

**Upravljanje kvalitetom proizvoda – Grupa  
za Proizvodno mašinstvo  
VII i VIII semestar 2+2 Uvodni čas /  
Merni sistemi**

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

**Professor Dr. Vidosav D. MAJSTOROVIC, Mechanical Engineering Faculty,  
Belgrade**

**Full professor at the Chair for Production Engineering at the Mechanical Engineering Faculty of the Belgrade University, Serbia.** MSc title in the field of information systems, and Ph.D. title in the field of expert system for FMS diagnosis and maintenance. Now he is professor for Quality Management and Cutting Processes and **Chief of Laboratory for Production Metrology and TQM.** **Professional study visits abroad included:** USA, England, Germany, France, Japan, Austria, Norway. **Established cooperation with the organization and faculties in** Germany, England, USA, Hungary, Austria, France, Sweden, Australia and Japan. Published total more that 350 papers, and presented more that 200 **papers at International Conferences and in International Journals and books.** Realized more than 200 projects for industry. One of the leaders of the national project for integrated management systems ( ISO 9000 / 14000 / 18000). General Secretary of the National Organization for Quality. **The delegate of Serbia&Montenegro in the EOQ Board.** Editor and chief of the National scientific-professional Journal "Total Quality Management", as well as the **editor and chief of the International Journal "Production Engineering and Computers"**. The chairman or the member of program committees of several International Conferences. **The member of CIRP, IMEKO, IFIP, IFAC, ASQ, JUSE.** Founder and chairman of the International Working Conference "Total Quality Management – Advanced and Intelligent Approaches". **Author of ten books.** Scientific-professional fields of interest include: **Intelligent Manufacturing Systems, TQM, Cutting Processes, Production Metrology and Design for Quality.**

# VII Semestar – Tehnološki merni sistemi

- Predavanja - 2 časa nedeljno
- Vežbe - 2 časa nedeljno
- Literatura :

Osnovna - Prof. dr Joko Stanić –TEHNOLOŠKI MERNI SISTEMI, izdavač Mašinski fakultet

Dopunska – Prof. dr Vidosav Majstorović, prof. dr Janko Hodolič – NUMERIČKI UPRAVLJANE MERNE MAŠINE, izdavač FTN, Novi Sad

- Predavanja – obavezna za potpis - više od 60% prisustva

# Ispit

- **Usmeni – 3 pitanja na kraju VIII semestra**
- **Uslov – završene i odbranjene vežbe**
- ***Za studente koji pohađaju redovno predavanja:***
  - **ispit se organizuje na kraju VII semestra iz TMS-a uz isti uslov**

# ZNAČAJ PREDMETA TEHNOLOŠKI MERNI SISTEMI

- Nauka o inženjerskim merenjima
- Proizvodna metrologija – osnova upravljanja kvalitetom u industriji
- Jedan od ključnih predmeta u obrazovanju proizvodnih inženjera
- Deo mnogih inženjerskih disciplina
- Primenjena, razvojna, osnovna istraživanja

# Sadržaj predmeta – nastavne jedinice

- Merni sistem
- Merenje i kontrola
- Metodi merenja
- Podela mernih sistema
- Osnovne karakteristike mernih sistema
- Analiza grešaka merenja
- Struktura mernih sistema

# Nastavne jedinice - nastavak

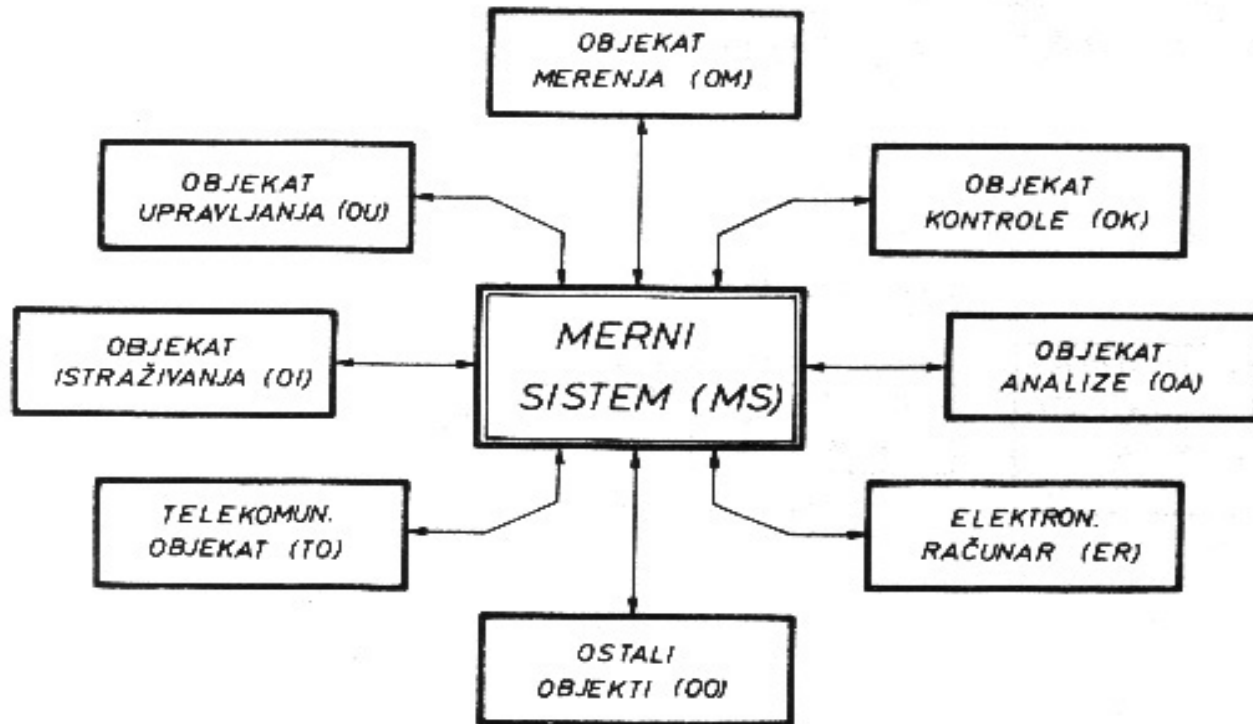
- Senzori
- Analogni i digitalni merni sistemi
- Pneumatski merni sistemi
- Laserski merni sistemi
- Fotoelektrični merni sistemi
- Numerički upravljane merne mašine
- Merni roboti
- Procesni aktivni merni sistemi
- Računarska podrška mernim sistemima

# Definicija mernog sistema

- Skup *mernih elemenata, mernih pribora i pomoćnih uređaja* međusobno povezanih u funkcionalnu i konstrukcijsku celinu
- Priključenih na objekat *merenja, kontrole, analize, upravljanja, istraživanja ili kakav drugi objekat*
- Radi *generisanja, pretvaranja, memorisanja, pokazivanja i upotrebe mernog signala*



## Sl.1.1 Povezanost mernog sistema sa drugim sistemima i objektima merenja i kontrole



Sl.1.1. Povezanost mernog sistema sa drugim sistemima i objektima merenja i kontrole

# Primer objekta merenja

- Objekat merenja u proizvodnom mašinstvu:
  - *merni predmet (merenje karakteristika kvaliteta)*
  - *alat, pomoćni pribor, mašina alatka (merenje karakteristika tačnosti, krutosti, ...)*
  - *obradni procesi (merenje karakteristika procesa: sila, momenat, napon, deformacija, temperatura, parametar habanja, ...)*

# Primer objekta upravljanja

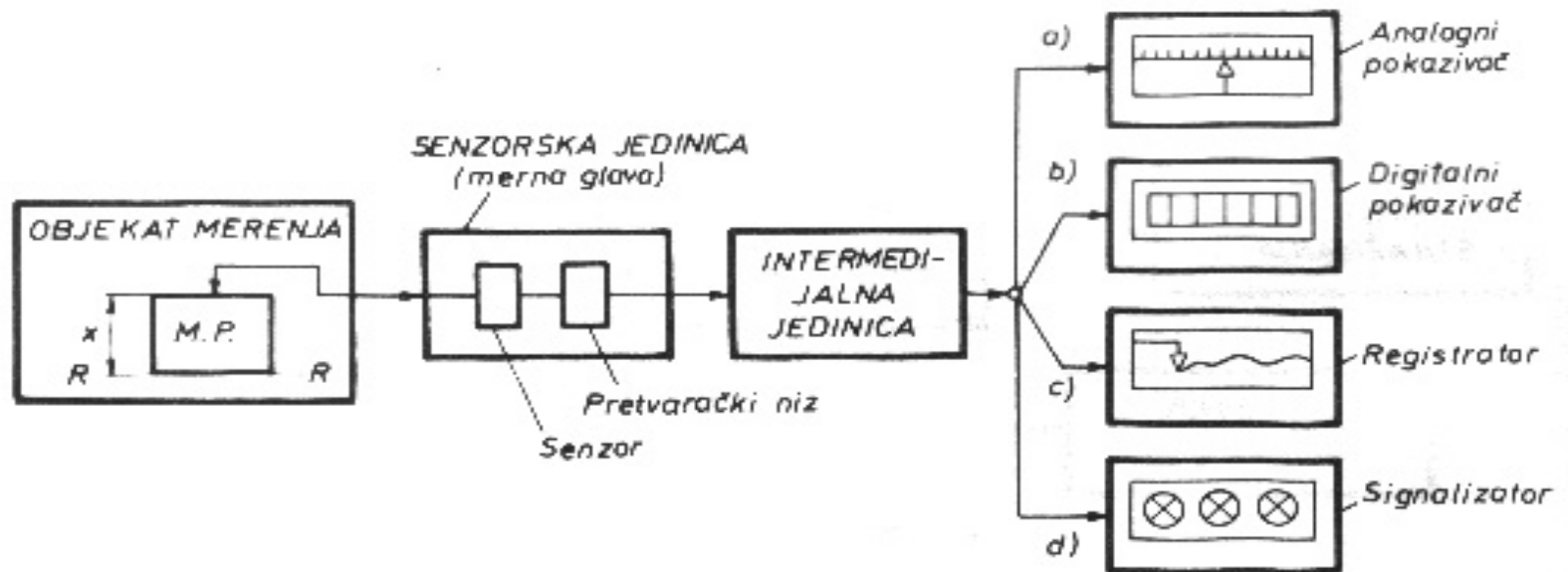
- *Numerički upravljana mašina alatka*  
kao obradni sistem
- *Numerički upravljana merna mašina*  
kao kompleksni metrološki sistem

# Zadaci mernih sistema

- Prvi zadatak – *metrologija*: procesi, operacije i tehnologija merenja jedne ili više mernih veličina, što znači:
  - *dobijanje/prikupljanje* mernih signala
  - *obrada* mernih informacija
  - *prikazivanje* rezultata merenja

Slika 1.2

# Slika 1.2 Uproščena šema MS sa oblicima pokazivanja rezultata merenja



Sl.1.2. Uproščena strukturna šema mernog sistema sa oblicima pokazivača rezultata merenja

# Drugi zadatak merenja

- *Kibernetiske prirode* – generisanje signala merenja u obliku pogodnom za:
  - *upravljanje, kontrolu i analizu OS i MM,*
  - *memorisanje mernih informacija,*
  - *statističku obradu mernih informacija*
  - *prenos na daljinu mernih signala*

# Merna informacija i merni signal

- *Merna informacija* je skup podataka/znanja o svojstvima, osobenostima, karakteristikama mernog objekta iskazana kao kvantitativna informacija dobijena kao rezultat merenja
- *Merni signal* je materijalni nosilac informacije pomoću koga se iskazuje proces promene u vremenu i prostoru neke fizičke veličine

# Metrološki nivoi u sistemu

- Prvi nivo – *elementi*  
Element je najprostiji konstruktivni deo mernog sistema
- Zadatak: *generisanje, pretvaranje, memorisanje, razvođenje, kompenzovanje, filtriranje* mernog signala



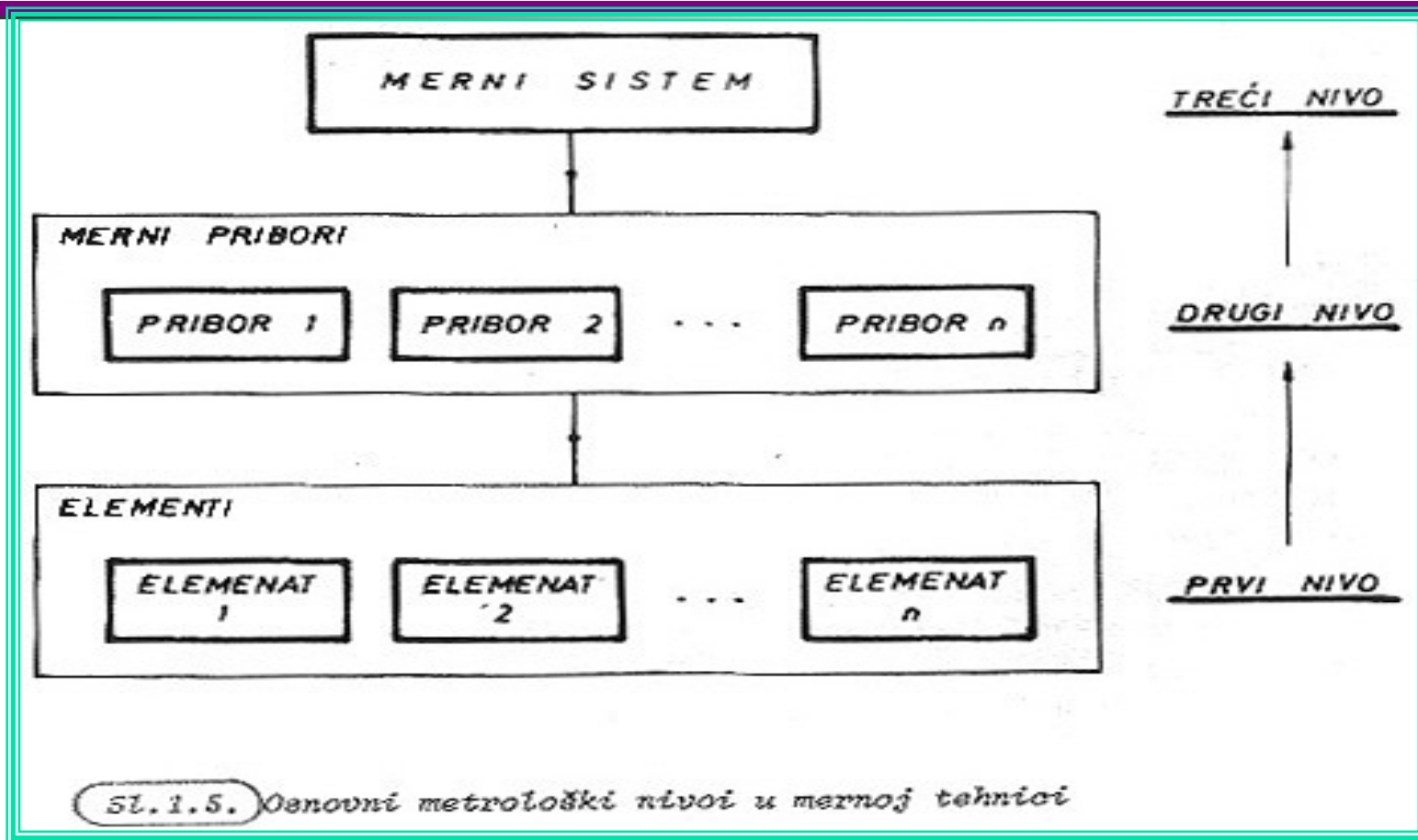
# Drugi nivo – merni pribori

- Merni pribor je celovit svrsishodno povezan skup elemenata, sa zadatkom obavljanja nekih od sledećih funkcija:
  - *generisanja mernih informacija,*
  - *pretvaranja i prenos mernih informacija,*
  - *indikacije mernih informacija,*
  - *obrade mernih informacija.*

# Treći nivo – merni sistem

- Modulskim principom povezan niz mernih elemenata/pribora radi obavljanja metroloških funkcija i operacija
- Sadrže i pomoćne komponente (za povezivanje, napajanje energijom, ...)

# Slika 1.5. Metrološki nivoi u mernoj tehnici





# ***Modulski* princip gradnje mernih sistema**

- Moduli elemenata/pribora mernih sistema
- Komponovanje mernog sistema od nezavisnih funkcionalnih celina
- Standardizacija elemenata za generisanje, obradu, prenos i prikazivanje mernog signala
- Merni interface povezuje module na različitom nivou i prema različitim funkcijama
- Savremeni merni sistemi – osnovni princip gradnje

# *Povezanost* tehnologije obrade i merenja

- Tehnologija merenja je sastavni deo tehnologije upravljanja kvalitetom konformnosti
- Upravljanje kvalitetom konformnosti je deo proizvodnih tehnologija
- Tehnologija mašingradnje je usko povezana sa tehnologijom kvaliteta
- Dva sistema (merni i obradni), odnosno tehnologije (merenja i obrade) su međusobno povezani

# Etape u razvoju mernih sistema

- *Metrologija* je nauka o merenju. Proučava metode merenja, merne sisteme i sisteme mernih jedinica
- *Proizvodna metrologija* – nauka o merenju u proizvodnom mašinstvu
- *Zakonska* metrologija se bavi mernim jedinicima, metodama merenja i mernim sistemima sa pravnog stanovišta
- *Naučna* metrologija se bavi R&D u metrologiji

# Pet etapa razvoja mernih sistema

- **Prva etapa** – do 1920. godine
  - ❖ najraniji merni sistemi
  - ❖ 1896. godine Granična merila – švedski inženjer Johanson
  - ❖ jednostavna konstrukcija i princip delovanja
  - ❖ jednostrukost merila

# Druga etapa

- 1920 – 1940. godine
- Osnovno obeležje: primena zakona optike u gradnji mernih sistema
- Razvoj i proizvodnja Abbe-ove merne mašine, optimetra, ultraoptimetra, schmaltz-ovog mikroskopa za merenje hrapavosti, interferometra



# Treća etapa

- 1940 – 1960. godine
- *Razvoj mernih sistema na bazi pneumatike*
- Usavršavanje mernih sistema na bazi optike
- Početak razvoja mernih sistema na bazi elektrotehnike

# Četvrta etapa

- 1960 – 1980. godine
- Primena elektronike (tranzistori, integrisana kola, mikroprocesori, mikro računari)
- Razvoj optoelektronike (laseri, optički provodnici)
- Razvoj NUMM

# Peta etapa

- Od 1980 do danas
- Merni sistemi najvišeg metrološkog nivoa (tačnost, ponovljivost, integracija, ...)
- Integracija mernih tehnika i tehnologija u proizvodne tehnologije
- Čine ih: senzorski sistemi, savremeni analogni i digitalni sistemi, fotoelektrični merni sistemi, NUMM četvrte generacije, LMS, sistemi za digitalnu obradu slike, informacioni i inteligentni merni sistemi, ...

**Hvala Vam na pažnji !**

**V a š**

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

**P I T A N J A !**