

6. SENZORI PRITISKA

6.1. Merne promenljive i merni principi

- Najčešće primene senzora pritiska sa karakterističnim vrednostima, na savremenim motornim vozilima su:
 - Pritisak vazduha u usisnoj grani i pritisak punjenja (od 1 do 5 bara),
 - Pritisak kočne tečnosti u elektropneumatskim kočnim sistemima (10 bara),
 - Pritisak u pneumatsko aktivnim sistemima oslanjanja (16 bara),
 - Sistemi sa nadzorom pritiska u pneumaticima (5 bara),
 - Pritisak u hidrauličkom modulatoru ABS sistema (200 bara),
 - Pritisak u amortizerima, u sistemima oslanjanja (200 bara),
 - Pritisak freona u klima sistemima (35 bara),
 - Pritisak upravljanja u automatskim menjačkim prenosnicima (35 bara),
 - Pritisak kočne tečnosti u glavnom kočnom cilindru i kočnim cilindrima točka u sistemima ESP-a (200 bara),

6. SENZORI PRITISKA

6.1. Merne promenljive i merni principi

- Nadpritisak i potpritisak u rezervoaru za gorivo (0,5 bara)
 - Pritisak u komori za sagorevanje, za nadzor izostanka paljenja i kontrolu detontivnog sagorevanja (100 bara-dinamički pritisak),
 - Pritisak na izlazu pumpe visokog pritiska dizel motora (1.000 bara-dinamički pritisak),
 - Pritisak u zajedničkoj akumulatorskoj cevi (Common Rail) dizel motora (2.200 bara),
 - Pritisak u zajedničkoj akumulatorskoj cevi benzinskih motora sa direktnim ubrizgavanjem (200 bara);
- Merenje pritiska moguće je ostvariti:
- **direktno** (deformacija membrane)
 - **indirektno** (preko senzora sile)

Merni principi

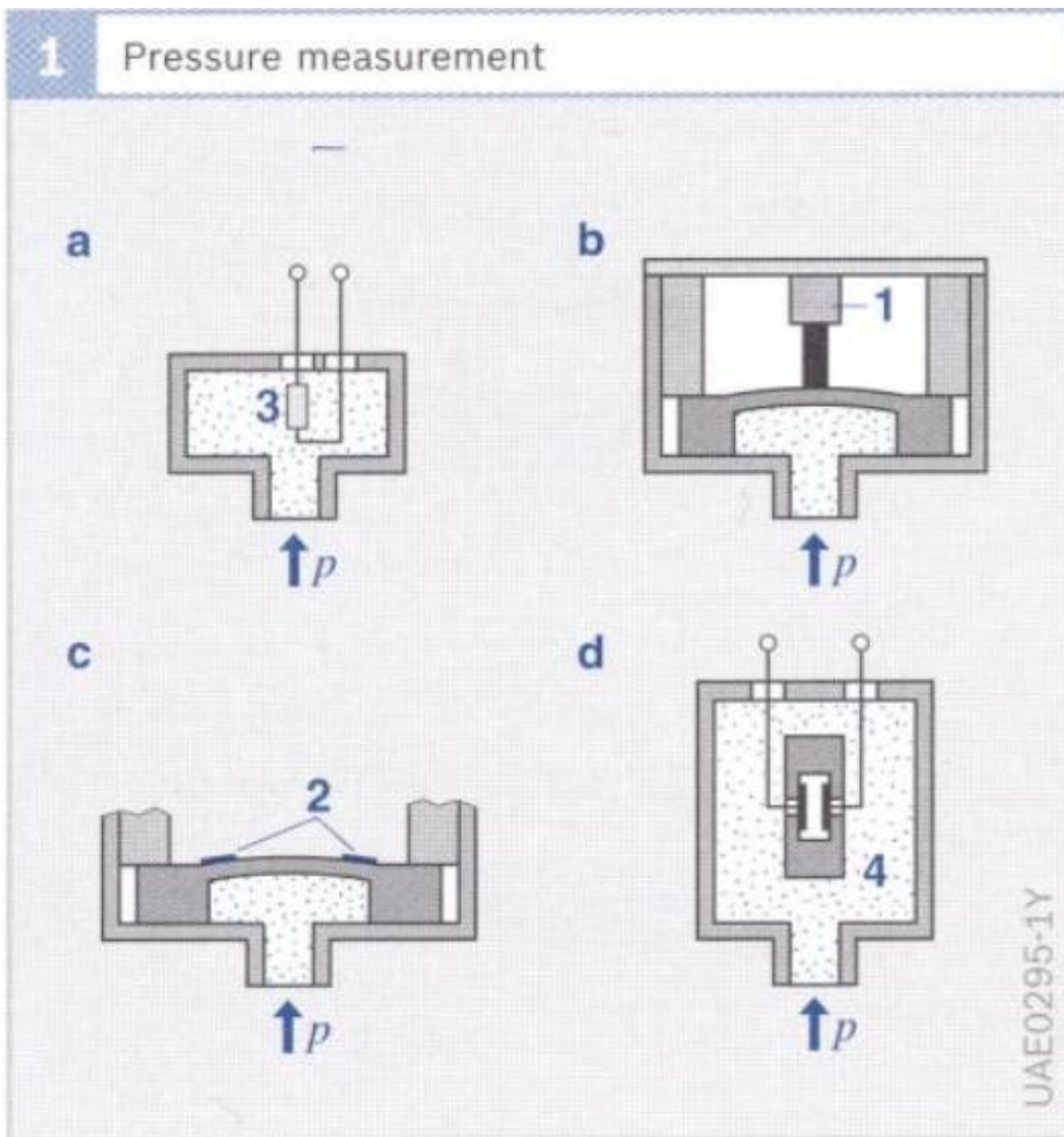


Fig. 1

- a Direct measurement, pressure-dependent resistor (3)
- b Measurement using a force sensor (1)
- c Measurement through diaphragm deformation via strain gage (2)
- d Capacitive measurement using the deformation of a diaphragm cell (4)

Merni principi

a) Direktno merenje pritiska

- Izvodi se pomoću otpornika, čija se otpornost menja sa promenom pritiska (zapreminski efekat otpornika).
- Primenuje se za visoke pritiske (iznad 10^4 bar).
- Nedostatak je temperaturna zavisnost izlazne karakteristike senzora u određenoj meri, usled čega je neophodno implementirati naročitu temperaturnu kompenzaciju.
- Drugi problem predstavlja fizička izvedba, izvođenje i zaptivanje izvoda senzora iz medijuma čiji se pritisak meri.

b) Indirektno merenje pritiska

- Izvodi se pomoću senzora sile, kod kojih membrana svojim pomeranjem pritisak pretvara u silu koju prenosi na senzor sile.
- Merni opseg može ostati konstantan zbog činjenice da je mehanička membrana već izvršila adaptaciju na opseg merenja pritiska.
- Mora se osigurati savršena veza od merne membrane do senzora sile.

Merni principi

c) Membranski senzori pritiska

- Najčešći princip za merenje pritiska ostvaruje se pomoću tanke membrane (dijafragme), koja fizički razdvaja medijum od dela za merenje pritiska.
- Direktna zavisnost vrednosti pritiska uspostavljena je sa deformacijom membrane.
- Zavisno od mesta merenja i opsega pritiska vrši se izbor prečnika, debljine i krutosti membrane.
- U području nižih opsega pritiska, obično se koristi veća dijafragma koja se deformiše od 0,1 do 1 mm.
- Viši pritisci zahtevaju tanje dijafragme i manji prečnik sa deformacijom od svega nekoliko μm .
- Deformacija membrane se registruje na više načina, a najčešći su:
 - Kapacitivno
 - Mehaničkim naprezanjem

Merni principi

d) Kapacitivni senzori pritiska

- Kapacitivni senzori pritiska, iako imaju određene prednosti, prvenstveno u pogledu tačnosti merenja, za razliku od senzora inercije (npr. senzori ubrzanja) veoma se retko koriste za merenje pritiska.
- To je prvenstveno zbog toga što dielektrična karakteristika ovih senzora gotovo uvek utiče na njihovu kalibraciju, a to znači da je pri procesu kalibracije neophodan i radni medijum.
- Iz navedenog razloga složenost tehničkog postupka izrade senzora znatno podiže njegovu cenu.

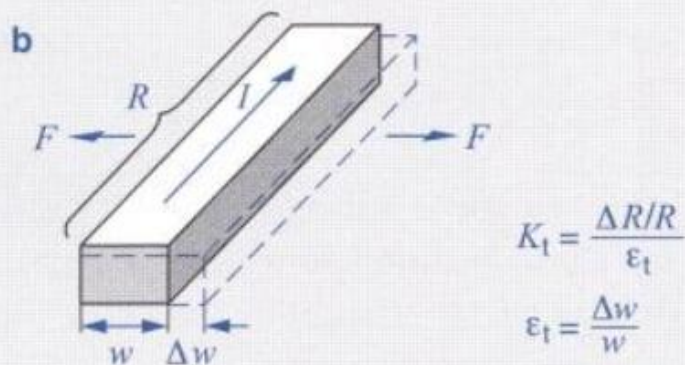
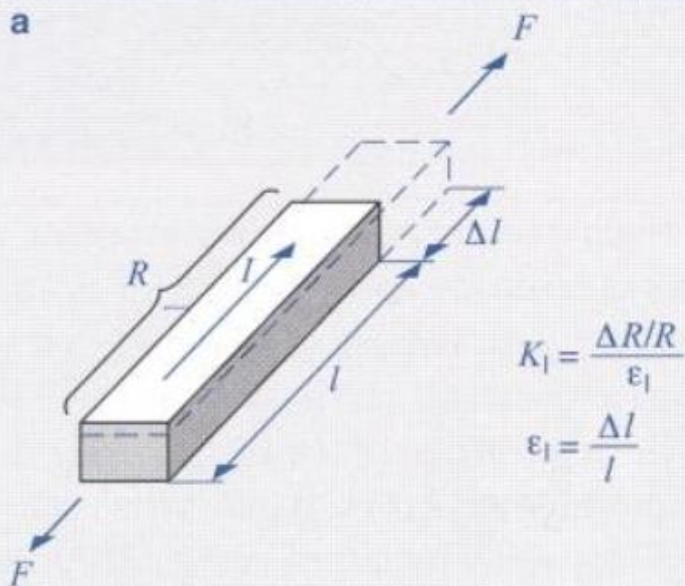
Materijali za membrane

1 Strain gage pick-off and diaphragm material			
Strain gage pick-off	Diaphragm material		
	Ceramics	Metal (steel)	Silicon
Foils ¹⁾ (glued)			
Thick-film			
Metal thin-film		x	
Silicon thin-film		x	
Diffusion resistors			x

$$(1) \quad K = \frac{\Delta R/R}{\Delta l/l} = 1 + 2 \cdot \nu + \frac{dp/\rho}{\varepsilon}$$

Merni principi

2 Gage factor (K), physical quantities



UAE0819Y

Fig. 2

a Longitudinal

b Transverse

F Force

I Current

R Resistance

l Length

w Width

ϵ Elongation

K Gage factor

- Jedan se odnosi na uzdužni K-faktor kada se otpornik proširuje u pravcu struje, a drugi na poprečni K-faktor kada se proširuje poprečno u smeru struje (slika 2).
- Tabela 2 daje pregled tipičnih vrednosti za najvažnije faktore naprezanja.

2 Gage factors (K) for different materials

Material	Gage factors (K)	
	longitudinal	transverse
Foil strain gage	1.6 to 2.0	≈ 0
Thick-film	12 to 15	12 to 15
Metal thin film	1.4 to 2.0	-0.5 to 0
Si thin film	25 to 40	-25 to -40
Si-monocrystalline	100 to 150	-100 to -150

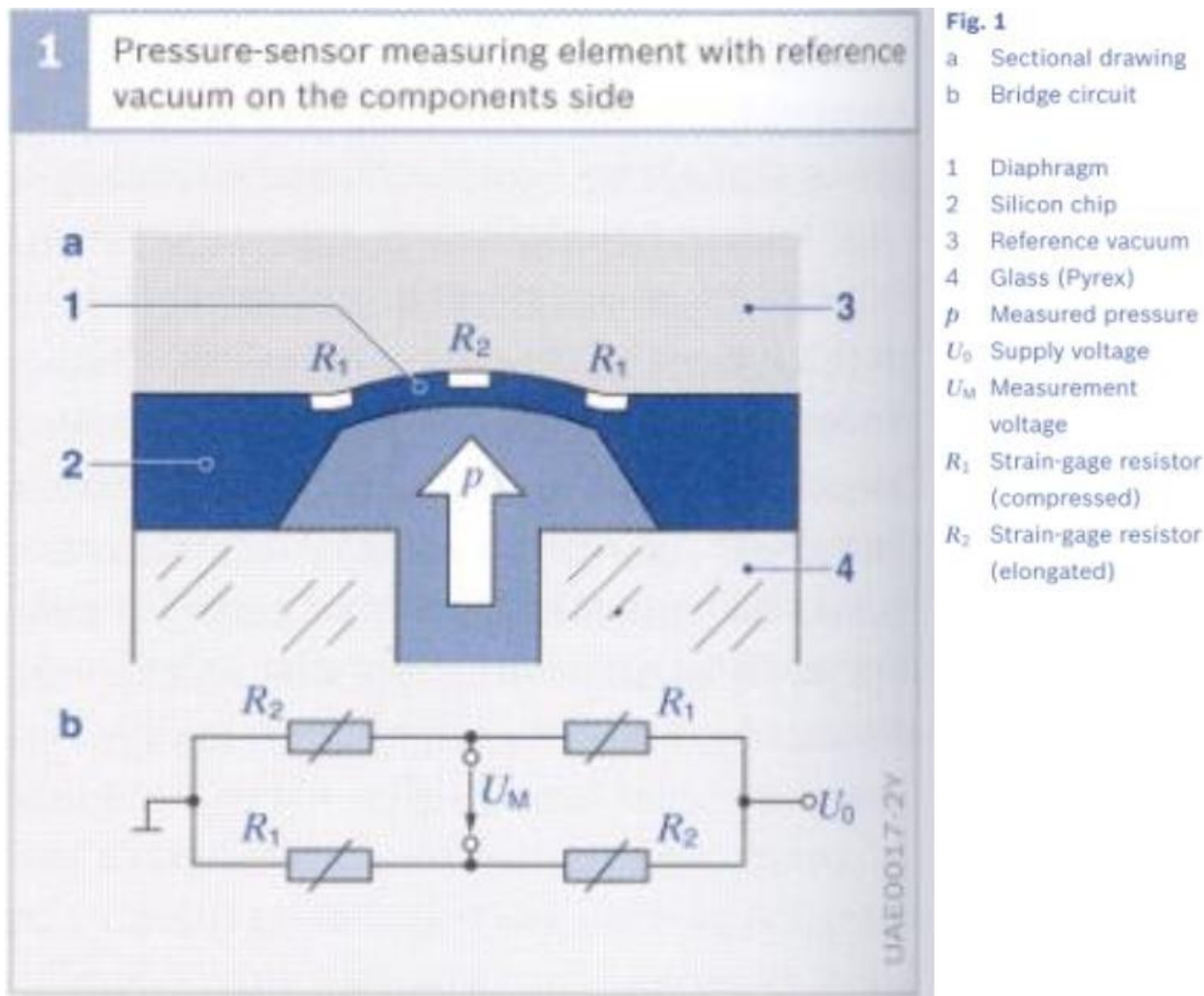
3 Basic sensor types for pressure measurement

Pressure on diaphragm bottom side p_u	Pressure on upper side of diaphragm p_o		
	Measured pressure	Ambient pressure	Vacuum
Measured pressure	Differential pressure	Reference pressure	Absolute pressure
Ambient pressure	Reference pressure	-	Barometric pressure
Vacuum	Absolute pressure	Barometric pressure	-

- Deformacija membrane zavisi od razlike pritiska koji se primjenjuje na njenu gornju i donju stranu.
- To znači da postoje četiri različita osnovna tipa senzora pritiska (Tabela 3):
 - Apsolutni pritisak
 - Referentni pritisak
 - Barometrijski pritisak i
 - Diferencijalni pritisak

Primeri primene senzora pritiska na motornim vozilima

Micromehanički senzori pritiska na motornim vozilima



- Pritisak deluje na silicijumsku membranu na kojoj se nalaze otpornici u mosnom spoju, čija se otpornost menja sa promenom pritiska i koji su izrađeni u mikromehaničkoj tehnologiji.
- U zajedničkom kućištu nalazi se pored senzora i hibridno električno kolo za obradu signala.
- Integrirani senzorski čip je potpuno kalibrisan i prilagođen za primenu u elektronskim sistemima paljenja i ubrizgavanja.
- Usled izuzetno kompaktnih dimenzija pogodni su za ugradnju direktno na usisnu granu.

2 Measuring element of pressure sensor with cap and reference vacuum on the components side (design)

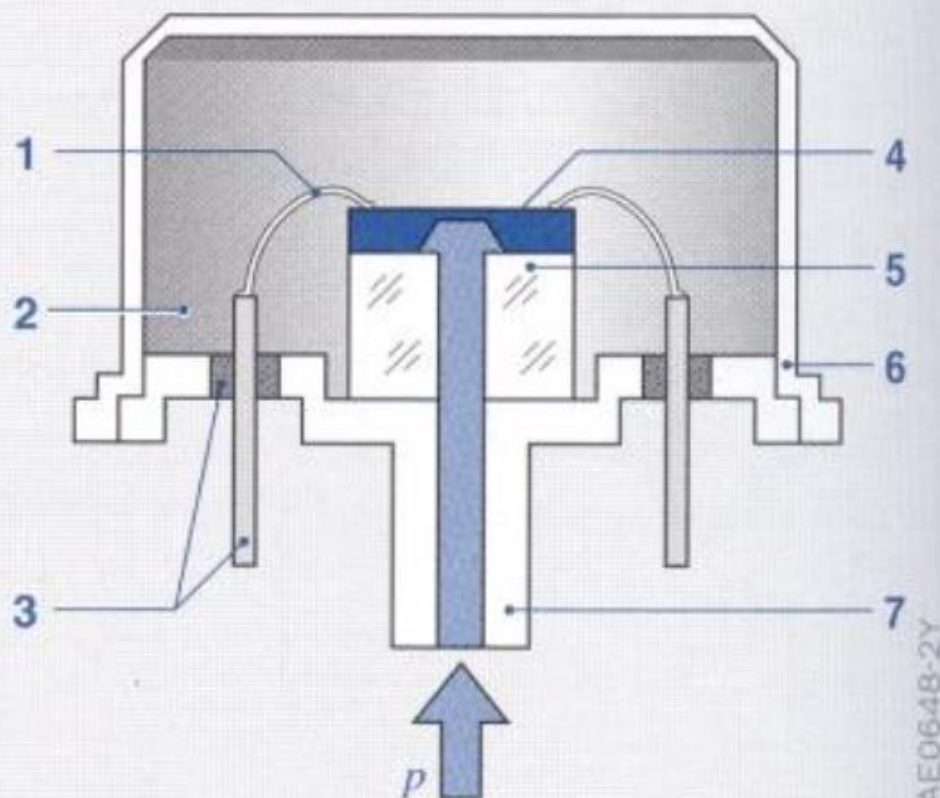


Fig. 2

- 1, 3 Electrical terminals with glass-enclosed lead-in
- 2 Reference vacuum
- 4 Measuring element (chip) with evaluation electronics
- 5 Glass base
- 6 Cap
- 7 Supply for measured pressure p

- Pritisak deluje na silicijumsku membranu na kojoj se nalaze otpornici u mosnom spoju, čija se otpornost menja sa promenom pritiska i koji su izrađeni u mikromehaničkoj tehnologiji.
- Vinstonovo mosno kolo omogućuje veću osetljivost senzora.

3 Micromechanical pressure sensor with reference vacuum on the components side (design)

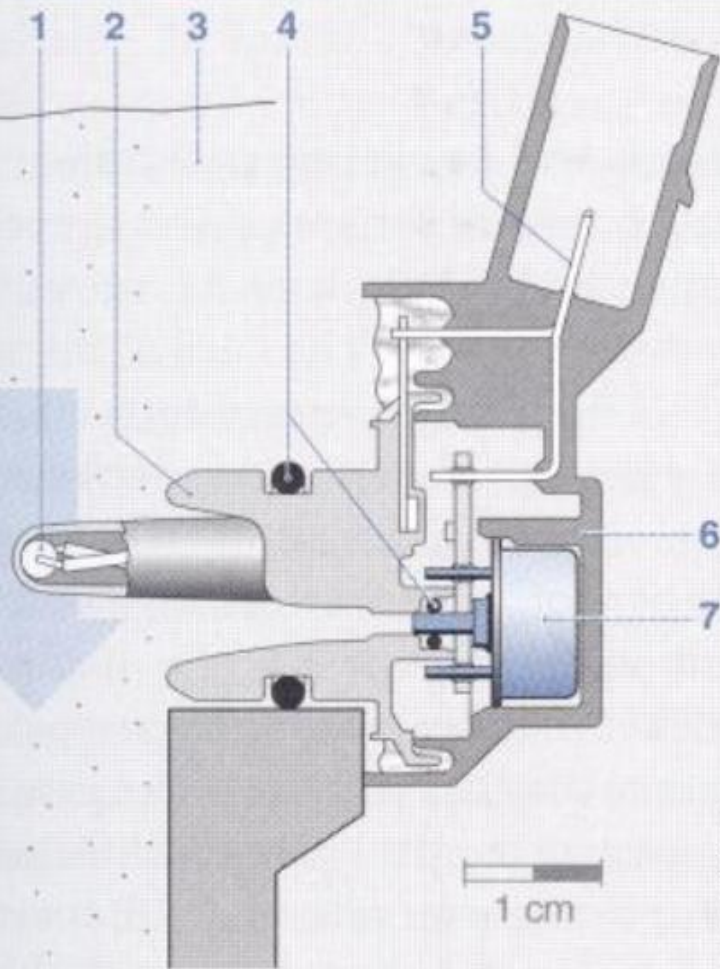


Fig. 3

- 1 Temperature sensor (NTC)
- 2 Housing base
- 3 Manifold wall
- 4 Sealing rings
- 5 Electrical connection (plug)
- 6 Housing cover
- 7 Measuring cell

- Elektronički sklop za kondicioniranje signala je integrisan na čip. Njegova funkcija je da poveća napon mosta, nadoknadi temperaturne promene i linearizira krivu pritiska.
- Izlazni napon je u rasponu od 0 do 5 V i isporučuje se preko električnih priključaka na upravljačku jedinicu motora (Sl. 3, poz. 5).
- Upravljačka jedinica koristi ovaj izlazni napon za izračunavanje pritiska.

4 Micromechanical pressure sensor with reference vacuum in a special chamber (design)

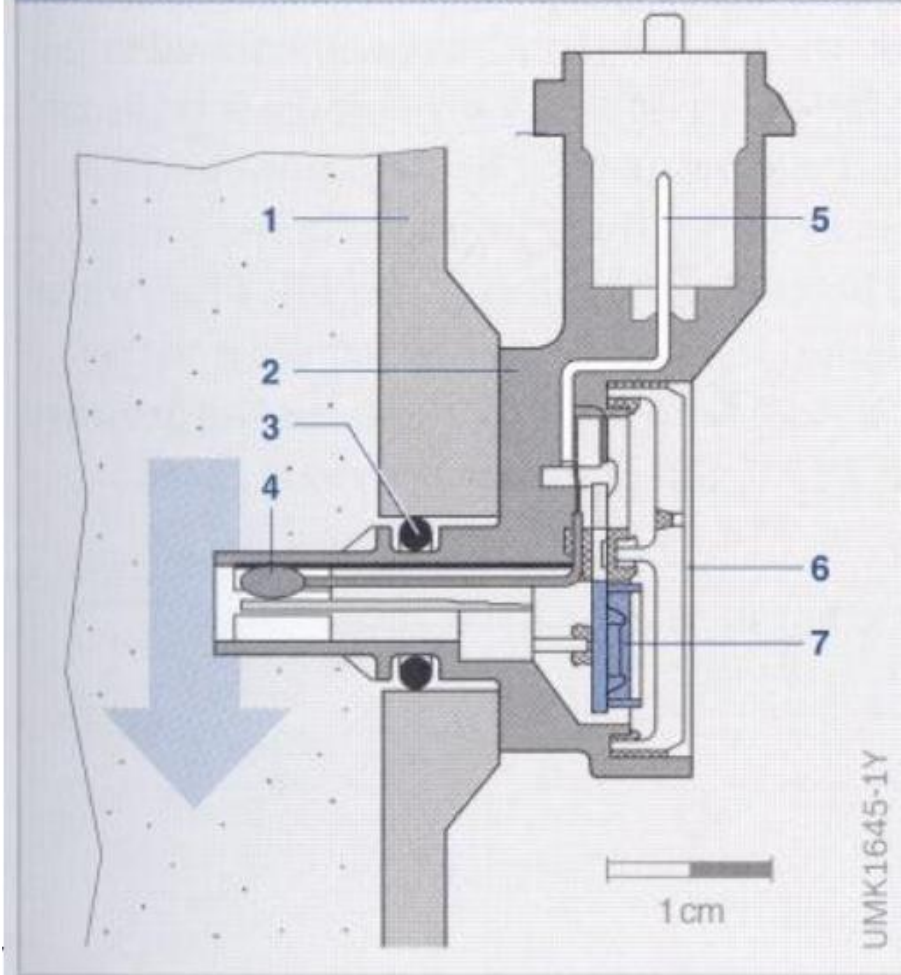
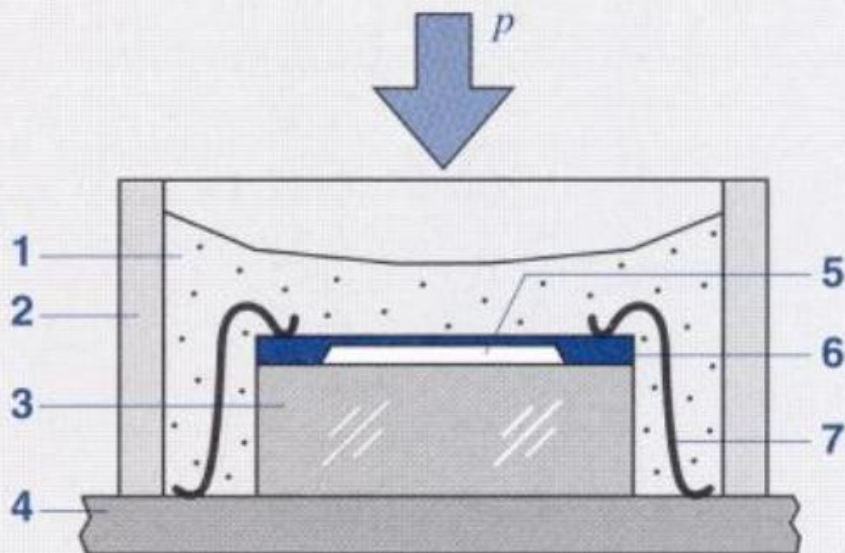


Fig. 4

- 1 Manifold wall
- 2 Housing
- 3 Sealing ring
- 4 Temperature sensor (NTC)
- 5 Electrical connection (plug)
- 6 Housing cover
- 7 Measuring cell

- Za maksimalnu zaštitu, sa znatno povećanom osetljivošću, strana čipa sa štampanim kolima i kontaktima je zatvorena u komoru sa referentnim vakuumom, koja se nalazi između osnove kućišta i zavarenog metalnog kućišta.
- Jedina razlika je u tome što se membrana mernog elementa deformira u suprotnom pravcu i stoga se otpornici naprezanja "savijaju" u drugom pravcu.

5 Measuring element of pressure sensor with reference vacuum in a special chamber (design)



UMK1644-1Y

Fig. 5

- 1 Protective gel
- 2 Gel frame
- 3 Glass base
- 4 Ceramic hybrid
- 5 Chamber with reference vacuum
- 6 Measuring cell (chip) with evaluation electronics
- 7 Bonded connection
- p Measured pressure

- Kod jeftinijih izvedbi osetljiva strana čipa je zaštićena odgovarajućim gelom od mernog medijuma.
- Ovaj tip senzora koristi se u elektronskim sistemima za nadzor pritiska pneumatika.
- Merenje je kontinualno i beskontaktno.

Senzor visokog pritiska sa metalnom membranom

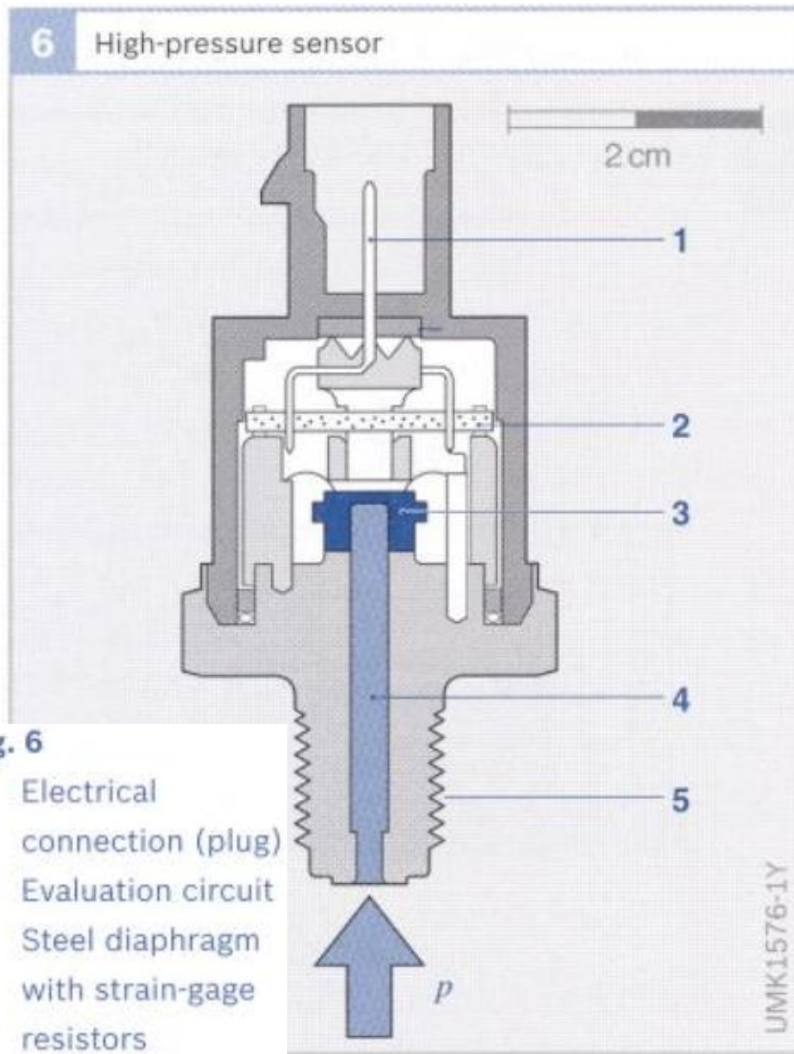


Fig. 6

- 1 Electrical connection (plug)
- 2 Evaluation circuit
- 3 Steel diaphragm with strain-gage resistors
- 4 Pressure connection
- 5 Mounting thread

- Senzori za merenje ekstremno visokih pritisaka u *Common Rail* ima membranu proizvedenu od visokokvalitetnog čeličnog opružnog materijala sa slojem osetljivim na naprezanje.
- Ima znatno bolje karakteristike u odnosu na senzore koji se koriste u sistemima za merenje pritiska u usisnoj grani.
- Karakteriše ih:
 - jednostavna primena,
 - izolovanost od mernog medijuma
 - širok merni opseg i
 - jednostavni su za instalaciju u metalno kućište.

Primeri primene senzora pritiska na motornim vozilima

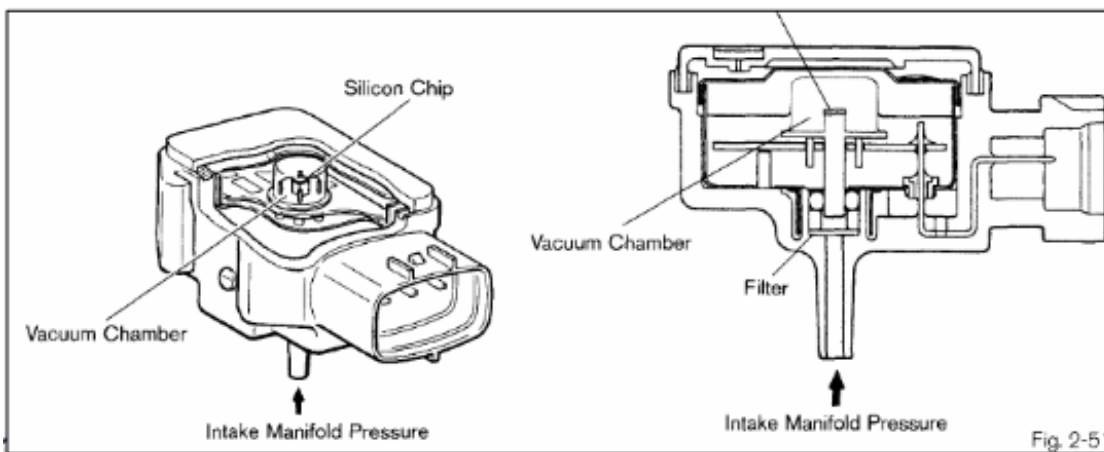
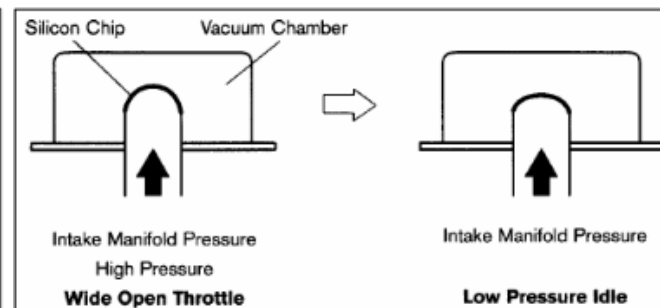
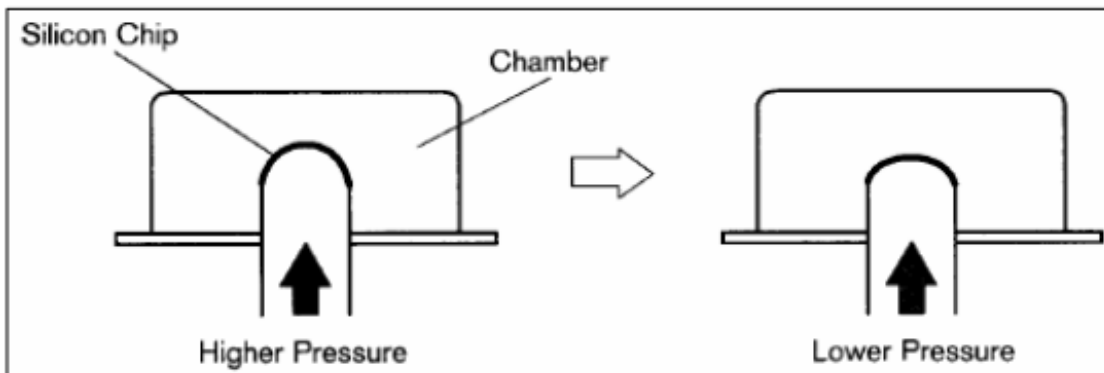
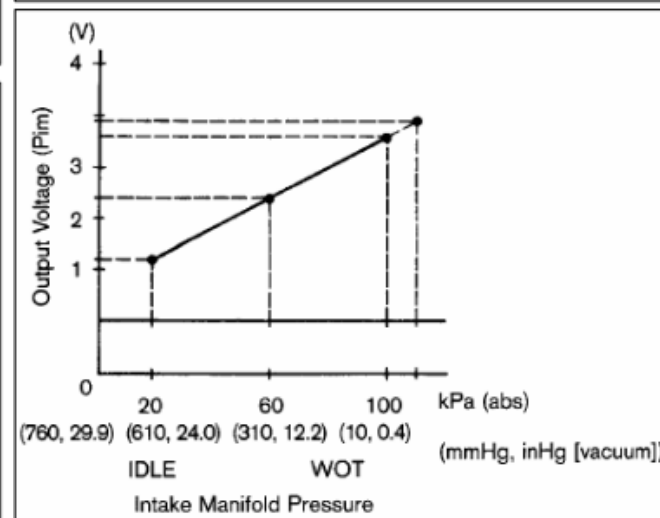
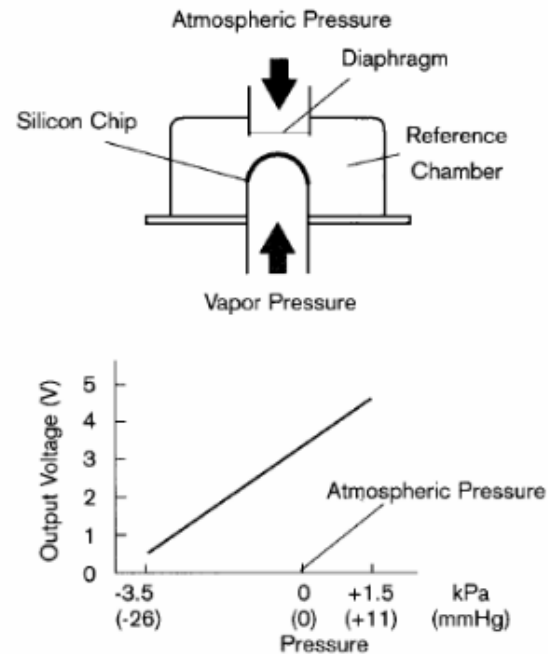
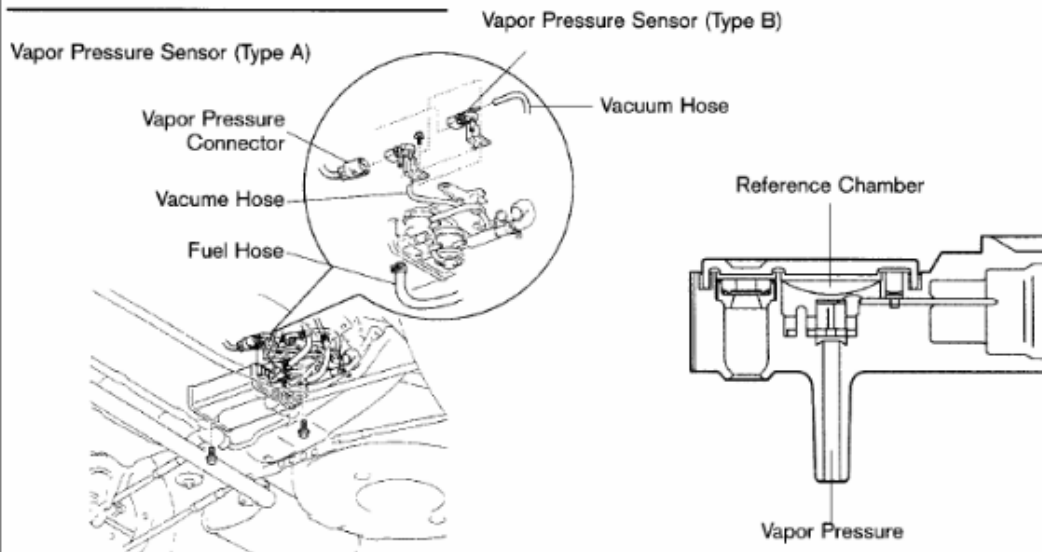


Fig. 2-51

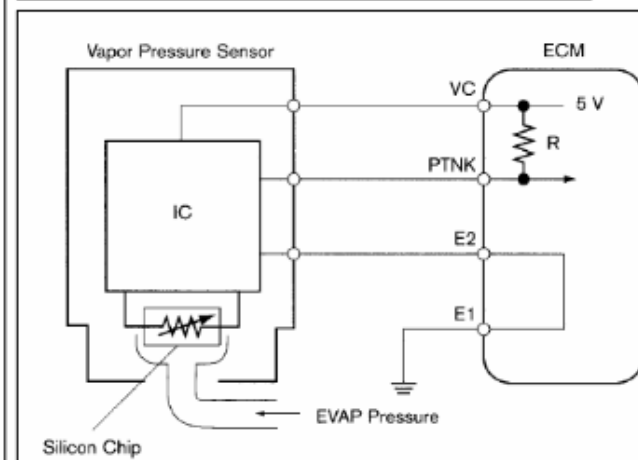
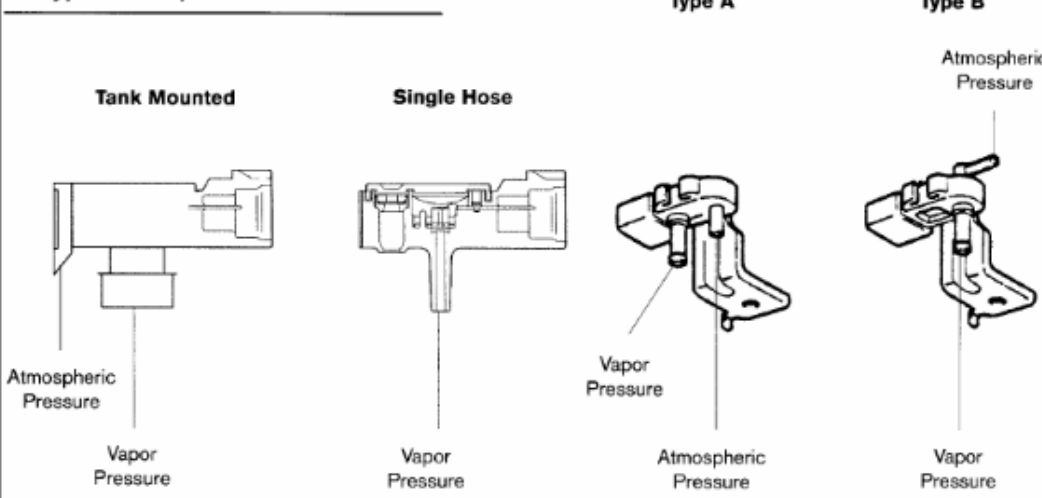


Primeri primene senzora pritiska na motornim vozilima

Vapor Pressure Sensor



Types of Vapor Pressure Sensors

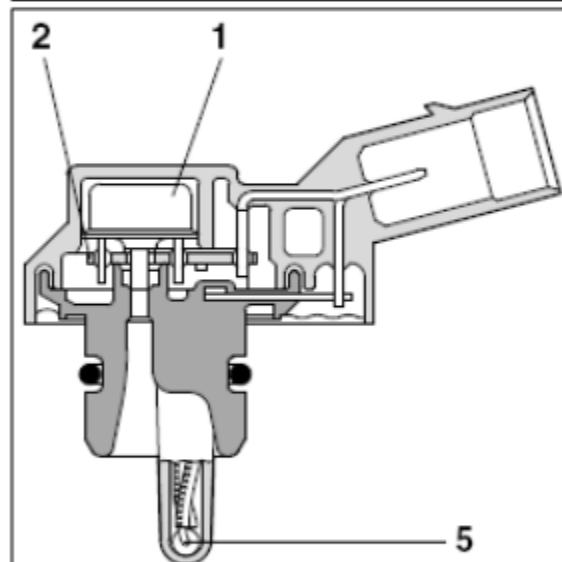


Primeri primene senzora pritiska na motornim vozilima

Absolute-pressure sensors

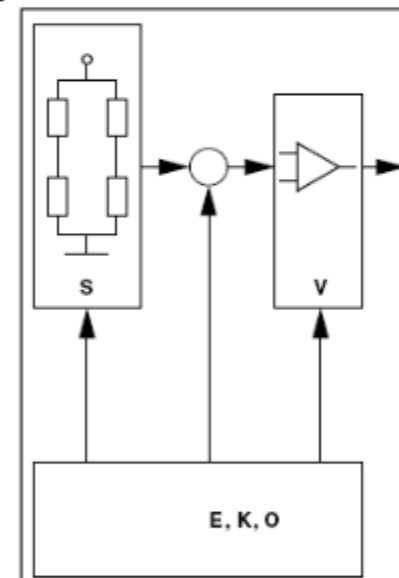
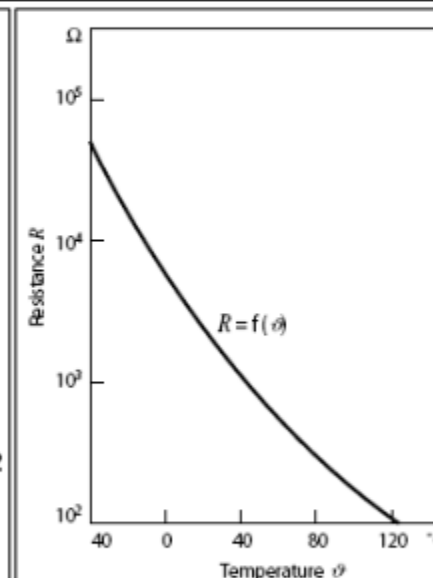
Media-resistant, micromechanical

Parameter		min	type	max
Current input I_V at $U_V = 5\text{ V}$	mA	6	9	12,5
Lower limit at $U_V = 5\text{ V}$	V	0,25	0,3	0,35
Upper limit at $U_V = 5\text{ V}$	V	4,75	4,8	4,85
Output resistance to ground, U_V open	k Ω	2,4	4,7	8,2
Output resistance to U_V , ground open	k Ω	3,4	5,3	8,2



Version with temperature sensor
 1 Pressure sensor
 2 PCB
 5 Temperature sensor
 Version with temperature sensor

3 Pressure connection
 6 Gland
 7 Glass coating
 8 Reference vacuum
 9 Aluminium bond (bonding wire)
 10 Sensor chip
 11 Glass base
 12 Welded joint
 13 Soldered joint



E Sensitivity
 O Offset
 K Compensation circuit
 S Sensor bridge
 V Amplifier

Primeri primene senzora pritiska na motornim vozilima

For pressures up 150 MPa

Technical data

Pressure range P_N	1500 (150)
Pressure-sensor type	RDS3
Thread	M 12 x 1,5
Connector	Make circuit
Pin	Silver-plated
Application/medium	Diesel fuel or biodiesel ²⁾
Accuracy of offset U_V	0,7 % FS
Accuracy of sensitivity at 5 V - in range 0...35 bar	FS ¹⁾ of measured value 0,7 %
Accuracy of sensitivity at 5 V - in range 35...1500 bar	FS ¹⁾ of measured value 1,5 %
Accuracy of sensitivity at 5 V - in range 35...1800 bar	FS ¹⁾ of measured value 2,3
Max. input voltage U_s	16
Supply current K	9...15
Supply voltage u	$5 \pm 0,25$
Load capacitance to ground	13
Temperature range	- 40 ... + 120
Max. overpressure p_{max}	2200
Rupture pressure I_A	4000
Tightening torque M_a	35 ± 5
Response time $\tau_{10/90}$	2

¹⁾ FS = Full Scale.

²⁾ RME rapeseed methyl ester.



0 281 002 498

