

# ОСНОВИ ТЕХНИКЕ СЕНЗОРА

---

- ПОЈАМ СЕНЗОРА
- КЛАСИФИКАЦИЈА СЕНЗОРА
- СТРУКТУРА СЕНЗОРА
- ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ СЕНЗОРА
  - СТАТИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ
  - ДИНАМИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ



ENKODERI



KAPACITIVNI SENZORI

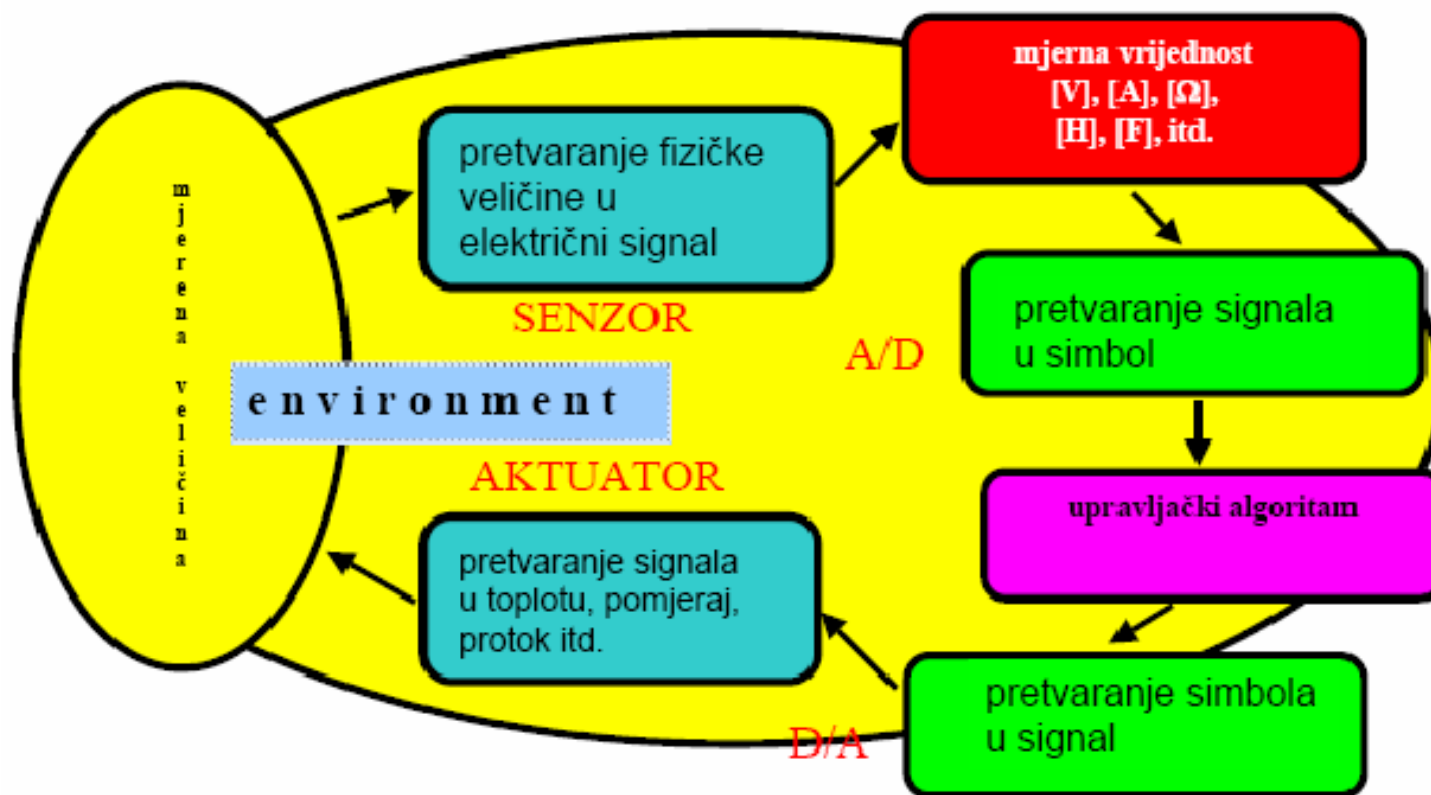


INDUKTIVNI PERVERAČI



ULTRAZVUČNI SENZORI  
UDALJENOSTI

## Uloga senzora u sistemima upravljanja



## ПОЈАМ СЕНЗОРА

За управљање техничким системима од посебне су важности информације о понашању основних параметара: температуре, протока, нивоа, притиска, времена, положаја итд.

На температуру и проток обично отпада више од половине свих мерења која се проводе за потребе управљања.

Табела, која следи, показује расподелу мерења по физикалним величинама у различитим областима управљања.

## МЕРЕЊЕ ТИПИЧНИХ ВЕЛИЧИНА У ПОЈЕДИНИМ ОБЛАСТИМА УПРАВЉАЊА

| ОБЈЕКАТ<br>УПРАВЉАЊА       | ТЕМПЕРАТУРА | ПРОТОК | НИВО | ПРИТИСАК | ПАРАМЕТРИ<br>МАТЕРИЈАЛА | ОСТАЛЕ<br>ВЕЛИЧИНЕ | ЦЕНА<br>ИНФОРМАЦИЈЕ У<br>% ЦЕНЕ САУ |
|----------------------------|-------------|--------|------|----------|-------------------------|--------------------|-------------------------------------|
| ЕЛЕКТРАНЕ                  | 46,3        | 12,9   | 5,7  | 24,2     | 5,0                     | 5,9                | 33                                  |
| ХЕМИЈСКА<br>ПОСТРОЈЕЊА     | 41,0        | 13,6   | 12,6 | 20,3     | 2,9                     | 9,6                | 39                                  |
| ГРАДСКЕ<br>ТОПЛАНЕ         | 69,0        | 2,0    | 2,7  | 8,8      | 2,8                     | 14,7               | 9                                   |
| ПОЉПОПРИВРЕД<br>НИ ОБЈЕКТИ | 16,7        | 10,5   | 16,2 | 3,2      | 5,5                     | 47,9               | 38                                  |
| КОМАДНА<br>ПРОИЗВОДЊА      | 9,0         | 4,0    | 4,0  | 4,0      | 6,0                     | 63,0               | 10                                  |

## СРЕДСТВА ЗА ДОБИЈАЊЕ ИНФОРМАЦИЈА

Мерни уређаји помоћу којих се у САУ добијају информације су:

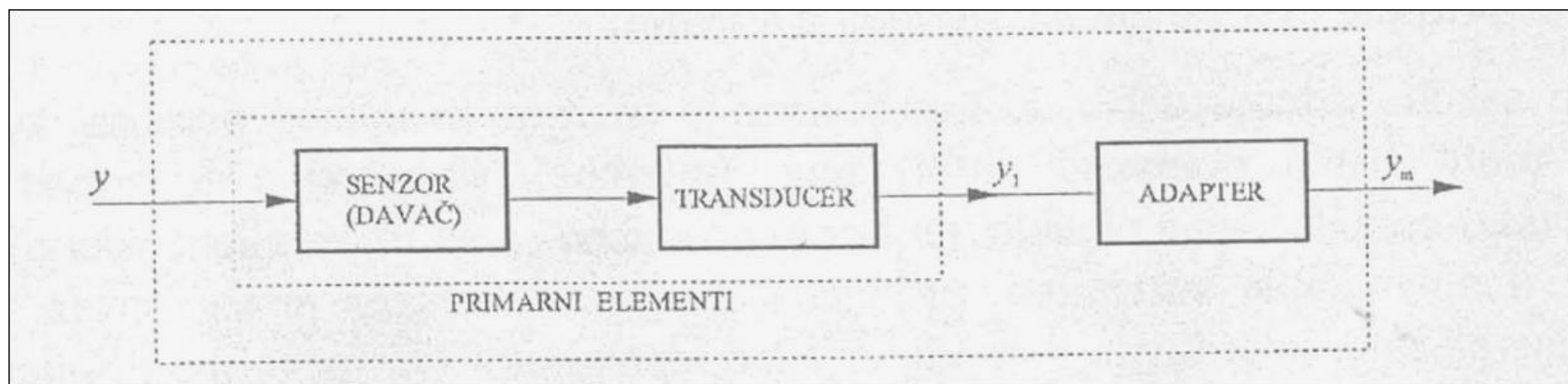
сензори, трансдјусери и мерни претварачи.

- **СЕНЗОР** или давач је примарни осетилни елемент, који претвара физикалну величину  $x'_F$  која је погоднија за мерење. Сензор врши прво претварање физикалне величине у низу претварања која су присутна у сложеним мерним уређајима.
- **ТРАНСДЈУСЕР** претвара мерену физикалну величину  $x_F$  у неки стандардни облик. То је најчешће електрични сигнал, струјни или напонски, а може бити и пнеуматски. Стандардни сигнал из трансдјусера је 0 – 20 mA или 4 – 20mA, пнеуматски је 0,02 – 0,01MPa, а напонски може бити 0–1 mV, 0 -100mV итд.

## СРЕДСТВА ЗА ДОБИЈАЊЕ ИНФОРМАЦИЈА

- **МЕРНИ ПРЕТВАРАЧ (ТРАНСМИТЕР)** претвара физикалну величину у стандардни сигнал. Конструктивно је оспособљен да шаље информацију о мерењу са једног места на друго путем преносних линија или медијума. Мерни претварач састоји се од примарног елемента који процесну величину  $x_F$  претвара у неки погоднији облик  $x'_F$ , те базног елемента (адаптера), који ту величину претвара у информациони сигнал са нормалним обележјима.

## Структура мерног претварача



### КЛАСИФИКАЦИЈА СЕНЗОРА

Подела сензора није једноставна и она се врши у односу на неко њихово својство: врсту излазног сигнала, природу мерене величине, природу излазне величине, принцип рада, унутрашњу структуру, габарите, начин употребе, услове рада или поузданост.

#### ВРСТА ИЗЛАЗНОГ СИГНАЛА:

- аналогни
- дигитални

#### ПРИРОДА МЕРЕНЕ ВЕЛИЧИНЕ:

- топлотни
- механички
- кинематички
- електрични
- временски

ЕЛЕМЕНТИ АУТОМАТСКИХ СИСТЕМА

## КЛАСИФИКАЦИЈА СЕНЗОРА

ПРИРОДА ИЗЛАЗНЕ ВЕЛИЧИНЕ:

- механички
- електрични
- временски

УНУТРАШЊА СТРУКТУРА:

- директни
- компензациони

ГАБАРИТИ:

- нормални
- малогабаритни
- минијатурни

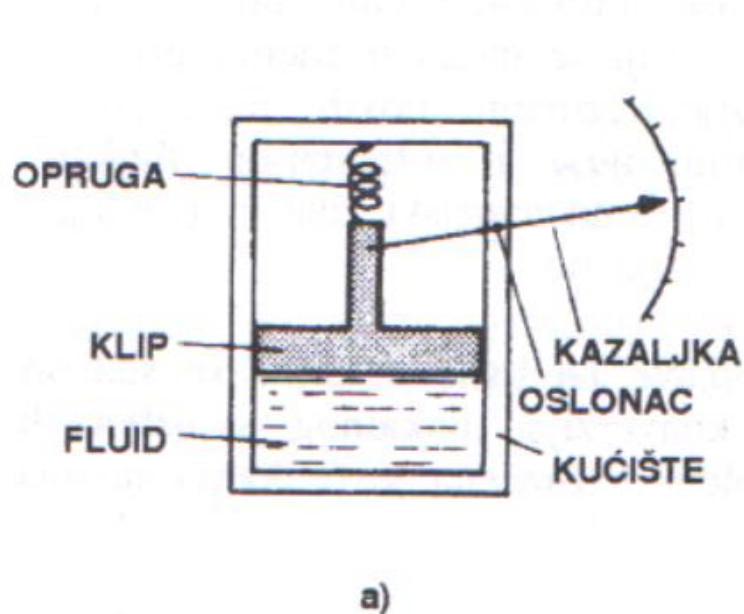
УСЛОВИ РАДА:

- стационарни
- преносни

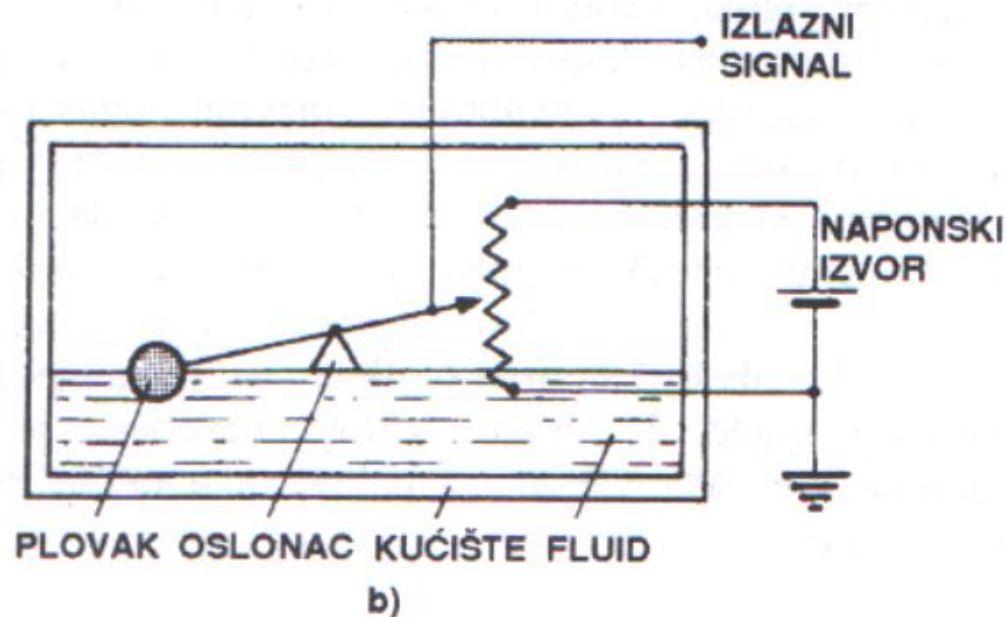
## КЛАСИФИКАЦИЈА СЕНЗОРА

### ПРИНЦИП РАДА:

- пасивни
- активни



a) Пасивни сензор



b) Активни сензор

### СТАТИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

Статичка карактеристика је однос излазне и улазне величине у стационарним условима, што подразумева да су све динамичке промене једнаке нули.

$$y = k \cdot x$$

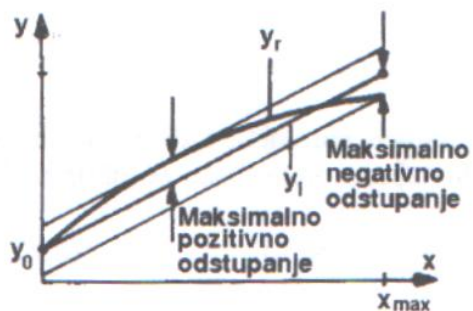
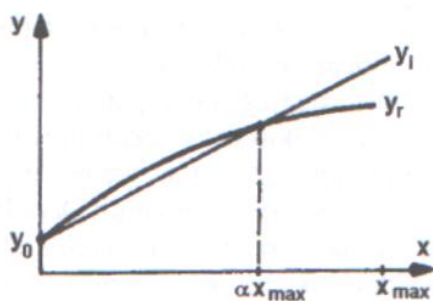
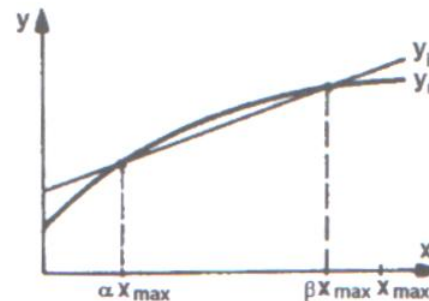
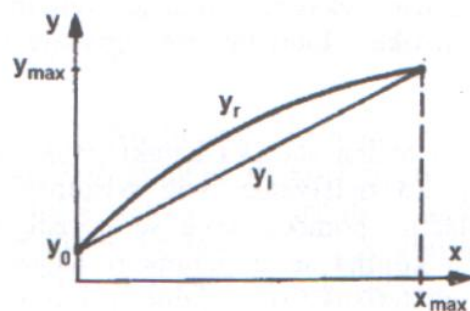
#### Параметри статичких карактеристика:

- 1) Мерно подручје
- 2) Мерни опсег
- 3) Тачност
- 4) Линеарност
- 5) Осетљивост
- 6) Хистерезис
- 7) Мртва зона
- 8) Резолуција

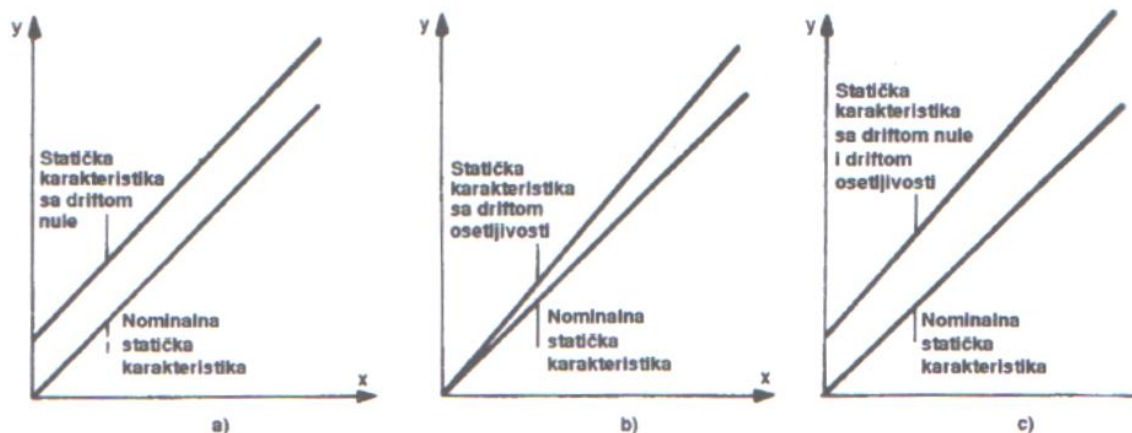
- **Мерно подручје** је скуп података између два одређена репера на скали, 4-20 mA, 0-20 bara или 700- 2000 °C.
- **Мерни опсег** је подручје између два одређена репера која одговарају најмањој и највећој вредности скале (алгебарска разлика тих двеју вредности). 16 mA, 20 bar и 1300 °C.
- **Тачност** карактерише способност сензора да у референтним радним условима даје показивања блиска стварној вредности мерене величине. Најчешће се изражава у односу на мерни опсег нпр.  $\pm 0,1\%$ ,  $\pm 0,5\%$ .

- **Линеарност** говори о подударности реалне  $y_r$  и идеалне статичке карактеристике  $y_i$ .
- **Осетљивост** сензора одређује се за дату вредност мерене величине као однос прираштаја излазне и прираштаја мерене величине.
- **Осетљивост на поремећај** одређује утицај спољних деловања, пре свега температуре, на статичке карактеристике сензора (дрифт нуле и дрифт осетљивости).
- **Хистерезис** је појава неподударања статичке криве добијене за растућу и опадајућу секвенцу улазних вредности.

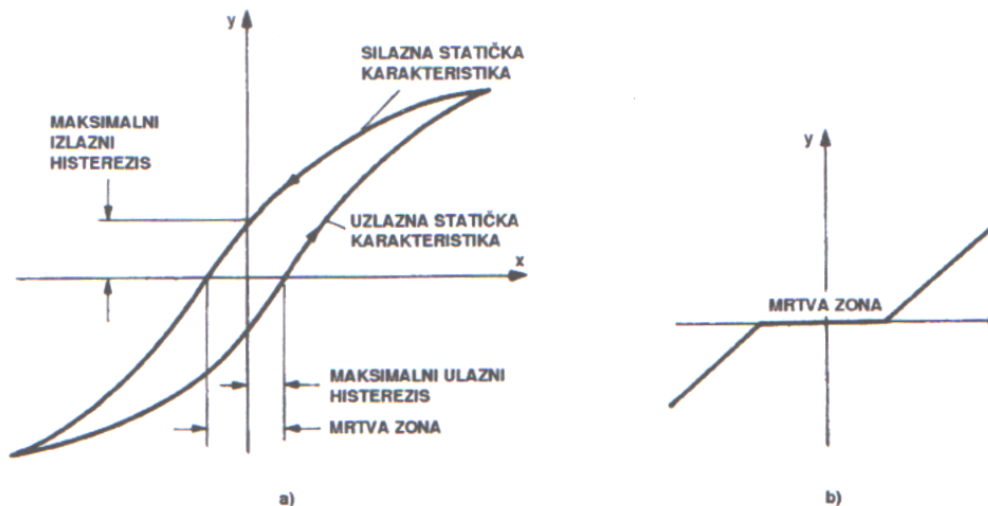
- **Мртва зона** је подручје између две вредности улазне величине када нема никакве промене излазне величине
- **Резолуција** говори колики је минимални прираштај мерене величине који ће изазвати промену индикације на излазу.
- **Праг осетљивости** је минимална вредност улазне величине која ће, при њеном порасту од нуле, изазвати промену индикације на излазу.



## НАЧИНИ ИНТЕРПОЛАЦИЈЕ



а) Дрифт нуле, б) Дрифт осетљивости ц) Укупни дрифт

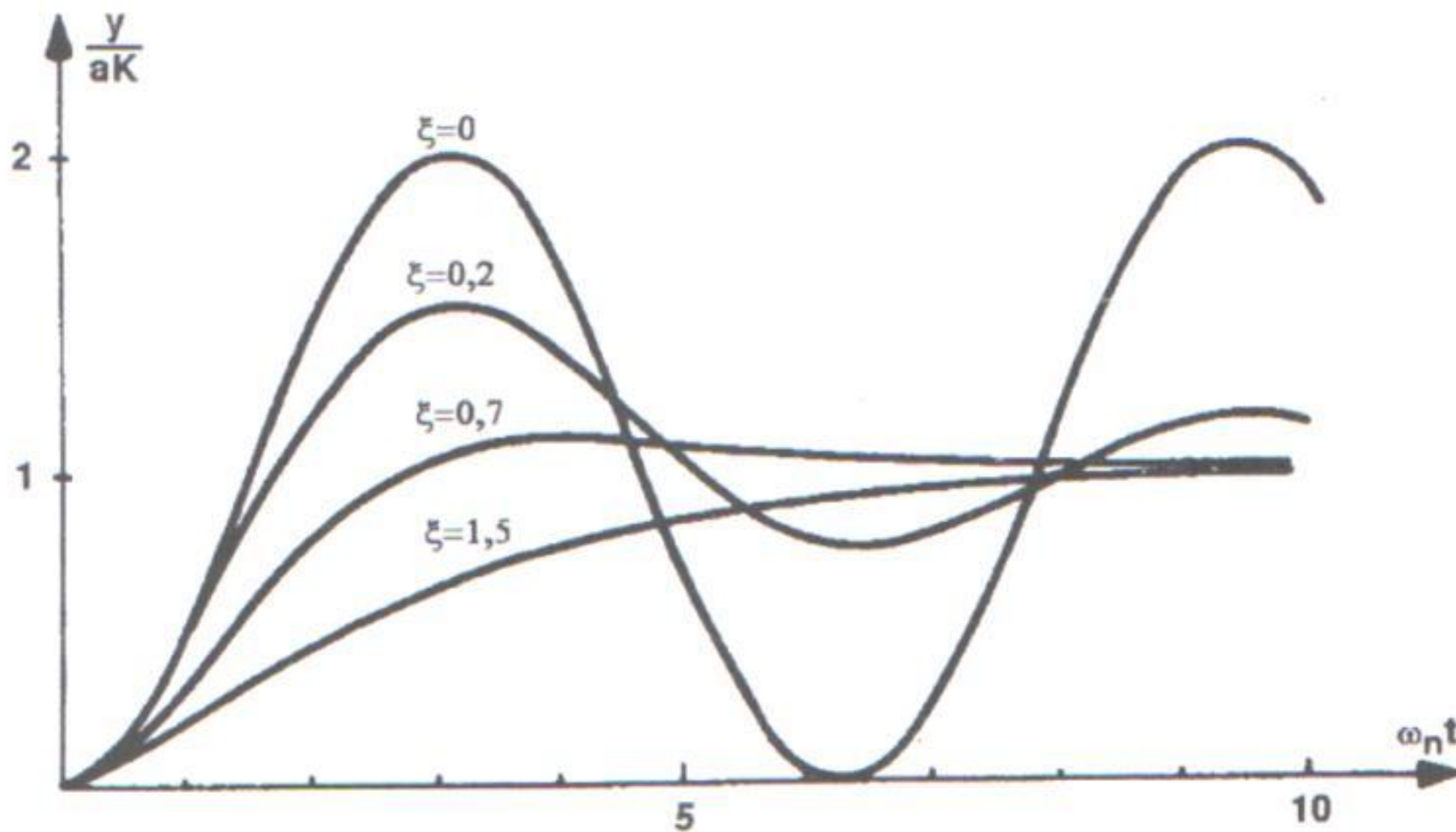


## ДИНАМИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

***Динамичке карактеристике*** описују понашање сензора након што се мерена величина променила па до тренутка када се на излазу поново успостави стационарно стање.

Да би се могли упоређивати различити сензори, на улаз се доводе промене мерене величине у форми типичних функција:

- Скоковита (одскочна, степ) функција;
- Нагибна (рампа) функција;
- Синусна функција.



Slika 8.10. Odziv senzora kao sistema drugog reda na skokovitu promenu ulaza  $x(t) = a \cdot 1(t)$

## ДИНАМИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

### *Параметри динамичке карактеристике у временској Области:*

**Време кашњења** или мртво време је време које протекне од тренутка када се деси скоковита промена на улазу па до тренутка када се индицира излаз.

**Време успона (пораства)  $t_u$**  дефинише се као време потребно да се излаз промени од 10% до 90% новог стационарног стања, и то пре појаве првог прескока.

**Време успостављања стационарног стања** или време смиривања одређује се као време од тренутка када се излаз индицира па до тренутка када излаз доспе унутар дефинисаних граница до +5% коначне стационарне вредности.

## ДИНАМИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

### *Параметри динамичке карактеристике у временској Области:*

**Време степ-одзива  $t_{so}$**  одређује се из одзива сензора на скоковиту промену улаза као време потребно да излаз достигне 95 - 99% новог стационарног стања, и то пре појаве првог прескока.

**Доминантна временска константа  $T_d$**  дефинише се као време потребно да овојница амплитуда прелазног процеса опадне на 37% своје почетне вредности.

**Коефицијент статичког појачања  $K$**  одређује се након јединичне скоковите промене улаза као разлика између новог и старог стационарног стања.

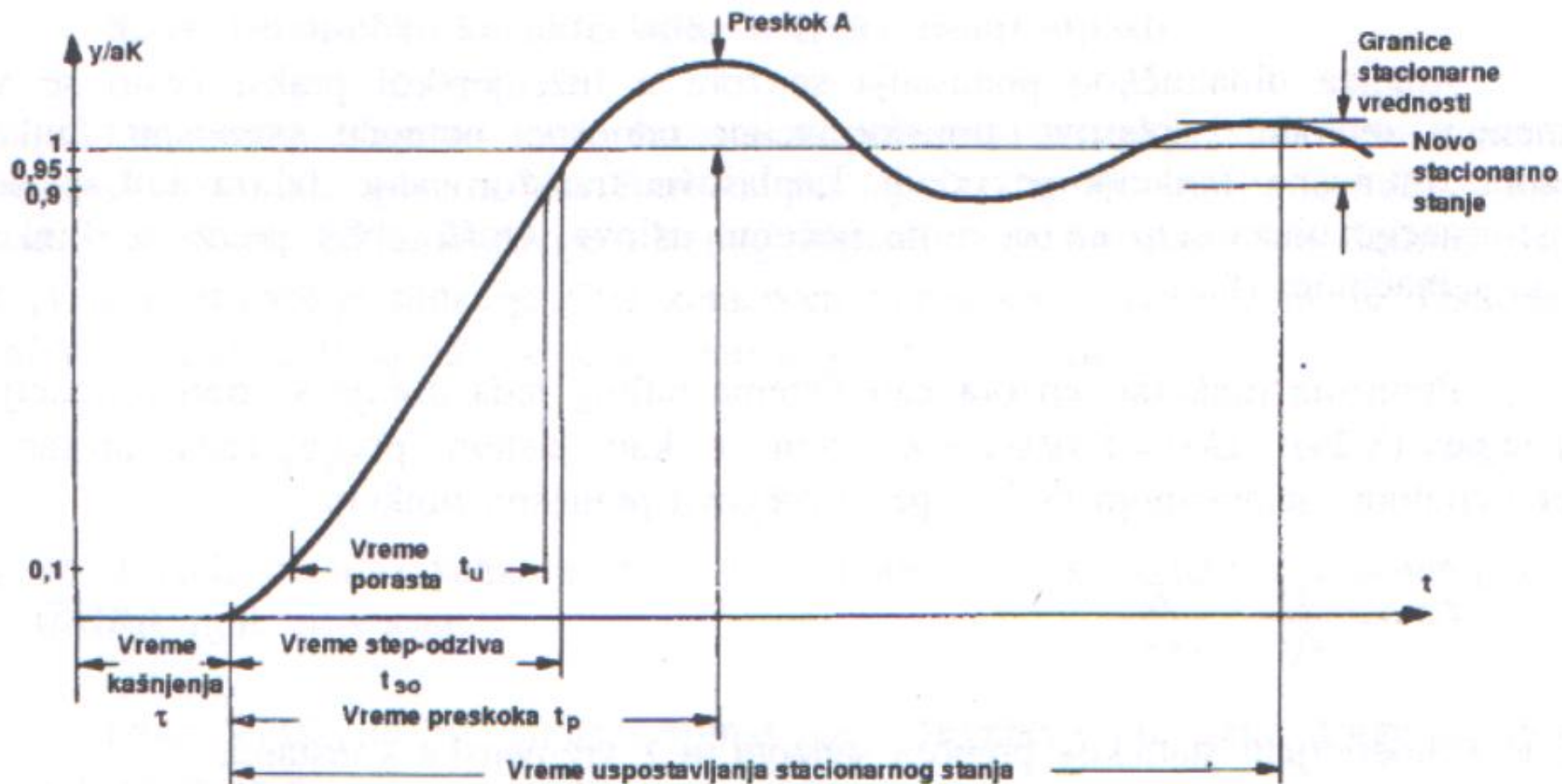
## ДИНАМИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

*Параметри динамичке карактеристике у временској Области:*

**Прескок  $A$**  је максимално надвишење коначног стационарног стања, када је на улазу била скоковита промена у износу пуног улазног опсега. Зато се прескок, било први или други, даје у процентима излазног опсега.

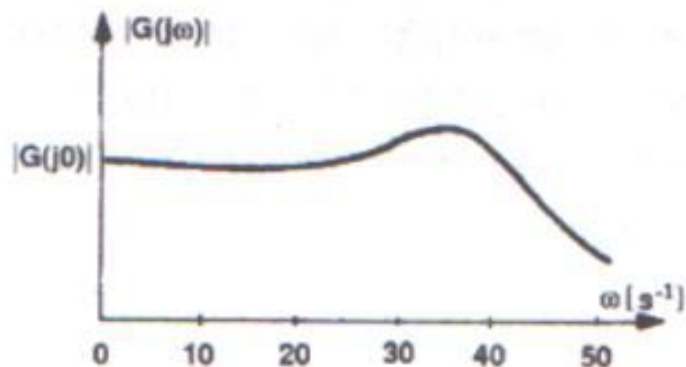
**Време прескока  $t_p$**  је време потребно да одзив достигне први прескок.

**Период осцилација  $T$**  је временски размак између два суседна максимума.

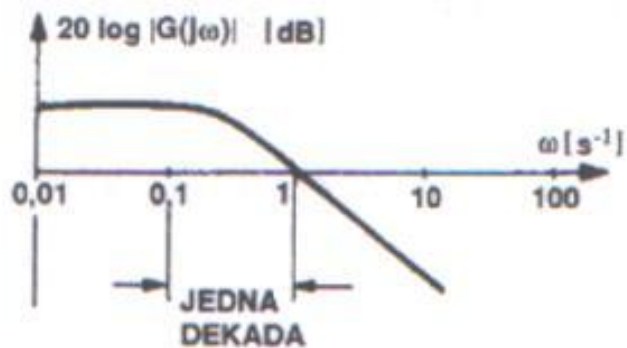
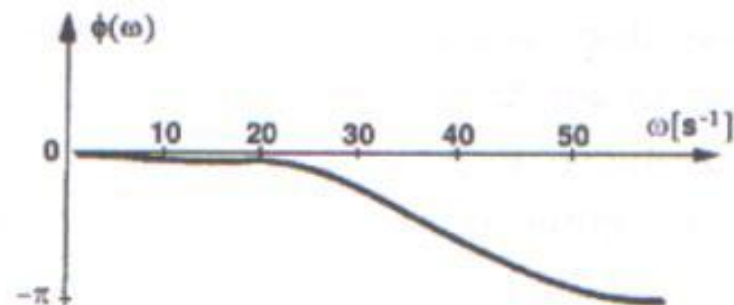


Slika 8.11. Parametri dinamičkog odziva senzora kao sistema drugog reda

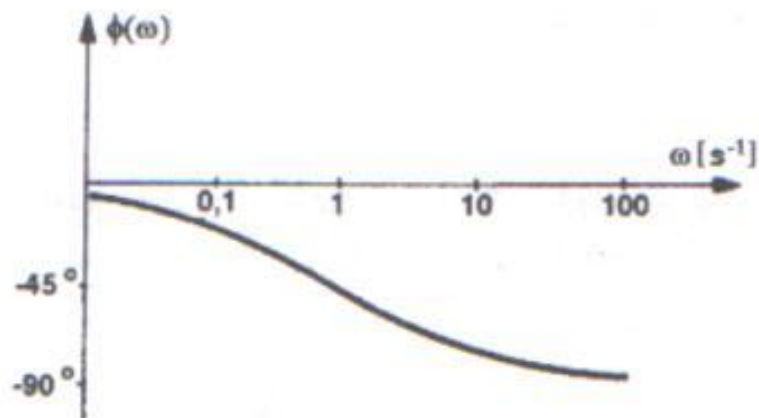
## Динамичке карактеристике у фреквенцијској области:



a)



b)



Slika 8.12. Frekventne karakteristike senzora: a) sa linearnom razmerom na apscisi, b) Bodeov prikaz

# ЕЛЕМЕНТИ АУТОМАТСКИХ СИСТЕМА

