

Tehnološki merni sistemi – osma nastavna jedinica / Senzori

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



Elektrorezistorski senzori

- ✓ **Osnovni elementi ovog senzora su:**
 - **Rezistor (otpornik, reostat)**
 - **Osetljivi element (izrađen od elektroprovodnog materijala)**
 - **Nosač (izolovani osnovni element – metalni)**



Elektrorezistorski senzori - nastavak

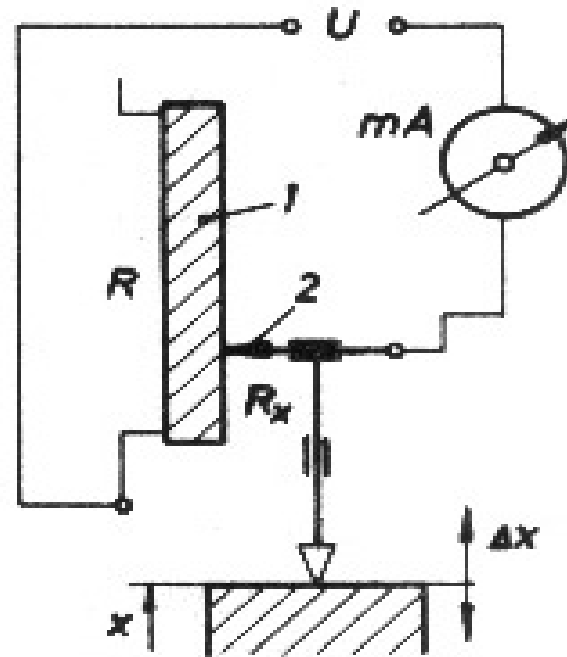
- ✓ **Karakteristike: jednostavna konstrukcija, male dimenzije, visoka tačnost, stabilne karakteristike, relativno velika snaga signala pa prenosnoj jedinici nije potreban signal, opseg od nekoliko oma do nekoliko biliona oma, greška se svodi na promile**
- ✓ **Nedostaci: smanjena pouzdanost kliznih kontakata**



Princip dejstva

- ✓ **Struktura: rezistor i klizni kontakt**
- ✓ **Pretvaračka funkcija: $x \rightarrow R_x \rightarrow I \rightarrow \alpha$**
- ✓ **Promena vrednosti karakteristike kvaliteta izaziva promenu vrednosti električnog otpora koji pak utiče na jačinu struje a njena vrednost utiče na skretanje kazaljke analognog pokazivača**

Slika 8.36 Princip dejstva rezistorskog senzora



Sl. 8.36. Princip dejstva rezistorskog senzora sa kliznim kontaktnim elementom



Taktilni senzori

- ✓ **Ovo su nove klase senzora koji se naglo razvijaju i primenjuju**
- ✓ **Razlozi za razvoj i primenu:**
 - **Bez taktilnih senzora nije moguće obavljanje mnogih funkcija mernih i adaptivnih robota**
 - **Jednostavnost, laka pristupačnost, pouzdanost i minijaturnost ovih senzora**
 - **Relativno dobra imitacija čula dodira na čovekovoju ruci**



Taktilni senzori - upotreba

- ✓ **Detekcija kontakta mernog pipka i prstiju hvataljke**
- ✓ **Određivanje koordinata tačaka dodira i veličine površine dodira**
- ✓ **Merenje sile stezanja**
- ✓ **Identifikacija rasporeda sila stezanja na dodirnim površinama prstiju hvataljke**
- ✓ **Detekcija pravca proklizavanja i merenje veličine proklizavanja objekta u hvataljkama**
- ✓ **Prepoznavanje objekta u hvataljkama putem dodira**
- ✓ **Određivanje položaja i orijentacije objekta prihvaćenog hvataljkom**
- ✓ **Raspoznavanje teksture površina mašinskih delova**



Taktilni senzori - podela

- ✓ **Prema principu dejstva: piezoelektrični, tenzorezistorski, elektrokontaktne, elektromagnetni, elektrorezistorski, kapacitivni, fotoelektrični, mikroprekidački, pneumatski**
- ✓ **Prema vrsti operacije (uzajamno dejstvo objekta i senzora): senzore dodira (kontaktne, taktilne senzore), senzore kontaktnog pritiska, senzore proklizavanja**



Kontaktne senzori - uloga

- ✓ **Uloga u metrološkim sistemima:**
 - Identifikacija trenutka dodira kontaktnih elemenata kojima se definiše granica nekog polja
 - Identifikacija granične vrednosti merene fizičke veličine – karakteristike kvaliteta
 - Odredi trenutak dodira mernog pipka sa objektom merenja (NUMM)
 - Utvrdi koordinate tačaka dodira prstiju hvataljki



Kontaktne senzori - primena

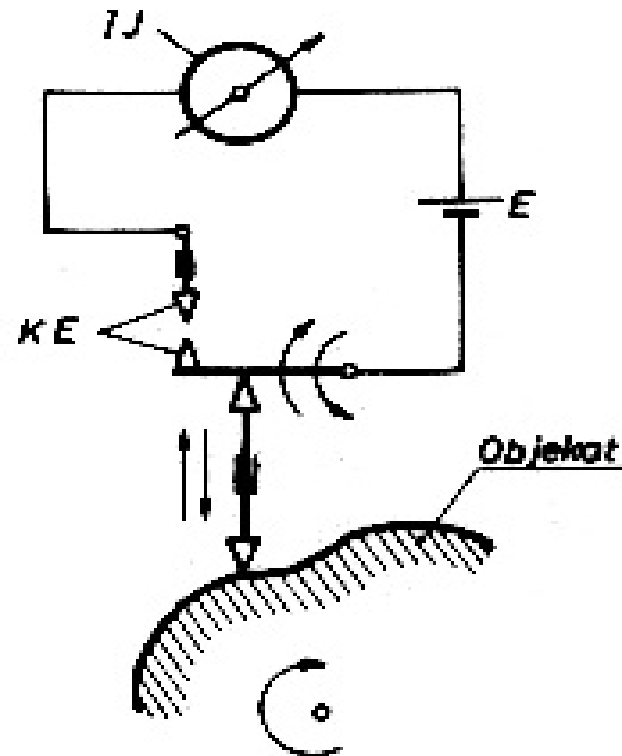
- ✓ **Koriste se kod: kontrolnih automata, NUMM, mašina alatki, mernih robota, adaptivnih robota**
- ✓ **Osobine: jednostavna obrada signala, jednostavna konstrukcija i niska cena koštanja**
- ✓ **Nedostaci: negativne posledice kontaktnog principa,**
- ✓ **Industrijske konstrukcije kontaktnih senzora: jednokontaktne i matrične kontaktne senzori**



Prosti elektrokontakt senzori

- ✓ **Veoma rasprostranjeni zbog jednostavne konstrukcije i relativno visoke tačnosti**
- ✓ **Pripadaju grupi senzora diskretnog dejstva**
- ✓ **Ugrađuju se u :**
 - **Više merne pribore koji se koriste za automatsku kontrolu većeg broja karakteristika kvaliteta na složenim mernim predmetima**
 - **Kontrolno-upravljajuće sisteme na mašinama alatkama**
 - **Kontrolno-selektivne automate**
 - **NUMM i merne robote**

Slika 8.40 – Princip dejstva jednokontaktnog električnog senzora



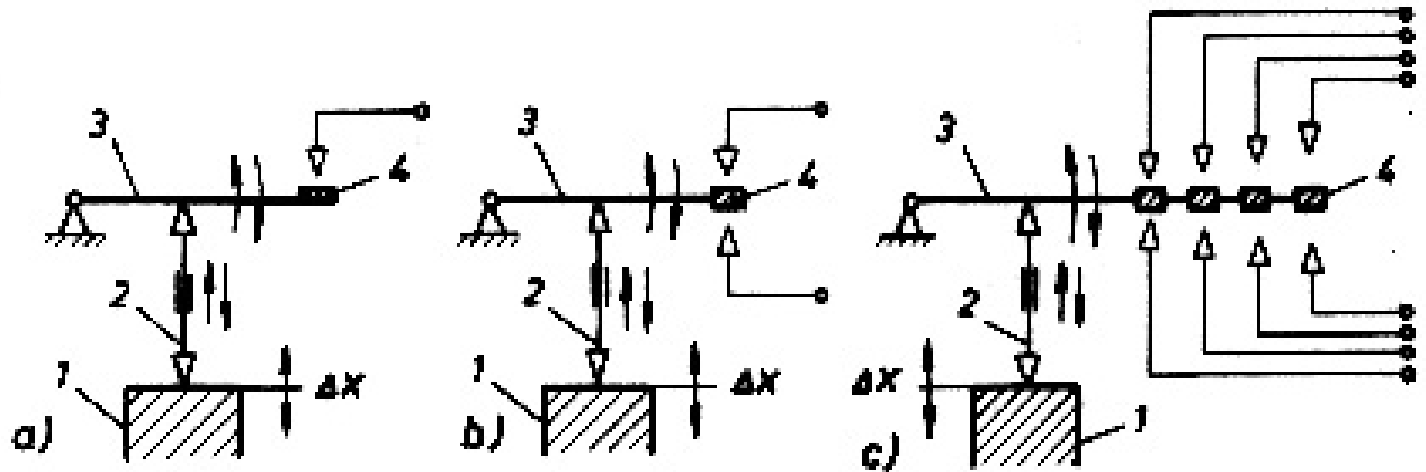
Sl. 8.40. Princip dejstva jednokontaktnog električnog senzora



Kontrolni automat - osnove

- ✓ Kontrolni automat – atributivna kontrola karakteristika kvaliteta
- ✓ Takođe i za merenje numeričkih vrednosti karakteristika kvaliteta kada se poveže sa pokazivačkom jedinicom
- ✓ Mogu biti sa jednostrukim, dvostrukim i višestrukim kontaktima, slika 8.42

Slika 8.42 Primeri elektrokontaktnih senzora



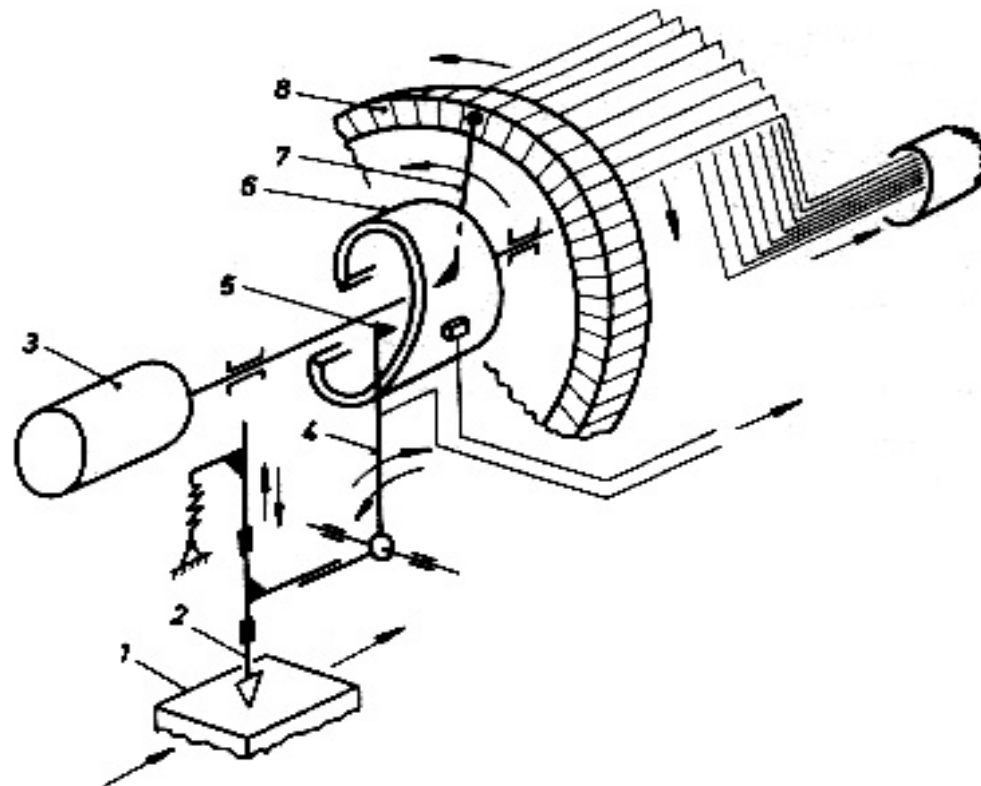
Slika 8.42. Primeri elektrokontaktnih senzora sa jednostrukim (a), dvostrukim (b) i višestrukim kontaktima (c)



Elektrokontaktni senzor kao kontrolno-selektivni automat

- ✓ **Selekcija delova u veliki broj selekcionih grupa, čak do 50**
- ✓ **Intervali grupe 1-2 mikrometra**
- ✓ **Čeona površina kontaktnog elementa ima oblik Arhimedove spirale**
- ✓ **Vreme kontrole je 1 sekunda**
- ✓ **Konstrukcije: Sigma, Sheffield, C. Mahr, ...**

Slika 8.43 – Elektrokontaktni senzor u kontrolno-selektivnim automatu



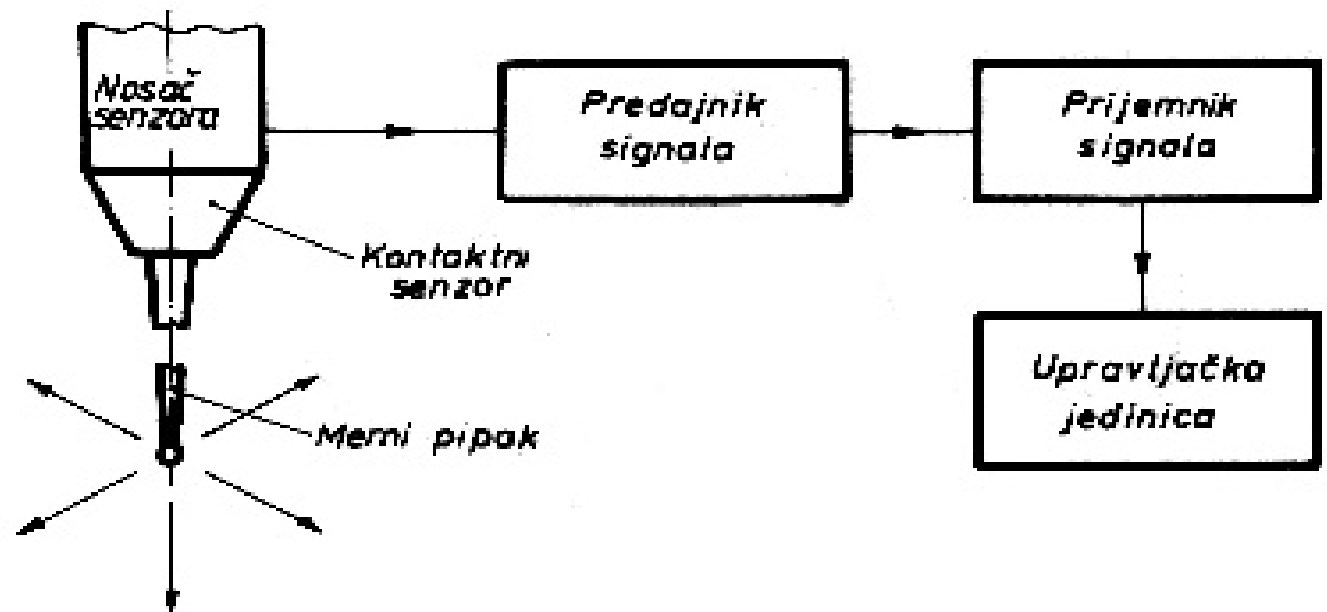
Sl. 8.43. Šema elektrokontaktnog senzora u kontrolno-selektivnom automatu



Primena elektrokontaktnih senzora kod NUMM

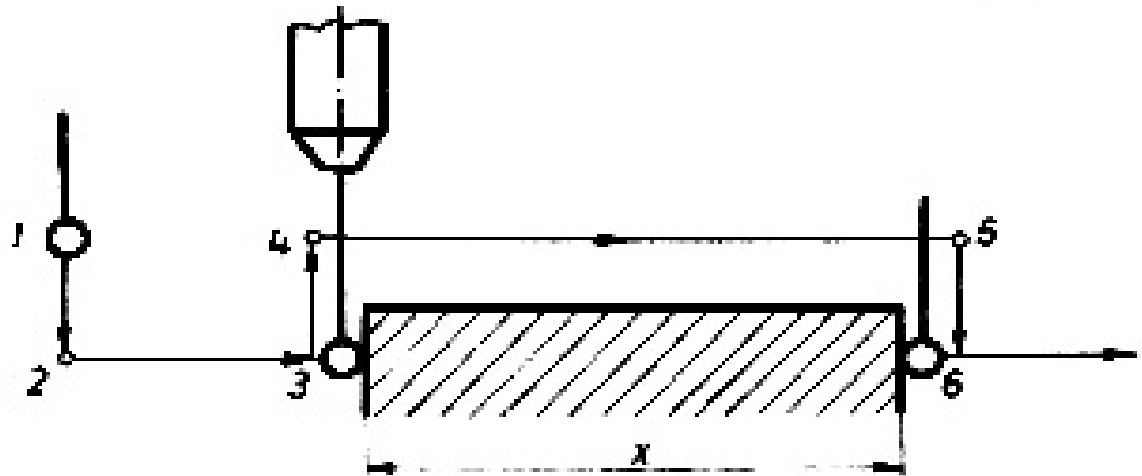
- ✓ **Primena kod: NUMA, NUMM i mernih robota**
- ✓ **Osnovni strukturni elementi EKS kod NUMM, slika 8.45**
- ✓ **Pomeranje mernog pipka pri merenju dimenzije x na NUMM, slika 8.46**

Slika 8.45 Osnovni strukturni elementi EKS kod NUMA(M)



S1.8.45. Osnovni strukturni elementi i jedinice kontaktnog mernog sistema kod mernih mašina i mašina alatki

Slika 8.46 Pomeranje mernog pipka pri merenju dimenzije x



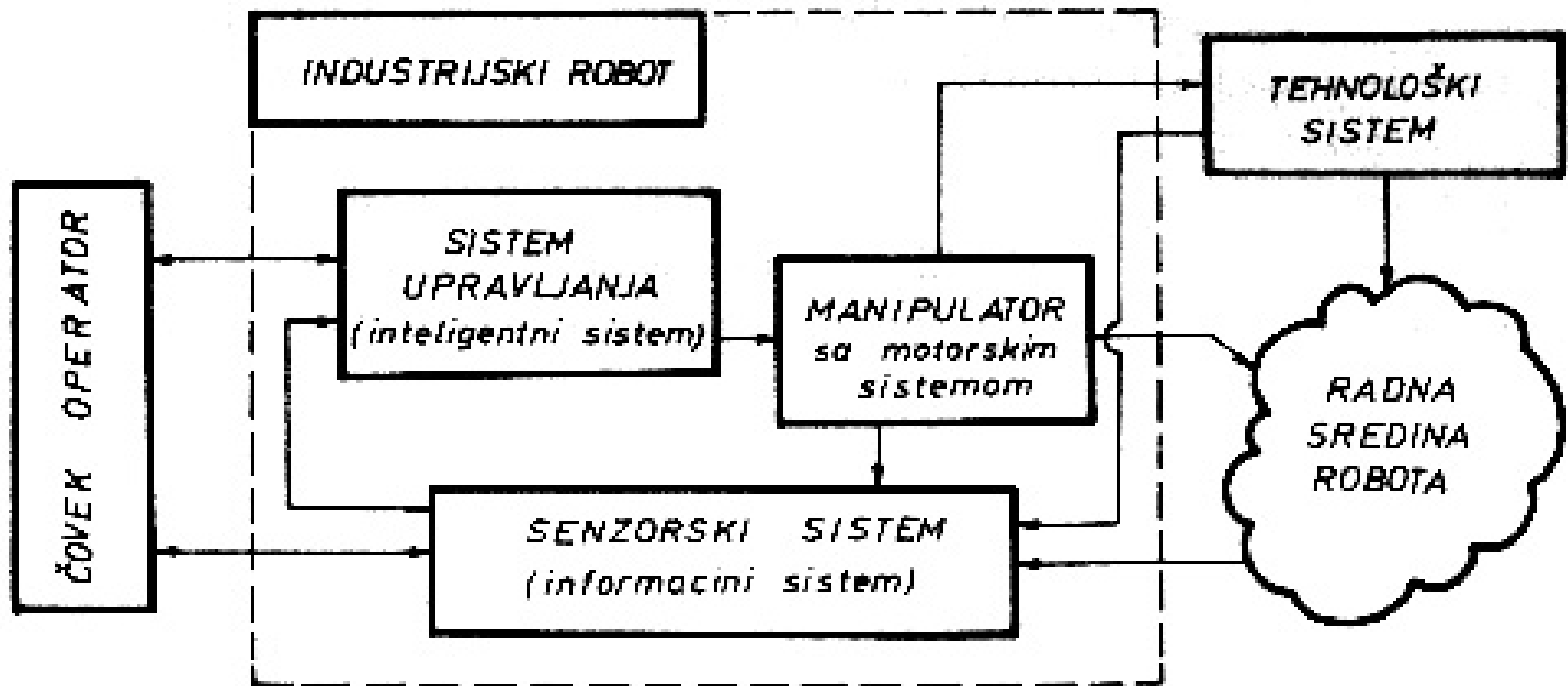
Sl. 8.46. Pomeranje (pozicije) mernog pipka pri merenju dimenzije x



Senzorski sistemi robota

- ✓ **Uloga: jedna od ključnih jedinica i polazna osnova za upravljanje**
- ✓ **Percepiranje: stanja radne sredine, stanja objekata manipulacije, stanja organa robota**
- ✓ **Opšta strukturna šema industrijskog robota, slika 8.68**

Slika 8.68 Opšta strukturalna šema industrijskog robota



Sl. 8.68. Opšta strukturalna šema industrijskog robota



Senzori robota - nastavak

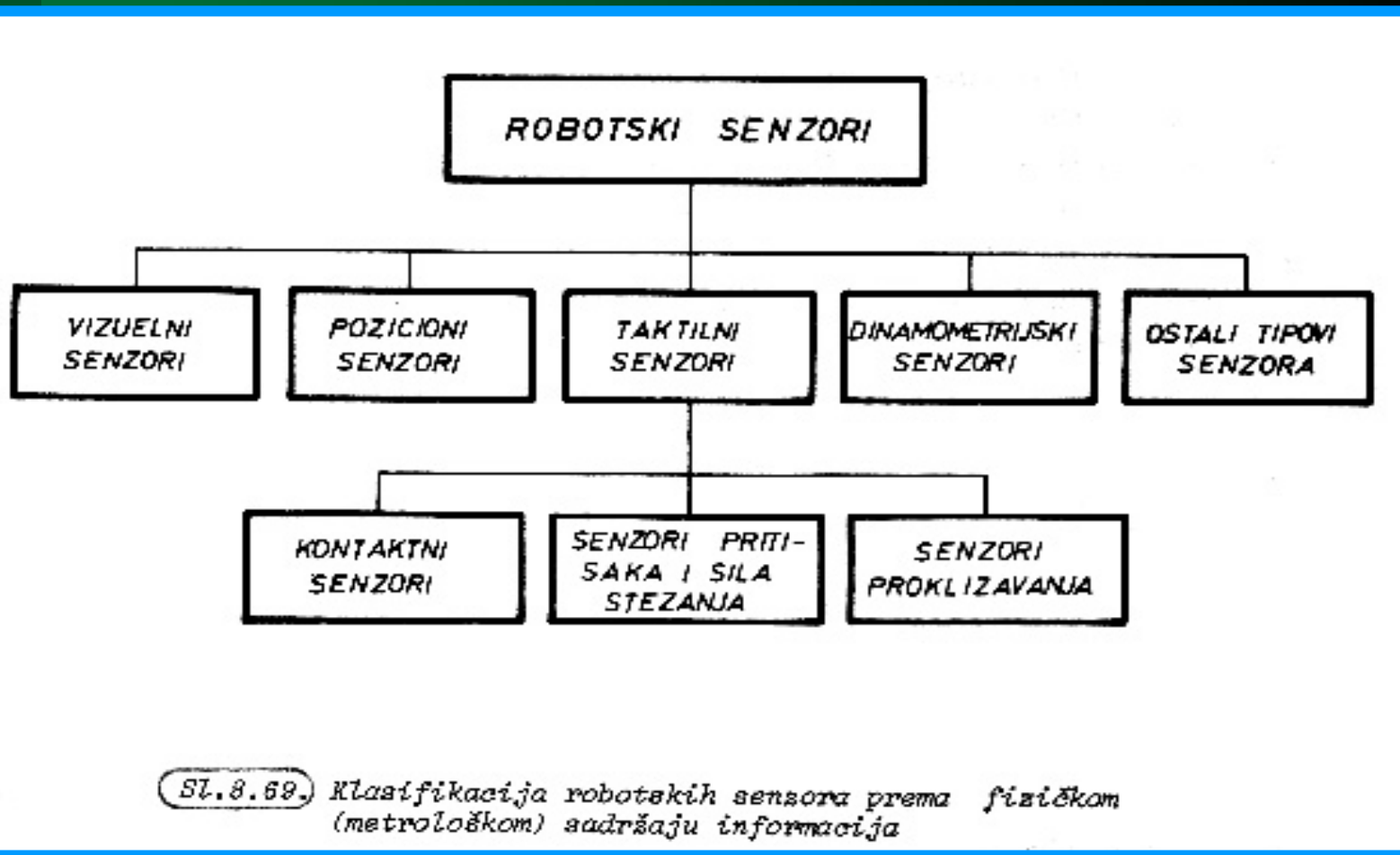
- ✓ Generacije industrijskih robota: prva (programirani roboti), druga (adaptivni) i treća (inteligentni)
- ✓ Podela i karakteristike robotskih senzora:
 - Princip merenja (ranije navedeno)
 - Oblast primene (identifikacija i klasifikacija objekata / kontrola karakteristika kvaliteta proizvoda / upravljanje izvršnim i radnim organima / za tehnološke operacije)



Senzori robota - nastavak

- Priroda odnosa robota i objekta (kontaktni / bezkontaktni senzori)
- Mesta generisanja informacija za senzore (senzori unutrašnjih informacija / senzori spoljašnjih informacija)
- Fizički sadržaj informacija (vizelni ili fotoelektrični senzori, pozicioni ili lokacioni senzori i taktilni (kontaktni, senzori pritiska, sila stezanja, sila proklizavanja)
- Dinametrijski senzori – slika 8.69

Slika 8.69 Klasifikacija robotskih senzora





Hvala Vam na pažnji !

Vaš

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

Mašinski fakultet u Beogradu

P I T A N J A !