

# **Tehnološki merni sistemi – deveta nastavna jedinica / Analogni i digitalni merni sistemi**

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

# Analogni i digitalni merni sistemi

- Za prikazivanje, matematičku obradu, prenošenje i upotrebu podataka o nekoj mernoj veličini koriste se u tehnici merenja dva osnovna tipa mernih sistema:
  - Analogni, i
  - Digitalni merni sistem

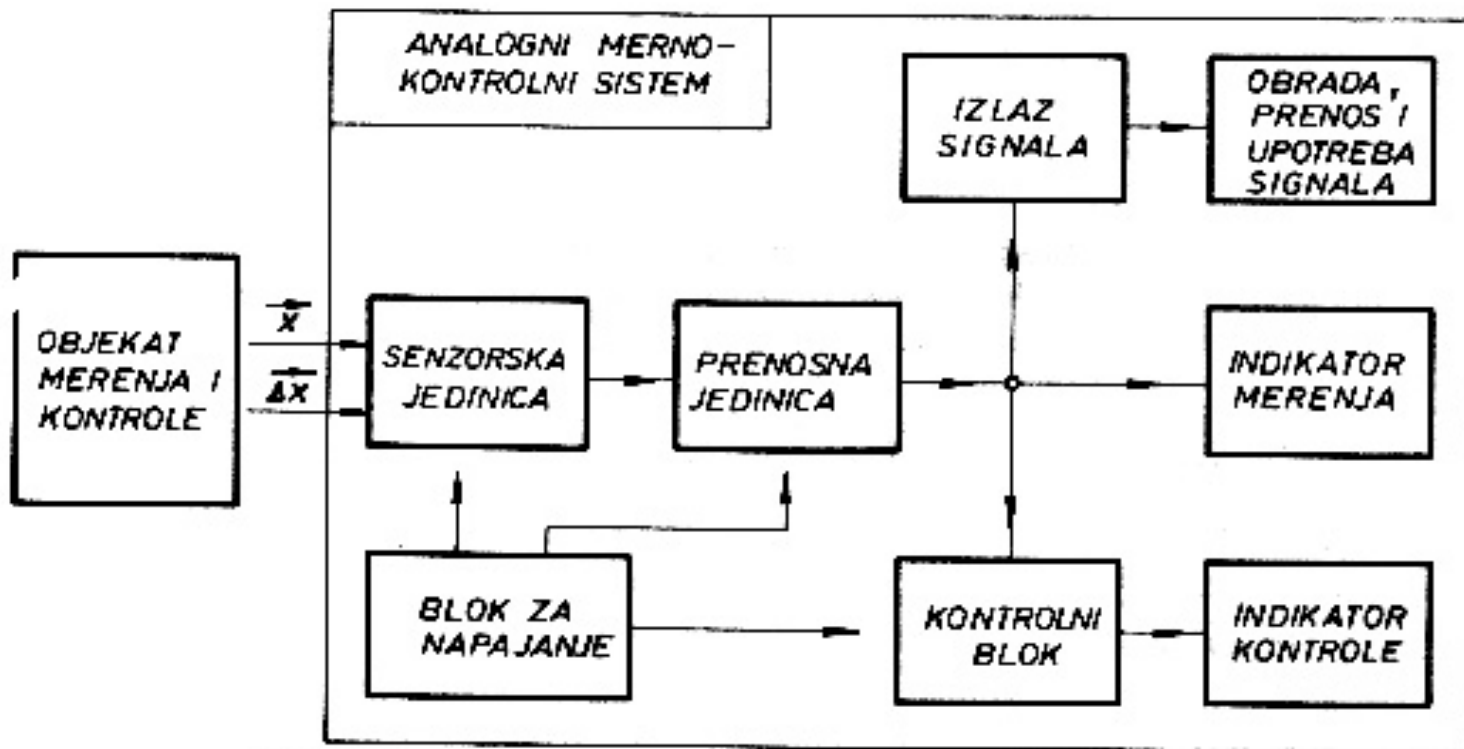
# Analogni merni sistemi

- Stariji i duže u upotrebi
- Veća preglednost rezultata merenja
- Brzo i lako se shvata stanje višemernih veličina
- Lako se uočavaju i prate trendovi pojava i promena veličina merenja

# Analogni merni sistemi - nastavak

- AMS se karakterišu funkcionalnim pretvaranjem kontinualno promenljive veličine iz jedne u drugi, pogodniji oblik, da bi se na kraju procesa pretvaranja pokazale ili zapisale na analognom pokazivaču (skali) ili pisaču (dijagramu)
- Opšta šema analognog merno-kontrolnog sistema je data na slici 9.1

# Slika 9.1 – Blok šema merno – kontrolnog sistema



Sl.9.1. Blok-šema analognog mernog-kontrolnog sistema

# Analogno merno-kontrolni sistem

- Bitna su dva strukturno-funkcionalna obeležja:
  - Izlaz iz prenosne jedinice grana analogni signal u tri pravca (merenje, kontrola, obrada i prenošenje signala korisnicima)
  - Tri osnovne funkcije mernih/analognih sistema: merna, kontrolna i upravljačka

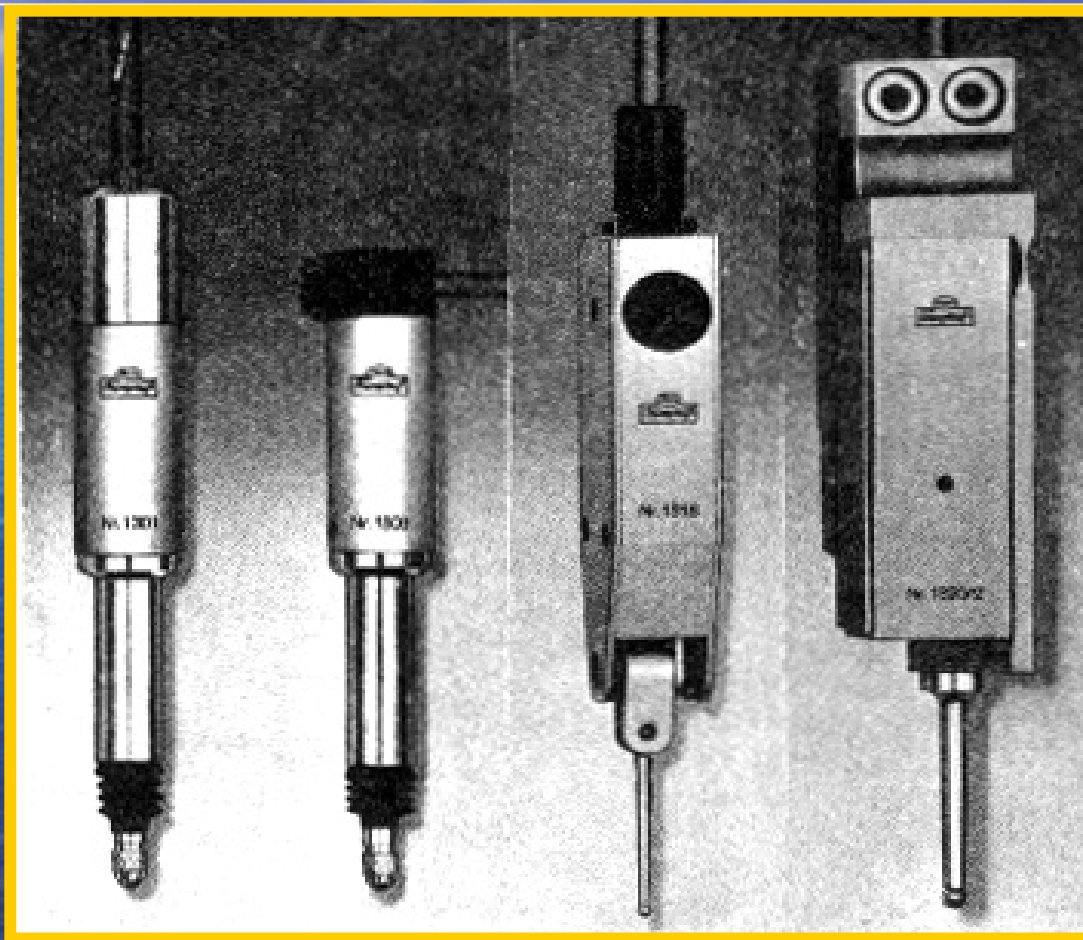
# Analogno merno-kontrolni sistem

- Drugo bitno obeležje je da se pojedine osnovne i pomoćne jedinice međusobno povezuju po modulskom / ćelijskom principu i dobijaju se metrološki sistemi za pojedine zadatke
- U daljem izlaganju se daje pregled osnovnih i pomoćnih jedinica za merenje i kontrolu osnovnih tolerancija

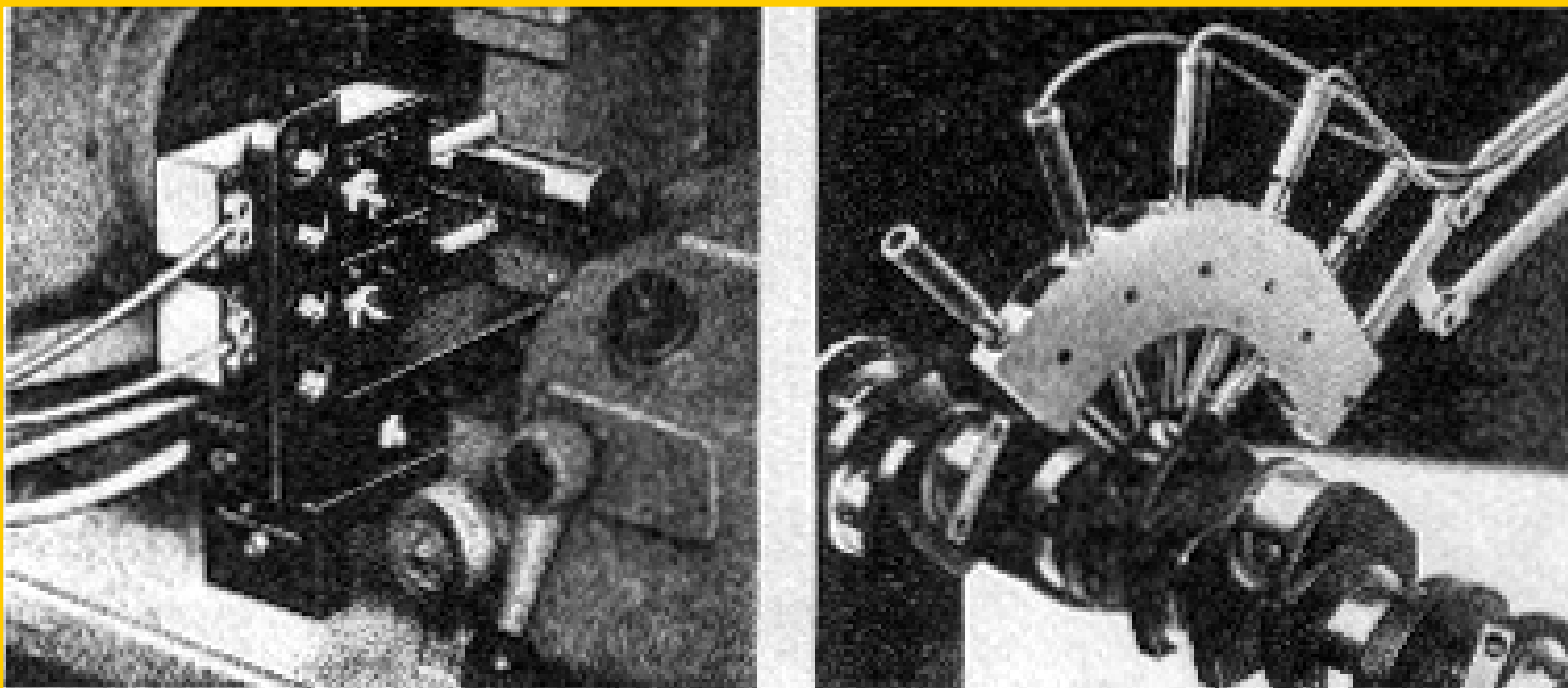
# Senzorska jedinica

- Opažanje merne veličine  $x$  i njenog odstupanja  $\Delta x$  se prati senzorima koji su detaljno bili izloženi u prethodnoj nastavnoj jedinici
- Industrijski primeri senzora, slike 9.2,3, 4 i 5

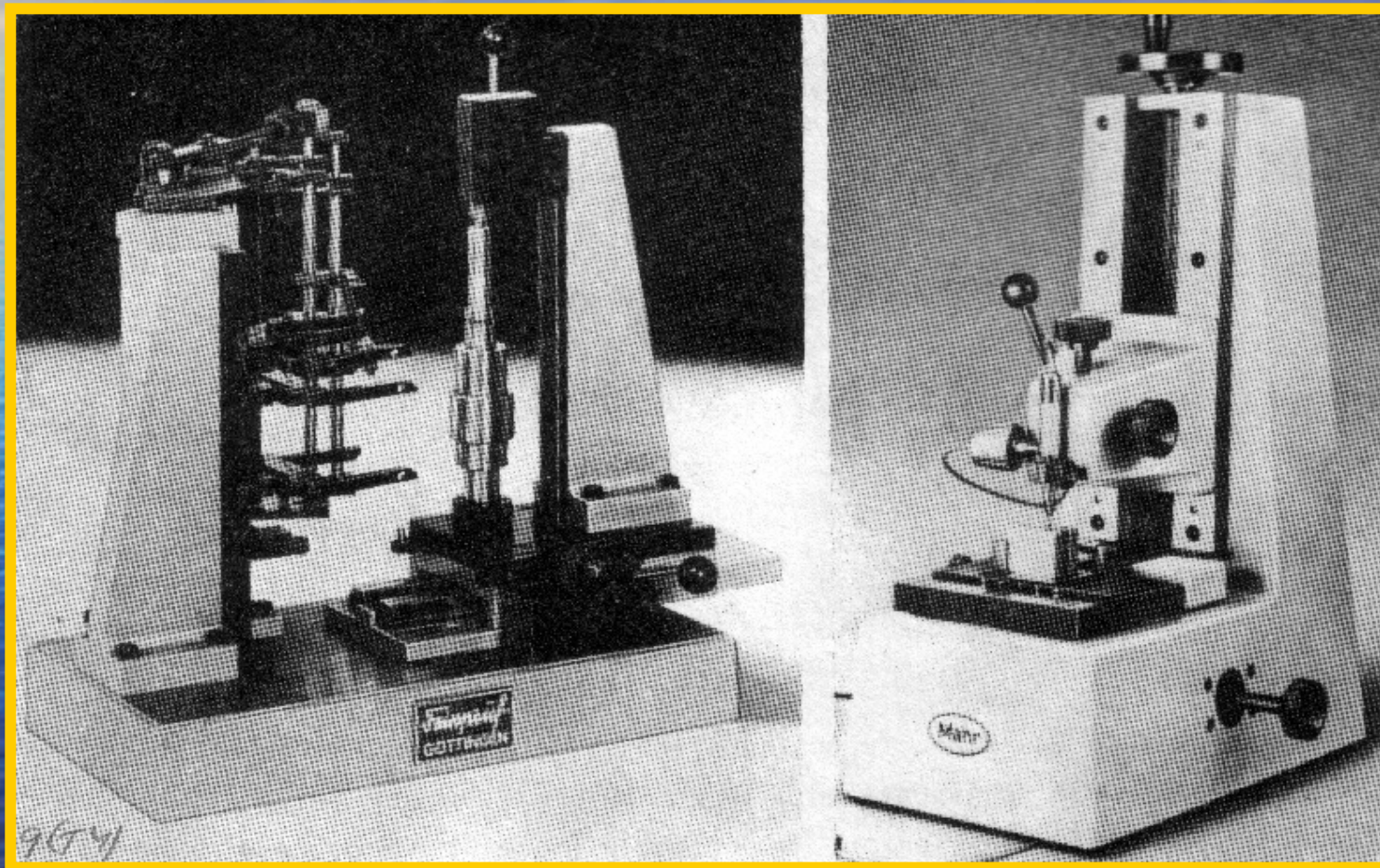
# Slika 9.2 – Induktivni senzori Mahr Feinpruf



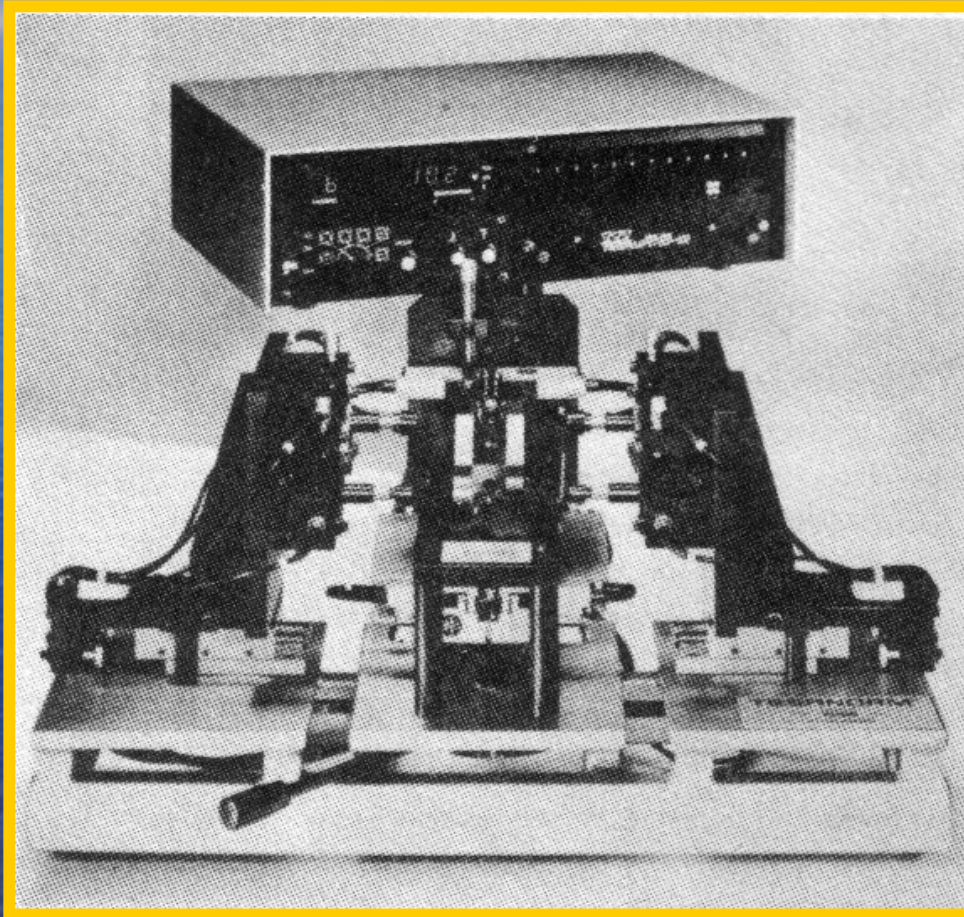
# Slika 9.3 – Primeri mernih glava za kontrolu mera (Mahr Feinpruf) i oblika (Mahr Perhten)



# Slika 9.4 Primeri pomoćnih pribora za učvršćenje i lokaciju mernih pribora



# Slika 9.5 Izgled pomoćnog pribora TESA



# Prenosna jedinica

- Merni signal na izlazu iz senzora je najčešće slab (male vrednosti, ponekad ispod 1 milivolta) pa je nepogodan za dalje tačno merenje, obradu, prenos i upotrebu
- U prenosnoj jedinici se pojačavaju, pa ako je to konstantno, onda se signal u prenosnoj jedinici umnožava određenom konstantom
- Prenosne jedinice sadrže: pojačavače, preklopnike, mostove, itd.

# Prenosna jedinica - nastavak

- Savremena prenosna jedinica obuhvata:
  - Najmanje dva ulazna merna kanala
  - Potenciometar za podešavanje nule
  - Preklopnik za biranje opsega merenja
  - Preklopnike za promenu znaka svakog ulaza
  - Najmanje dva izlaza analognog napona ka indikatoru merenja, kontrole ili izlazu signala
  - Prekidač za promenu tokova mernih signala, naprimer za isključenje pokazivačke i uključenje neke druge jedinice (pisač), slika 9.6

# Slika 9. 6 Izgled prenosne jedinice

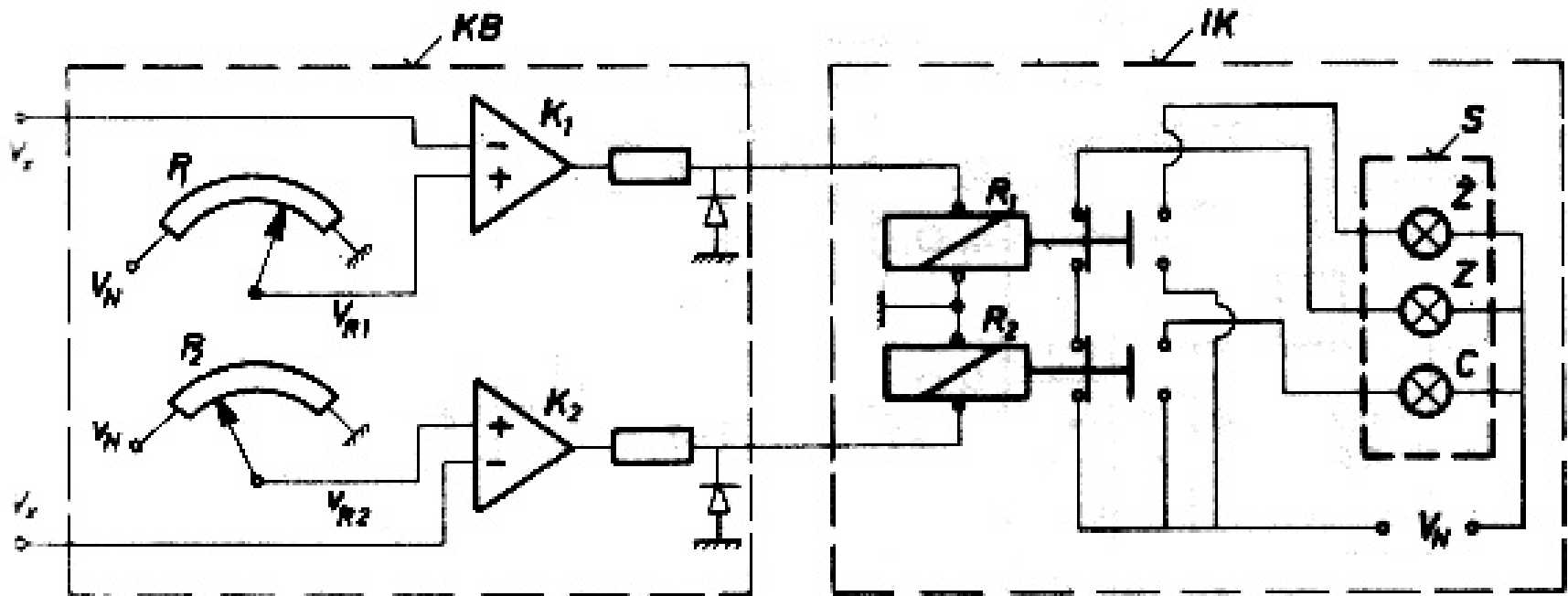


Proizvodno mašinstvo MF  
Bgd

# Kontrolna i klasifikatorska jedinica

- **Kada se umesto merenja izvodi kontrola, onda se analogni merni signal iz prenosne jedinice uvodi u kontrolni blok, odnosno klasifikatorsku jedinicu**
- **Osnovne elemente jedinice (KB – kontrolni blok) i IK – indikator kontrole čine:**
  - **Precizni potencimetri ili delitelji napona (P1,P2)**
  - **Komparatori (K1, K2)**
  - **Releji (R1, R2)**
  - **Svetlosni signalizator ili semafor S sa obojenim diodama**
  - **Odgovarajuća električna kola, slika 9.7**

# Slika 9.7 Šema KB i IK



Sl. 9.7. Šema kontrolnog bloka (KB) i indikatora kontrole (IK) sa slike 9.1

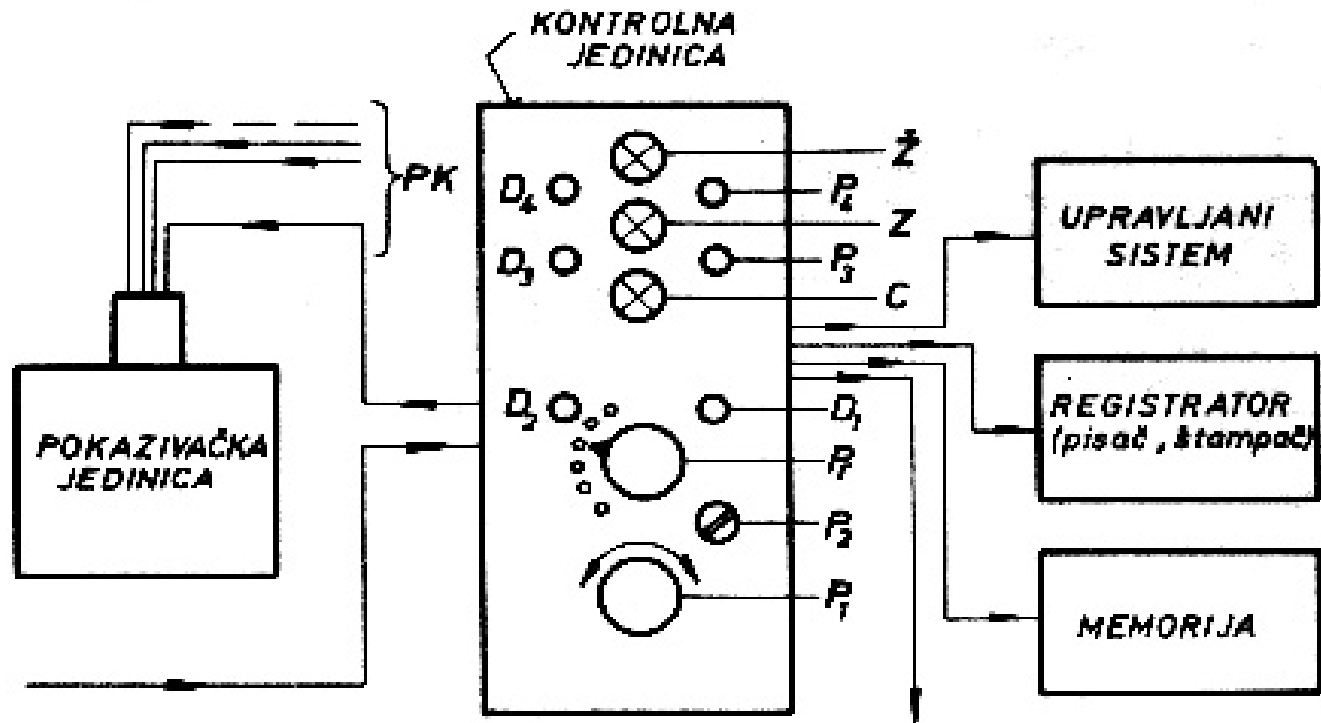
# Kontrolna jedinica

- Dve grupe elemenata
- Prva: potencijometar  $P_1$  za fino podešavanje, potencijometar  $P_2$  za grubo podešavanje, preklopnik  $P_r$  za biranje opsega, dugmad  $D_1$  i  $D_2$  služe za prikazivanje mernog signala sa senzora A i/ili B

# Kontrolna jedinica-nastavak

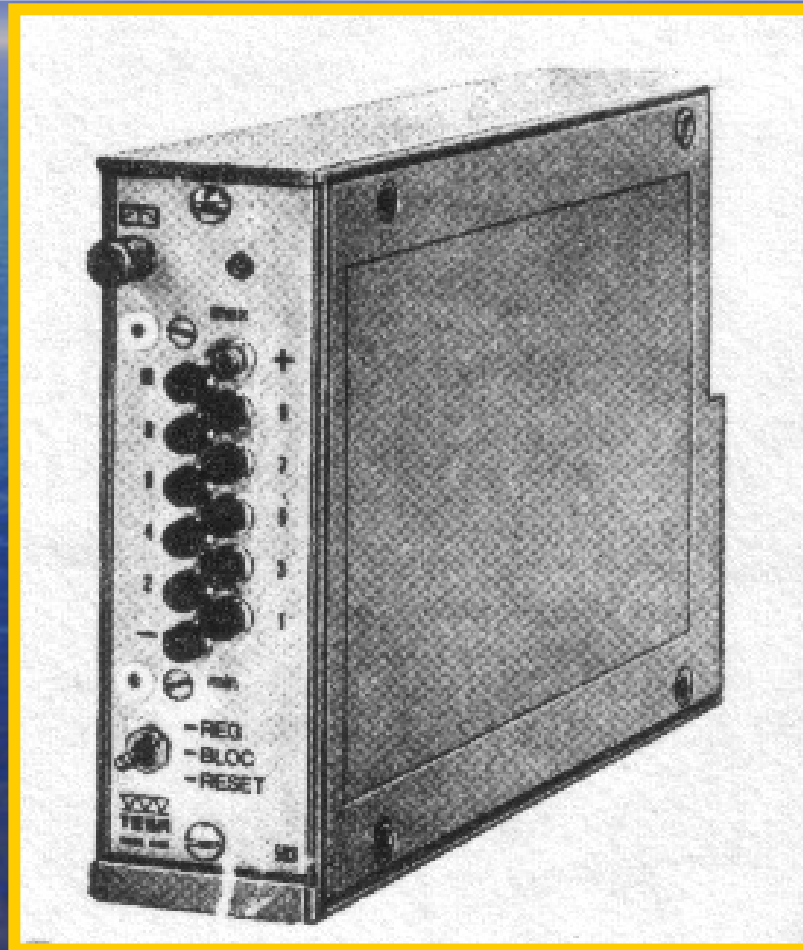
- Druga: tri obojene sijalice (žuta, zelena, crvena), potenciometri  $P_3$  i  $P_4$  za podešavanje tolerancijskih granica, dugmad  $D_3$  i  $D_4$  za prikazivanje položaja tolerancijskih granica
- Slika 9.8 Prednji izgled kontrolne jedinice

# Slika 9.8 Prednji izgled kontrolne jedinice



Sl. 9.8. Prednji izgled kontrolne jedinice sa položajem i vezama sa drugim jedinicama memo-kontrolnog sistema

# Slika 9.9 Izgled klasifikatorske jedinice TESA



Proizvodno mašinstvo MF  
Bgd

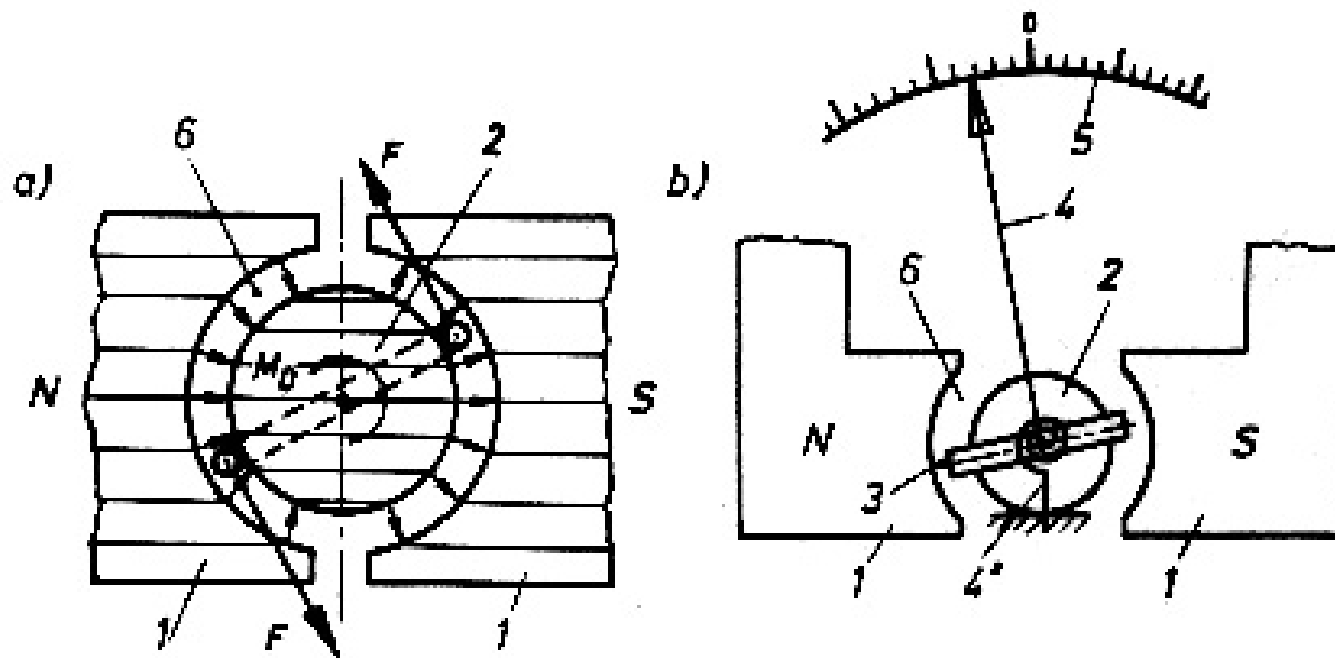
# Indikatori merenja

- **Srednja grana iz blok – šeme na slici 9.1 za merenje odstupanja date veličine**
- **Iz prenosne jedinice se analogni merni signal uvodi u indikator merenja, kao krajnju indikatorsku jedinicu za prikazivanje rezultata merenja**
- **Analogni indikatori se dele na dva osnovna tipa:**
  - **Analogne pokazivače ili pokazivače sa skalom**
  - **Registratore (pisače, ascilografe, osciloskope)**

# Pokazivačke jedinice

- Kod analognih mernih pribora za električna merenja neelektričnih veličina, koriste se kao analogni pokazivači: *galvanometri, voltmetri, ampermetri, i drugi*
- Po konstrukciji elektromagnetni pokazivači se dele na:
  - Pokazivače sa pokretnim kalemom
  - Pokazivače sa pokretnim magnetom
  - Pokazivače sa pokretnim mekim gvožđem

# Slika 9.10 Osnovni elementi analognog pokazivča sa pokretnim kalemom

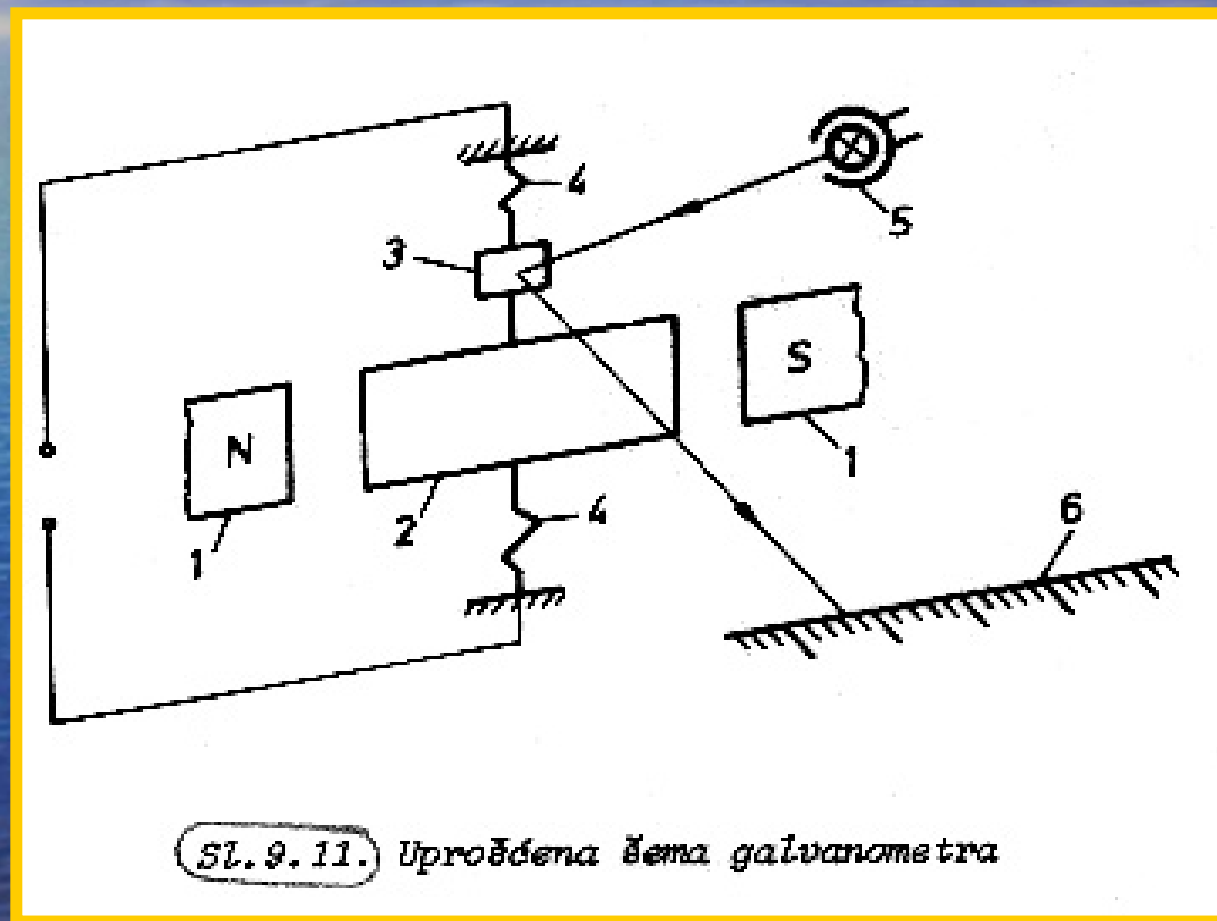


Sl. 9.10. Osnovni elementi analognog pokazivača sa pokretnim (obrtnim) kalemom

# Pokazivačka jedinica - Galvanometar

- Za merenje vrlo malih promena karakteristika kvaliteta  $\Delta x$ , odnosno jačine struje ispod 1 mikroampera ili napona ispod 1 milivolta
- Specijalna verzija instrumenta sa slike 9.10, prikazana na slici 9.11
- Nove konstrukcije - elektronski pojačivači jednosmerne struje jačine ispod 10<sup>-17</sup> A

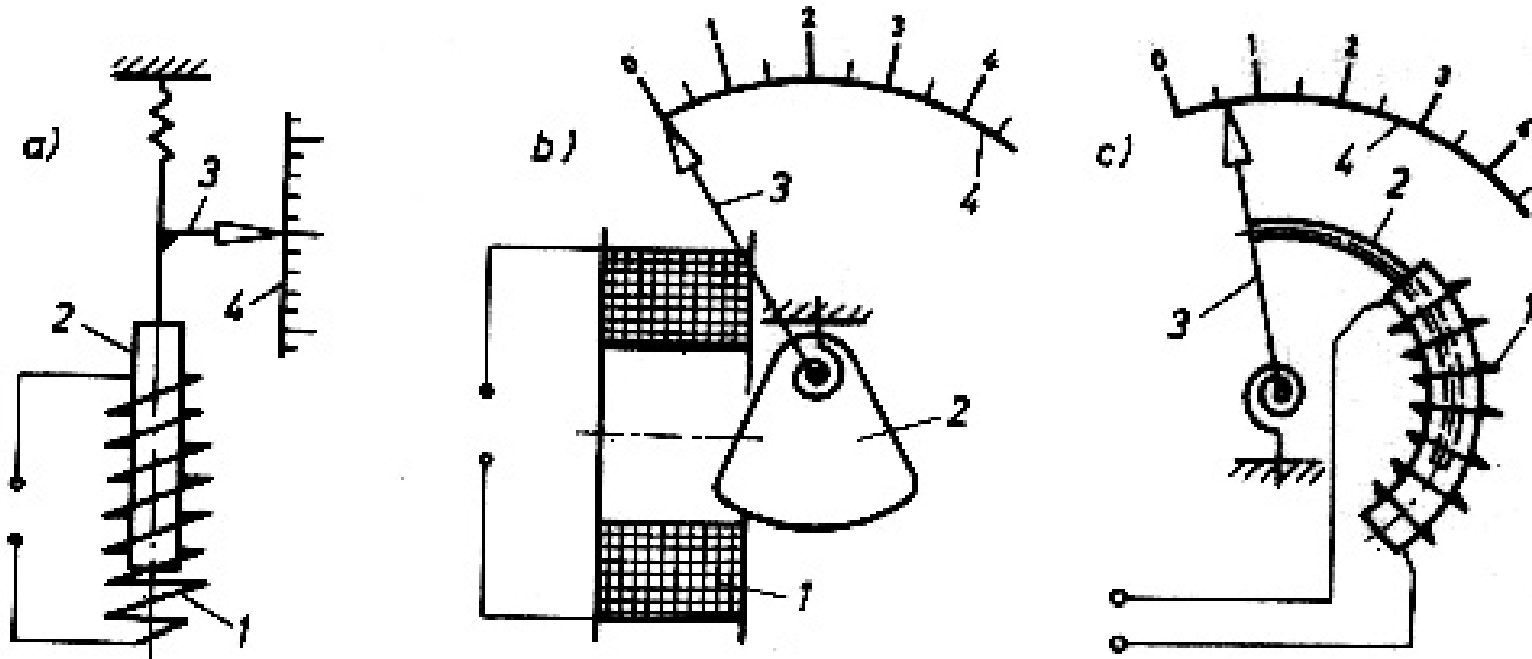
# Slika 9.11 – Uprošćena šema galvanometra



# **Analogni pokazivači sa pokretnim jezgrom**

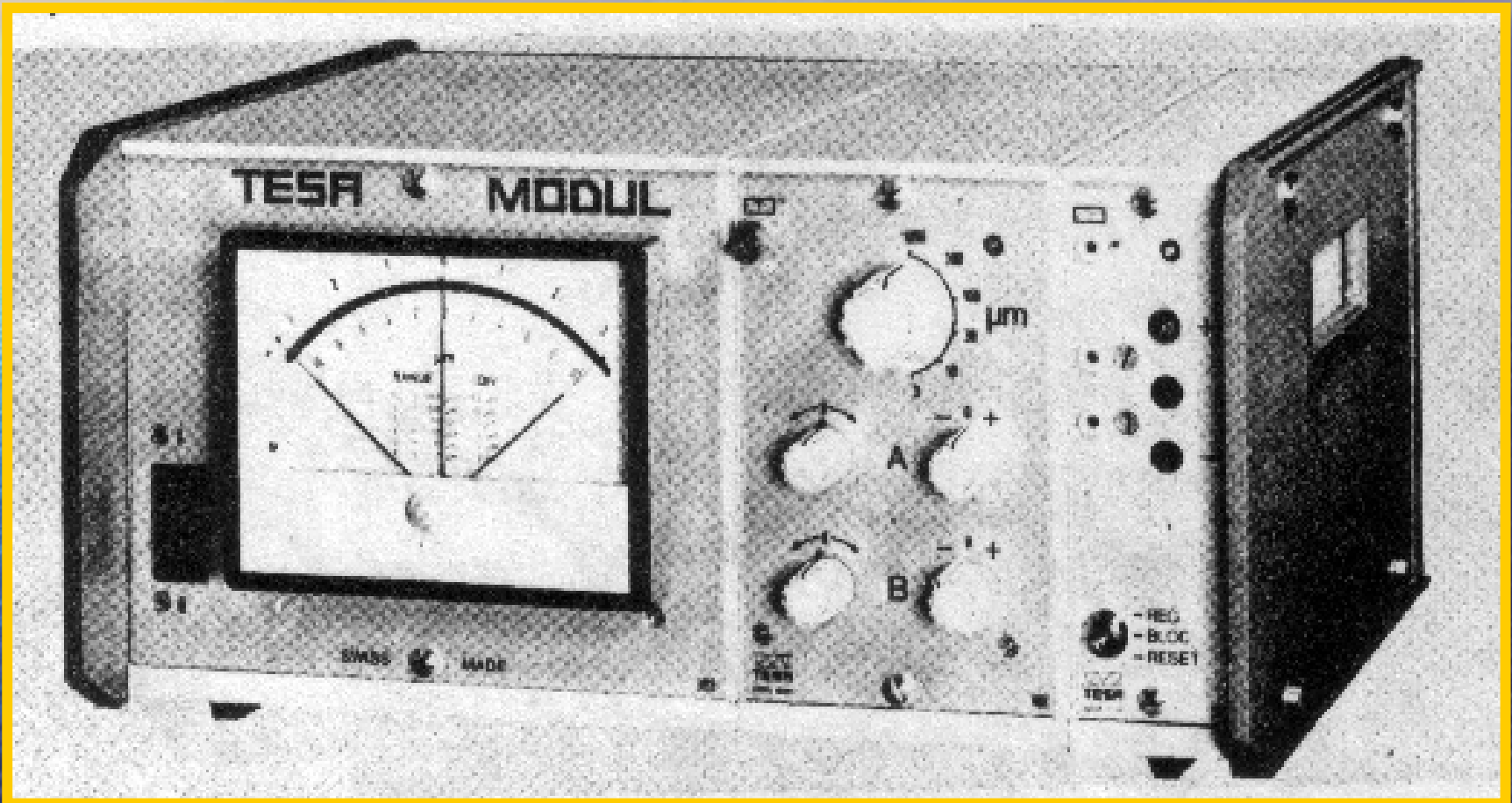
- **Princip rada ovih pokaznih instrumenata zasniva se na dejstvu magnetnog polja nepokretnog kalema**
- **Pomeranje kazaljke je srazmerno jačini magnetnog polja**
- **Primer, slika 9.12**

# Slika 9.12 Analogni pokazivači sa pokretnim kalemom

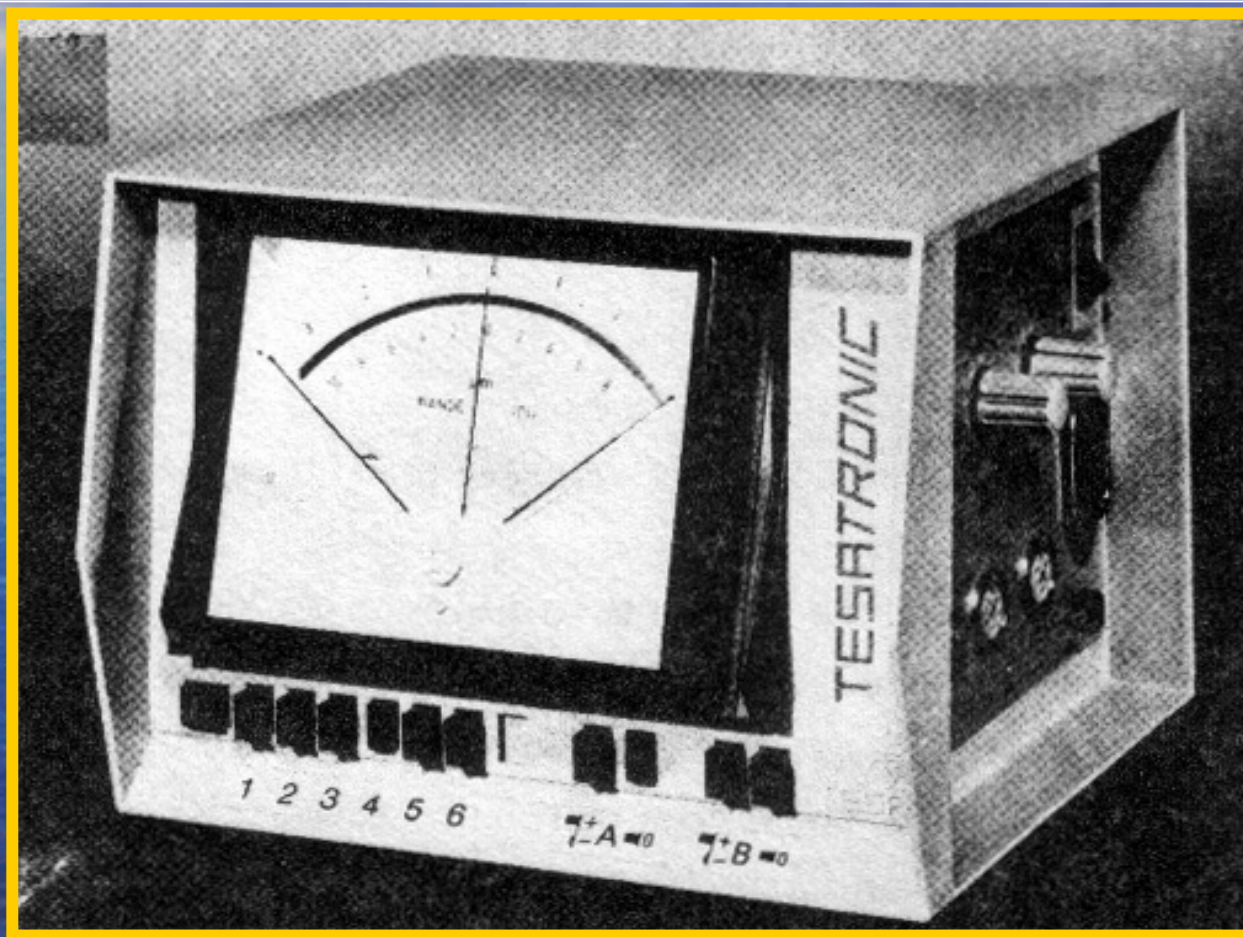


*Sl. 9.12. Šeme najčešćih konstrukcija analognih pokazivača sa pokretnim gvoždjem*

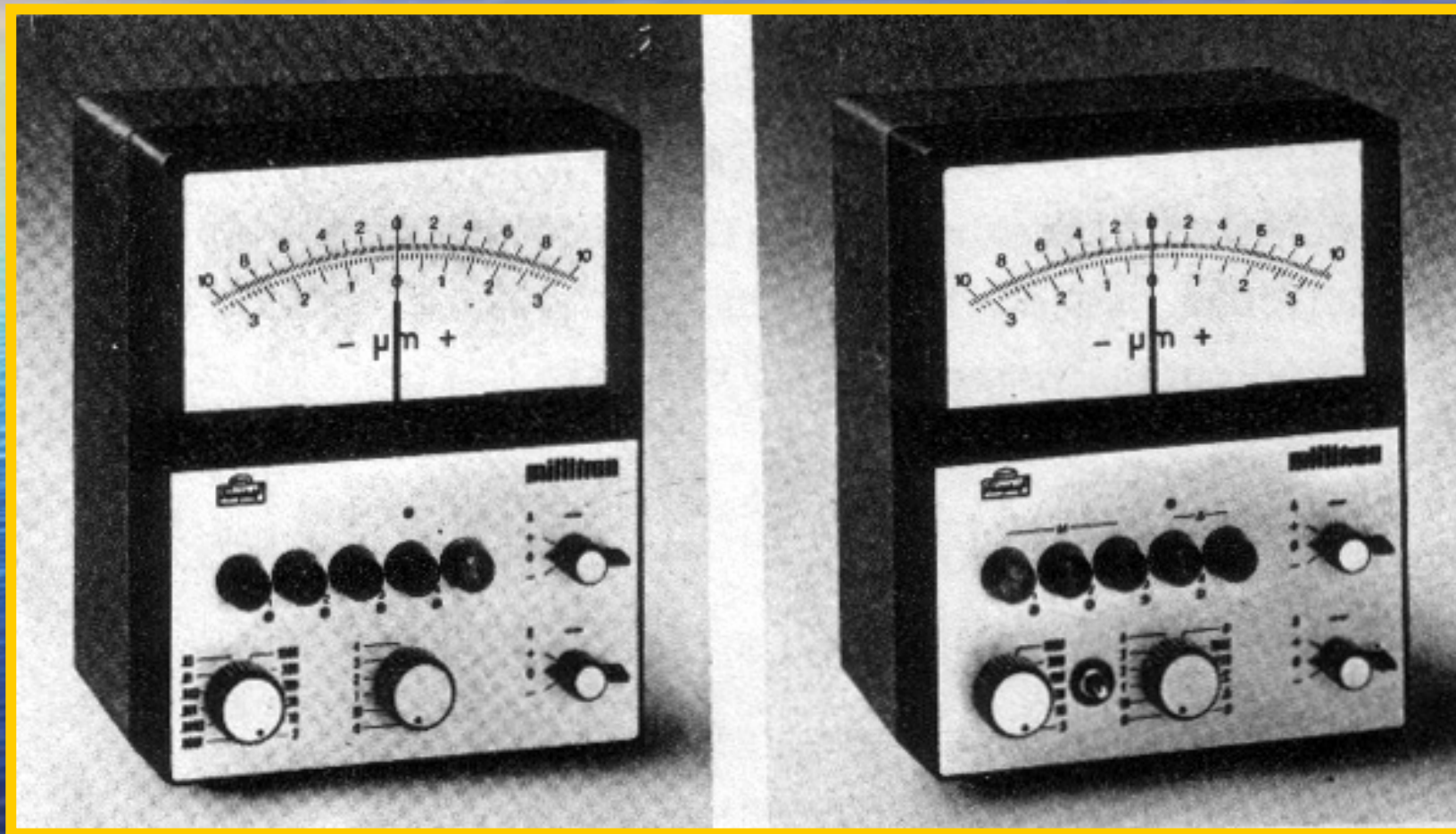
# Slika 9.13 Čelijski analogni sistem TESA za merenje i kontrolu



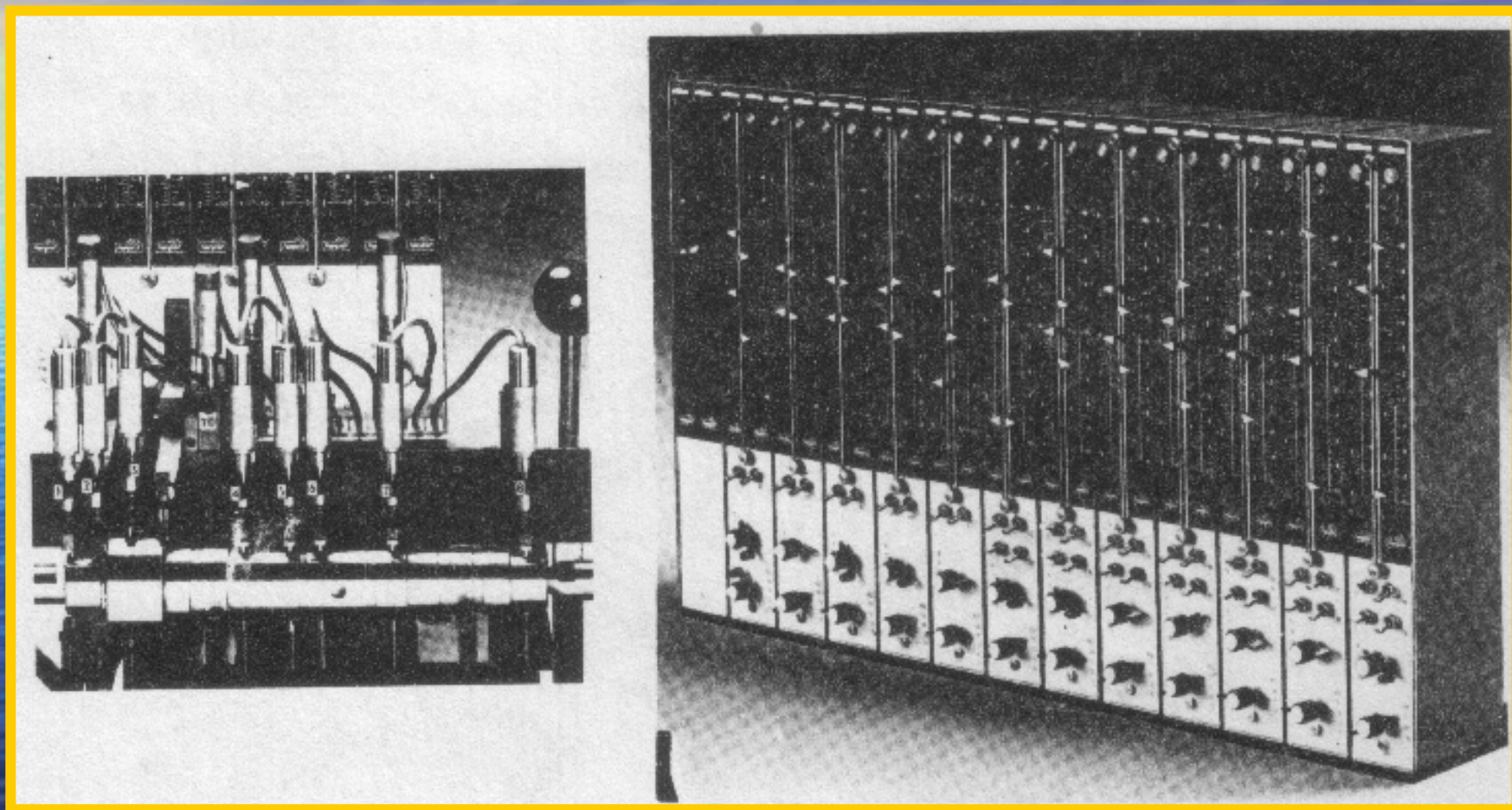
# Slika 9.14 Analogni TESATRONIC sistem za merenje



# Slika 9.15 Analogni Millitron sistem za merenje



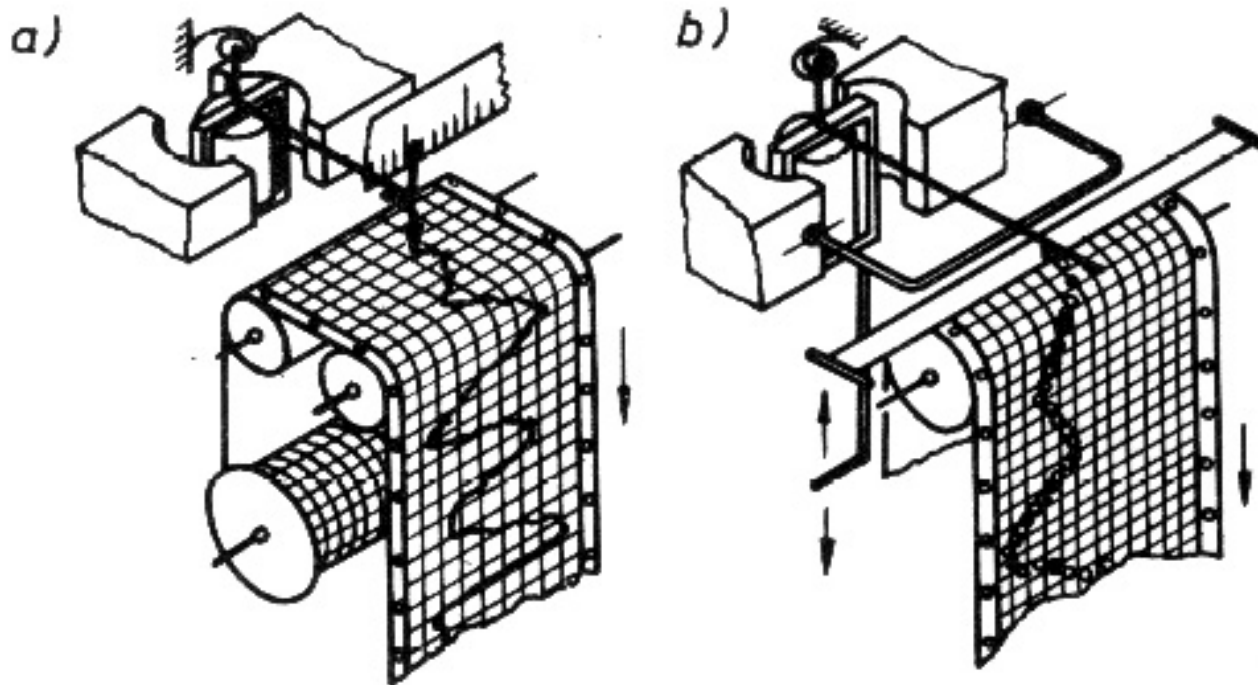
# Slika 9.16 Pokazivačka jedinica višemernog sistema Mahr Feinprif



# Registratorska jedinica

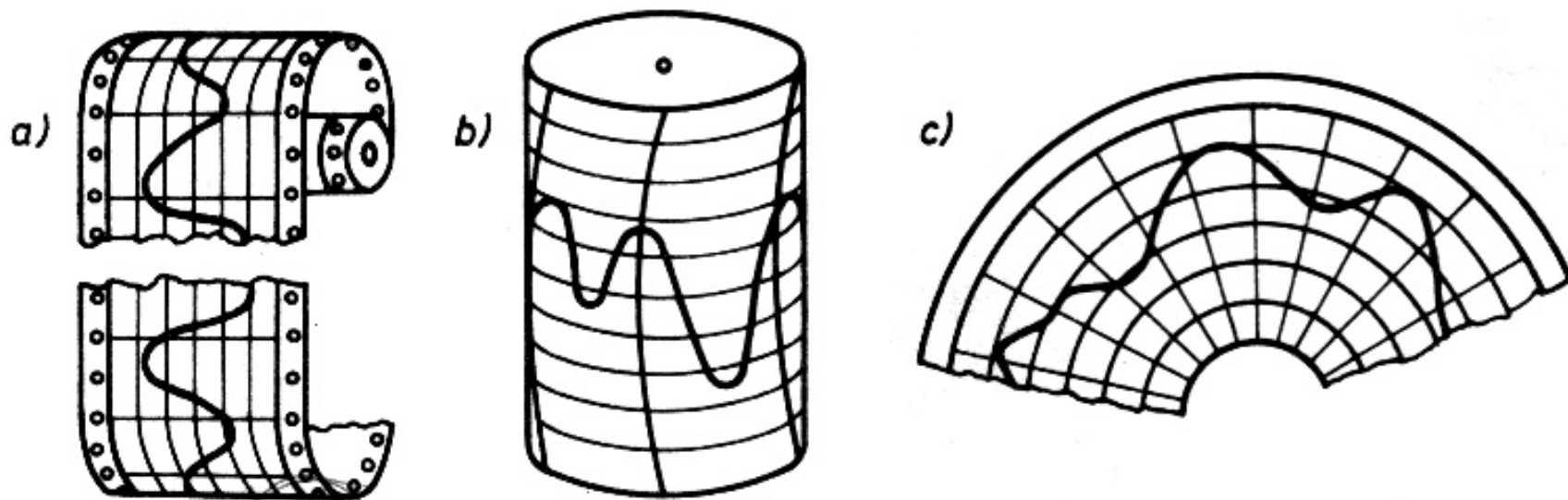
- Spadaju u grupu indikatora merenja, kao i pokazivačke jedinice
- Dele se na:
  - Linijske i tačkaste pisače
  - Oscilografe
  - Osciloskope
- Daju (RJ) pregledne protokole merenja
- Registruju spore i brze vremenske promene veličina koje karakterišu ispitivani kvalitet, proces ili stanje sistema

# Slika 9.17 Šema linijskog (a) i tačkastog (b) pisača



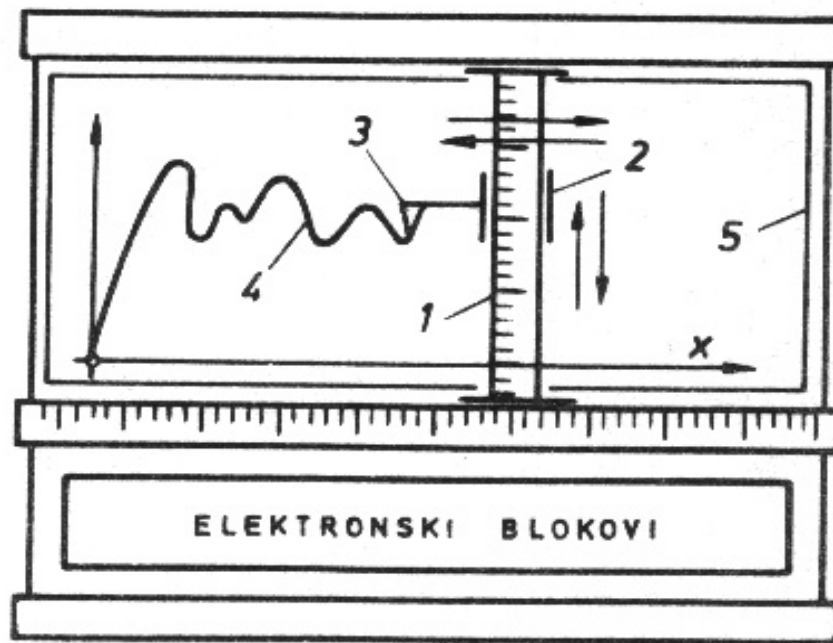
Sl.9.17.Šema linijskog (a) i tačkastog (b) pisača

# Slika 9.18 Neki oblici zapisa za izveštaje o kvalitetu



*Sl.9.18. Neki oblici papira za zapisivanje dijagrama*

# Slika 9.19 Dvokoordinatni pisač - ploter

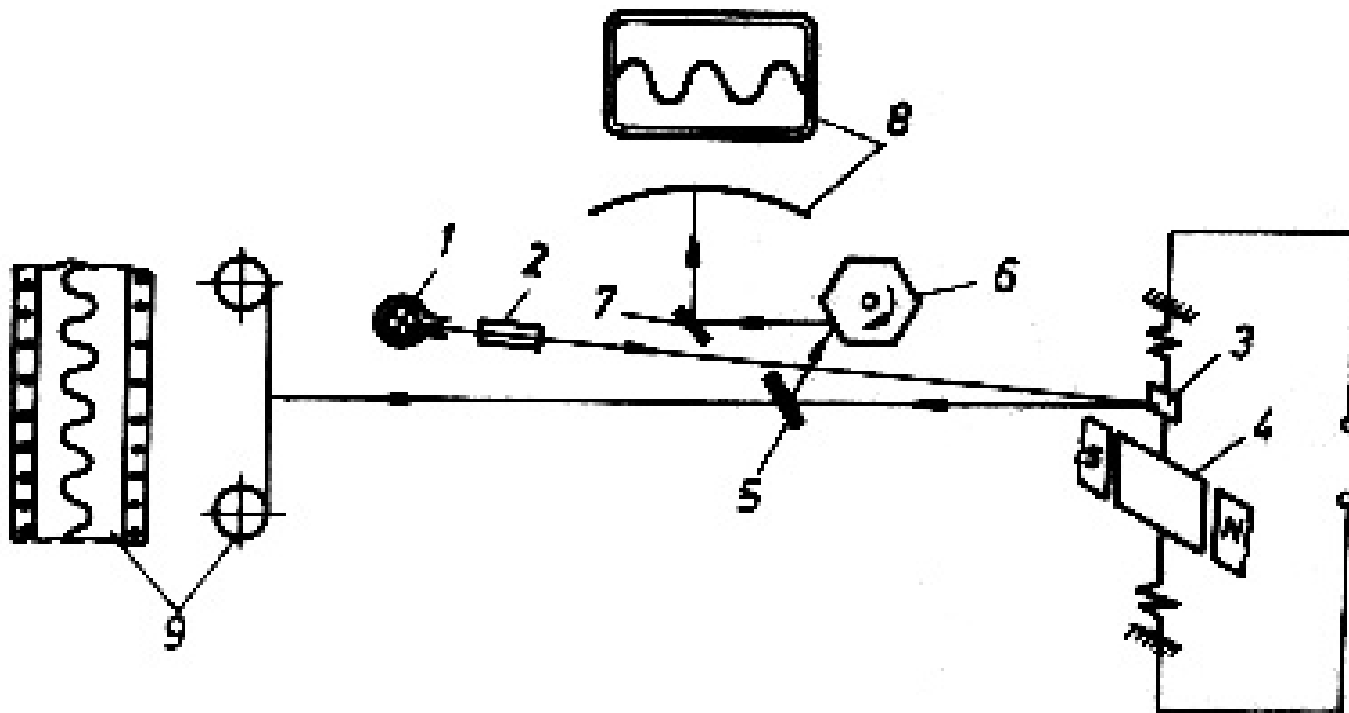


*Sl. 9.19. Dvokoordinatni pisač (1-klisač, 2-nosač pera, 3-pero, 4-dijagram x-y i 5-nepokretni papir)*

# Oscilografii

- Registruju veličine koje se vremenski vrlo brzo menjaju
- Frekfencija promene od 150 Hz (oscilografi sa pisačem), do 1000 Hz (oscilografi sa tečnim mlazom) pa do 10000 Hz (svetlosni oscilografi)
- Šema svetlosnog oscilografa – slika 9.20
- Savremene konstrukcije: istovremeno prate promene do 50 veličina (višekanalni)

# Slika 9.20 Šema svetlosnog oscilografa

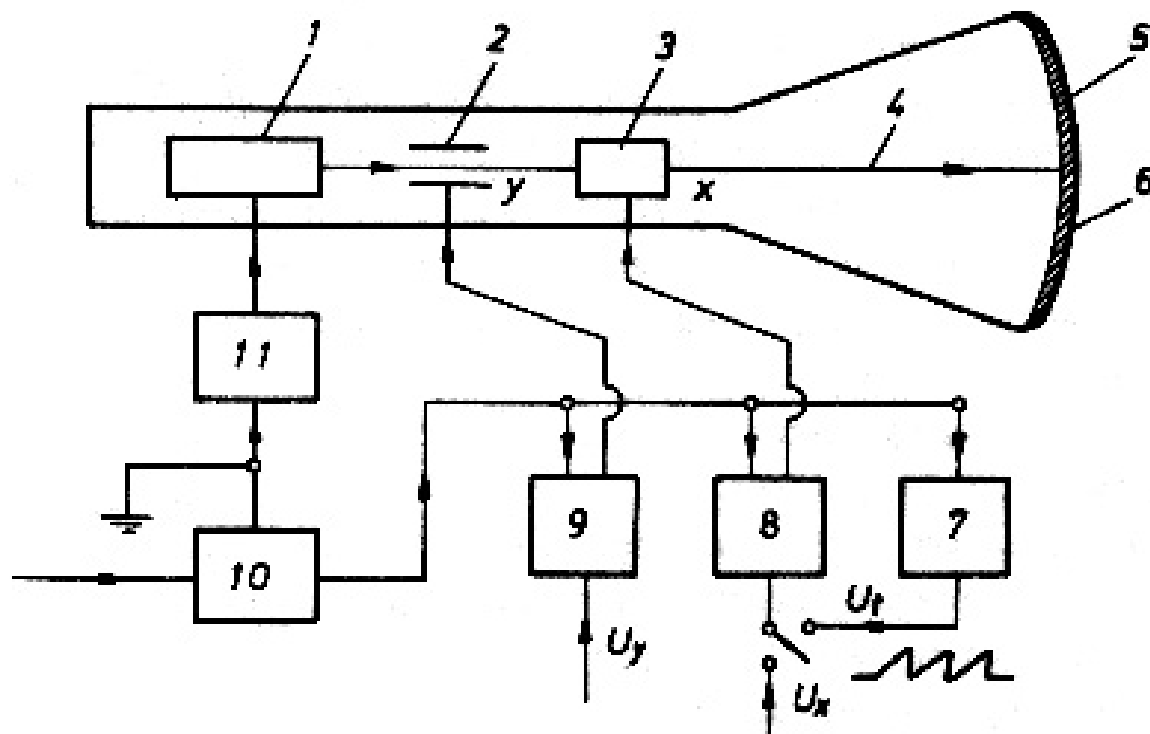


Slika 9.20. Šema svetlosnog oscilografa

# Osciloskopi

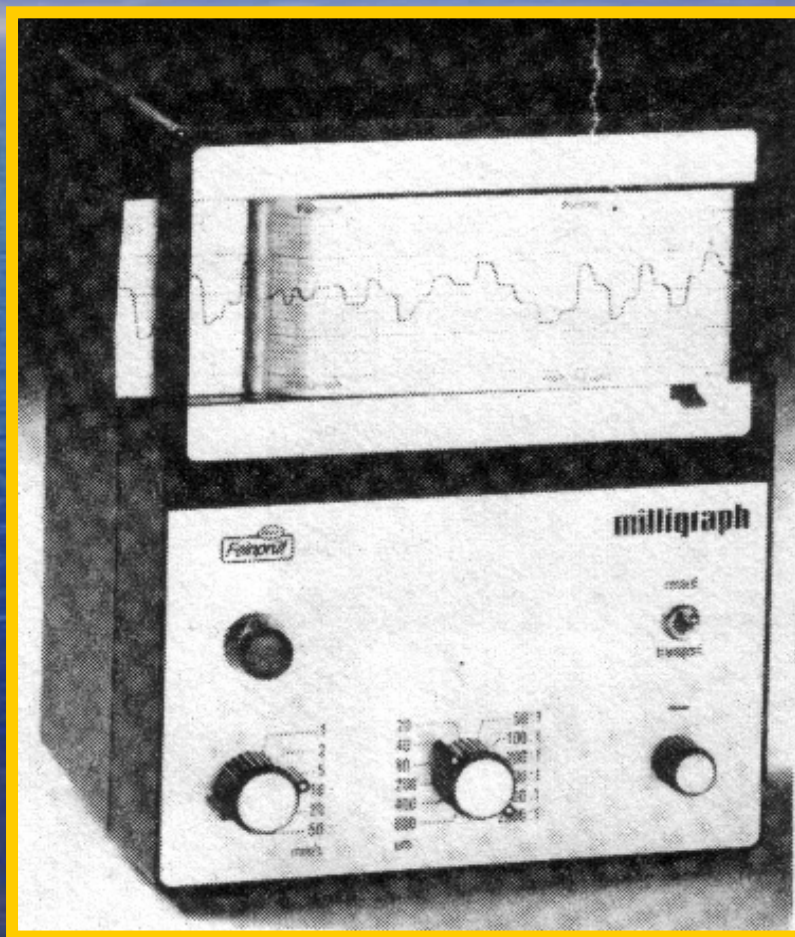
- To su oscilografi sa katodnom cevi, poznati kao katodni osciloskopi
- Mnogo se primenjuju u savremenoj metrologiji (laboratorijska, razvojna istraživanja, proizvodni pogoni)
- Frekfencija veličina koje se prate ide i do 10 na 9 Hz

# Slika 9.21 Šema katodnog osciloskopa



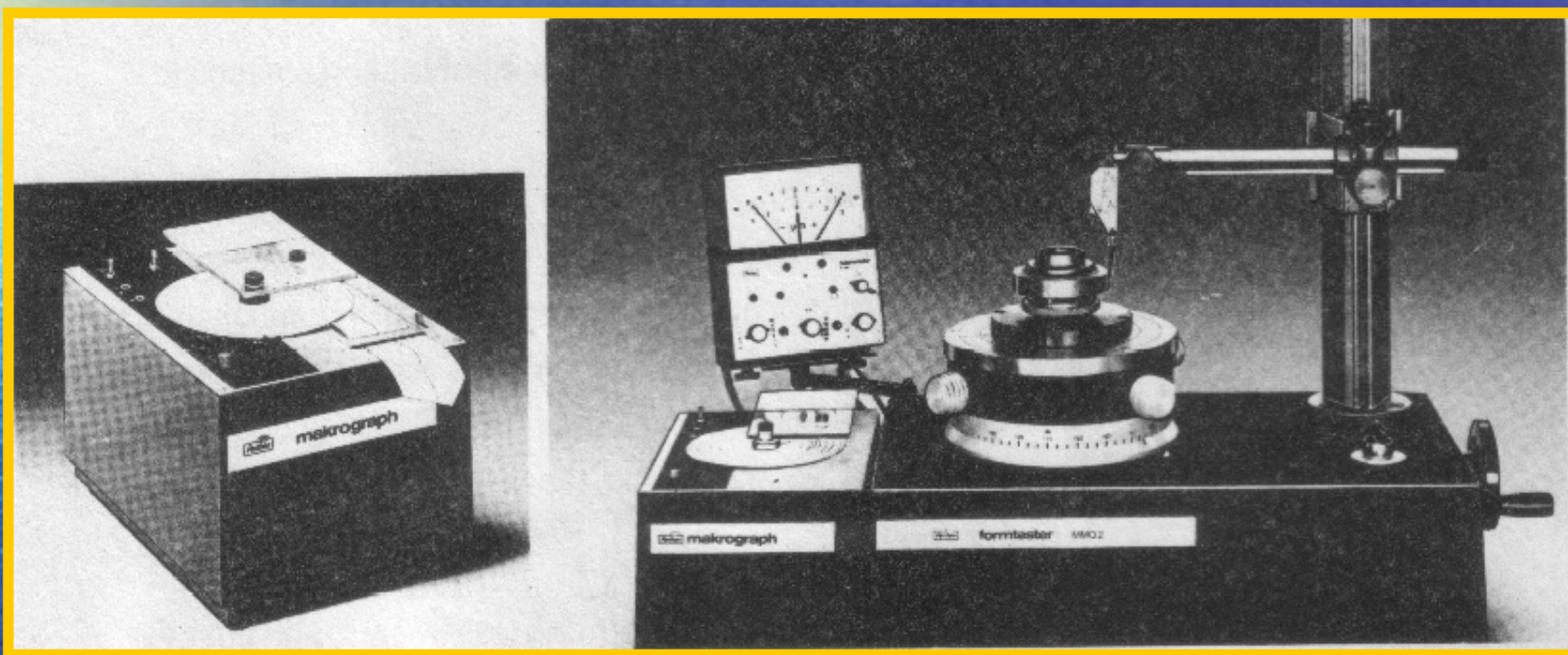
Sl. 9.21. Uprošćena šema katodnog osciloskopa

# Slika 9.22 Pisač Miligraph 1293 IC

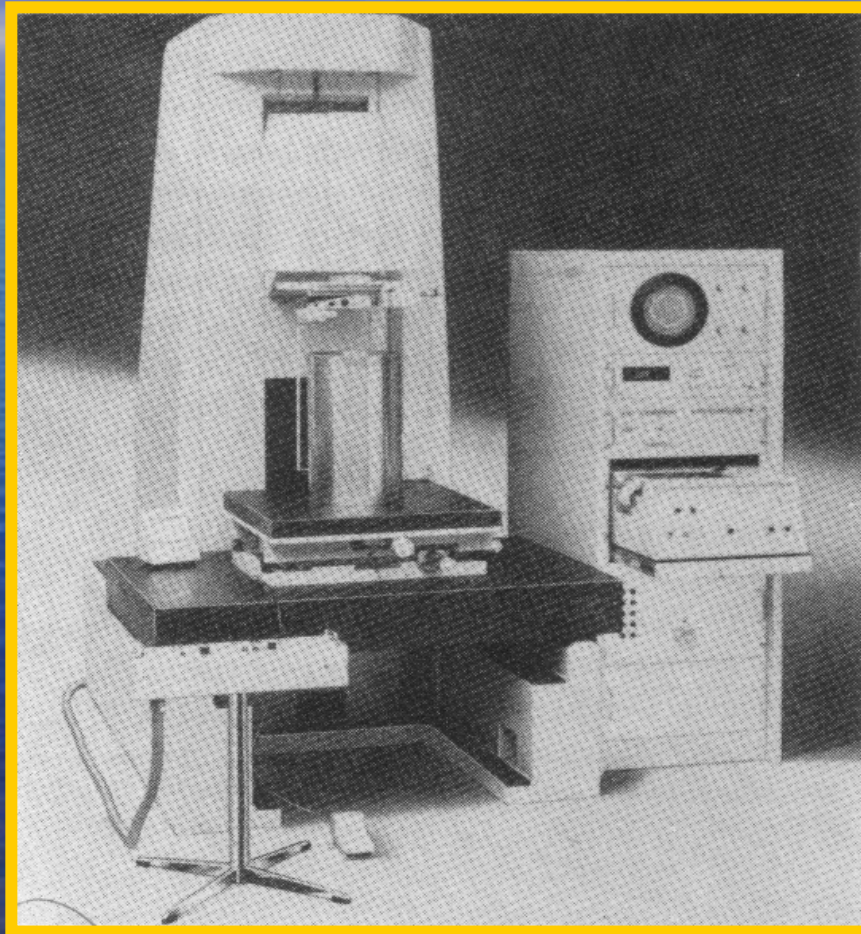


Proizvodno mašinstvo MF  
Bgd

# Strana 9.23 Pisač profila Makrograph



# Slika 9.24 Kompleksna jedinica Mahr Perthen



# Ostale jedinice

- **Jedinice za napajanje**
- **Ispravljači**
- **Filtri**
- **Standardizovane (ćelije, moduli)**

# Primena treće grane merno-kontrolnog sistema

- Realizuje se upravljačka funkcija
- Signal se iz prenosne jedinice vodi ka jedinicama za obradu, prenos i upotrebu mernih signala
- Izlazni signal za ovu granu je u obliku analognog napona
- On (signal) se uvodi u procesni računar (MA, MM, memorije podataka, telekomunikacioni sistem, ...)

**Hvala Vam na pažnji !**

**Vaš**

**Prof. dr Vidosav D. Majstorović,  
dipl.maš.inž.,  
Mašinski fakultet  
Univerzitet u Beogradu**