



SENZORI PRITISKA

Definicije pritiska

➤ Definicija iz mehanike

- Kada se kontinuum nalazi u kontaktu sa nekom graničnom površinom, tada normalnu na nju deluje rezultanta svih unutrašnjih sila između čestica kontinuumu. Skalar koji se dobija kao odnos sile F [N] po jedinici površine S [m²]:

$$p = F/S$$

zove se pritisak

➤ Definicija iz teoriji fluida

- Pritisak je lokalno svojstvo fluida i zavisi od visine stuba h [m] fluida iznad date lokacije i gustine fluida ρ [kg/m³], odnosno:

$$p = \rho gh$$

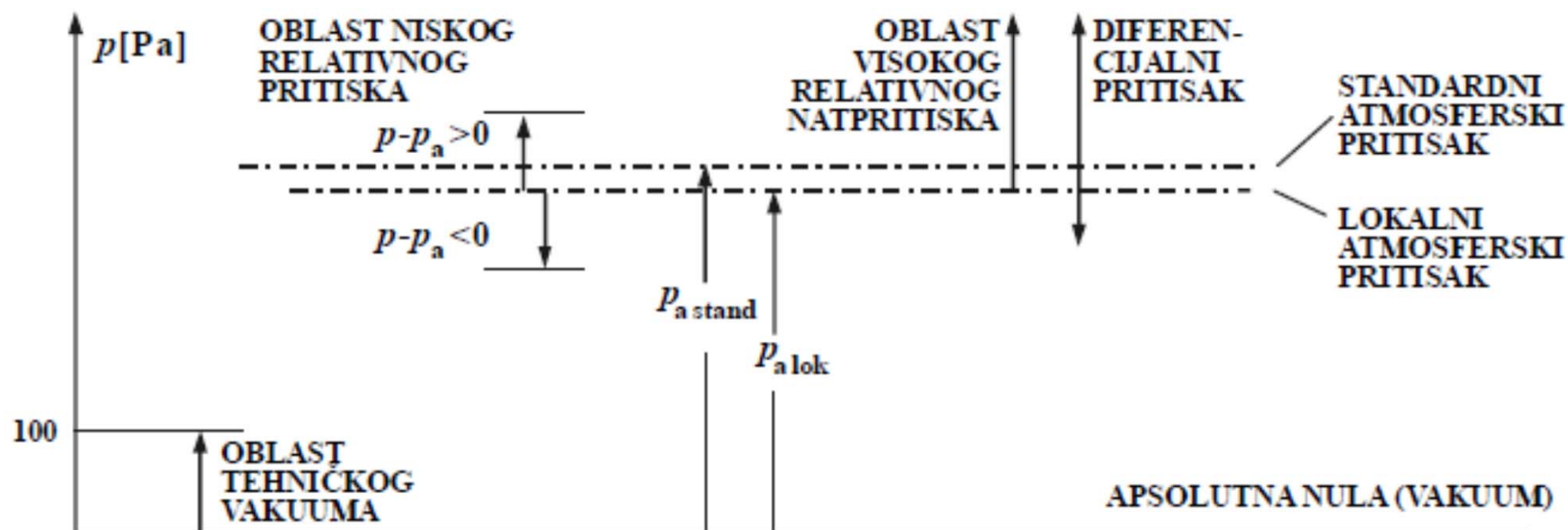
➤ Definicija i pomoću kinetičke teorije gasova

- Pritisak je mera totalne prosečne kinetičke energije E [J=Nm] translatorsnog kretanja N molekula gasa u zapremini V [m³] na temperaturi T [K]

$$p = \frac{2}{3} NkT / V$$

gde je $k = 1,380\,658 \cdot 10^{-23}$ J/K Bolcmanova konstanta

Područje i opseg merenja pritiska



- Jedinica za pritisak je Paskal
- $\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2$
- Paskal je mala jedinica za praktičnu primenu pa zakon o mernim jedinicama i merilima izuzetno dopušta jedinicu $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$, koja je izvan sistema SI

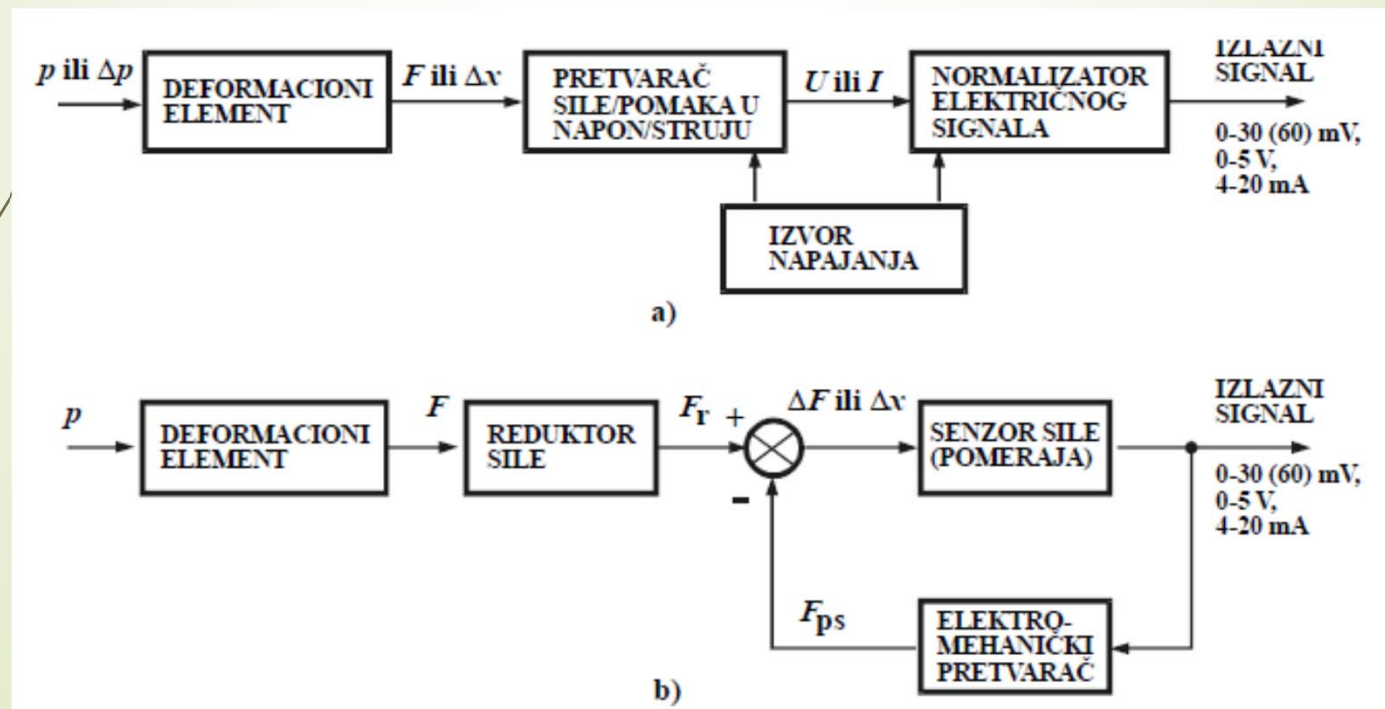
Područje i opseg merenja pritiska

Pritisak se meri u rasponu $0 - 10^{10}$ Pa. Razlikuju se četiri merna područja, sa opsezima koji zavise od područja:

- Područje apsolutnog pritiska - razlika između pritiska u specificiranoj tački fluida i pritiska apsolutne nule, koji ima vakuum. Opseg niskog apsolutnog pritiska (tehnički vakuum) meri se u opsegu $10^{-10} - 100$ Pa.
- Područje atmosferskog (barometarskog) pritiska (p_a) - standardna vrednost $p_{a\text{ stand}}$ odgovara visini stupca žive od 760 mm, na nivou morske površine, pri temperaturi od 0 C, gustini žive $\rho_z = 13\,595,1 \text{ kg/m}^3$, standardnoj gravitaciji $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$ ($p_{a\text{ stand}} = 101325 \text{ Pa} = 1,01325 \text{ bar}$)
- Područje diferencijalnog pritiska: razlika između dva pritiska $\Delta p = p_1 - p_2$
- Područje relativnog pritiska, kao poseban slučaj diferencijalnog, označava da je jedan pritisak atmosferski. Razlikuje se područje malih relativnih pritisaka u odnosu na lokalni atmosferski (potpritisak $p - p_a < 0$ i natpritisak $p - p_a > 0$ u opsegu $0 - 2\,500 \text{ Pa}$) i područje visokog relativnog pritiska (natpritiska) u opsegu $0 - 10^{10} \text{ Pa}$

Struktura senzora pritiska

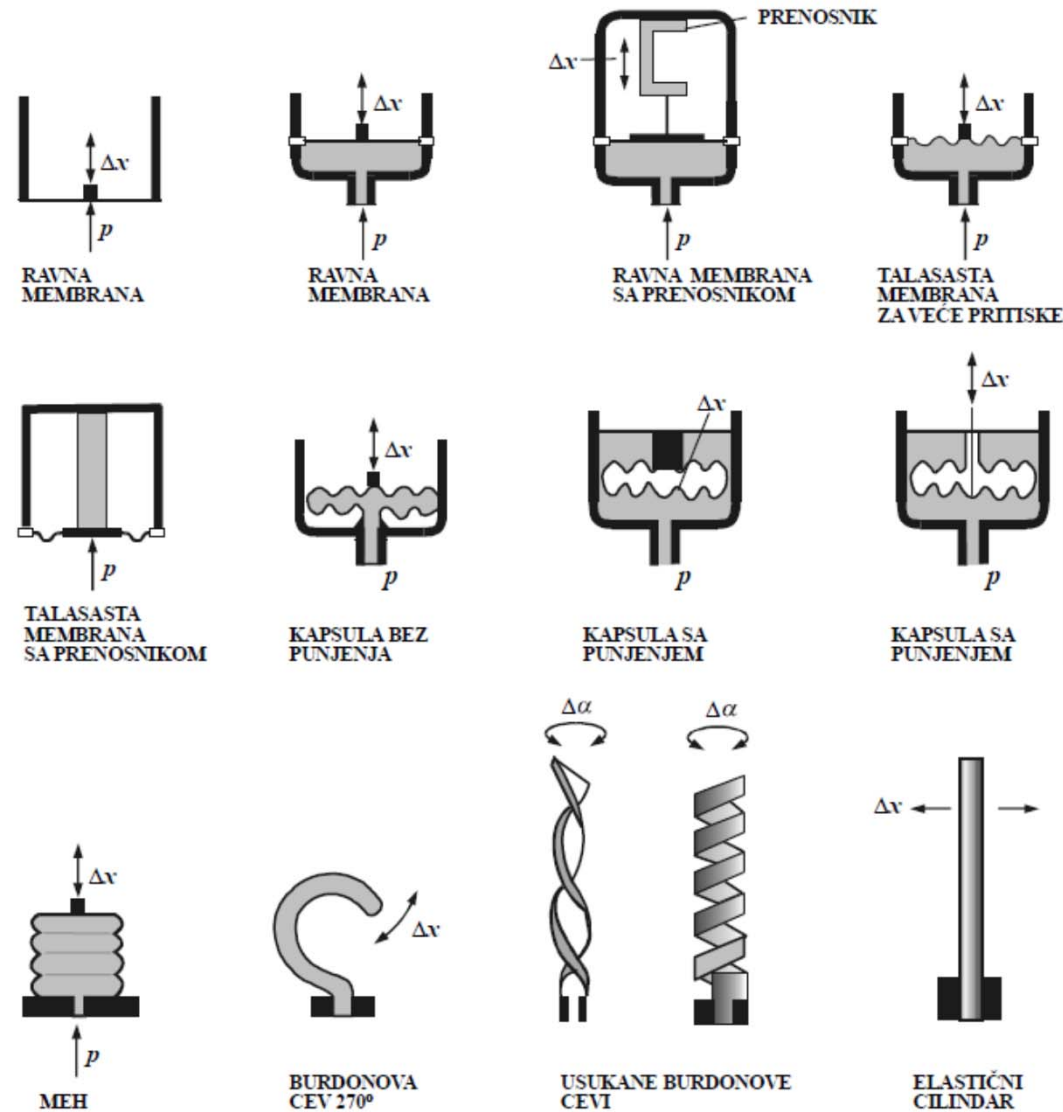
- Senzori pritiska su direktnog tipa a) ili kompenzacionog tipa b)
- Zajednički element u oba slučaja je primarni osetilni element koji pretvara pritisak p ili razliku pritiska Δp u silu F . To je elastični element, koji pod delovanjem sile F trpi deformaciju – pomak Δx .



Deformacioni element

- Od njegove tačnosti zavisi tačnost celog uređaja.
- U praksi se najviše primenjuju membrane, cevi i mehovi.
- Membrane su pogodne za merenje pritiska od najnižih pa do najviših vrednosti, cevi se primenjuju za merenje relativnog natpritiska 0 – 1 bar pa do 10 000 bar , a mehovi za manje relativne pritiske
- Njihovi mnogobrojni oblici, koji se susreću u praksi, nastali su zbog prilagođavanja opsegu i uslovima merenja pritiska
- Najpoznatiji instrument za merenje pritiska ima deformacioni element u obliku Burdonove cevi
 - To je posebno profilisana cev, savijena u luk, na jednom kraju zatvorena, a učvršćena na drugom.
 - Posebnim kinematskim vezama pomeranje slobodnog kraja prenosi se u ugaoni pomak indikacione kazaljke ili se pomoću senzora pomeraja pretvara u električni signal

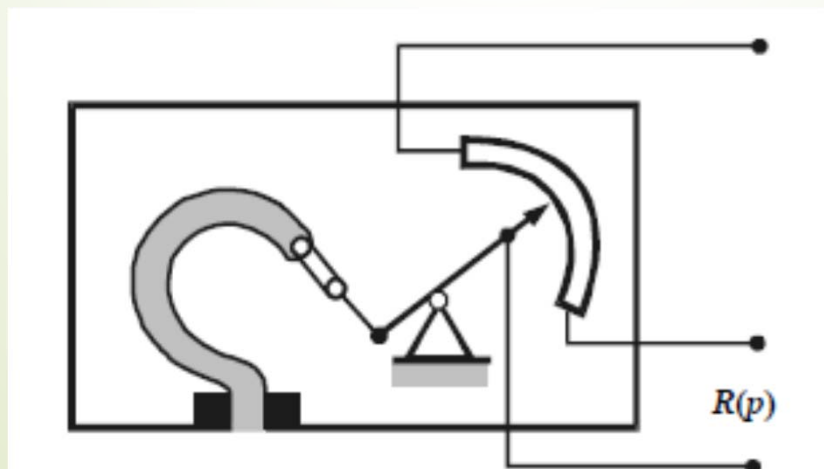
Deformacioni element



Tipični deformacioni elementi kod senzora pritiska

Potenciometarski senzor pritiska

- Deformacija elastičnog elementa može se detektovati pomoću potenciometra
- Osnovne prednosti ovih senzora su: visoka vrednost izlaza (0-100% napona napajanja), za prenos na daljinu nije potrebno pojačavanje ili impedantno prilagođavanje izlaza, pristupačna cena, jednostavnost ugradnje, te mogućnost istosmernog i naizmeničnog napajanja.
- Loše osobine su: velike dimenzije, pojava šuma zbog habanja, sila za pomeranje klizača potenciometra relativno velika zbog trenja
- Ovi senzori primenjuju se za opsege od 30 kPa do 3MPa , pa sve do 100 MPa

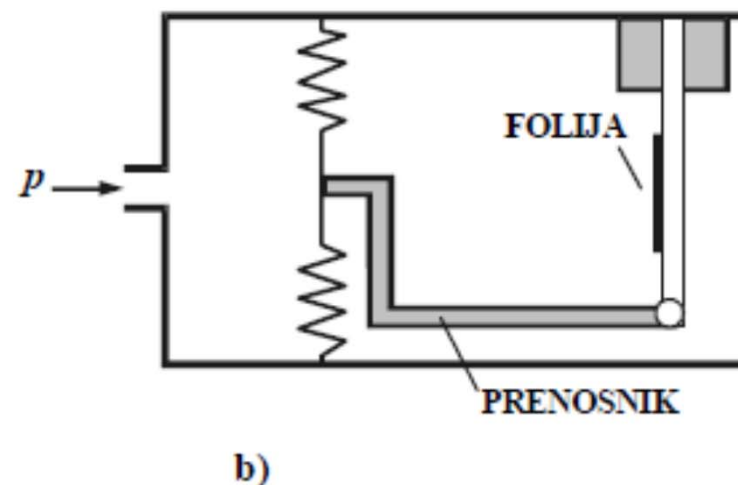
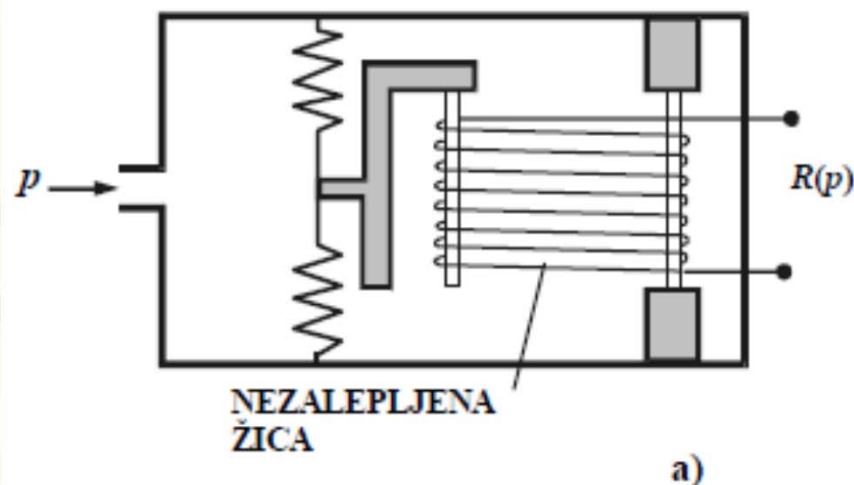


Tenzometarski senzori pritiska

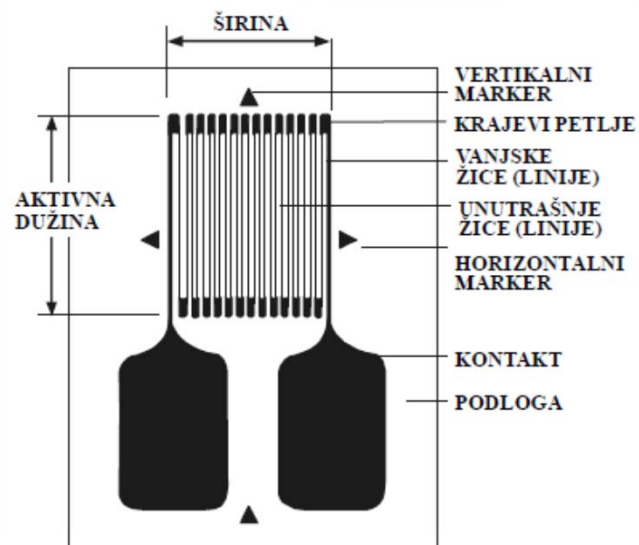
- Tenzoelement (tenzometar, tenzootpornik, rastezna traka, merna traka, strain gage) je pasivni otpornički senzor mehaničke deformacije
- Njegov rad se zasniva na činjenici da se otpor električnog provodnika menja kada je taj provodnik izložen elastičnoj deformaciji $R = \frac{\rho}{S} l$
- Tenzoelement je prvenstveno namenjen merenju površinskih deformacija, kao i posrednom merenju drugih veličina koje mogu izazvati deformaciju
- Tako se tenzoelementi primenjuju u gradnji senzora: pritiska, sile, momenta, ubrzanja, vibracije, nivoa i dr

Tipovi tenzoelemenata

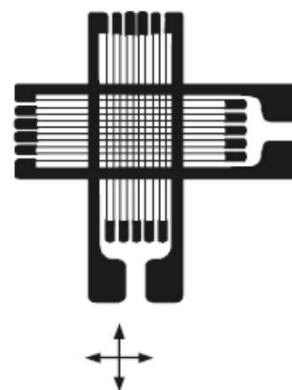
1. Slobodna ili nezalepljena žica (*unbonded wire*) koja je upeta na krajevima - a) . Sa pomeranjem pomičnog dela skeleta dolazi do istezanja ili sabijanja žice
2. Metalni ili poluprovodnički meandar u obliku folije, koja je čitavom dužinom zalepljena na deformacionu površinu (*bonded wire/foil*) - b)
3. Tankoslojni metalni otpornik (thin film) trajno deponovan na deformacionoj površini
4. Poluprovodnički otpornik unesen difuzionim postupkom u deformacioni element od silicijuma. Takav tenzoelement naziva se pjezorezistivni senzor



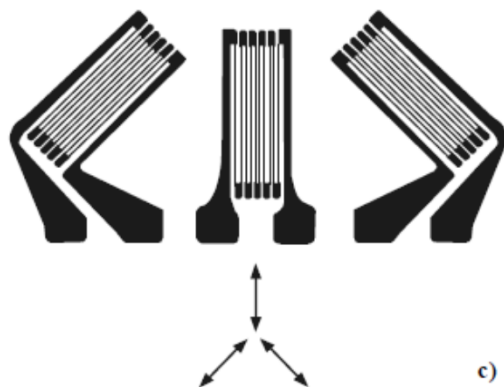
Tipični oblici folijskog tenzoelementa



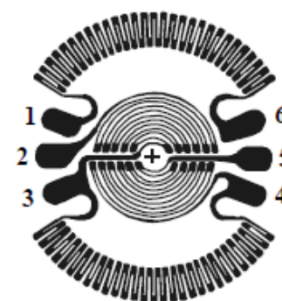
a)



b)



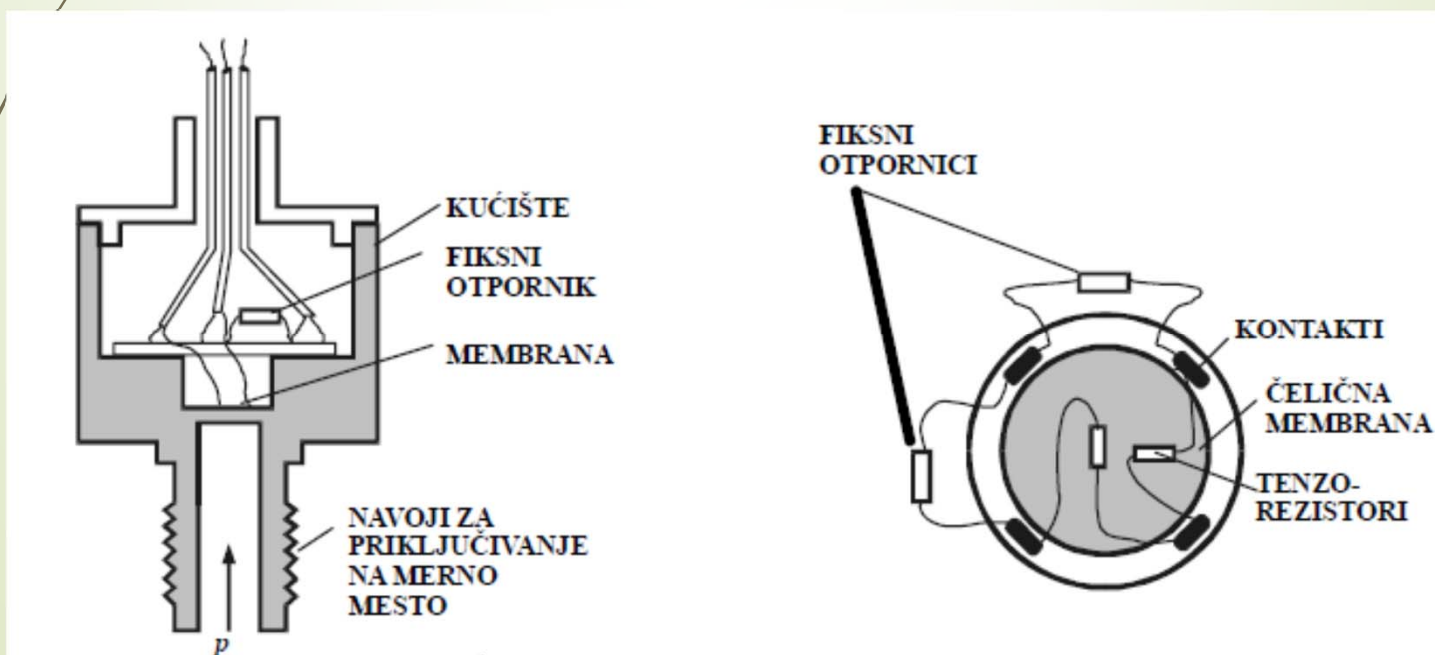
c)



d)

Gradnja senzora pritiska sa tenzootpornicima

- Senzori pritiska na bazi tenzootpornika najčešće se prave sa membranom kao deformacionim elementom
- Najčešće se koriste dva ili četiri tenzootpornika, koji čine polumost ili puni most.
- Za polumosno spajanje potrebna su dva dodatna fiksna otpornika radi kompletiranja mosta.
- Membrana sa tenzootpornicima i kompenzacionskim otpornicima smeštena je u cilindričnom kućištu, koje štiti senzor od temperaturnih, hemijskih, mehaničkih i drugih uticaja okoline
- U kućištu se, pored toga, nalazi pojačavač



Inteligentni kapacitivni sensor pritiska

