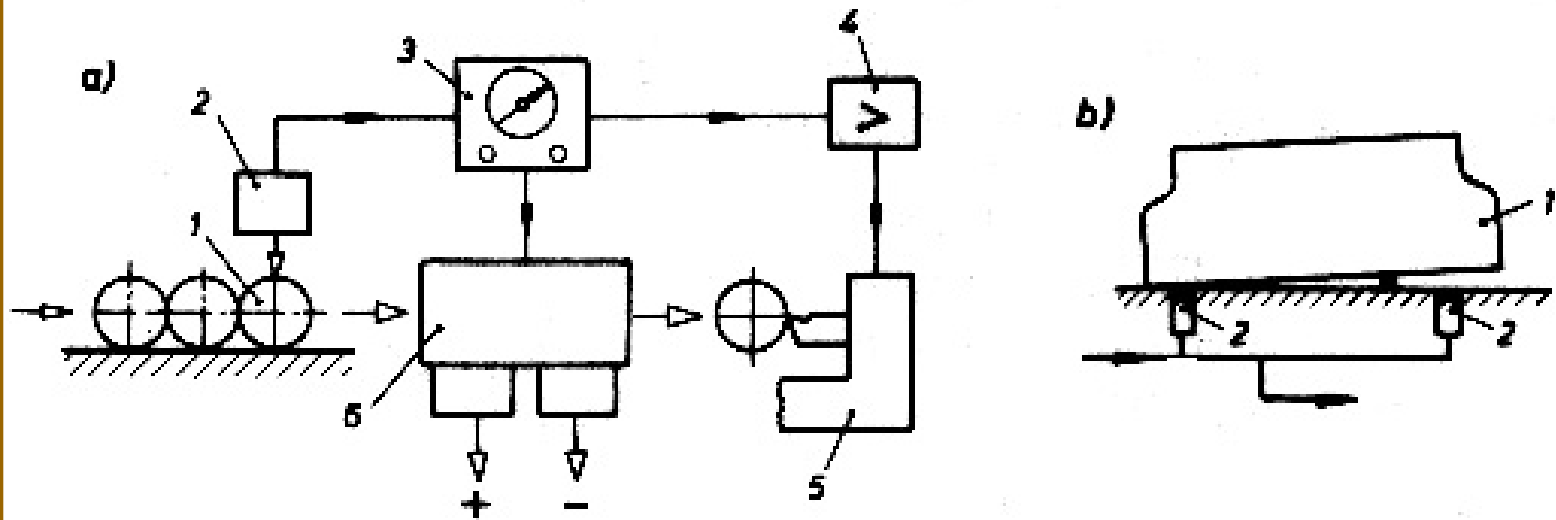
Sl. 10.18. Merna šema elektropneumatskog
mernog pribora Sigma bolometarskog
tipa



Neki primeri predprocesnih i posleprocesnih PMP

- ◆ PMP kao kontrolno-prijemni automat u predprocesnoj kontroli pripremake
- ◆ Kontrolno-selektivni automat pripremake
- ◆ Odvaja dobre i loše pripremake
- ◆ Primer – slika 10.19 a)
- ◆ Slika 10.19 b) pneumatski senzori za eliminaciju greške postavljanja obratka

Slika 10.19 Šema pretprocesnog PMP

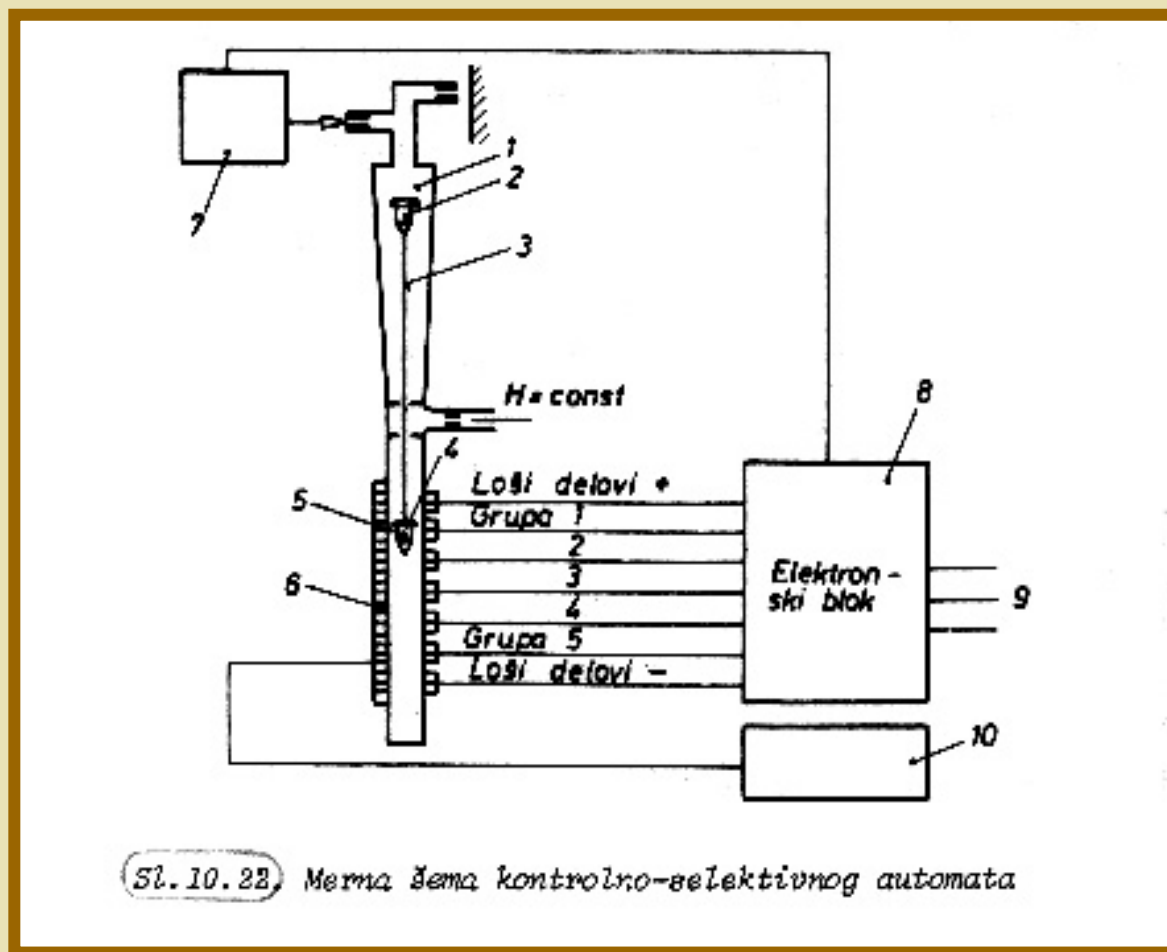


(Sl. 10.19.) Šema jednog pretprocesnog pneumatskog mernog pribora

PMP kao kontrolno-selektivni automat

- ◆ Kontrolno-selektivni automat sa pneumatskim senzorom rotameterskog tipa
- ◆ Obradeni delovi se kontrolišu, razvrstavaju i selektiraju dobre delove (kontrolna funkcija) u određeni broj grupa (selektivna funkcija)

Slika 10.22 Šema kontrolno – selektivnog automata





Hvala Vam na pažnji !

Vaš

**Prof. dr Vidosav D. Majstorović,
dipl.maš.inž.**

Mašinski fakultet u Beograd