

Czujniki w układach sterowania pojazdów samochodowych

WSTĘP

Współczesne pojazdy samochodowe są wyposażone w dużą liczbę czujników. Jako „organy zmysłów” pojazdu, czujniki przetwarzają zmierzone wielkości wejściowe w sygnały elektryczne, niezbędne sterownikom silnika, układów bezpieczeństwa, czy komfortu jazdy do realizacji funkcji sterowania i regulacji.

CZUJNIK

Pojęcie czujnik jest synonimem słowa miernik, sonda. Czujniki przetwarzają fizyczne lub chemiczne (najczęściej nieelektryczne) wielkości, przy uwzględnieniu zakłóceń, na wielkości elektryczne.

Jako wielkości elektryczne, rozumie się tu nie tylko prąd, czy napięcie, ale też amplitudę prądu, czy napięcia, częstotliwość, okres, fazę lub czas trwania impulsu drgań elektrycznych, rezystancję, pojemność i indukcyjność.

Podstawowa funkcja czujnika



Rodzaje czujników

- funkcyjne - do zadań regulacyjnych i sterujących
- bezpieczeństwa i zabezpieczenia (zabezpieczenia przed kradzieżą)
- nadzorujące parametry pracy pojazdu (system OBDII, stan i pobór płynów eksploatacyjnych) i informujące kierowcę i pasażerów.

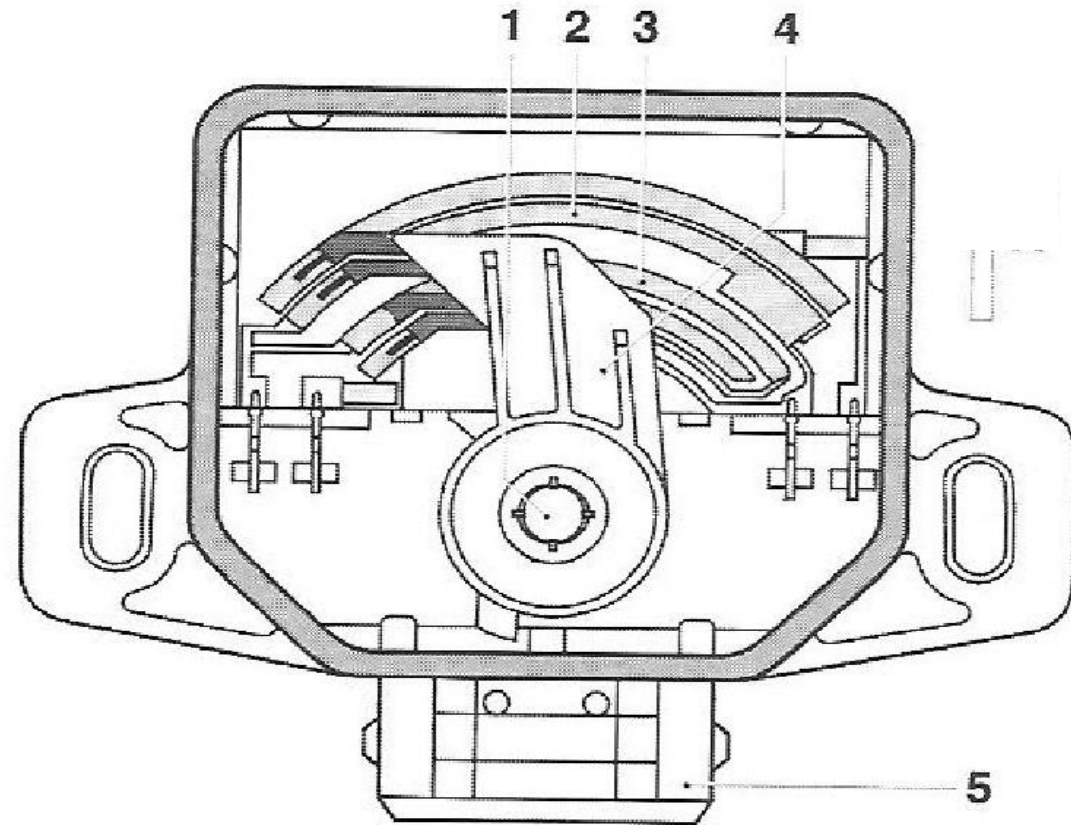
Czujniki położenia (drogi i kąta)

Przykładowe mierzone wielkości

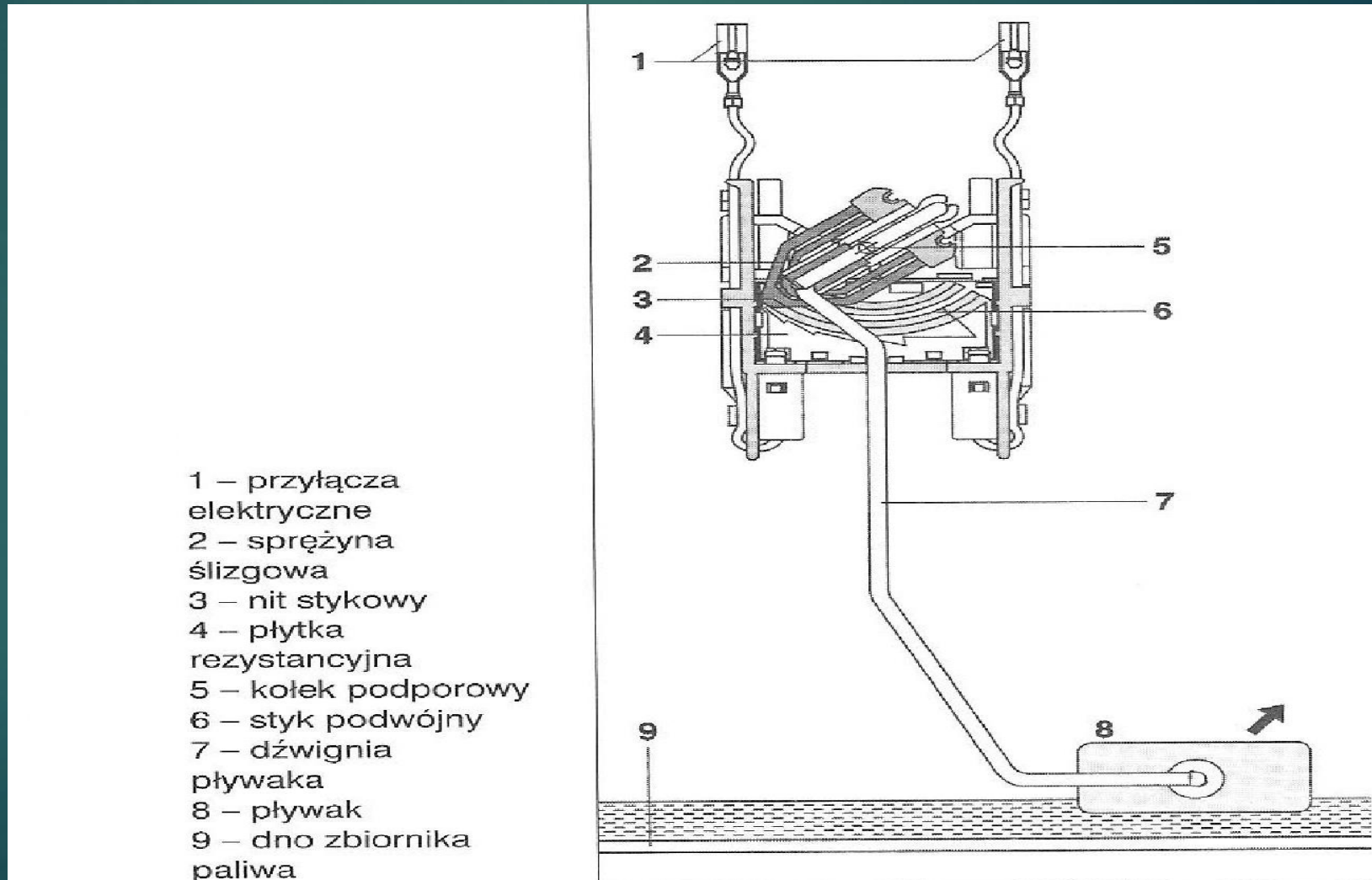
Wielkość mierzona	Zakres pomiaru
Położenie przepustnicy w silniku ZI	90°
Położenie pedału przyspieszenia i hamulca	30°
Położenie siedzenia, reflektorów i lusterek	
Położenie listwy regulacyjnej w rzędowej pompie wtryskowej	21 mm
Położenie kątowe nastawnika dawki w rozdzielaczowej pompie wtryskowej	60°
Stan napełnienia zbiornika paliwa	20...50 cm
Skok tarczy sprzęgła	50 mm
Odległość między pojazdami lub pojazdu od przeszkody	150 m
Kąt obrotu koła kierownicy	$\pm 2 \cdot 360^\circ$ (\pm dwa obroty)
Kąt przechyłu, pochylenie	15°
Kąt kierunku jazdy	360°

Potencjometryczny czujnik położenia przepustnicy (silnik ZI)

- 1 – oś przepustnicy
- 2 – ścieżka rezystancyjna 1.
- 3 – ścieżka rezystancyjna 2.
- 4 – ramię ślizgacza ze stykiem
- 5 – przyłącze elektryczne (4-biegunowe)

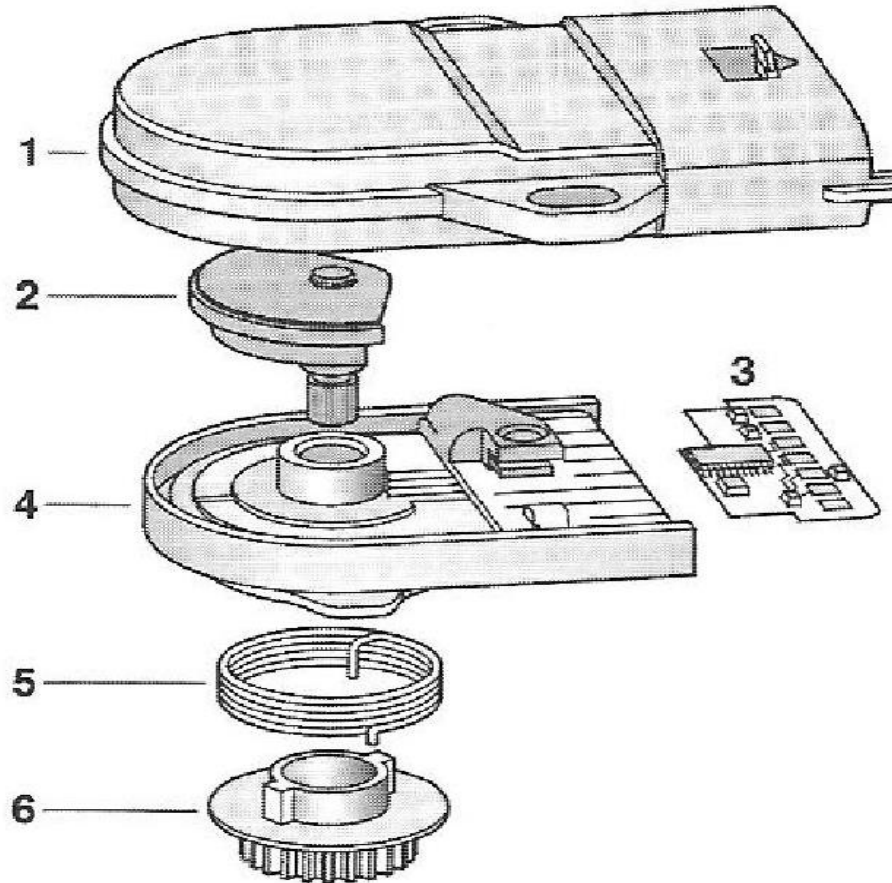


Potencjometryczny czujnik poziomu paliwa



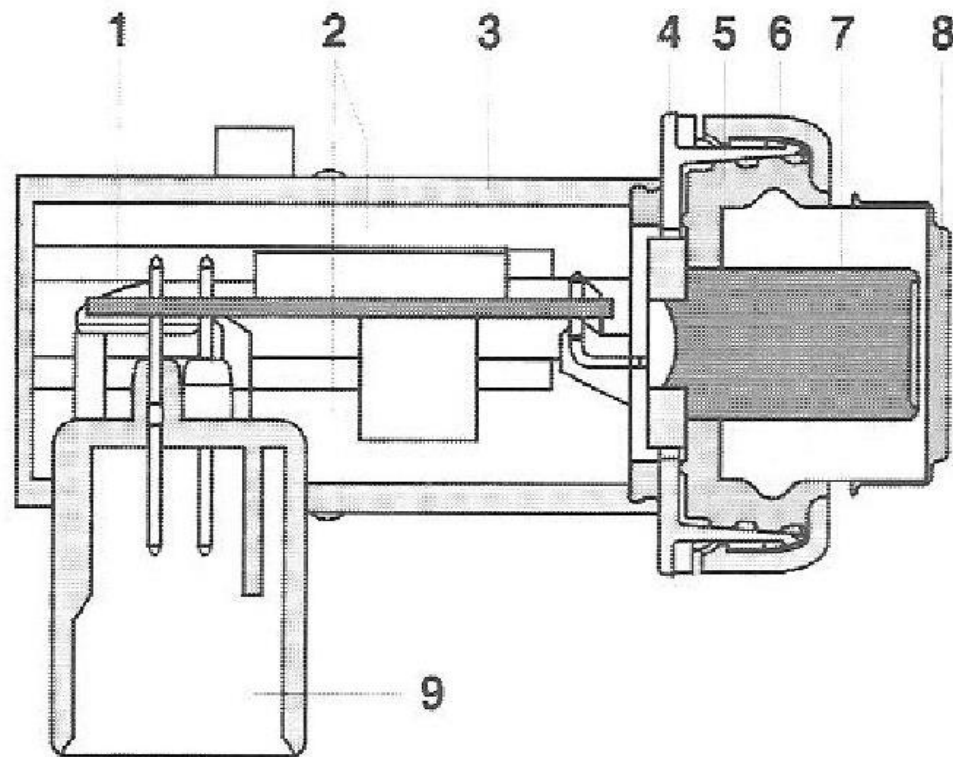
Hallotronowy czujnik obrotu koła kierownicy

- 1 – pokrywa obudowy
- 2 – tarczka wirnika
- 3 – elektroniczny układ rozpoznawania sygnałów z przetwornikiem Halla
- 4 – spód obudowy
- 5 – sprężyna powrotna
- 6 – człon napędowy (np. koło zębate)



Ultradźwiękowy czujnik odległości (parkowania)

- 1 – płytką drukowaną
- 2 – masa wypełniająca (zalewowa)
- 3 – obudowa z tworzywa sztucznego
- 4 – mocowanie układu
- 5 – pierścień sprzęgający (gumowo-silikonowy)
- 6 – tulejka osłonowa
- 7 – przetwornik ultradźwiękowy
- 8 – pokrywka
- 9 – przyłącze wtykowe



Czujniki prędkości obrotowej i prędkości jazdy.

Mierzone wielkości:

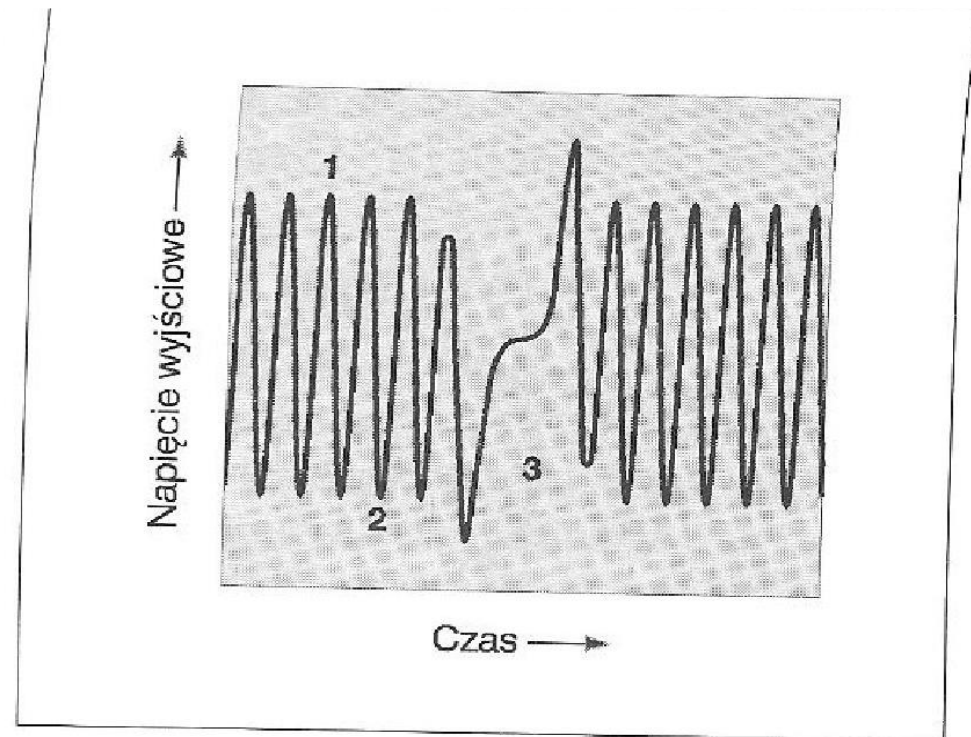
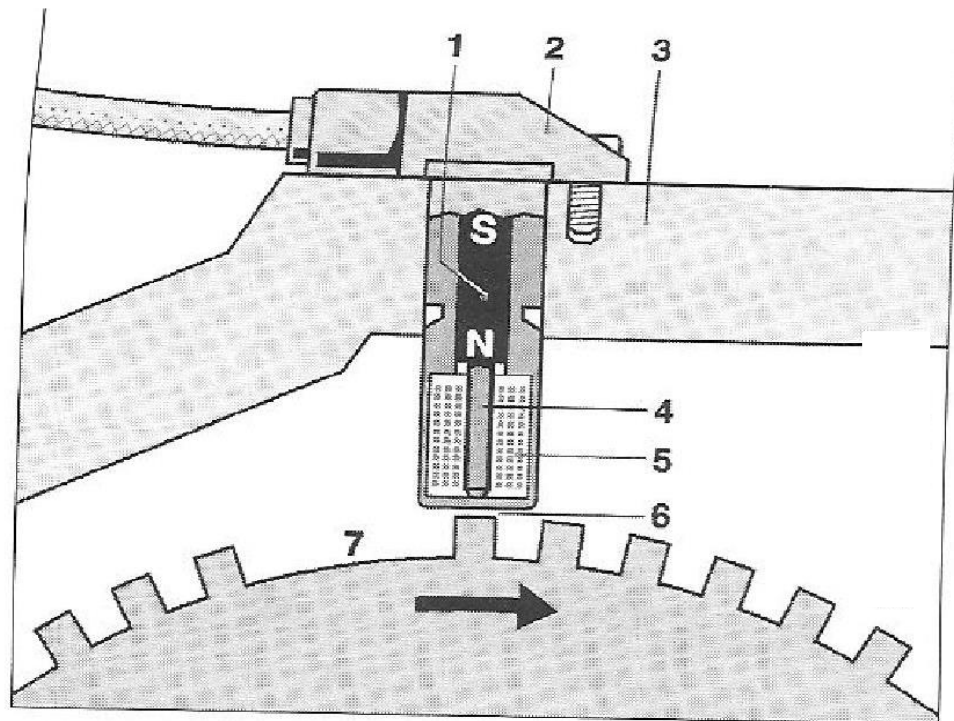
- Prędkość i położenie wału korbowego
- Prędkość i położenie wałka rozrzędu
- Prędkości obrotowe kół

Magnetoindukcyjny czujnik prędkości obrotowej i sygnał tego czujnika.

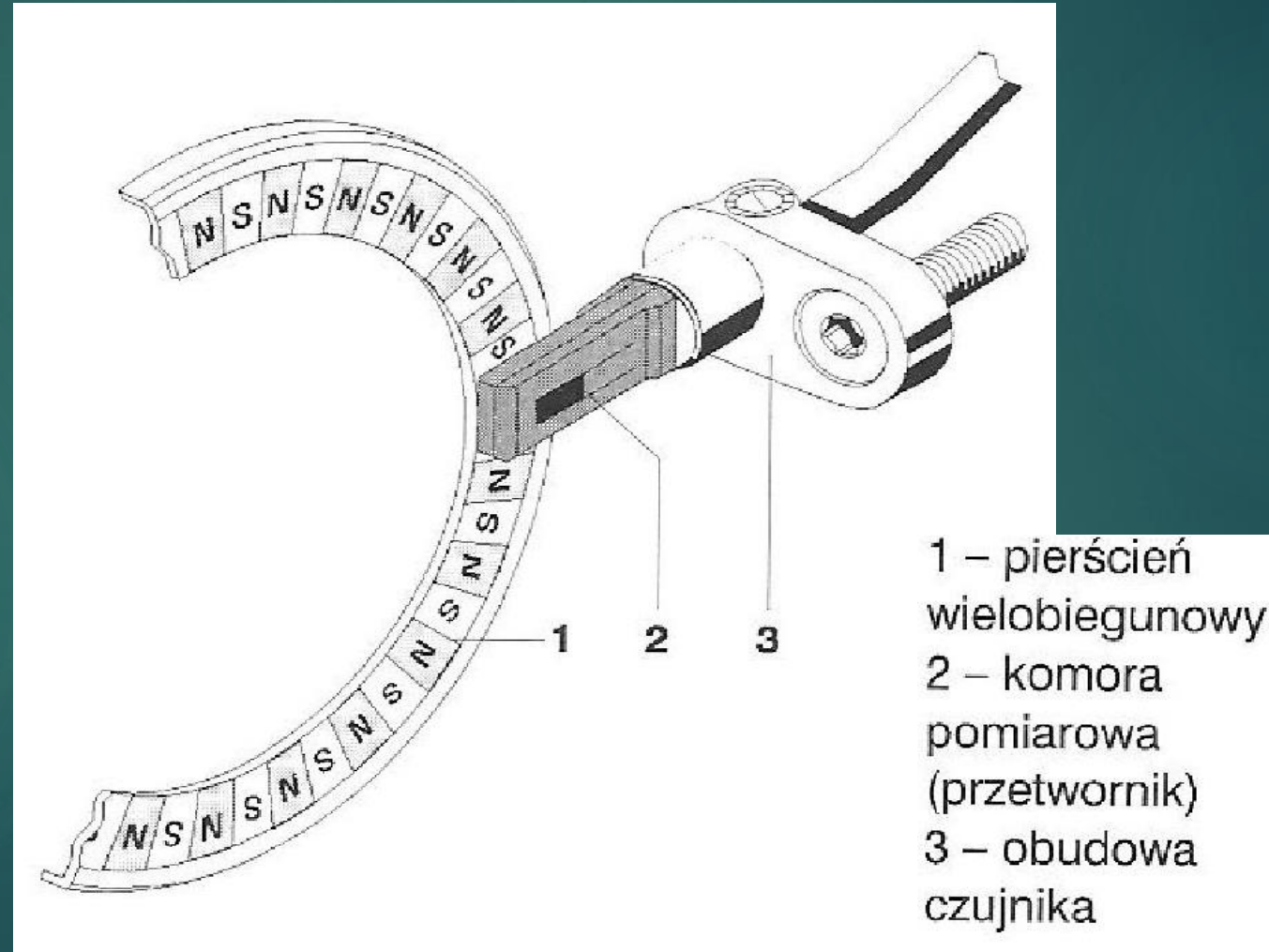
- 1 – magnes stały
- 2 – obudowa czujnika
- 3 – korpus silnika
- 4 – trzpień biegunowy
- 5 – uzwojenie
- 6 – szczelina powietrzna
- 7 – koło impulsowe ze znakiem odniesienia

Rysunek 2

- 1 – sygnał na zębie
- 2 – sygnał przejścia przez wręb międzyzębny
- 3 – sygnał znaku odniesienia (brak zęba)

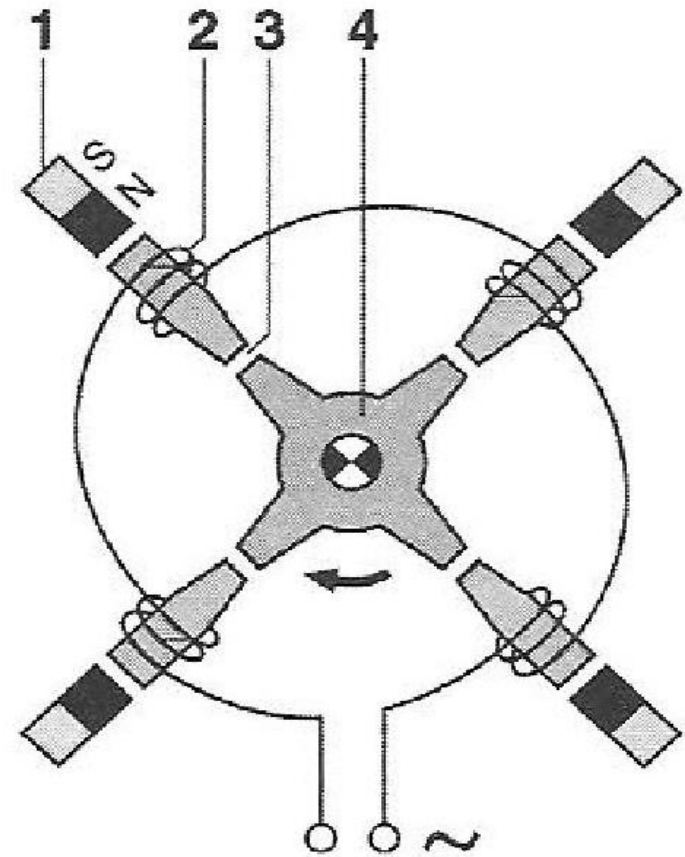


Hallotronowy czujnik prędkości obrotowej

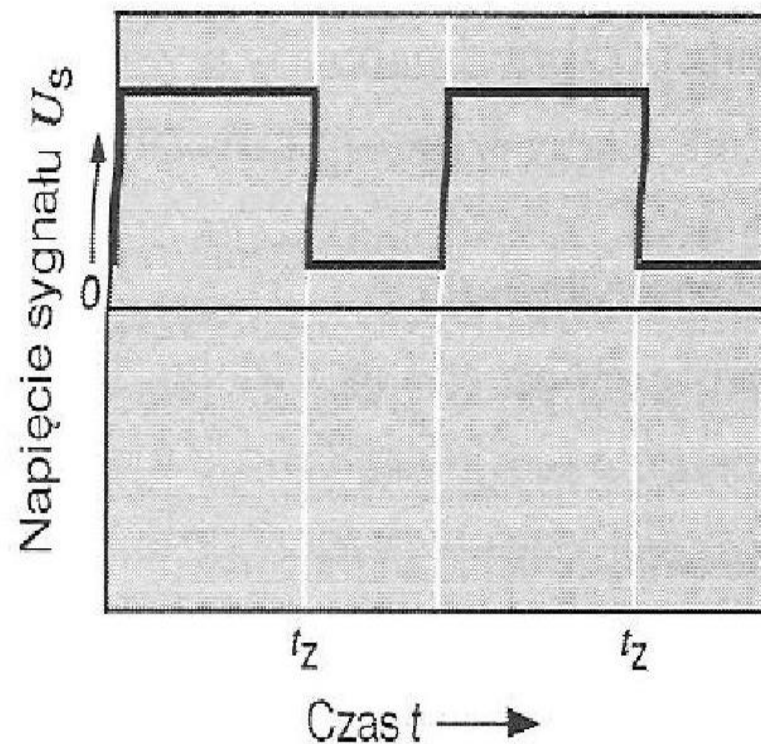
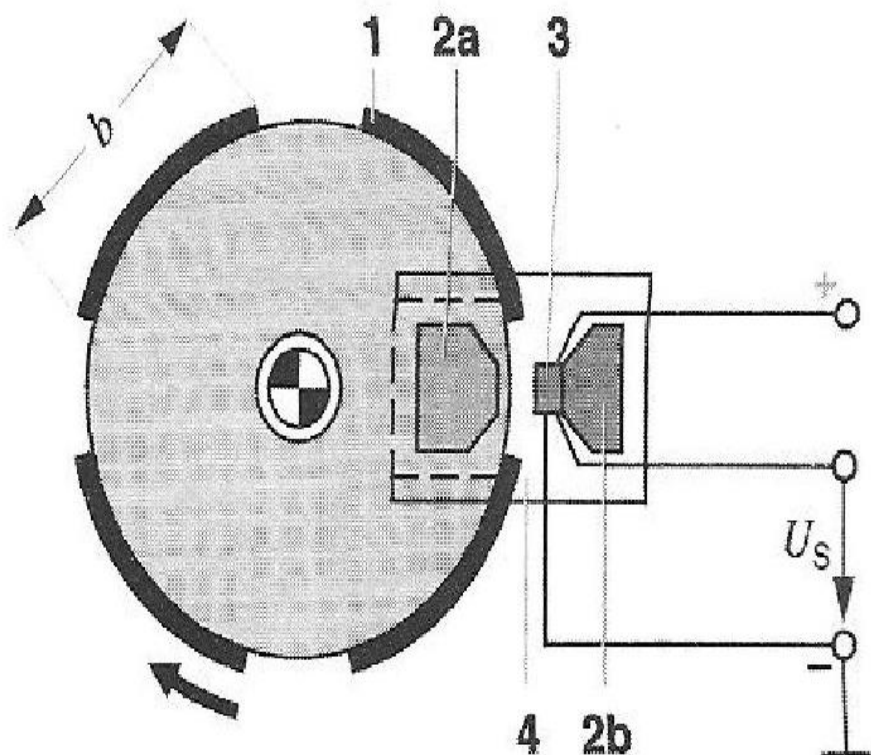


Indukcyjny czujnik rozdzielacza zapłonu

- 1 – magnes trwały
- 2 – uzwojenie indukcyjne z rdzeniem
- 3 – zmieniająca się szczelina powietrzna
- 4 – wirnik



Hallotronowy czujnik rozdzielacza zapłonu

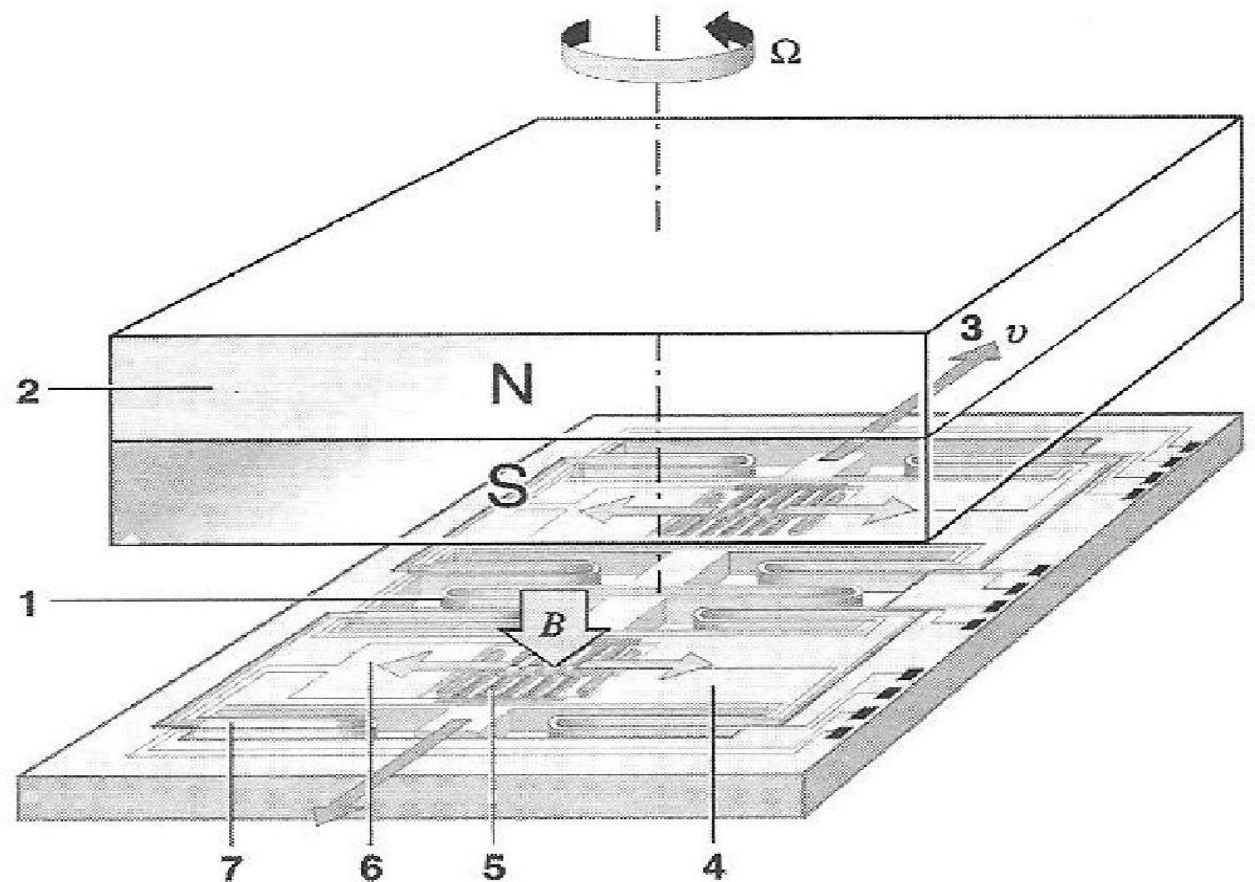


1 – przestona
o szerokości b
2a – magnes stały
2b – przewodnik
magnetyczny
3 – przetwornik
hallotronowy
4 – szczelina
powietrzna
 U_s – napięcie sygnału
(przetworzone
napięcie Halla).

U_s – napięcie
przetworzonego
sygnału Halla
 t_z – czasowy punkt
zapłonu

Mikromechaniczny czujnik kąta obrotu

- 1 – sprężyna sprzęgająca determinująca częstotliwość drgań
- 2 – magnes stały
- 3 – kierunek drgań
- 4 – masa drgająca
- 5 – miernik przyspieszenia Coriolisa
- 6 – kierunek przyspieszenia Coriolisa
- 7 – wpust prowadząco-mocujący (sprężynujący)
- Ω – kąt obrotu
- v – prędkość drgań
- B – indukcja pola magnesu stałego

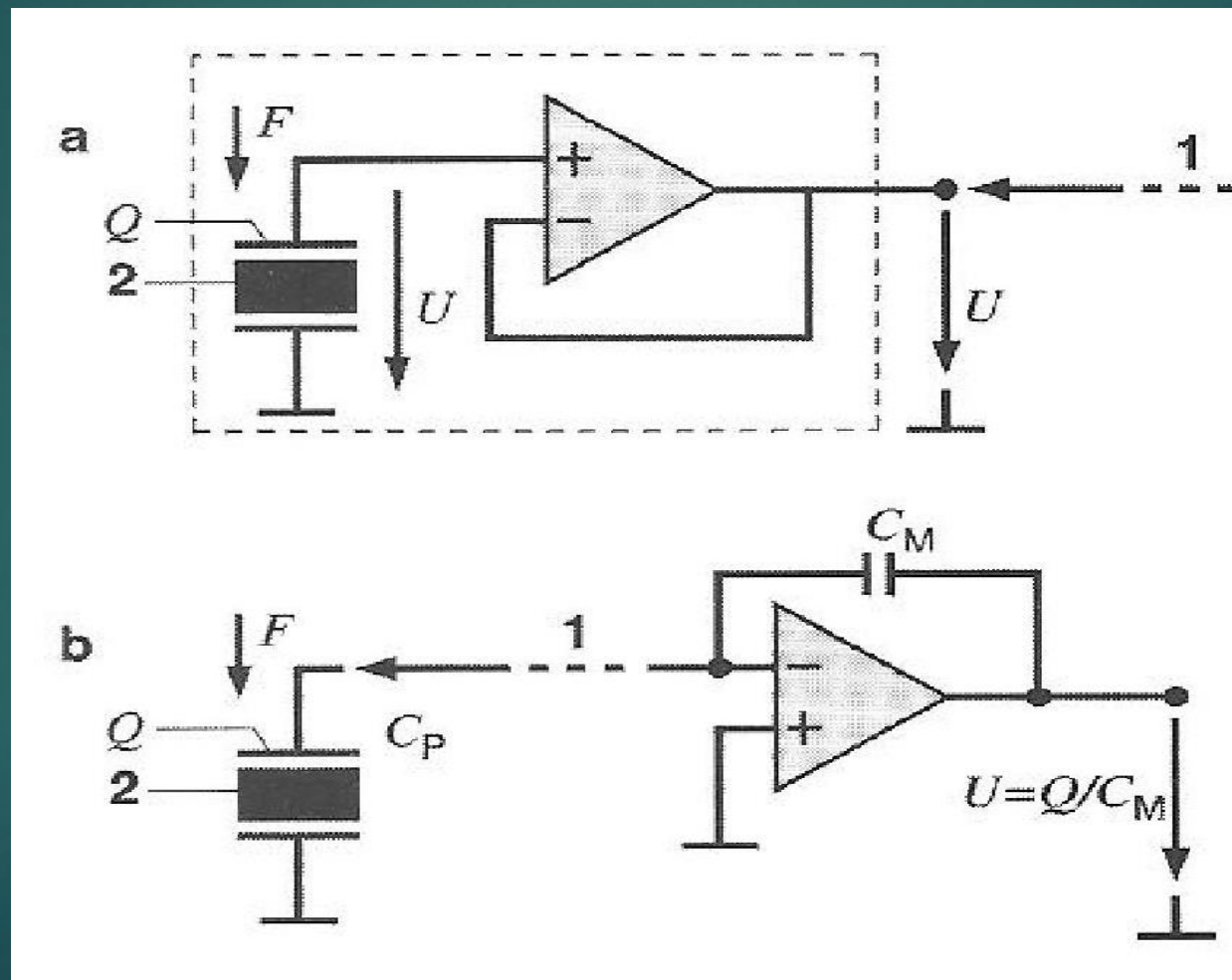


Czujniki przyśpieszenia i drgań

Mierzone wielkości:

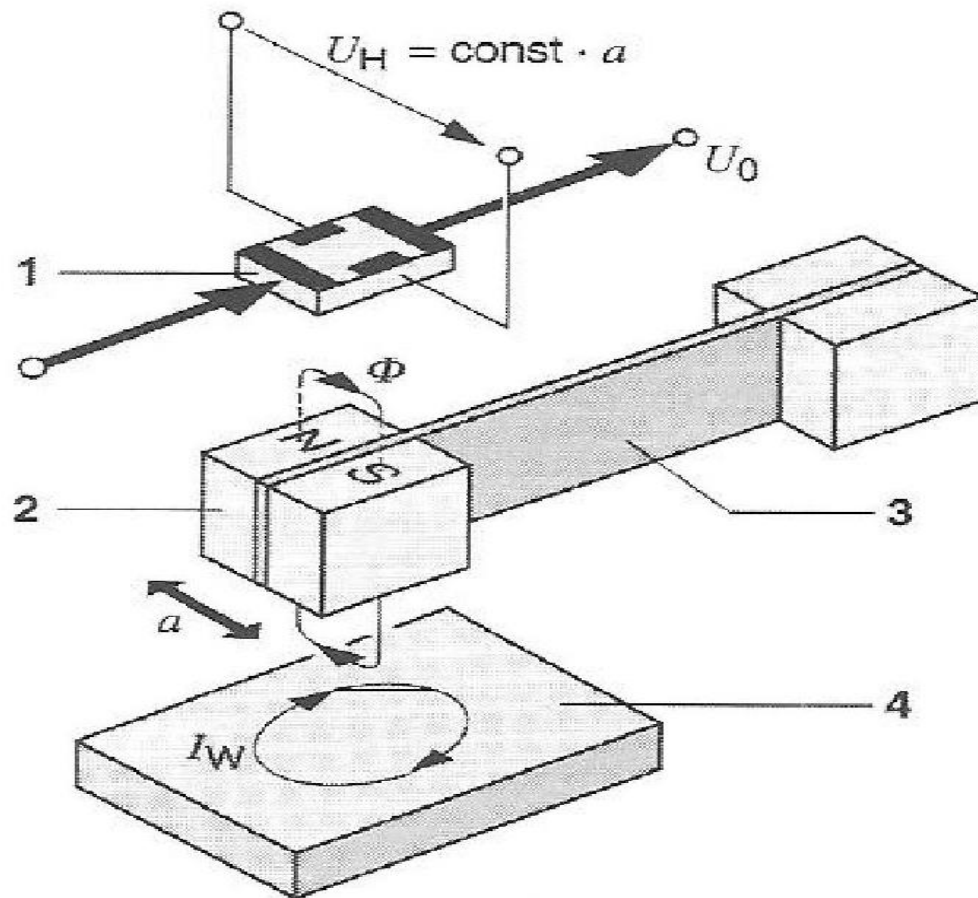
- Przyśpieszenia wzdłużne i poprzeczne nadwozia
- Drgania świadczące o spalaniu stukowym (silnik ZI)

Piezoelektryczny czujnik przyśpieszenia, mierzący naprężenia mechaniczne



- a – przetwarzanie napięciowe
- b – przetwarzanie pojemnościowe
- 1 – przewód doprowadzający
- 2 – próbka piezoelektryczna o pojemności C_p
- C_M – pojemność pomiarowa
- F – siła mierzona
- Q – ładunek
- U – napięcie

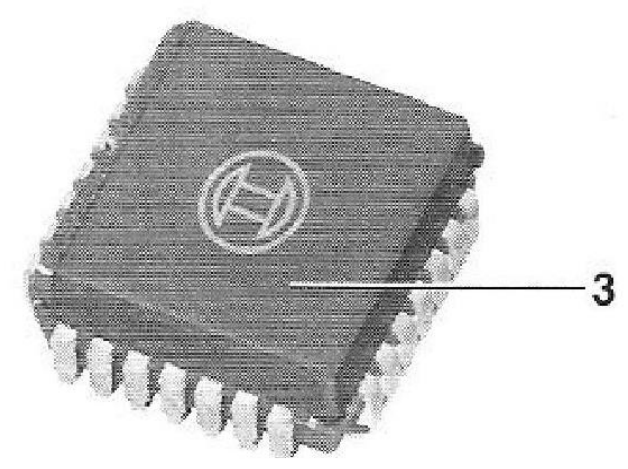
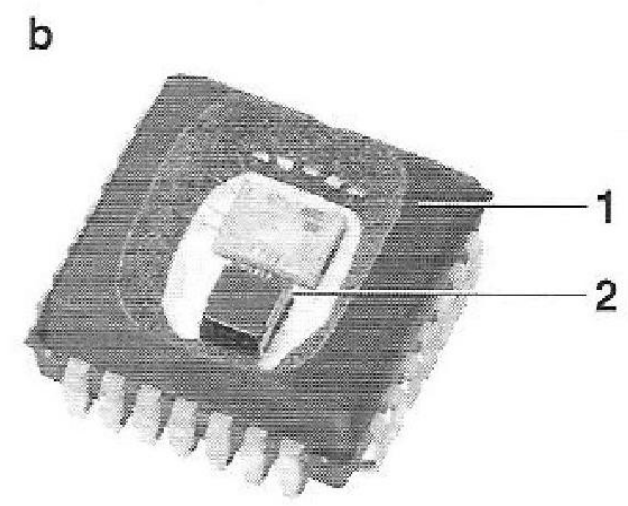
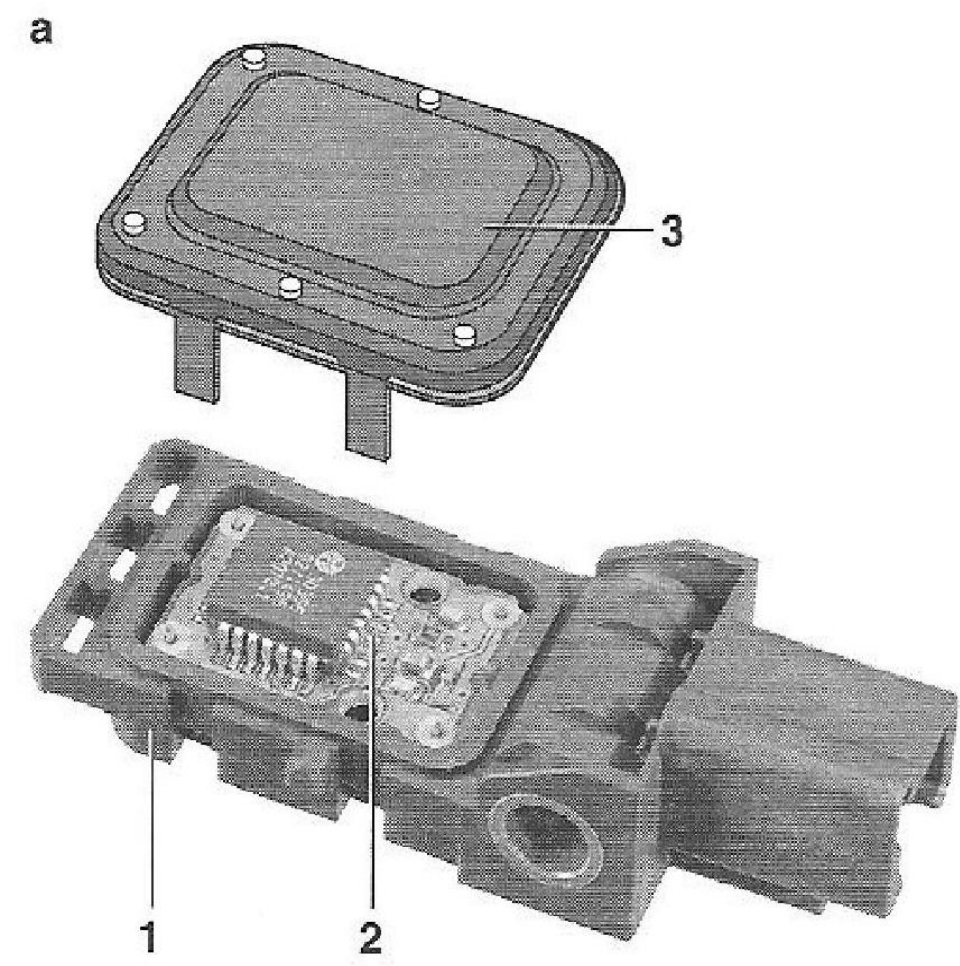
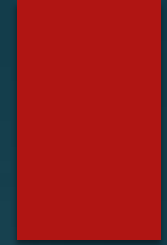
Hallotronowy czujnik przyśpieszenia



Rysunek 2

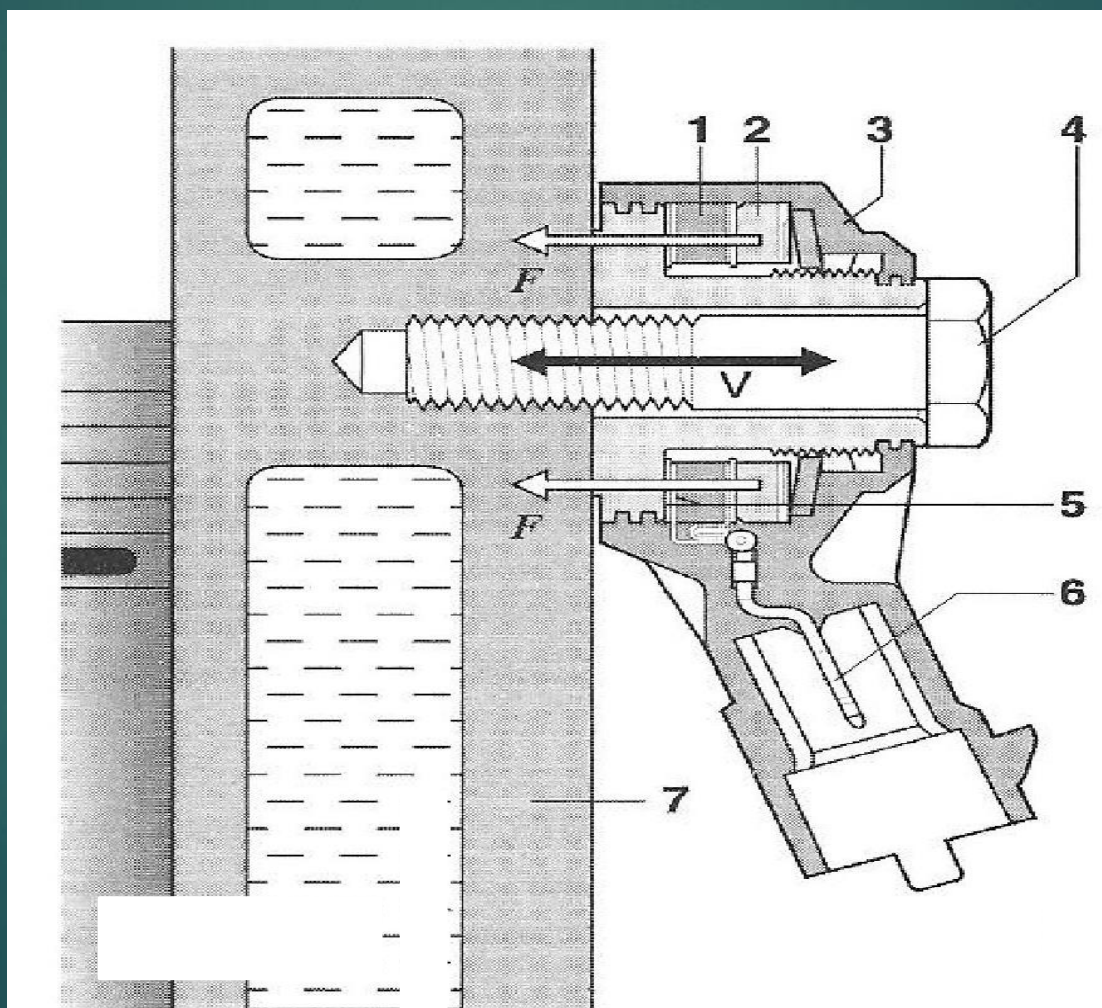
- 1 – przetwornik hallotronowy
- 2 – magnes trwały
- 3 – sprężyna
- 4 – płytki tłumika
- I_w – prąd wirowy (tłumika)
- U_H – napięcie Halla
- U_0 – napięcie zasilające
- ϕ – strumień magnetyczny
- a – przyspieszenie działające na przetwornik (poprzecznie)

Mikromechaniczne czujniki przyśpieszenia



- a – czujnik bocznej poduszki gazowej
- b – czujnik czołowej poduszki gazowej
- 1 – obudowa
- 2 – chip przetwornika i układu obróbki sygnału
- 3 – pokrywka

Piezoelektryczny czujnik spalania stukowego



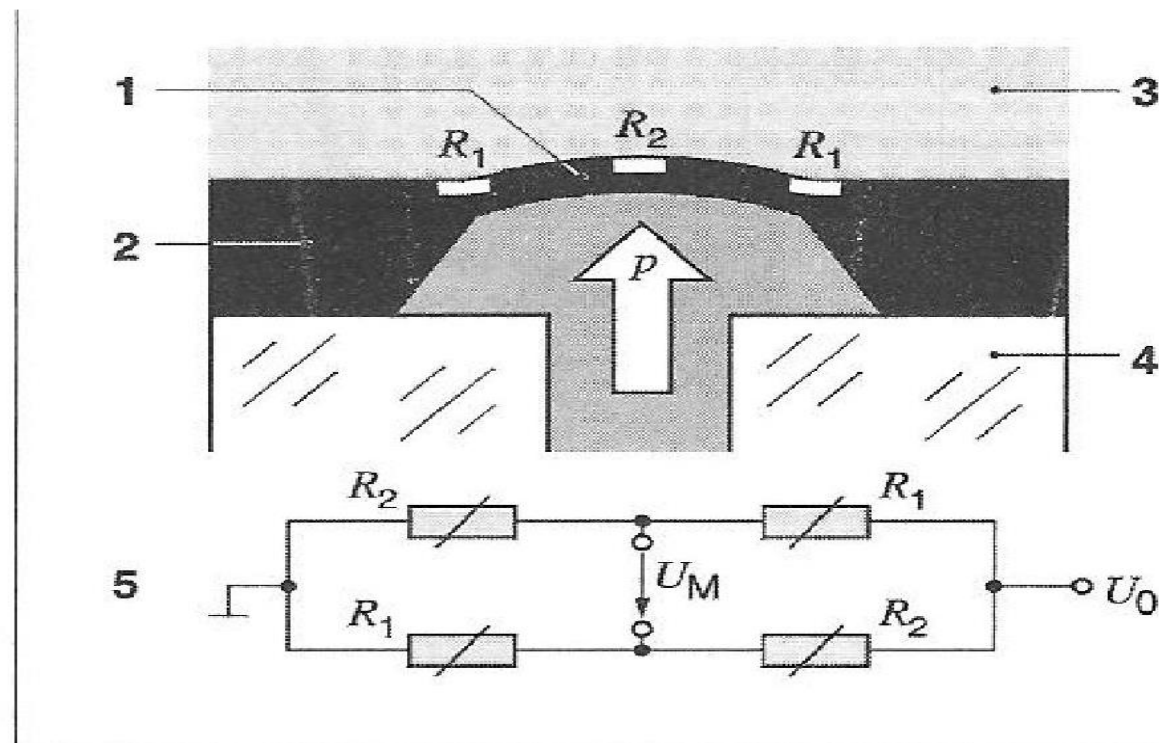
- 1 – piezoceramik
- 2 – masa drgająca;
siły ciśnienia F
- 3 – obudowa
- 4 – śruba
- 5 – styk
- 6 – przyłącze
elektryczne
- 7 – korpus silnika
- V – drgania

Czujniki ciśnienia

Mierzone wielkości:

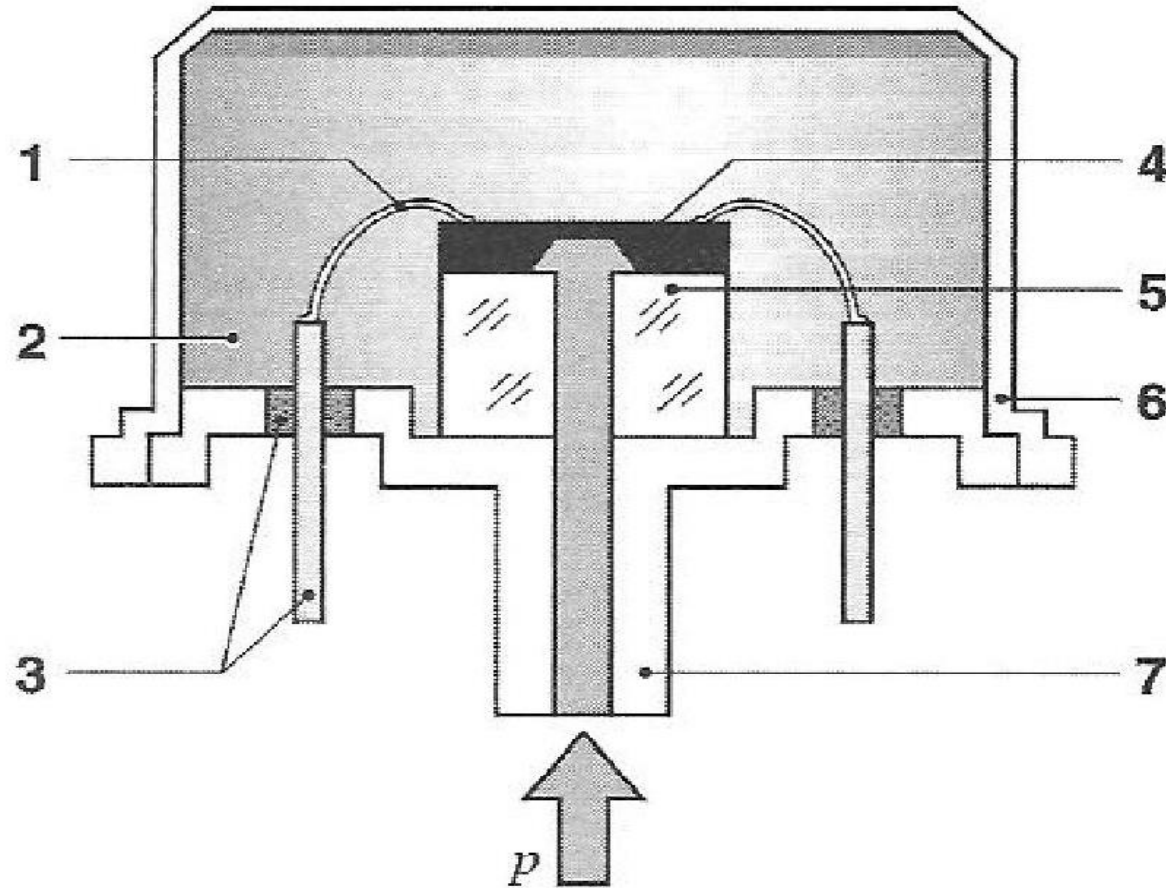
- Ciśnienie paliwa
- Ciśnienie oleju
- Ciśnienie powietrza doładowującego
- Ciśnienie spalin

Mikromechaniczny, przeponowy czujnik ciśnienia



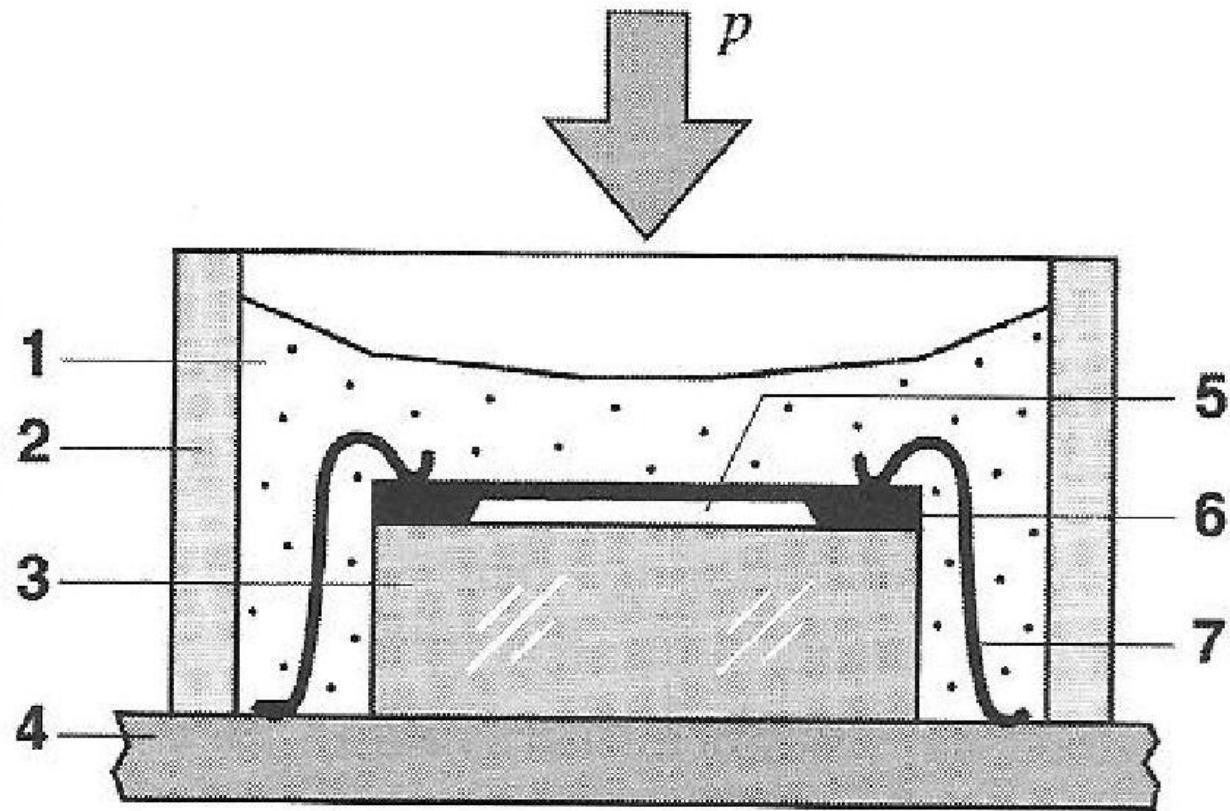
- 1 – przepona
- 2 – chip krzemowy
- 3 – próżnia odniesienia
- 4 – szkło pyreksowe
- 5 – układ mostkowy połączeń tensometrów
- p – mierzone ciśnienie
- U_0 – napięcie zasilające
- U_M – napięcie pomiarowe
- R_1 – rezystancja tensometru rozciąganego
- R_2 – rezystancja tensometru ściskanego

Mikromechaniczny czujnik ciśnienia z próżnią bazową



- 1, 3 – przyłącza elektryczne z doprowadzeniami
- 2 – komora próżni bazowej
- 3 – chip elementu pomiarowego z elektroniką sygnałową
- 5 – cokół szklany
- 6 – pokrywka
- 7 – doprowadzenie mierzonego ciśnienia p

Czujnik wysokiego ciśnienia paliwa w zasobniku Common Rail



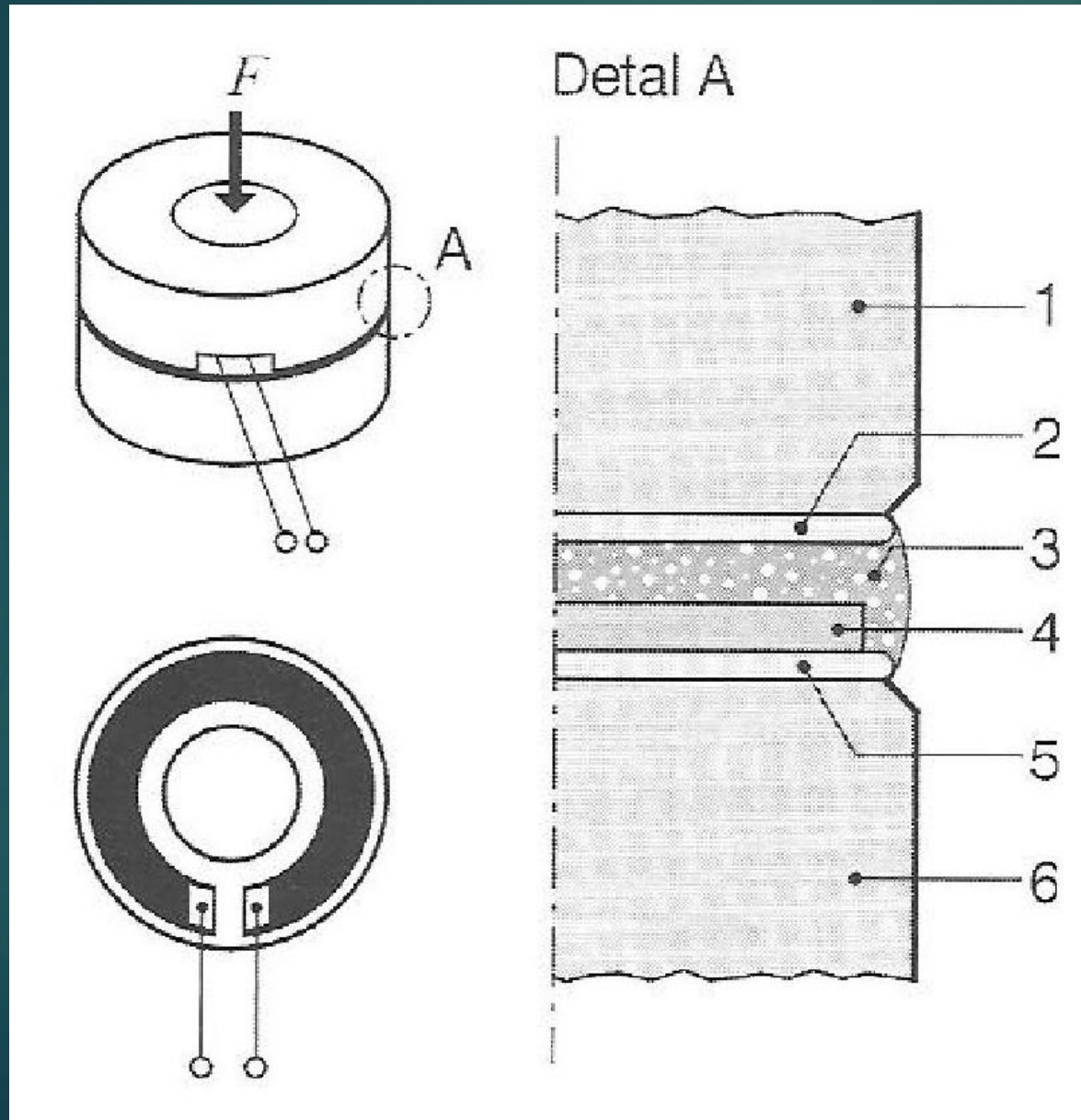
- 1 – żel ochronny
- 2 – osłona komory żelowej
- 3 – cokół szklany
- 4 – podłoże z kompozytu ceramicznego
- 5 – komora próżniowa
- 6 – chip przetwornika z elektroniką sygnałową
- 7 – połączenie mikromontażowe
- p – ciśnienie mierzone

Czujniki siły i momentu obrotowego

Mierzone wielkości:

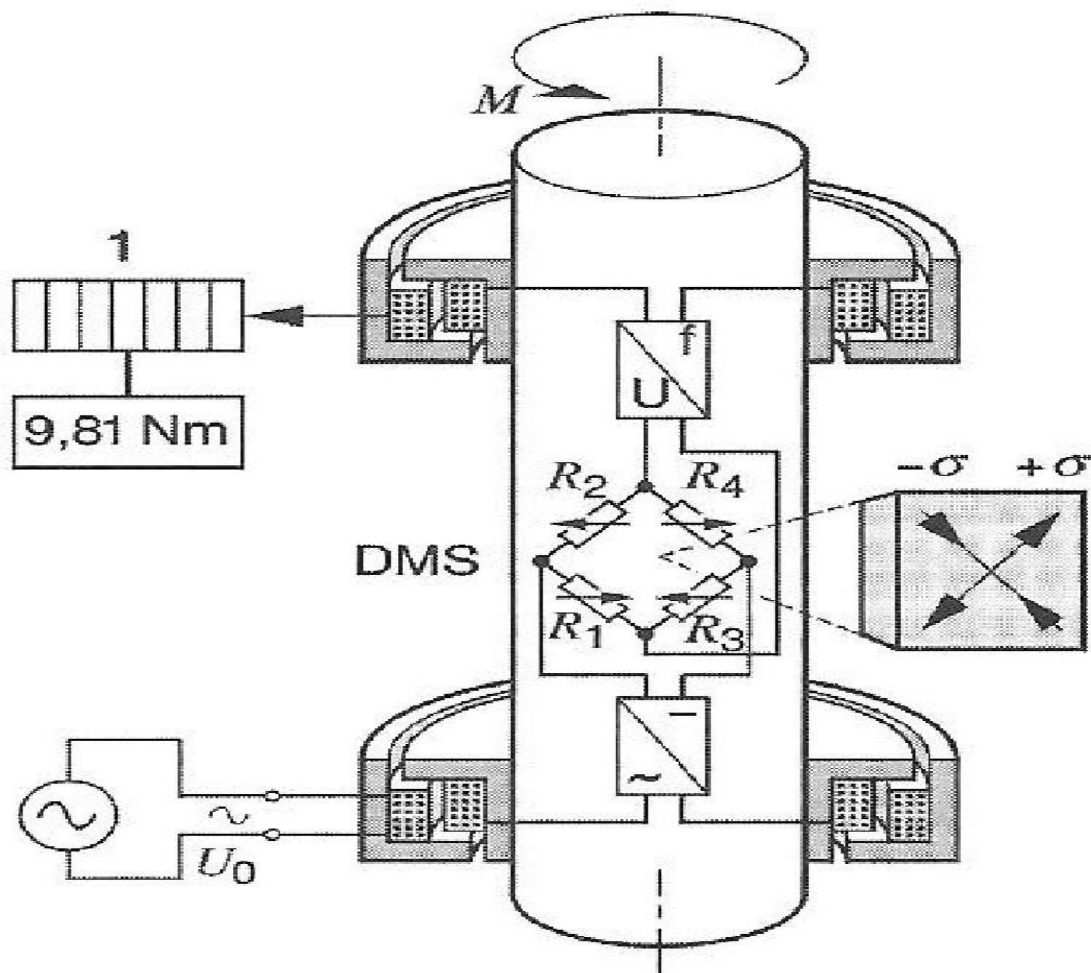
- Moment obrotowy na kole kierownicy
- Siły nacisku na pedał hamulca

Tensometryczny czujnik siły



- 1 – pierścień poddawany działaniu siły
- 2 – izolacja
- 3 – warstwa klejowo-szklana
- 4 – warstwa czynna przetwornika
- 5 – izolacja
- 6 – pierścień nośny

Momentomierz tensometryczny z bezstykowym, transformatorowym odbiorem sygnału



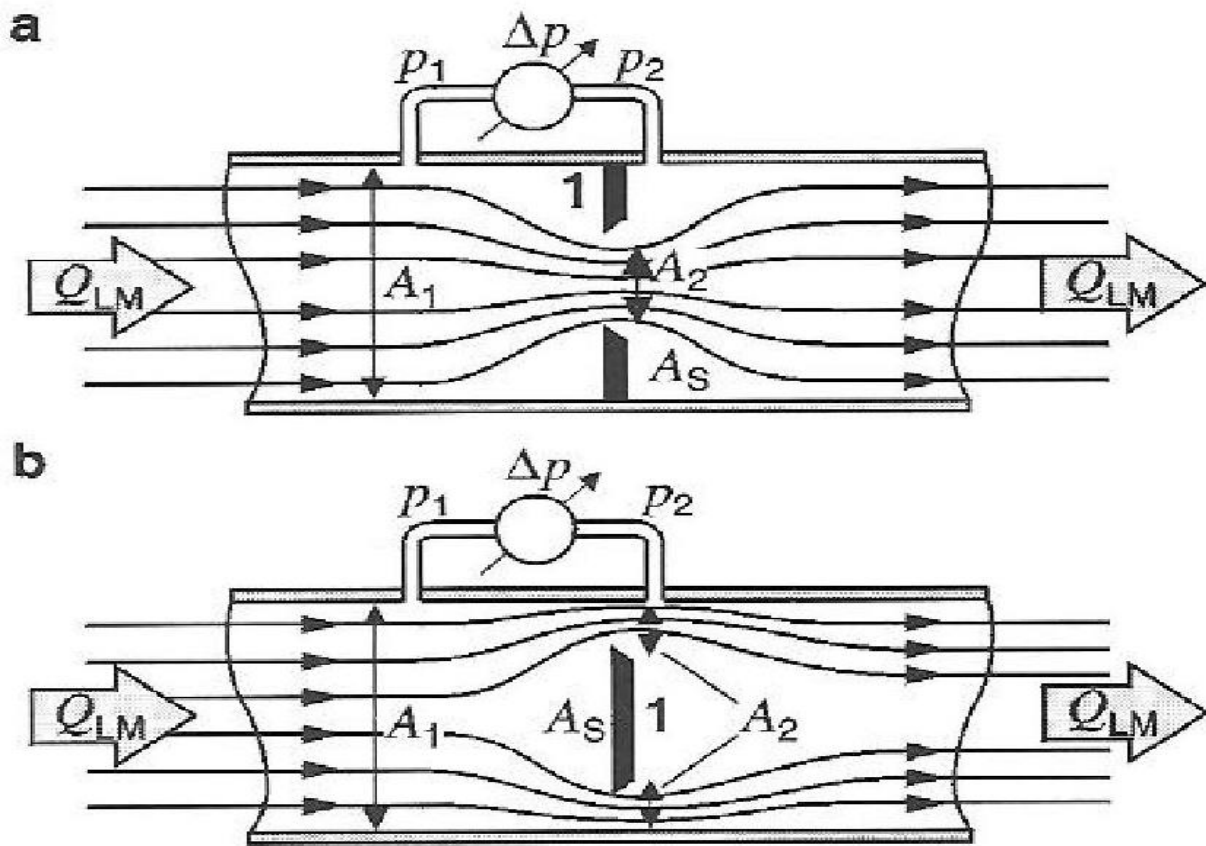
1 – wskaźnik momentu obrotowego skrętnego
 σ – naprężenie skrętne
 M – moment obrotowy
 U_0 – napięcie zasilające
 R_1, \dots, R_4 – tensometry

Przepływomierze

Mierzone wielkości:

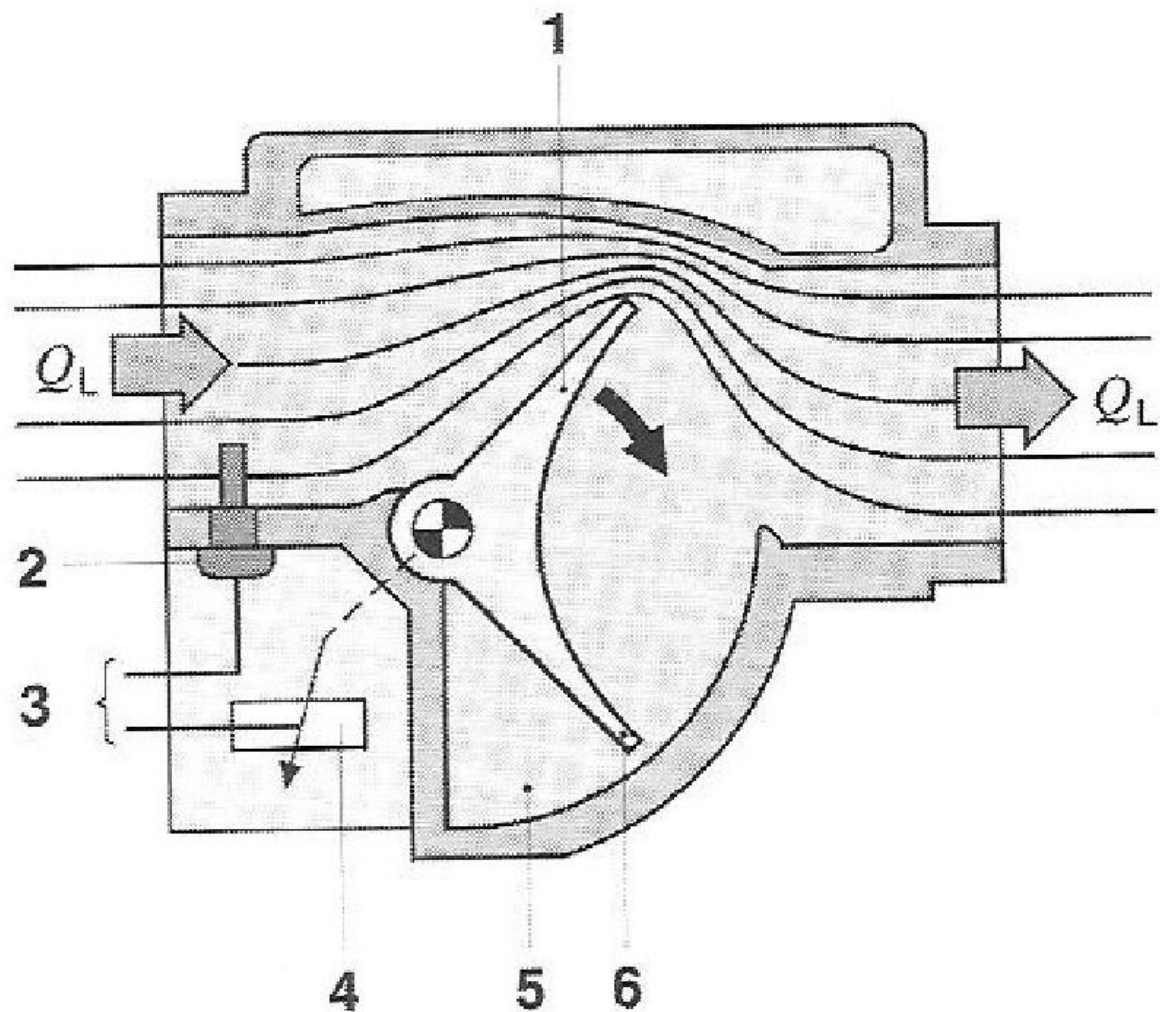
- Przepływ paliwa
- Przepływ powietrza do silnika

Przeptywomierz spiętrzający (ze zwężką pomiarową)



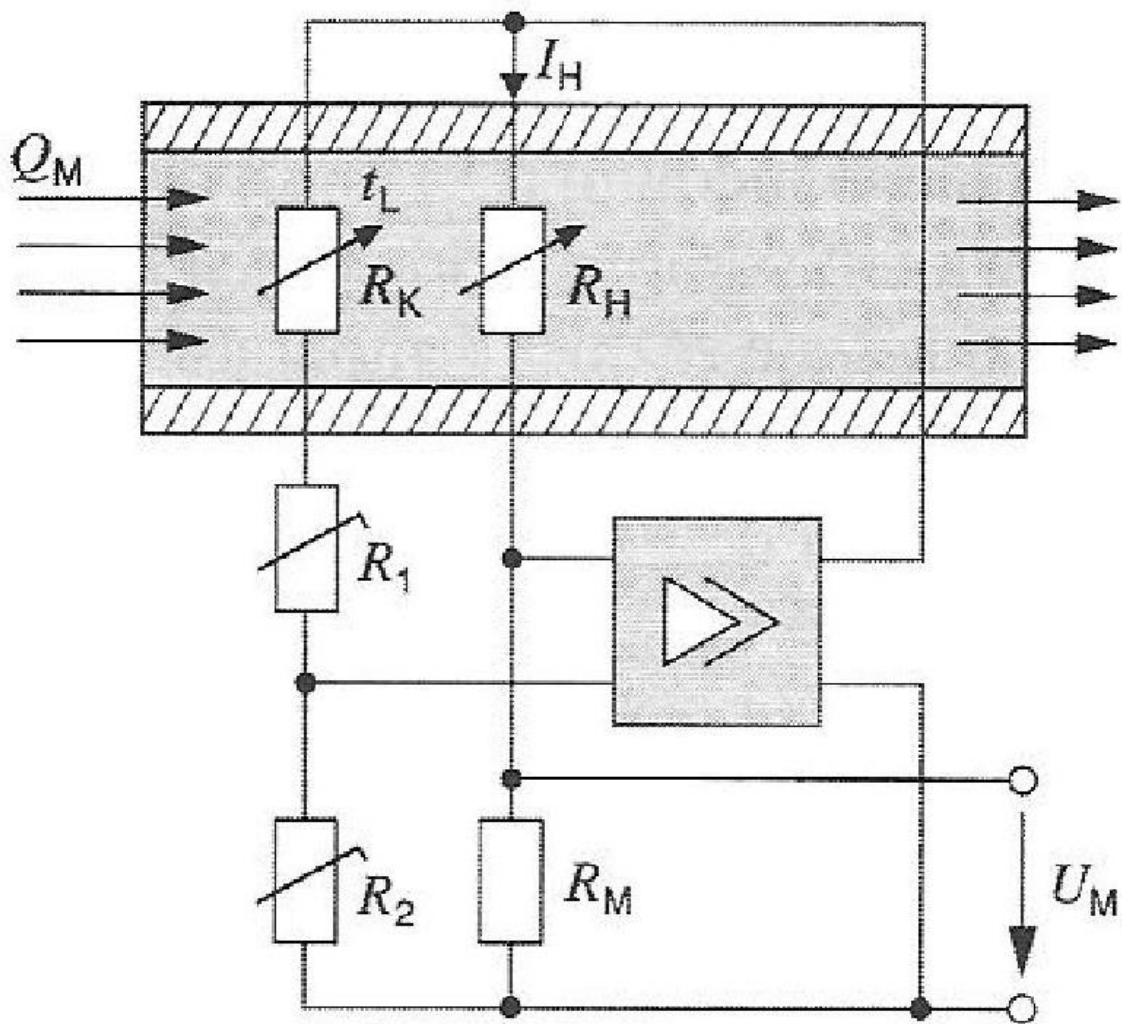
a – przesłona pierścieniowa
b – przesłona tarczowa (tarcza spiętrzająca – kryza pomiarowa)
1 – przesłona
 A_S – przekrój przesłonięty
 $A_{1,2}$ przekroje pomiarowe
 $p_{1,2}$ – ciśnienia pomiarowe
 Δp – spadek ciśnienia na zwężce
 Q_{LM} – wydatek masowy powietrza

Przeptywomierz z klapą spiętrzającą



- 1 – klapa spiętrzająca
 - 2 – czujnik temperatury
 - 3 – połączenie elektryczne do sterownika
 - 4 – potencjometr
 - 5 – objętość tłumiąca
 - 6 – klapa kompensacyjna
- Q_L – wydatek powietrza w układzie dolotowym

Termoanemometr



Rysunek 6

Q_{LM} – wydatek
masowy powietrza

U_M – napięcie
pomiarowe

R_H – rezystancja
termoanemometru
drutowego

R_K – rezystancja
kompensująca

R_M – rezystancja
pomiarowa

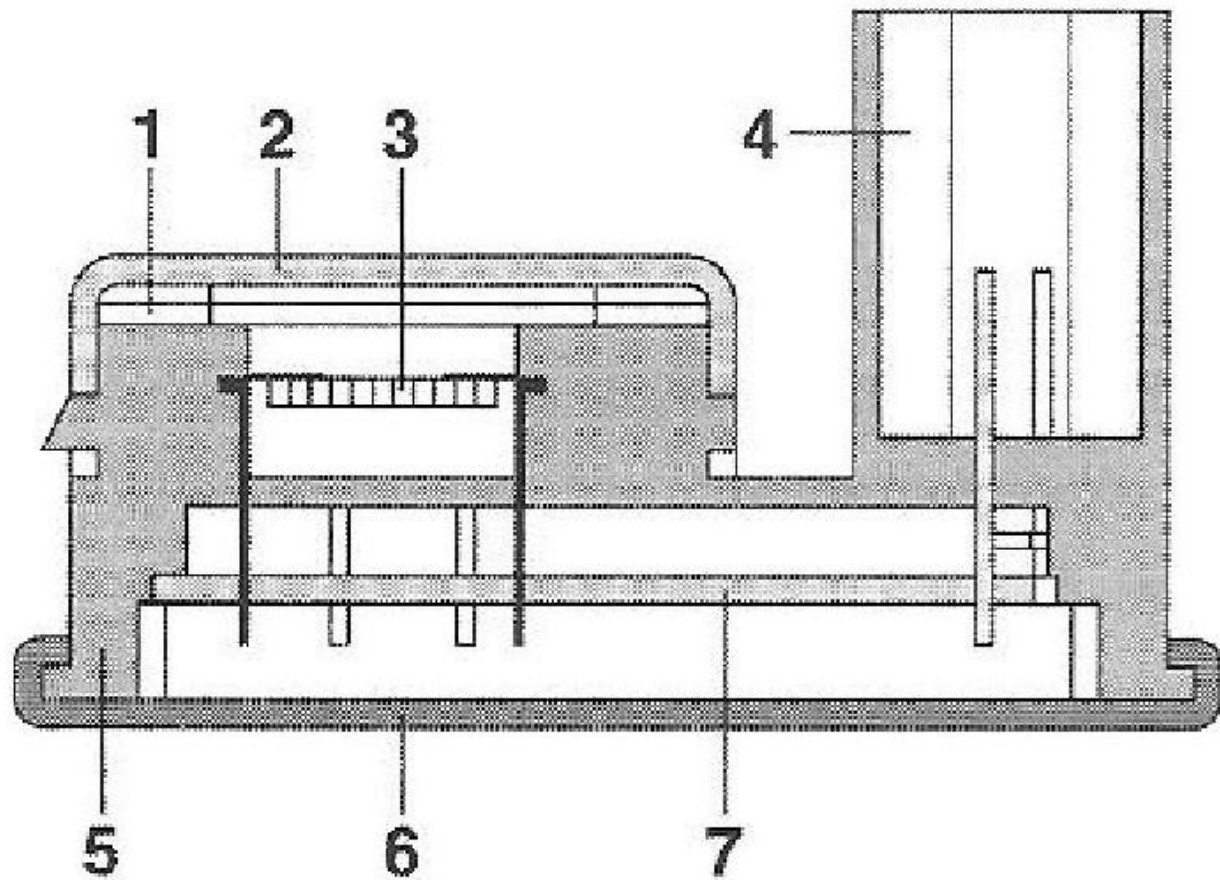
$R_{1,2}$ – rezystory
równoważące

Czujniki gazów, czujniki stężenia

Mierzone wielkości:

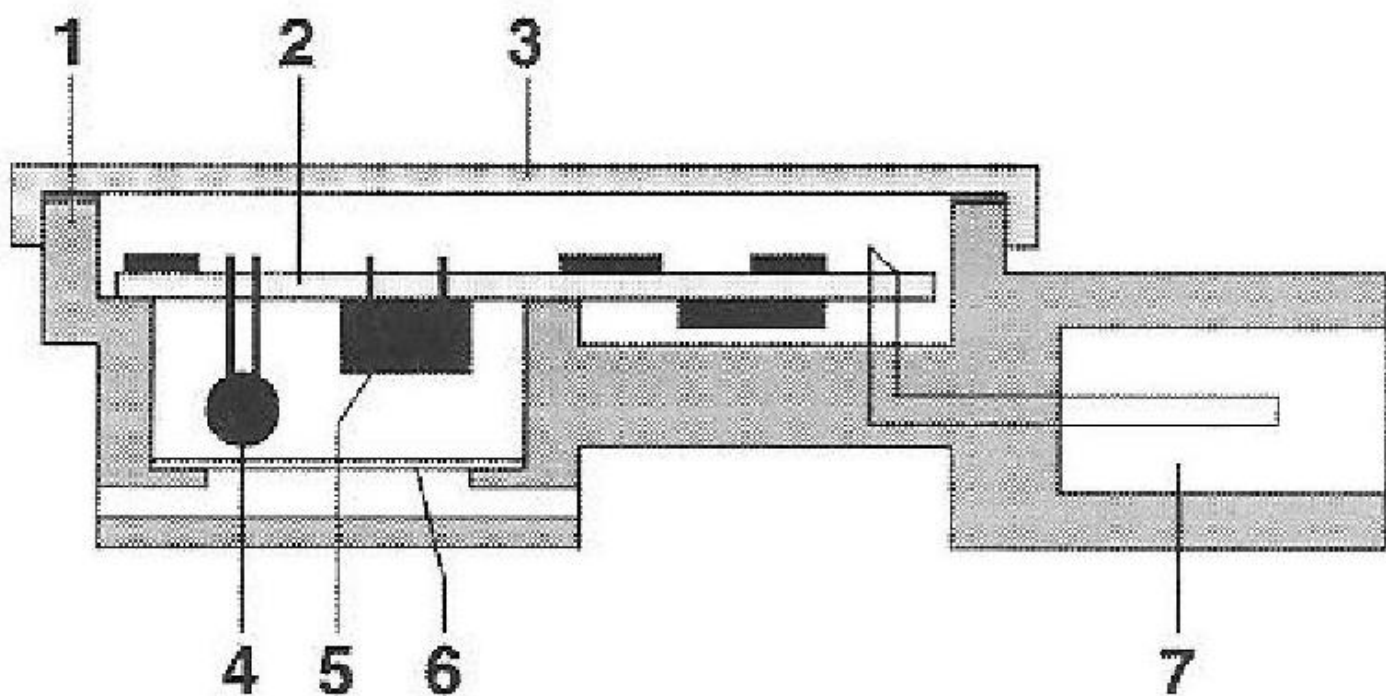
- Zawartość tlenu w spalinach
- Zawartość CO
- Wilgotność powietrza
- Stężenie cząstek stałych (zadymienie)

Czujnik jakości powietrza



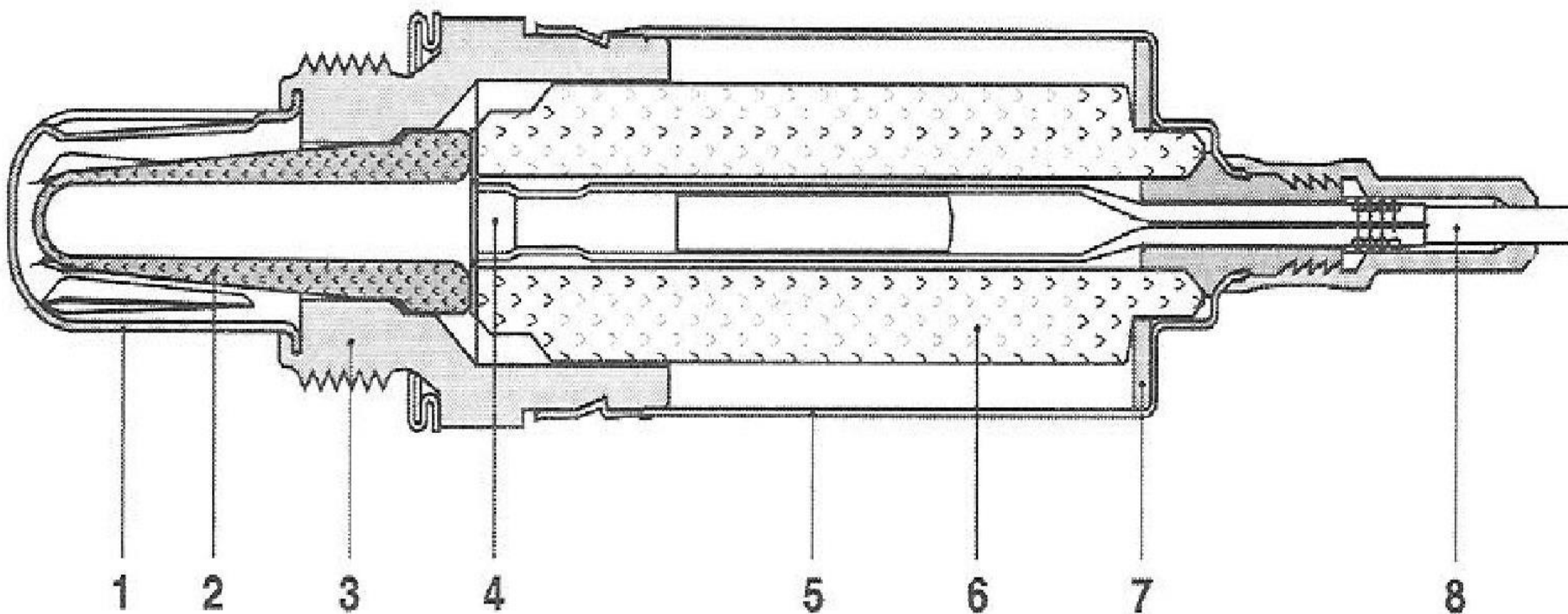
- 1 – membrana teflonowa
- 2 – osłona przepuszczająca gaz
- 3 – przetwornik pomiarowy NO_x / CO
- 4 – gniazdo wtykowe
- 5 – obudowa
- 6 – pokrywa z uszczelnieniem
- 7 – płytką drukowana

Czujnik wilgotności



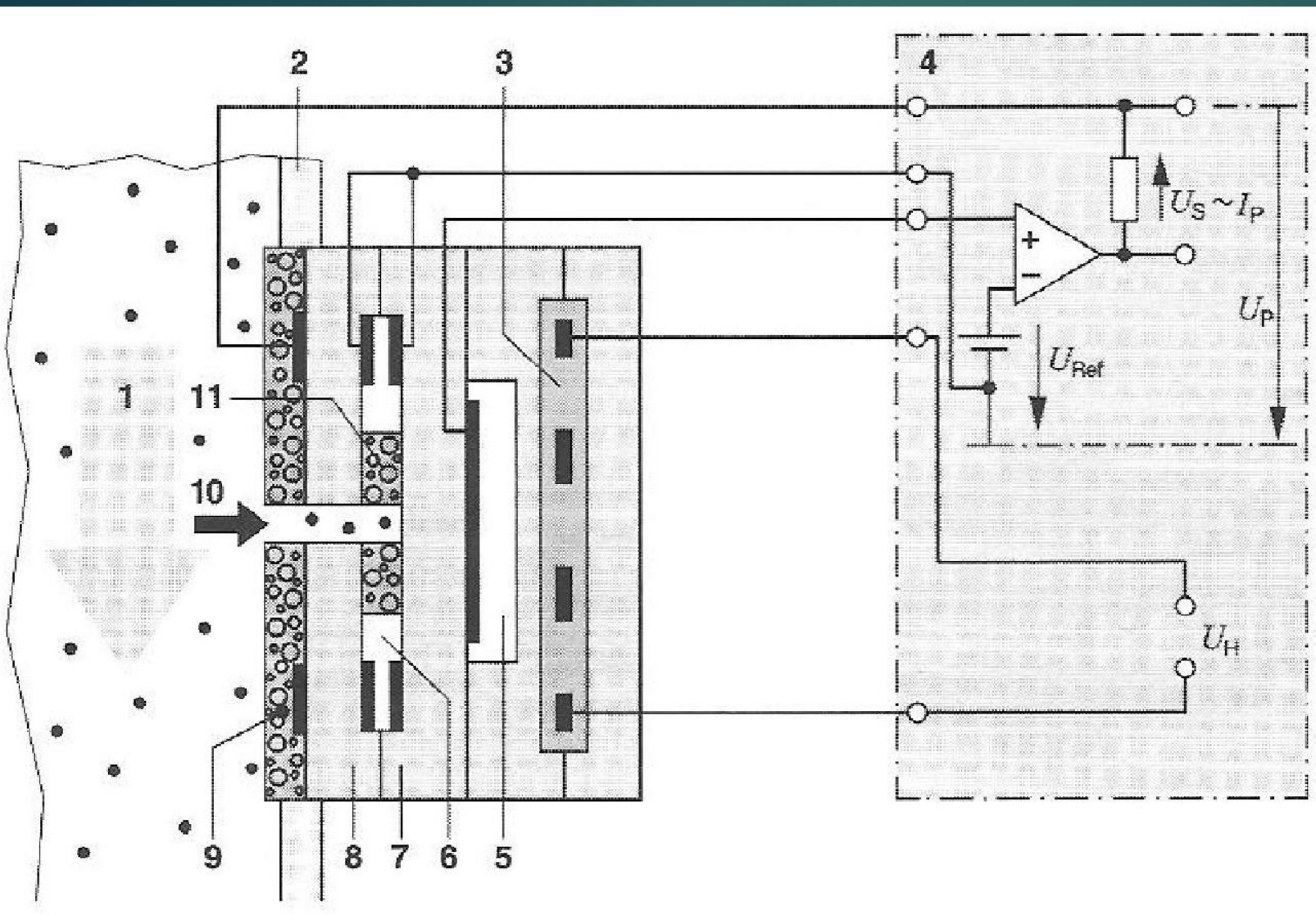
- 1 – obudowa
- 2 – płytką drukowaną
- 3 – pokrywka z uszczelką
- 4 – przetwornik temperatury
- 5 – przetwornik pomiarowy wilgotności
- 6 – membrana teflonowa
- 7 – gniazdo wtykowe

Dwustanowa sonda lambda



- 1 – osłona rurkowa ze szczelinami
- 2 – aktywny trzon z warstwą katalizatora (elektroda sondy)
- 3 – obudowa
- 4 – styk elektryczny
- 5 – tulejka ochronna
- 6 – ceramiczna wkładka rurkowa
- 7 – sprężyna tarczowa
- 8 – przewód elektryczny

Szerokopasmowa sonda lambda



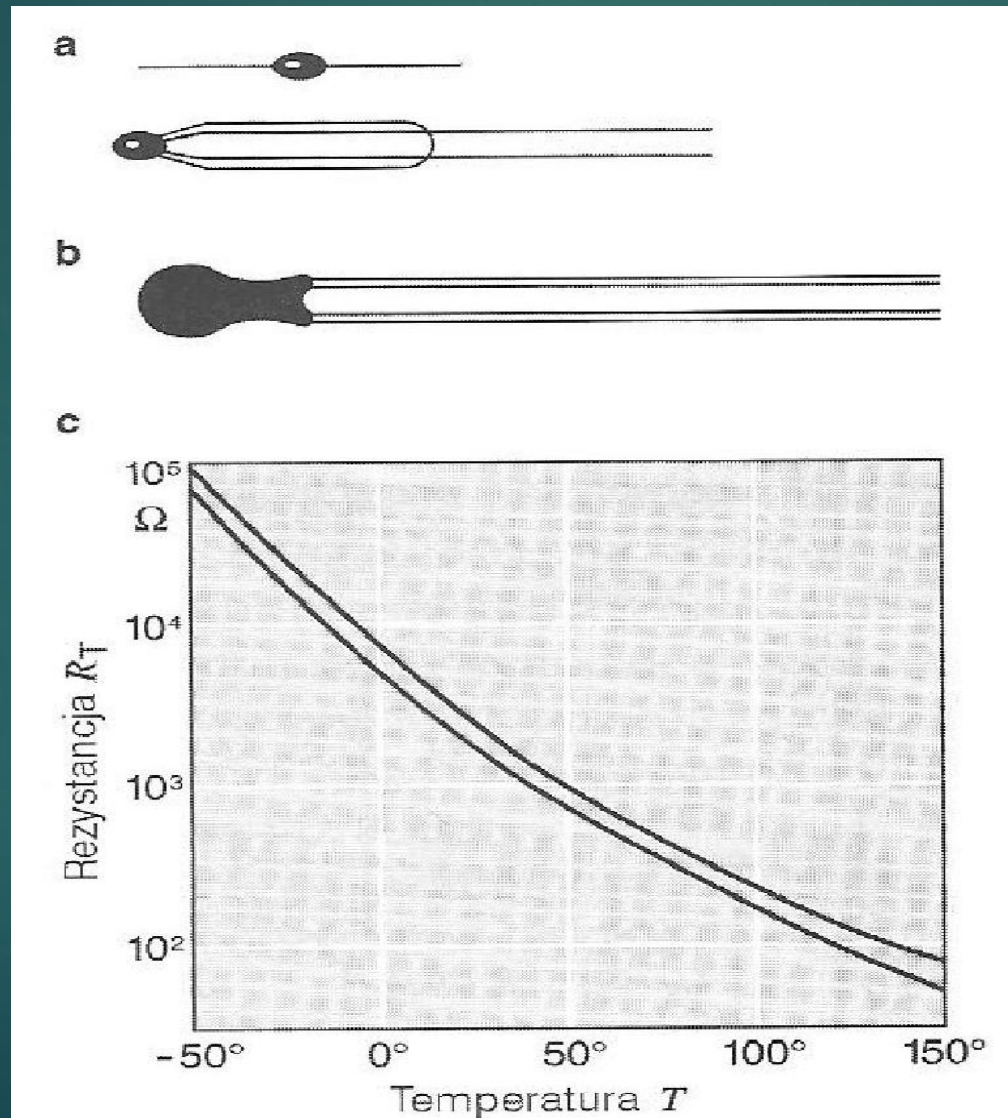
- 1 – spaliny
- 2 – rura wylotowa
- 3 – podgrzewacz
- 4 – element przetwarzający sygnał
- 5 – przetwornik z kanałem odniesienia
- 6 – szczeliny dyfuzyjne
- 7 – przetwornik Nernsta
- 8 – element pompowania z elektrodami wewnętrzną i zewnętrzną
- 9 – porowata warstwa ochronna
- 10 – wlot spalin
- 11 – porowata przegroda dyfuzyjna
- I_p – prąd pompowania
- U_p – napięcie pompowania
- U_{ref} – napięcie odniesienia (450 mV odpowiadające $\lambda = 1$)
- U_s – sygnał napięciowy sondy

Czujniki temperatury

Mierzone wielkości:

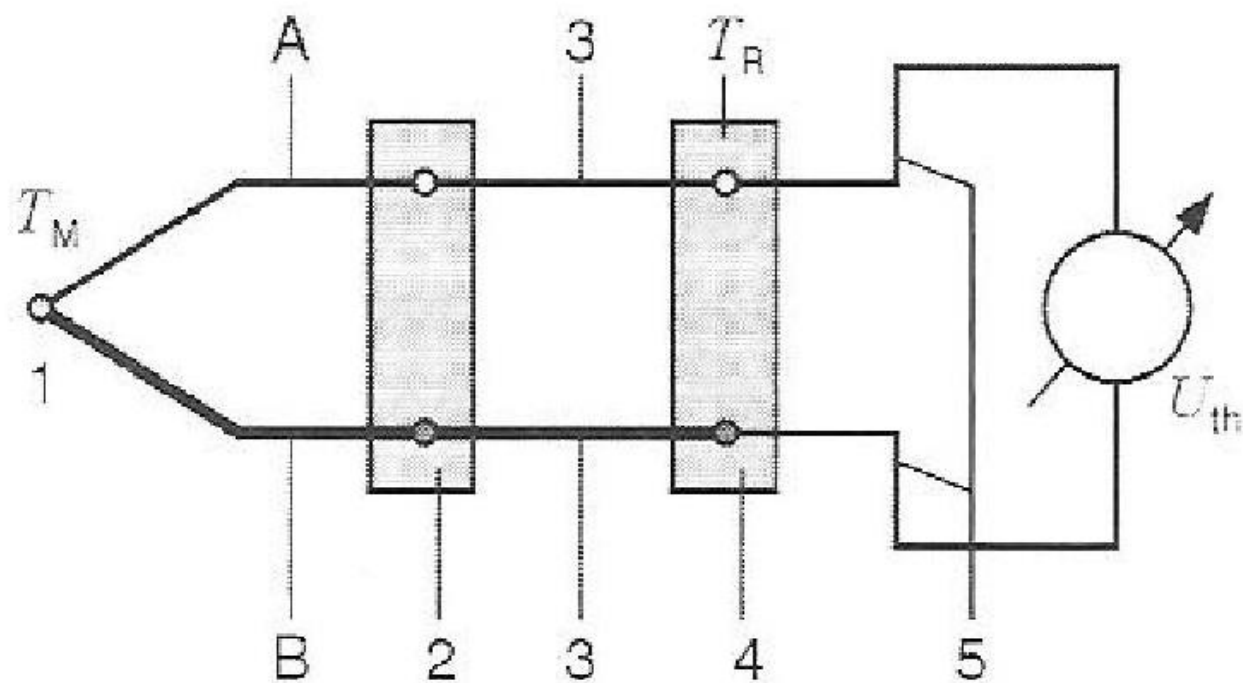
- Temperatura cieczy chłodzącej
- Temperatura powietrza w układzie dolotowym
- Temperatura oleju
- Temperatura spalin
- Temperatura zewnętrzna i wewnętrzna powietrza

Termistory NTC i ich charakterystyka



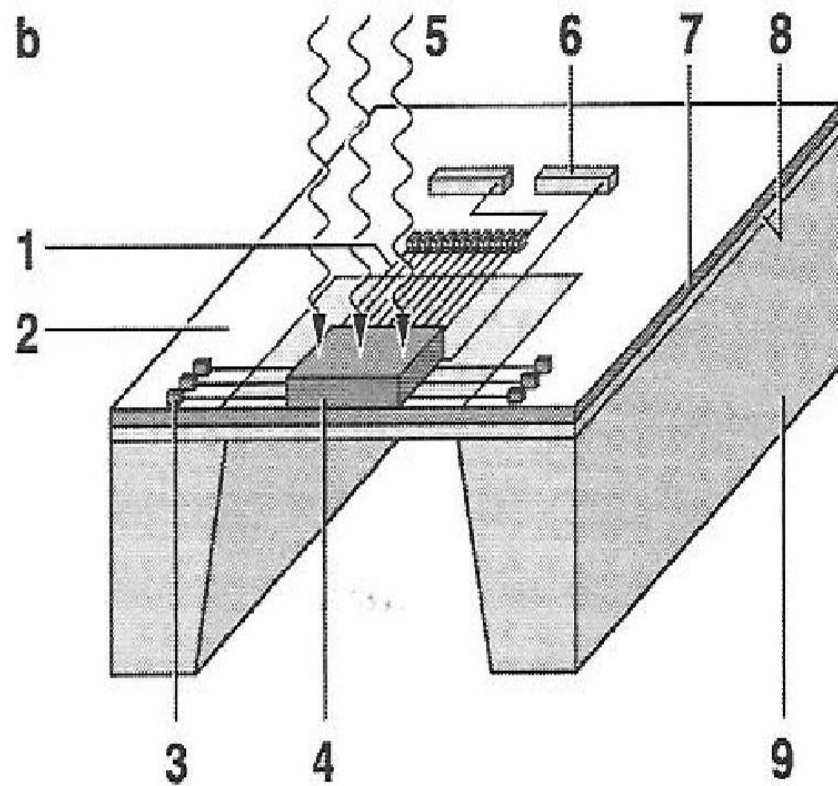
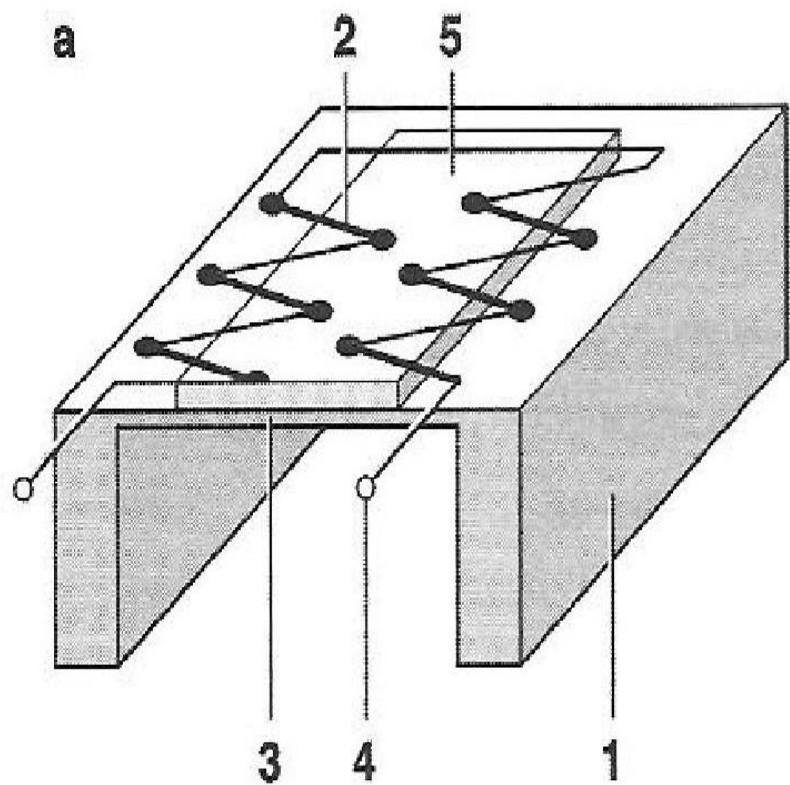
a – o kształcie perłkowym
b – o kształcie płytkowym
c – charakterystyka z granicami rozrzutu

Termopary



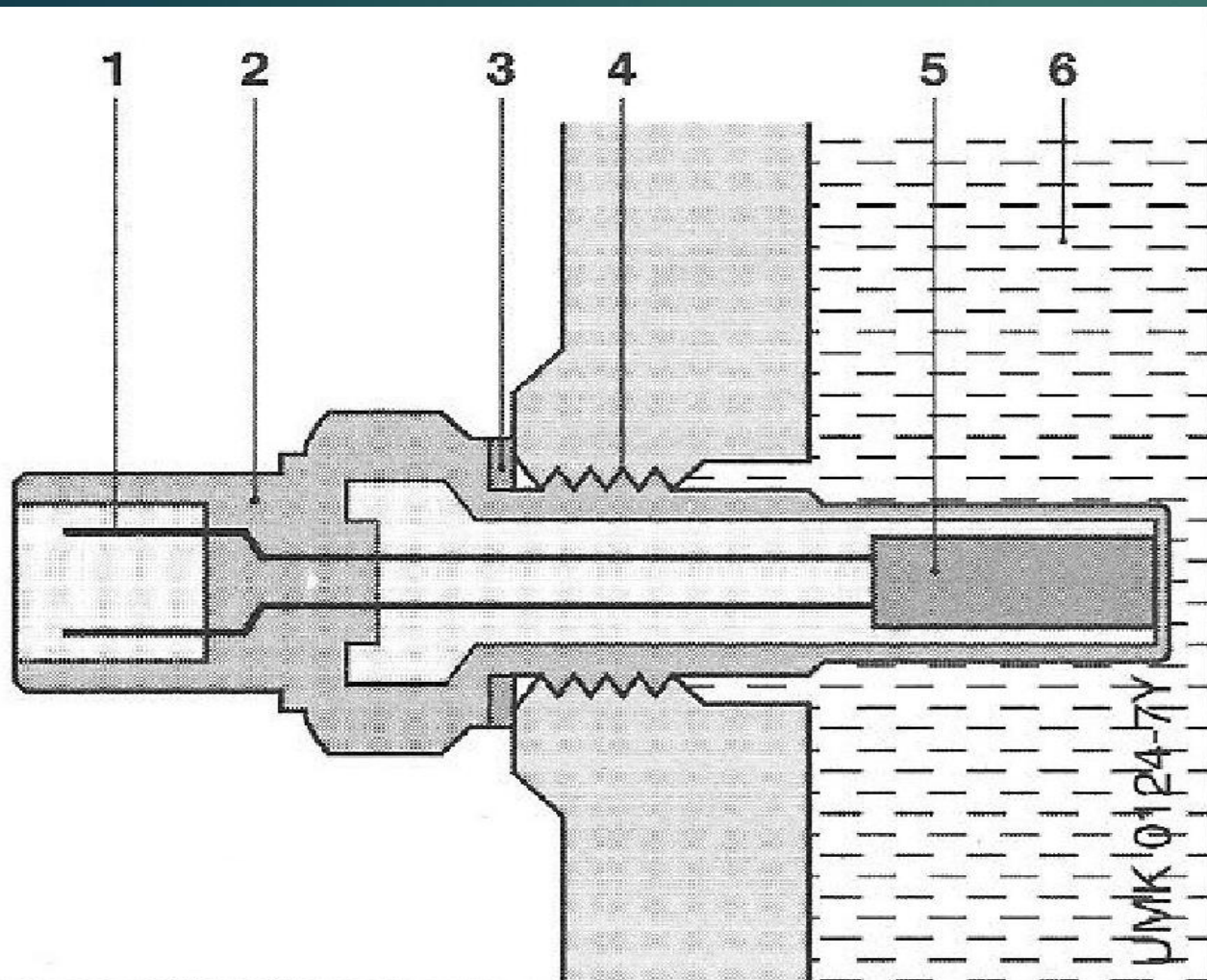
A/B skojarzenie
materiałów
(termoramiona)
1 – miejsce pomiaru
(połączenie
przewodzące
elektrycznie)
2 – głowica /
/ przyłącza
3 – przewody
kompensacyjne
4 – miejsce odbioru
sygnału (w temp.
odniesienia)
5 – przewód
przyłącza (Cu)
 T_M – mierzona
temperatura
 T_R – temperatura
odniesienia
 U_{th} – napięcie
termoelektryczne

Mikromechaniczny czujnik pirometryczny



- a – zasada działania przetwornika
1 – chip krzemowy
2 – szeregowy układ termoelementów (np. Al / krzem polikrystaliczny)
3 – membrana SiN
4 – przyłącze stosu termoelektrycznego
5 – warstwa absorpcyjna
b – czujnik
1 – termoelement
2 – „zimny” styk
3 – membrana
4 – absorber
5 – promieniowanie ciepłe
6 – przyłącze elektryczne
7 – warstwa Si₃N₄
8 – warstwa SiO₂
9 – upust ciepła

Termistorowy czujnik temperatury cieczy chłodzącej silnika



- 1 – przyłącze elektryczne
- 2 – obudowa
- 3 – pierścień uszczelniający
- 4 – złącze gwintowane
- 5 – rezystancja pomiarowa
- 6 – ciecz chłodząca

Podsumowanie

To tylko część stosowanych w pojazdach samochodowych czujników. Dynamiczny rozwój elektroniki sterującej oraz wymagań klientów, ale przede wszystkim ustawodawców z Unii Europejskiej, którzy windują wymagania w zakresie bezpieczeństwa, ekologii i komfortu, wymuszają na projektantach systemów sterowania coraz to nowszych, szybszych i bardziej niezawodnych rozwiązań.

W erze samochodów hybrydowych i elektrycznych tempo rozwoju tychże rozwiązań jest ogromne i chcąc nadążyć za tym rozwojem, trzeba nieustannie doskonalić swoją wiedzę w tym zakresie.



Źródło:

BOSCH – Czujniki w pojazdach samochodowych
– informator techniczny

Zagadnienia do opracowania:

1. Czy amplituda sygnału (chwilowa wartość) czujnika magnetoindukcyjnego prędkości obrotowej wału korbowego, zależy od tej prędkości?
2. Czy amplituda sygnału (chwilowa wartość) czujnika Halla, prędkości obrotowej wału korbowego, zależy od tej prędkości?
3. Czym różni się charakterystyka termistora NTC i PTC?
4. Jakie zjawisko wykorzystuje czujnik spalania stukowego?
5. Gdzie mają zastosowanie czujniki przepływu?