

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW  
„MERA-PIAP”  
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

442

OŚRODEK POMIARÓW RUCHU I CZASU

BE 10

Główny wykonawca mgr inż. Arkadiusz Cybulski

Wykonawcy

Konsultant

Nr zlecenia 1080

"Zestaw informacyjno-pomiarowy dla  
maszyn budowlanych Ładowarki Ł-35"

Etap 3.

"Wytypowanie elementów /czujniki i  
liczniki/i sprawdzenie ich przydatności  
do zastosowania w zestawie"

Zleceniodawca OBR Maszyn Ziemnych i Transportowych Kombinatu  
Huty Stalowa Wola

Pracę rozpoczęto dnia 01.1988r.

zakończono dnia 30.04.1988

Kierownik Pracowni

inż. St. Pietrzykowski

Z-ca Dyrektora  
d/s Pomiarów

dr inż. J. Winiecki

Kierownik Ośrodka

dr inż. P. Karkoszka

Praca zawiera:

stron 12  
rysunków  
fotografii  
tabel  
tablic 3  
załączników 1

Rozdzielnik:

Egz. 1 BOINTE  
Egz. 2 OBRMZiT KHSW  
Egz. 3 ORC  
Egz. 4 OBRMZiT KHSW  
Egz. 5 ORC  
Egz. 6

Nr. rejestr. 6030

Analiza deskryptorowa PRZYRZĄDY POMIAROWE, MASZYNY BUDOWLANE.  
CZUJNIKI ZESTAWU.

Analiza dokumentacyjna Wytypowane elementy /czujniki i liczniki/  
do zestawu ładowarki Ł-35.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Etap 1. Rozeznanie stanu techniki światowej - rozeznanie patentowe  
Nr. rejestru 5835 - PIAP 04.1987

Etap 2. Opracowanie wytycznych do założeń techniczno - ekonomicznych  
Nr. rejestru 5856 - PIAP 06.1987

UKD

69.002:4/5  
621.3.08

Maszyny budowlane  
Przyrządy pomiarowe

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP .....	str 3
1.1 Przedmiot i cel opracowania .....	„ 3
1.2 Podstawa opracowania .....	„- 3
1.3 Wykaz literatury .....	„- 3
2. WYMAGANIA ZAMAWIAJĄCEGO .....	„ 3
3. PRZEGLĄD KONSTRUKCJI CZUJNIKÓW I TENDENCJE ROZWOJOWE.....	„ 5
3.1 Czujniki prędkości obrotowej .....	„ 5
3.2 Czujniki temperatury .....	„ 6
3.3 Czujniki ciśnienia .....	„ 7
3.4 Czujniki poziomu płynów .....	„ 7
4. CZUJNIKI PRODUKOWANE I OPRACOWYWANE W KRAJU. I ZAGRANICĄ .....	„ 8
5. WYKAZ PROPONOWANYCH CZUJNIKÓW POMIAROWYCH DO ŁADOWARKI Ł - 35 .....	„ 9
6. WNIOSKI .....	„ 12

## 1. WSTĘP

### 1.1 Przedmiot i cel sprawozdania.

W niniejszym sprawozdaniu przedstawiono wyniki dokonanego rozeznania stanu techniki w zakresie czujników do pomiaru parametrów pracy ładowarki Ł-35 w oparciu o informacje uzyskane u producentów, w ośrodkach badawczo-rozwojowych, a także u przedstawicieli firm zagranicznych /HONEYWELL, MOTOROLA, LUCAS, GANZ/. Celem było wybranie czujników do pomiaru poziomu, ciśnienia i temperatury.

### 1.2 Podstawa opracowania.

Podstawą niniejszego opracowania jest umowa Nr 302/80 z dnia 86.11.12 na wykonanie pracy pt. "Zestaw informacyjno-pomiarowy dla maszyn budowlanych", zawarta pomiędzy Przemysłowym Instytutem Automatyki i Pomiarów w Warszawie jako Wykonawcą, a Ośrodkiem Badawczo-Rozwojowym Maszyn Ziemnych i Transportowych Kombinatu Huty Stalowa Wola jako Zamawiającym.

### 1.3 Wykaz literatury.

W niniejszym opracowaniu korzystano z informacji wymienionych w p.1.1 oraz publikacji:

1. Society of Automotive Engineering /SAE/
2. Institute of Electrical and Electronics Engineers /IEEE - USA/
3. Institute of Electrical Engineers /IEE Wielka Brytania/
4. Biuletyn PIAP
5. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne

## 2. WYMAGANIA ZAMAWIAJĄCEGO

Zestaw kontrolno-pomiarowy dla ładowarki Ł-35 powinien mierzyć w sposób ciągły i sygnalizować przekroczenie wybranych parametrów pracy ładowarki oraz sygnalizować załączenie urządzeń dodatkowych.

4

Do parametrów mierzonych w sposób ciągły /z sygnalizacją przekroczenia wartości dopuszczalnych/ należy zaliczyć pomiary:

a/ poziomu:- płynu hamulcowego,

- oleju w silniku,
- płynu w chłodnicy,
- paliwa,

b/ ciśnienia:- oleju w silniku,

- powietrza w obwodzie I /dot. hamulców/,
- powietrza w obwodzie II,
- powietrza /informacja o zanieczyszczeniu filtra powietrza/,

c/ temperatury:

- płynu w chłodnicy,
- oleju w silniku,
- układu napędowego /zmie nnik momentu/,

d/ przebytej drogi / w km/,

e/ czasu pracy w motogodzinach, /umownego przeliczeniowego z obr./

f/ chwilowej prędkości obrotowej silnika,

g/ chwilowej prędkości jazdy maszyny,

h/ przełożenia kinematycznego przekładni hydrokinetycznej /jako stosunek dwóch prędkości obrotowych/.

Sygnalizowane <sup>będą</sup> także pewne stany urządzeń, takie jak:

- włączenie awaryjnego układu skrętu,
- zanieczyszczenie filtra olejowego układu napędowego,
- zanieczyszczenie filtra olejowego układu roboczego,
- uszkodzenie układu hamulcowego tylnego, /zużyte szczęki hamulcowe/,
- uszkodzenie układu hamulcowego przedniego, /zużyte szczęki hamulcowe/,
- neutralne położenie dźwigni biegów.

Ponadto powinno być sygnalizowane włączenie urządzeń dodatkowych:

- załączenie ogrzewania silnika sirokko,
- praca ogrzewania silnika sirokko,

- załączenie hamulca ręcznego,
- załączenie światła drogowego,
- rozruch silnika za pomocą nagrzewnicy,
- załączenie lampy błyskowej,
- załączenie kierunkowskazu lewego,
- załączenie kierunkowskazu prawego,

Celem niniejszego opracowania jest wybór czujników niezbędnych do ciągłego pomiaru ciśnienia, temperatury, poziomu płynów eksploatacyjnych i prędkości obrotowej.

Część sygnalizacyjna zestawu posiada tylko wprowadzenie odpowiednich kontrolki do złącza, które przyłączone będzie do istniejącej instalacji ładowarki.

#### Podstawowe wymagania eksploatacyjne czujników:

- odporność temperaturowa:  $-40^{\circ}\text{C} + +70^{\circ}\text{C}$
- odporność na drgania mechaniczne:
  - zakres częstotliwości:  $20 + 80\text{Hz}$
  - przyspieszenie:  $15\text{g}$
- wytrzymałość na udary: 10000 uderzeń przy przyspieszeniu  $30\text{g}$
- trwałość 2000h

### 3. PRZEGLĄD CZUJNIKÓW STOSOWANYCH W TECHNICIE MOTORYZACYJNEJ.

#### 3.1 Czujniki prędkości obrotowej.

Do pomiaru prędkości obrotowej stosuje się czujniki:

- amorficzne, wykorzystujące magnetyczne materiały amorficzne, w których występują zjawiska Wieganda i Matteucciego lub efekt Barkhausena
- magnetoindukcyjne
- indukcyjne
- hallotronowe
- magnetorezystancyjne
- optoelektroniczne

- tranzystorowe

- gaussotronowe

Czujniki te/nie dotyczy optoelektronicznych/umieszcza się w pobliżu elementu ferromagnetycznego wirującego, posiadającego występy /np. zęby/. Uzyskuje się impulsy, których częstotliwość jest proporcjonalna do prędkości obrotowej.

Stosowana jeszcze przez firmę GANZ prądniczka jest rozwiązaniem przestarzałym i odznacza się między innymi dużą niedokładnością, szczególnie w zakresie małych prędkości obrotowych.

Obecnie najczęściej stosowane są czujniki magnetoindukcyjne i indukcyjne, ale wypierane one będą przez czujniki z materiałów amorficznych. W kraju dostępna jest cała gama czujników indukcyjnych.

Proponuje się zastosować czujniki indukcyjne produkowane przez firmę PUH, do czasu uruchomienia produkcji czujników opracowywanych w PIAP /temat rządowy/.

### 3.2 Czujniki temperatury.

Przy pomiarze temperatury stosuje się czujniki:

- termoelektryczne,
- rezystancyjne metalowe,
- rezystancyjne termistorowe,
- półprzewodnikowe złączowe,
- rezystancyjne krzemowe,
- kwarcowe,

Najpowszechniej stosowane były czujniki rezystancyjne termistorowe, ale obecnie stosowane są przede wszystkim czujniki półprzewodnikowe /tranzystorowe/ oraz coraz częściej /głównie ze względu na cenę i dużą czułość/ krzemowe.

Najkorzystniej byłoby zastosować czujnik półprzewodnikowy mimo importu ze strefy dolarowej, ale należy wziąć pod uwagę możliwość uruchomienia takiej produkcji w Polsce /MERA OBREUS/.

7

### 3.3 Czujniki ciśnienia.

W przemyśle motoryzacyjnym znalazły zastosowanie czujniki:

- rezystancyjne,
- piezorezystancyjne krzemowe,
- wibracyjne,
- piezoelektryczne,
- pojemnościowe,
- aneroidowe i diafragmowe z przetwarzającym elementem indukcyjnym,
- ultradźwiękowe z diafragmą krzemową.

Powszechnie stosowane w zestawach kontrolno-pomiarowych czujniki rezystancyjne /dokł.  $\pm 6\%$ / nie znajdują zastosowania w układach sterowania pracą silnika, ze względu na w/w dokładność stosuje się tu czujniki piezorezystancyjne krzemowe, ale są one znacznie droższe /np. firmy **HONEYWELL** bez wzmacniacza około 16 dol. , a ze wzmacniaczem około 100 dolarów/. Biorąc powyższe pod uwagę proponuje się zastosować czujnik rezystancyjny produkowany przez firmę **GANZ** /produkowany przez **MERA - PAFAL** jest niskiej jakości/.

### 3.4 Czujniki poziomu płynów.

W tej dziedzinie pomiarów stosuje się czujniki:

- rezystancyjne pływakowe,
- pojemnościowe /tylko dla zbiorników o dużych zmianach poziomu/.

Ciągłego pomiaru poziomu dokonuje się w zasadzie tylko dla paliwa. Informacje o poziomie cieczy chłodzącej i poziomie oleju w silniku uzyskiwane są i tak w sposób pośredni poprzez pomiar temperatury chłodziwa oraz ciśnienia oleju w silniku.

W tym przypadku proponuje się zastosowanie czujnika poziomu paliwa firmy **GANZ** / ze względu na większą rozdzielczość i lepszą liniowość niż **PAFAL**/ oraz pionowy rezystancyjny czujnik poziomu do pomiaru poziomu cieczy chłodzącej, chociaż zupełnie wystarczająca dla użytkownika byłaby informacja o zbyt niskim poziomie cieczy.

8



W przypadku poziomu płynu hamulcowego proponuje się zastosować czujnik od samochodu Fiat 126p lub Łada, który sygnalizuje zbyt niski poziom. Do pomiaru <sup>poziomu</sup> oleju w silniku brak czujnika produkowanego w Polsce i KDL. Czujnik do sygnalizacji zbyt niskiego poziomu oleju produkuje firma LUCAS.

#### 4. CZUJNIKI PRODUKOWANE I OPRACOWYWANE W KRAJU I ZAGRANICĄ

W tabelicy 1 przedstawiono <sup>wybrane</sup> czujniki <sup>spośród</sup> produkowanych <sup>ch</sup> obecnie, zaś w tabelicy 2 nowe opracowania w kraju.

Tablica 1. Produkcja czujników

mierzona wielkość	czujnik	Producent		Uwagi
		kraj	zagranica	
prędkość obrotowa	indukcyjny	S.o.o PUH	LUCAS	
	prądniczka		GANZ	
	Wieganda		ECHLIN	
temperatura	termistorowy	PAFAL	LUCAS GANZ	
	półprzewodnikowy tranzystor.	P.Z CAREX		cena ok.40000zł
	półprzewodnikowy krzemowy		HONEYWELL MOTOROLA PHILIPS SIEMENES	-"- ok.0,2USD -"- ok.0,3USD
ciśnienie	potencjometr	PAFAL		bardzo duża nie dokładność +10%
			LUCAS GANZ	dokładność +6%
	krzemowy piezorezystancyjny	MERA OBREUS		obecnie tylko dla gazów
			MOTOROLA HONEYWELL	małe zakresy do 0,2MPa cena ok. 16 USD /bez wzmacniacza
	tensometryczny	ZDIBM		na własne potrzeby, ale istnieje możliwość rozszerzenia produkcji cena ok.40000zł
		PZ CAREX	/cena 100000 zł	

1.	2	3	4	5
poziom.	potencjometryczny	PAFAL	LUCAS GANZ	
	pojemnościowy	ZD IBM		dla zbiorników o wys. min. 350mm

Tablica 2 Nowe opracowania.

mierzona wielkość	czujnik	producent lub opracowujący	uwagi
temperatura	termometry grubowarst.	MERCOMP	Badania w PKNMiJ /brak dokładnych danych/
	Termorezystor IMP 100 grubowarst.	MERCOMP	przygotowywane wdrożenie /brak karty katalogowej/
	półprzewodnikowy	MERA OBREUS	/zamówienie rządowe 8.2/ prace badawcze
ciśnienie	piezorezystancyjny przetwornik ciśnienia ze wzmacniaczem	MERA OBREUS	badania prototypów uruchomienie w MERA-PNEFAL, można uruchomić produkcję czujnika w zakresie 0-1F. ze wzmacniaczem po złożonym zamówieniu przez Hutę Stalowa Wola
prędkość obrotowa	czujniki indukcyjne	PIAP	temat rządowy prace badawcze
prędkość obrotowa	Wieganda	PIAP	prace badawcze /temat rządowy/

5. WYKAZ PROPONOWANYCH CZUJNIKÓW POMIAROWYCH DO ŁADOWARKI Ł-35

Uwzględniając wstępne wymagania Zamawiającego, wyniki konsultacji z OBRMZiT oraz analizy dostępnej literatury proponuje<sup>się</sup> następujące parametry, które należy mierzyć w sposób ciągły oraz ich zakresy pomiarowe:

- poziom: - płynu hamulcowego,
- oleju silnikowego,
- płynu w chłodnicy,
- paliwa,

ciśnienie: - powietrza w obwodzie I /do 1MPa/,  
- powietrza w obwodzie II/do 1MPa/,  
- oleju silnika /do 1 MPa/,  
- zanieczyszczenie filtra powietrza /25 + 28 H<sub>2</sub>O/,

temperatura:

- płynu w chłodnicy /do 130°C/,  
- oleju w silniku /do 130°C/,  
- układu napędowego /do 130°C/,

prędkość obrotowa: 0 - 2500 obr/min,

prędkość chwilowa: 0 - 50 km/godz

czas pracy: umowny przeliczeniowy z obrotów w motogodzinach,  
przebyta droga.

Przy wyborze czujników kierowano się ich parametrami, dostępnością, a także ceną. Uwzględniono także życzenia Zamawiającego odnośnie sposobu zamocowania, miejsca zamocowania itp.

Zaproponowany zestaw czujników zapewni dokładność pomiaru ok. ±6% dla pomiaru ciśnienia, ±2% dla pomiaru temperatury, oraz ±7% dla pomiaru poziomu co jest zupełnie wystarczające dla zestawów kontrolno-pomiarowych /np. LUCAS/.

Dokładność pomiaru prędkości, drogi ±1%. Czujniki o znacznie większej dokładności /głównie ciśnienia/ stosowane są przede wszystkim do układów sterowania elektronicznego silnika.

Tablica 3. Wykaz czujników dla Ł-35

<u>Poziom</u>	
płynu hamulcowego	sygnalizacja przekroczenia, zastosowana do pojazdów samochodowych Fiat 126p lub Łada
oleju silnika	sygnalizacja zbyt niskiego poziomu LUCAS
paliwa	GANZ typ 38.0034.45.007 ENA 550
płynu w chłodnicy	GANZ typ 38.004945001 ENA 817
=====	
<u>Ciśnienie</u>	
ciśnienie powietrza w obwodzie I i II	} GANZ 38005725005 ; EFA M 14x1,5
ciśnienie oleju silnika	
zanieczyszczenie filtra powietrza	130 PC HONEYWELL ; MOTOROLA
=====	
<u>Temperatura</u>	
płynu w chłodnicy	MTS 102 MOTOROLA, w przyszłości zastąpienie elementu opracowywanego w MERA OBREUS /tablica 2/
oleju w silniku	
układu napędowego	
-----	
prędkość obrotowa	PUH
prędkość jazdy	PUH
przełożenie kinematyczne	PUH
licznik motogodzin	} GANZ - adaptacja
licznik km	

## 6. WNIOSKI

1. Czujniki ciśnienia i temperatury wymienione w tab.3 zapewniają dokładność pomiaru  $\pm 2\%$  dla temperatury,  $\pm 6\%$  dla ciśnienia.
2. Zastosowanie dokładniejszych czujników piezorezystancyjnych do pomiaru ciśnienia /dokładność  $\pm 1\%$ / uważamy w tym przypadku za niecelowe, gdyż nie jest wymagana taka dokładność, a cena kilkadziesiąt razy przewyższa cenę czujnika rezystancyjnego.
3. Zastosowanie do sygnalizacji poziomu oleju w silniku czujnika firmy LUCAS wynika z braku takiego w kraju oraz w KDL.  
Naszym zdaniem nie jest to pomiar niezbędny.
4. W zasadzie można by zastosować do pomiaru temperatury czujniki termistorowe GANZ, ale wymagają linearyzacji charakterystyki oraz uwzględnienia dużego rozrzutu rezystancji. Biorąc pod uwagę niezbyt wysoką cenę elementu oraz to, że jest opracowywany obecnie polski zamiennik wybrano element produkowany przez MOTOROLA.
5. Licznik km i motogodzin stanowić będzie adaptację z zestawu wskaźników produkowanego przez firmę GANZ do czasu uruchomienia produkcji liczydeł elektromechanicznych opracowywanych obecnie w PIAP /temat rządowy/.
6. W oparciu o przeprowadzone rozeznanie trzeba stwierdzić, iż istnieje potrzeba opracowania i uruchomienia produkcji czujników dla motoryzacji, gdzie często występują szczególne wymagania klimatyczne, a nie są potrzebne duże dokładności pomiaru /jak np. w przypadku robotów przemysłowych/. Wymaga to zebrania wszystkich zainteresowanych i opracowania wspólnego postępowania w celu uruchomienia produkcji czujników dla potrzeb motoryzacji.

## CZUJNIKI RUCHU

## PCR

Czujnik ruchu PCR jest elementem automatyki przemysłowej kontrolującym ruch i sygnalizującym przekroczenie progowej prędkości liniowej lub obrotowej ruchomych części maszyn i urządzeń.

PCR reaguje bezdotykowo /indukcyjnie/ na przemieszczające się w jego strefie czułości metalowe zęby, śruby, występy itp. związane z będącymi w ruchu częściami maszyn.

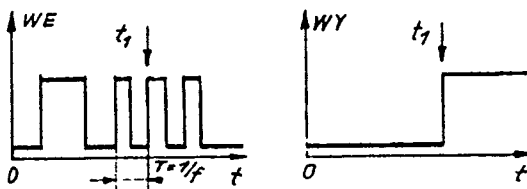
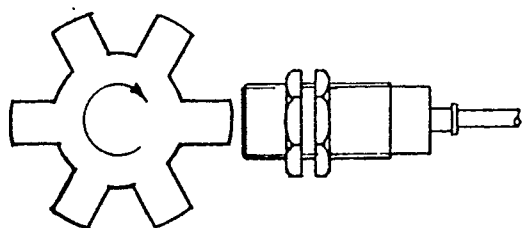
PCR jest szczególnie przydatny w takich zastosowaniach jak dozowanie pracy przenośników, młynów, układów napędowych itp., w których sygnalizuje przekroczenie obrotów lub ustanie ruchu.

PCR reagując na prędkość obrotową może być stosowany w układach rozruchu silników elektrycznych eliminując dotychczas stosowane przekaźniki czasowe, programowe, prądowe itp.

PCR jest czujnikiem elektronicznym, zawierającym w jednej obudowie czujnik indukcyjny wykrywający metal oraz układ wyróżniania przekroczenia prędkości progowej.

PCR posiada cylindryczną gwintowaną /M30x1,5/ obudowę wykonaną z mosiądzu pokrytego chromem, przystosowaną do łatwego montażu i mocowania przy użyciu nakrętek. Powierzchnia czuła znajduje się w czołowej części czujnika, jest wykonana z tworzywa sztucznego. Przekroczenie kontrolowanej prędkości progowej jest sygnalizowane świeceniem diody elektroluminescencyjnej umieszczonej w tylnej części czujnika.

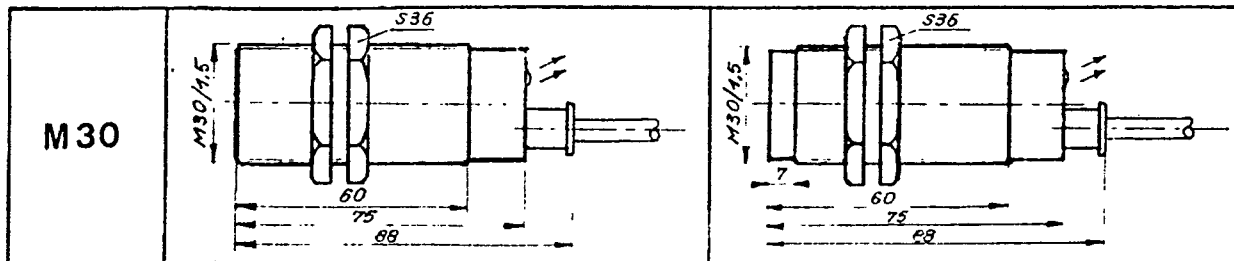
PCR wykonujemy z jedną ustaloną przez użytkownika częstotliwością progową odpowiadającą kontrolowanej prędkości lub w wykonaniu specjalnym z regulacją częstotliwości.



Do regulacji częstotliwości progowej służy wbudowany w czujnik potencjometr wieloobrotowy z ośką w tylnej części obudowy czujnika.

PCR pracuje w obwodach zasilanych prądem stałym i może bezpośrednioysterowywać przekaźniki, elektrozawory itp.

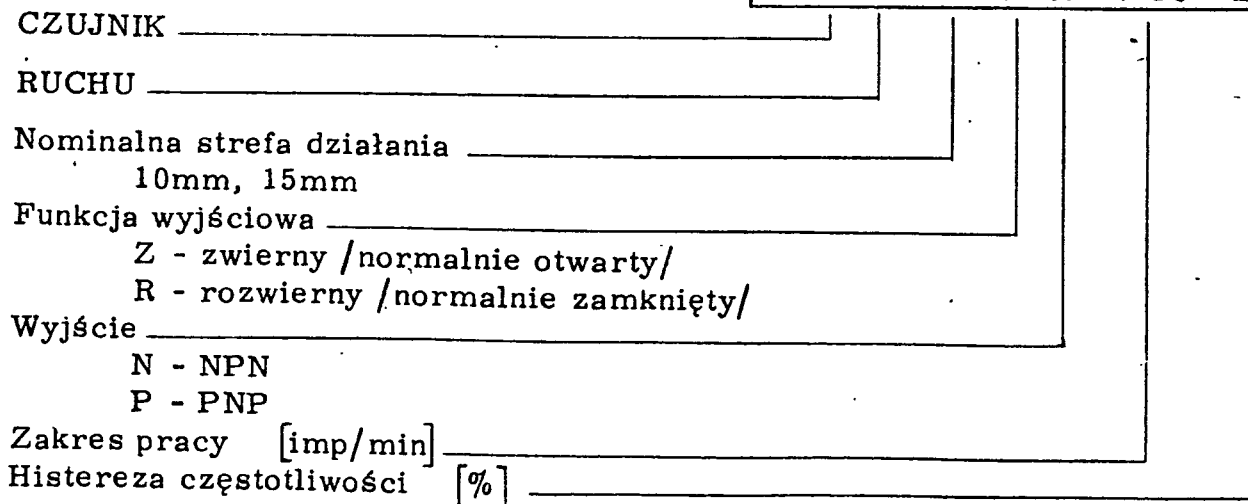
Sygnał wyjściowy jest dostosowany do współpracy z różnymi systemami logicznymi.



DANE TECHNICZNE

Napięcie zasilania DC	15 ÷ 30VDC
Tętnienia napięcia zasilania	≤10%
Pobór prądu bezysterowania	≤20mA
Prąd obciążenia	150mA
Napięcie szczytowe	0,8 ÷ 1,8V
Strefa działania $s_n$	10mm, 15mm
Tolerancja strefy działania	± 10%
Zakres pracy /częstotliwość progowa/	6 ÷ 6000 imp/min
Powtarzalność przełączania	± 2%
Regulacja zakresu pracy	stała lub ±50%
Histeresa częstotliwości /nieregulowana/	10 ÷ 80%
Czas opóźnienia	$t_{op} = \frac{60}{f_p}$ [sek]
Rezystancja wyjściowa	3,3 kΩ + LED
Wyjście	NPN lub PNP
Funkcja wyjściowa	Z ———— R ————
Sygnalizacja przekroczenia częstotliwości	normalnie otwarty
Przewód wyjściowy	normalnie zamknięty
Obudowa	LED
Zabezpieczenie przed zwarcie wyjścia	1 ÷ 2mb, 3x0,5mm <sup>2</sup>
Zabezpieczenie przed zmianą polaryzacji	mosiadz chromowany
Zabezpieczenie przed przepięciami /obciążenia indukcyjne/	tak
Temperatura pracy	tak
Stopień ochrony	tak
Wibracje	tak
Udary	-25°C ÷ +70°C
	IP - 67
	$f_w = 55\text{Hz}$ , $a_{maks} = 1\text{mm}$
	$b_{maks} = 30\text{g}$ , $t = 11\text{msek}$

P C R - 10 Z N - 1450 - 20



Informacji technicznych udzielają:

inż. Jacek L. Turski  
mgr inż. Adam A. Wieteska  
inż. Wiesław Sołtyński

inż. Krzysztof Piwoński  
mgr inż. Zbigniew Ozdobiński  
mgr inż. Paweł Kiełducki

## ZASILANIE

Czujniki ruchu PCR stosuje się w układach prądu stałego. Napięcie zasilania wynosi  $15 \div 30\text{VDC}$  z tętnieniami do 10%. Można stosować napięcie niestabilizowane.

## STREFA DZIAŁANIA

Strefą działania jest maksymalna odległość od czoła PCR, przy której czujnik stwierdza przemieszczanie się metalowych przedmiotów. Jest ona definiowana jak dla czujników indukcyjnych. W danych katalogowych są podane nominalne strefy działania  $/s_n/$  dla stali. Dla innych metali ulegają one skróceniu i mogą być określone wg poniższych współczynników korekcyjnych: chrom 0,9, nikiel 0,9, mosiądz 0,5, aluminium 0,4, miedź 0,4.

Rzeczywista strefa działania może różnić się od strefy nominalnej o  $\pm 10\%$ .

W zastosowaniach praktycznych zaleca się zbliżenie metalu na odległość mniejszą o  $1/2$  strefy działania. Jest to szczególnie istotne przy szerokościach zębów tarczy mniejszych od średnicy czujnika.

## ZAKRES PRACY

PCR produkujemy w dwóch wykonaniach:

- z ustaloną progową częstotliwością włączenia  $f_p$  [imp/min],
- z regulacją częstotliwości progowej w zakresie  $\pm 50\%$ .

Powtarzalność częstotliwości progowej w czasie pracy PCR mieści się w granicach  $\pm 2\%$ .

Stosując tarcze z różną ilością zębów przypadającą na jeden obrót, można używać PCR ze stałą częstotliwością progową do kontrolowania różnych zakresów prędkości. Wykorzystując np. kilka lub kilkanaście impulsów przypadających na obrót można kontrolować zmiany ruchu / przełączenie wyjścia czujnika /, w zakresie niewielkich kątowych przesunięć wirujących części maszyn.

ruch liniowy

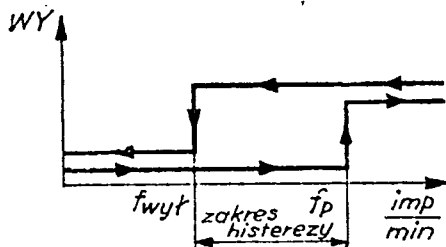
$$f_p \left[ \frac{\text{imp}}{\text{min}} \right] = 60 \cdot v \left[ \frac{\text{m}}{\text{sek}} \right] \cdot N \left[ \frac{\text{zęb}}{\text{m}} \right]$$

ruch obrotowy

$$f_p \left[ \frac{\text{imp}}{\text{min}} \right] = n \left[ \frac{\text{obr}}{\text{min}} \right] \cdot N \left[ \frac{\text{zęb}}{\text{obr}} \right]$$

## HISTEREZA

Działanie PCR charakteryzuje występowanie histerezy częstotliwości, tj. włączenie PCR następuje po przekroczeniu częstotliwości progowej, wyłączenie zaś wówczas, gdy częstotliwość spadnie poniżej progu wyłączenia.



Histereza wyrażana w procentach jest definiowana następująco:

$$H = \frac{f_p - f_{\text{wyt}}}{f_p} \cdot 100\%$$

Na życzenie odbiorców ustawiamy histerezę w przedziale od  $10 \div 80\%$ .

## CZAS OPÓŹNIENIA

Czasem opóźnienia jest czas, który mija od przekroczenia częstotliwości progowej, do przełączenia wyjścia PCR. Czas ten zależy od częstotliwości progowej.

$$t_{\text{op}} = \frac{60}{f_p} \left[ \text{sek} \right]$$

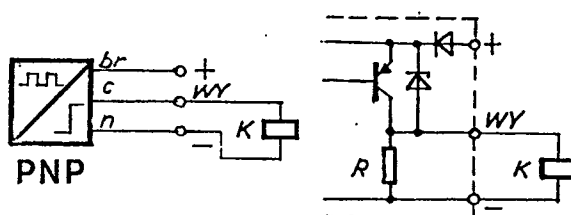
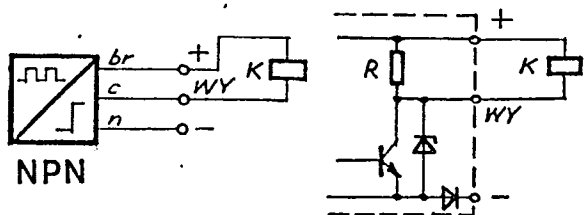


## WYJŚCIE

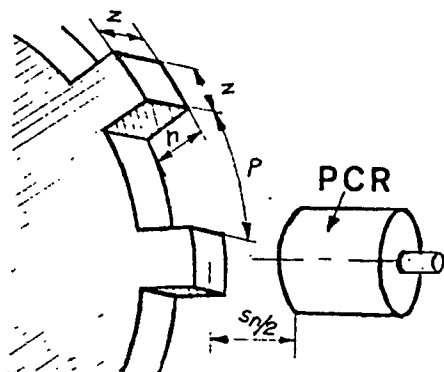
PCR posiada dwustanowe wyjście bezstykowe i realizuje jedną z dwóch funkcji wyjściowych: po przekroczeniu częstotliwości progowej powoduje przepływ prądu w obwodzie obciążenia /układ Z/; względnie powoduje przerwanie przepływu prądu w obwodzie obciążenia /układ R/.

Z -- zwierny  
/normalnie otwarty/

R - rozwierny  
/normalnie zamknięty/



## WYMIARY ELEMENTÓW INICJUJĄCYCH



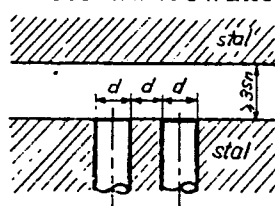
Wymiary elementów inicjujących, tzn. przesłon, zębów lub występów stalowych /St 37/ zależą od odległości tych elementów od czoła czujnika PCR.

Minimalne wymiary zębów i przerw między nimi dla odległości od czoła PCR równej  $\frac{1}{2}sn$  podane są w tabeli:

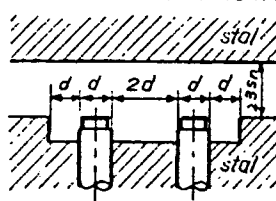
	Z	P	h
PCR - 10	10 mm	40 mm	10 mm
PCR - 15	15 mm	70 mm	15 mm

## INSTALOWANIE W KONSTRUKCJACH METALOWYCH

Czoło wbudowane



Czoło niewbudowane



## STOSOWANIE



Stosując PCR należy zwrócić szczególną uwagę na montaż PCR, tak aby zabezpieczyć go przed uszkodzeniami mechanicznymi. Mocowanie PCR powinno być zabezpieczone przed możliwością samoodkręcania. W urządzeniach o dużych wibracjach i uderzeniach, celowe jest mocowanie PCR na elastycznych wspornikach tłumiących drgania.

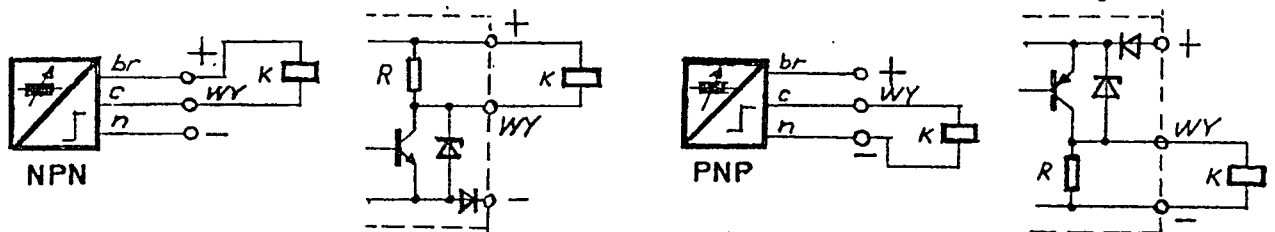
W trudnych warunkach środowiskowych, szczególnie przy pracy PCR w środowisku o dużej wilgotności należy stosować osłony czoła PCR w formie nakrętek z tworzywa uszczelniających czoło, nakręcanych na gwintowaną obudowę czujnika. Na przepust i przewód w PCR należy nasunąć rurę uszczelniającą /np. z polietylenu/ zaciśniętą na przepuszcisku.

## DANE TECHNICZNE

PRAD STAŻY

EN 50008

Napięcie zasilania	10 ÷ 30VDC
Tętnienia napięcia zasilania	$\leq 10\%$
Tolerancja strefy działania	$\pm 10\%$
Histeresa przełączania	1 ÷ 10% $s_n$
Pobór prądu bezysterowania	$\leq 20mA$
Napięcie szczytkowe	0,8 ÷ 1,8V
Stromość narastania sygnału wyjściowego	$\leq 1V \mu sek$
Prąd obciążenia	200mA (100mA)
Rezystancja wyjściowa	4,7 k $\Omega$
(przy sygnalizacji LED)	3,3k $\Omega$ + LED
Wyjście	NPN lub PNP
Funkcja wyjściowa	Z  normalnie otwarty
	R  normalnie zamknięty
Przewód wyjściowy	1 ÷ 2mb, 3x0,5 mm <sup>2</sup>
Obudowa	mosiadz chromowany



T Y P		Gwint zewnętrzny	Czoło wbudowane	Czoło niewbudowane	Nominalna strefa działania $s_n$ [mm]	Powtarzalność [mm]	Współczynnik temperaturowy [ $\mu m/^\circ C$ ]	Maks. prąd obciążenia [mA]	Maks. częstotliwość przełączania [Hz]	Sygnalizacja LED	Masa [kg]
NPN	PNP										
PCID-2ZN	PCID-2ZP	M12x1	•		2 0,2	4	100	1000		•	0,1
PCID-2RN	PCID-2RP	M12x1	•		2 0,1	4	100	1000			0,1
PCID-4ZN	PCID-4ZP	M12x1		•	4 0,2	8	100	800			0,1
PCID-4RN	PCID-4RP	M12x1		•	4 0,2	8	100	800			0,1
PCID-5ZN	PCID-5ZP	M18x1	•		5 0,2	10	200	500			0,2
PCID-5RN	PCID-5RP	M18x1	•		5 0,2	10	200	500			0,2
PCID-8ZN	PCID-8ZP	M18x1		•	8 0,3	15	200	200			0,2
PCID-8RN	PCID-8RP	M18x1		•	8 0,3	15	200	200			0,2
PCID-10ZN	PCID-10ZP	M30x1,5	•		10 0,2	20	200	300	•		0,3
PCID-10RN	PCID-10RP	M30x1,5	•		10 0,2	20	200	300	•		0,3
PCID-15ZN	PCID-15ZP	M30x1,5		•	15 0,3	30	200	100	•		0,3
PCID-15RN	PCID-15RP	M30x1,5		•	15 0,3	30	200	100	•		0,3

1)

Współczynnik korekcji	stal	chrom nikiel	alum. miedź	mosiadz
	x 1	x 0,9	x 0,4	x 0,5

Zabezpieczenia czujników PCID:

- przed zwarcieciem wyjścia
- przed zmianą polaryzacji napięcia zasilania
- przed przepięciami (obciążenia indukcyjne)

18

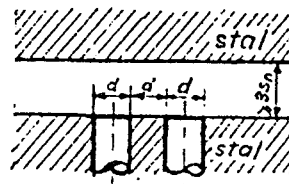
PCI zmieniają sygnał wyjściowy reagując na metalowe przedmioty wprowadzane w strefę czułości czujnika.

Odległość, przy której następuje przełączenie jest definiowana jako strefa działania\* (metoda pomiaru według EN 50010).

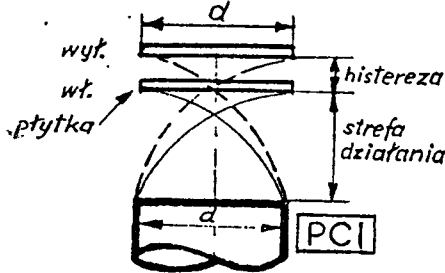
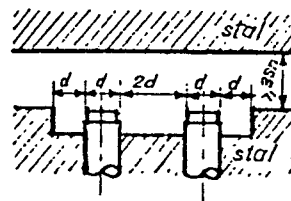
Nominalna strefa działania  $s_n$   
 Rzeczywista strefa działania  $s_r$   
 $0,9s_n \leq s_r \leq 1,1s_n$   
 Robocza strefa działania  $s_a$   
 $s_a \leq 0,81s_n$

INSTALOWANIE W KONSTRUKCJACH METALOWYCH

Czoło wbudowane



Czoło niewbudowane



\* Strefę działania mierzone przy zbliżaniu płytki stalowej St-37 o grubości 1 mm, kwadratowej o boku równym średnicy czujnika

PCI realizują jedną z dwóch funkcji wyjściowych: przy zbliżaniu metalu zwiernają (Z), albo rozwiernają (R) obwód wyjściowy.

Z - zwierny  
 (normalnie otwarty)  
 wyjście otwarte, gdy  
 nie ma metalu

R - rozwierny  
 (normalnie zamknięty)  
 wyjście zamknięte, gdy  
 nie ma metalu

OGOLNE DANE TECHNICZNE

Temperatura pracy  
 Stopień ochrony  
 Wibracje  
 Udry

$-25^{\circ}\text{C} \div +70^{\circ}\text{C}$   
 IP 67  
 $f \leq 55\text{Hz}$ ,  $a_{maks} = 1 \text{ mm}$   
 $b_{maks} \leq 30g$ ,  $t = 11 \text{ msek}$

**P C I D - 10 Z N**

CZUJNIK \_\_\_\_\_

INDUKCYJNY \_\_\_\_\_

Zasilanie \_\_\_\_\_

    A - prąd przemienny (AC)  
     D - prąd stały (DC)

Nominalna strefa działania \_\_\_\_\_  
     2, 4, 5, 8, 10, 15 mm

Funkcja wyjściowa \_\_\_\_\_  
     Z - zwierny (normalnie otwarty)  
     R - rozwierny (normalnie zamknięty)

Wyjście \_\_\_\_\_

    N - NPN } (tylko dla PCID)  
     P - PNP }

    24 - (24VAC - tylko dla PCIA)

## CZUJNIKI INDUKCYJNE

PCI

PCI są czujnikami indukcyjnymi reagującymi zmianą stanu obwodu wyjściowego na zbliżanie do ich czoła metalowych przedmiotów.

PCI są czujnikami przeznaczonymi do stosowania w układach automatyki przemysłowej i sterowania, zastępując wyłączniki krańcowe, stykowe łączniki drogowe itp., zapewniają długą żywotność, niezawodność i odporność na wpływy technoklimatyczne.

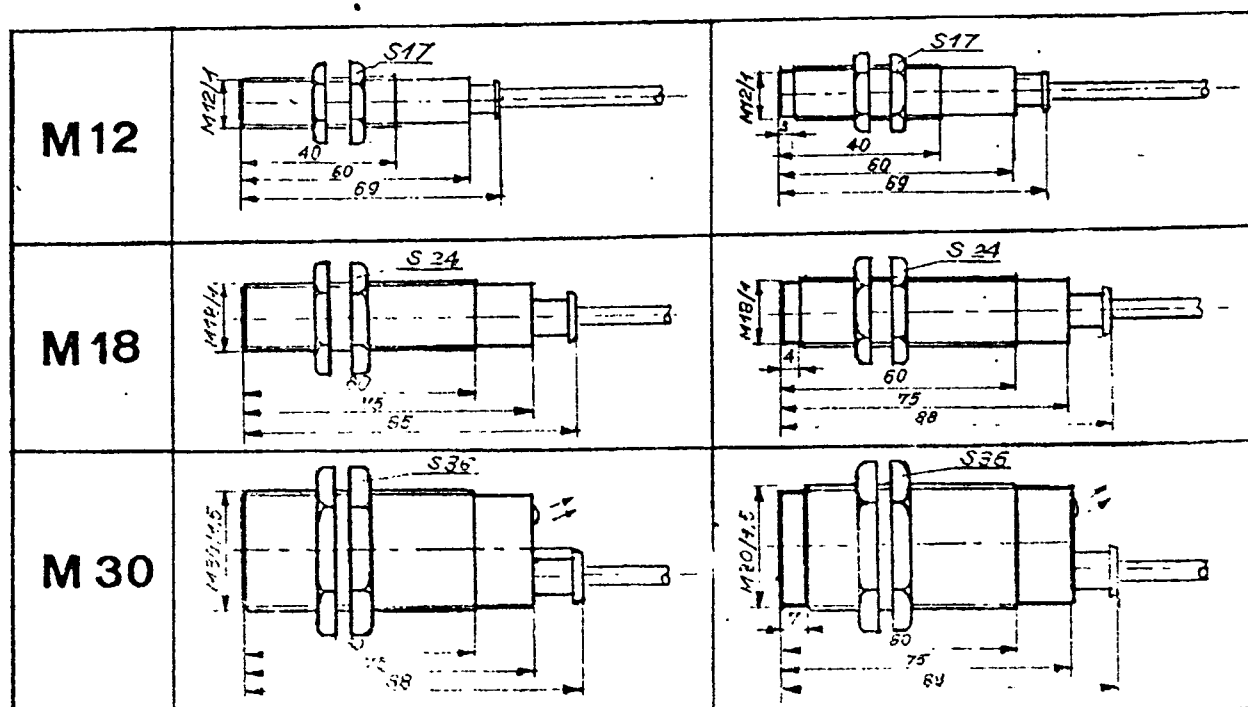
PCI są szczególnie odpowiednie do określania położenia ruchomych części maszyn i urządzeń, sygnalizowania ruchu, nadzoru przenośników itp., wszędzie tam, gdzie jest wymagana duża precyzja i powtarzalność działania oraz praca z dużą częstotliwością przełączania.

PCI mogą bezpośrednioysterowywać przekaźniki, styczniki, elektrozawory. Zapewniają też sygnały wyjściowe dostosowane do różnych systemów logicznych, programowanych sterowników logicznych.

PCI są wykonywane zgodnie z normą EN 50008 i EN 50036, są zamiennikami czujników indukcyjnych produkowanych przez przodujące firmy zagraniczne.



PCI posiadają standardowe cylindryczne gwintowane obudowy, wykonane z mosiądzu pokrytego chromem, zapewniające łatwe mocowanie i stabilność termiczną oraz zabezpieczające przed udarami mechanicznymi.

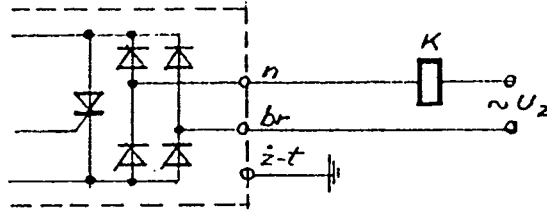
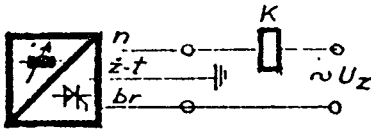
PCI można stosować w układach prądu stałego (10-30 VDC) oraz w układach prądu przemiennego (90-250 VAC lub 24 VAC).



PRAD PRZEMIENNY EN50036

DANE TECHNICZNE

Napięcie zasilania AC 40-65Hz	24VAC 20%	90÷250VAC
Tolerancja strefy działania	≤10%	≤10%
Histeresa przełączania	3÷20% $s_n$	3÷20% $s_n$
Prąd obciążenia	20÷500mA	20÷200mA
Prąd szczytkowy	≤5mA	≤5mA
Napięcie szczytkowe	≤3V	≤10V
Opóźnienie włączania	≤2msek	≤2msek
Opóźnienie wyłączenia	mniej niż połowa cyklu częstotliwości zasilania	
Funkcja wyjściowa	Z 	normalnie otwarty
Przewód wyjściowy	R 	normalnie zamknięty
Obudowa	1 ÷ 2mb, 3x0,5 mm <sup>2</sup> mosiądz chromowany	



TYP	Gwint zewnętrzny	Czoło wbudowane	Czoło niewbudowane	Nominalna strefa działania $s_n$ [mm]	Powtarzalność [mm]	Współczynnik temperaturowy [ $\mu\text{m}/^\circ\text{C}$ ]	Maks. częstotliwość przełączania [Hz]	Sygnalizacja LED	Masa [kg]
PCIA-5Z	M18x1	•		5	0,2	10	15		0,2
PCIA-5R	M18x1	•		5	0,2	10	15		0,2
PCIA-8Z	M18x1		•	8	0,3	15	10		0,2
PCIA-8R	M18x1		•	8	0,3	15	10		0,2
PCIA-10Z	M30x1,5	•		10	0,2	10	10	•	0,3
PCIA-10R	M30x1,5	•		10	0,2	15	10	•	0,3
PCIA-15Z	M30x1,5		•	15	0,3	20	5	•	0,3
PCIA-15R	M30x1,5		•	15	0,3	20	5	•	0,3

2)	stal	chrom nikiel	alum. miedz	mosiądz
Współczynnik korekcji	x 1	x 0,9	x 0,4	x 0,5

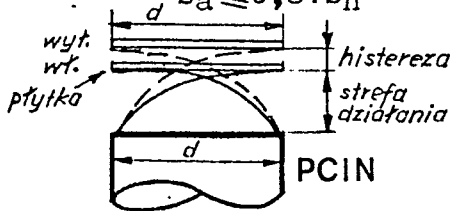
Informacji technicznych udzielają:

inż. Jacek L. Turski  
mgr inż. Adam A. Wieteska  
inż. Wiesław Sołtyński

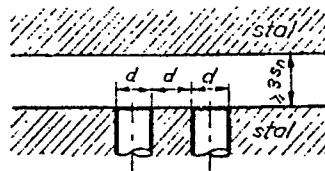
inż. Krzysztof Piwoński  
mgr inż. Zbigniew Ozdobiński  
mgr inż. Paweł Kiełducki

Odległość, przy której następuje przełączenie jest definiowana jako strefa działania \*/metoda pomiaru według EN 50010/.

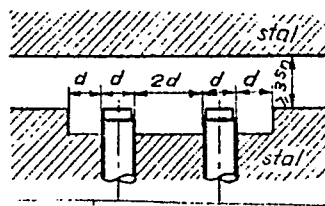
Nominalna strefa działania  $s_n$  INSTALOWANIE W KONSTRUKCJACH  
 Rzeczywista strefa działania  $s_r$  METALOWYCH  
 $0,9s_n \leq s_r \leq 1,1s_n$   
 Robocza strefa działania  $s_a$   
 $s_a \leq 0,81s_n$



Czoło wbudowane



Czoło niewbudowane

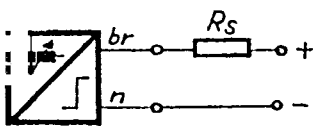


\*Strefę działania mierzono przy zbliżaniu płytki stalowej St-37 o grubości 1 mm, kwadratowej o boku równym średnicy czujnika

DANE TECHNICZNE

Napięcie zasilania 8VDC  $\pm 10\%$  /  $R_s \approx 1k /$   
 Tętnienia napięcia zasilania  $\leq 10\%$   
 Tolerancja strefy działania  $\pm 10\%$   
 Histereza przełączenia  $1 \div 10\%s_n$   
 Prąd wyjściowy  $\leq 1mA$   
 - metal przed czołem czujnika  $\geq 3mA$   
 - brak metalu przed czołem  
 Temperatura pracy  $-25^\circ C \div +70^\circ C$   
 Stopień ochrony IP 67  
 Wibracje  $f \leq 55Hz, a_{maks} = 1mm$   
 Udry  $b_{maks} \leq 30g, t_s = 11msek$   
 Przewód wyjściowy  $1 \div 2mb; 2 \times 0,5mm^2$   
 Obudowa mosiądz chromowany

SCHEMAT



TYP CZUJNIKA	Gwint zewnętrzny	Czoło wbudowane	Czoło niewbudowane	** Nominalna strefa działania $s_n$ [mm]	Powtarzalność [mm]	Współczynnik temperaturowy [ $\mu m / ^\circ C$ ]	Maks. częstotliwość przełączenia [Hz]	Masa [kg]
PCIN-2	M12x1	●		2	0,1	4	1000	0,07
PCIN-4	M12x1		●	4	0,2	8	500	0,07
PCIN-5	M18x1	●		5	0,2	10	500	0,15
PCIN-8	M18x1		●	8	0,4	15	200	0,15
PCIN-10	M30x1,5	●		10	0,3	20	200	0,25
PCIN-15	M30x1,5		●	15	0,5	30	100	0,25
**Współczynnik korekcji	stal x 1	chrom x 0,9	nikiel x 0,9	alum. x 0,4	miedź x 0,4	mosiądz x 0,5		

Informacji technicznych udzielają:

inż. Jacek L. Turski inż. Krzysztof Piwoński  
 mgr inż. Adam A. Wieteska mgr inż. Zbigniew Ozdobiński  
 inż. Wiesław Sołtyński mgr inż. Paweł Kiełducki

## CZUJNIKI INDUKCYJNE

PCI

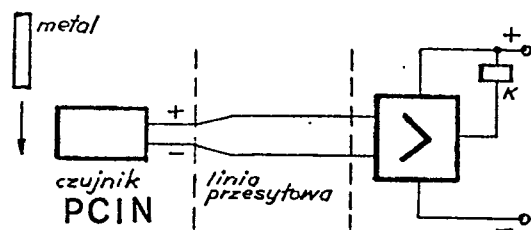
Czujniki indukcyjne PCIN są przeznaczone do stosowania w układach automatyki przemysłowej i sterowania.

Czujniki indukcyjne PCIN są wykonywane wg DIN 19234, /NAMUR/, reagują na wszystkie metale, charakteryzują się dwuprzewodowym wyjściem, małym poborem prądu, niewielkimi rozmiarami obudów, dużą precyzją działania i niezawodnością.

Czujniki indukcyjne PCIN są zamiennikami czujników typu NAMUR produkowanych przez firmy zagraniczne.

Czujniki indukcyjne PCIN posiadają w obu stanach pracy różne oporności wyjściowe:

- metal przed czołem  $R_{wy} \cong 7k\Omega$
- brak metalu przed czołem  $R_{wy} \cong 1k\Omega$



Ta różnica oporności wyjściowych czujnika jest wykorzystywana np. w warunkach współpracy czujnika ze wzmacniaczem przełącznikowym prądu stałego, którego wejście połączone z wyjściem czujnika PCIN zasila go napięciem stałym 8VDC poprzez szeregową oporność wejściową  $R_B \cong 1k\Omega$ .

Wzmacniacz reaguje na różnice prądów w obwodzie wejściowym

- metal przed czołem  $I_0 \leq 1mA$ ,
- brak metalu przed czołem  $I_0 \geq 3mA$ ,

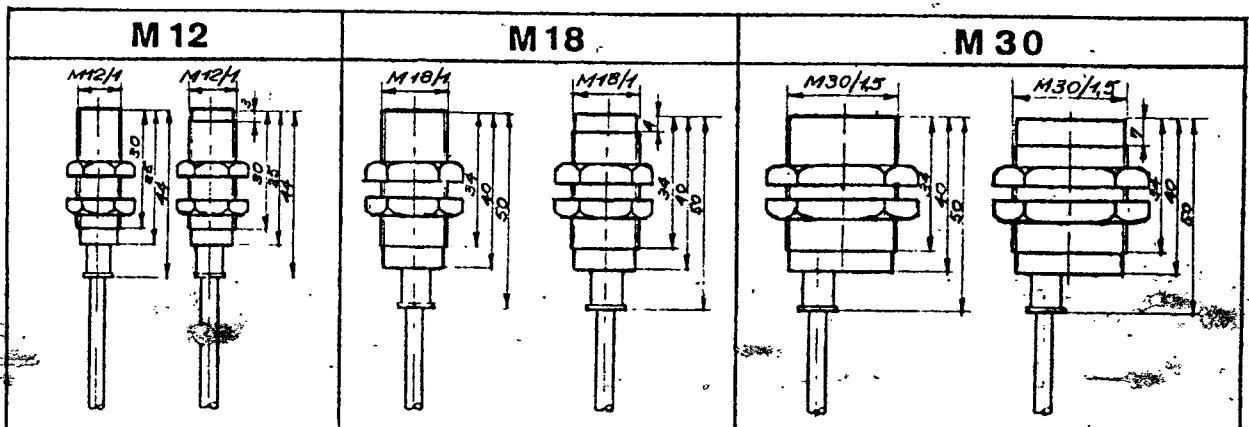
powodując np. wysterowanie przekaźnika dołączonego do wyjścia wzmacniacza.

Niskoomowe wyjście czujników PCIN zapewnia przekazywanie sygnałów prądowych na większe odległości /do kilku km/, bez obawy o zakłócenia od pól elektromagnetycznych itp..

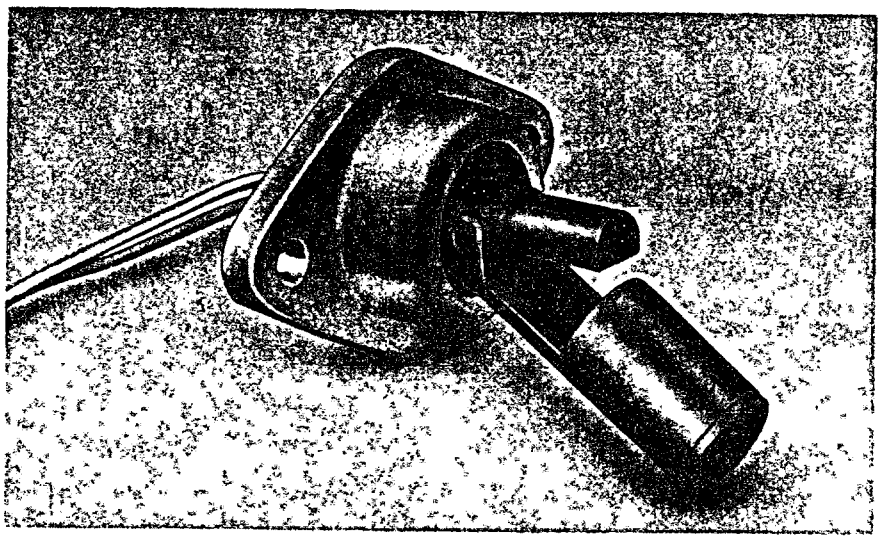
Obudowy czujników PCIN są wykonane z mosiądzu pokrytego chromem i posiadają trzy rozmiary gwintów zewnętrznych: M12x1, M18x1, M30x1,5 wg EN 50008.

Dla każdej średnicy obudowy czujnika wykonujemy czujniki:

- z czołem wbudowanym /czoło osłonięte tworzywem sztucznym, wbudowane na równo z metalową obudową/,
- z czołem niewbudowanym /wysunięta część czołowa czujnika osłonięta tworzywem sztucznym/.



# Sensor—Low Fluid Level Model 11SR



30.1 max.

### APPLICATION

This fluid level sensor is designed as a float switch for mounting in the side of the fluid reservoir or engine sump. It is suitable for operating in solutions of:-

- Antifreeze—glycol or alcohol
- Windshield washer fluid
- Anti-leak additive
- Water-pump lubricants
- Corrosion inhibitors
- Detergents
- Lubricating oils

The sensor can be used on petrol and diesel engines as part of a single or multi-channel v.c.m. system (12V or 24V).

### RATING

**Thermal**  
Operating temperature range:  
-30°C to +155°C.

### CHARACTERISTICS

**Mechanical**  
Weight: 23g  
Dimensions: Principal dimensions as shown overleaf. Fully detailed drawing can be prepared on receipt of application details.

### FEATURES

**Design**  
Specially designed with diecast body and flange for heavy duty operation.

**Operation**  
As fluid level falls the angle of the float arm increases to a predetermined value when the sensor switch contacts are operated.

An electronic control module is thereby triggered to activate a display warning of low fluid level.

**Failsafe sensing**  
Fixed resistors in the switch indicate short- or open-circuit sensor wiring.

**Life**  
1 million cycles of float arm.

**Terminations**  
'Shur' plug is standard. Other terminations available at customer's request.

**Maintenance**  
No maintenance required.

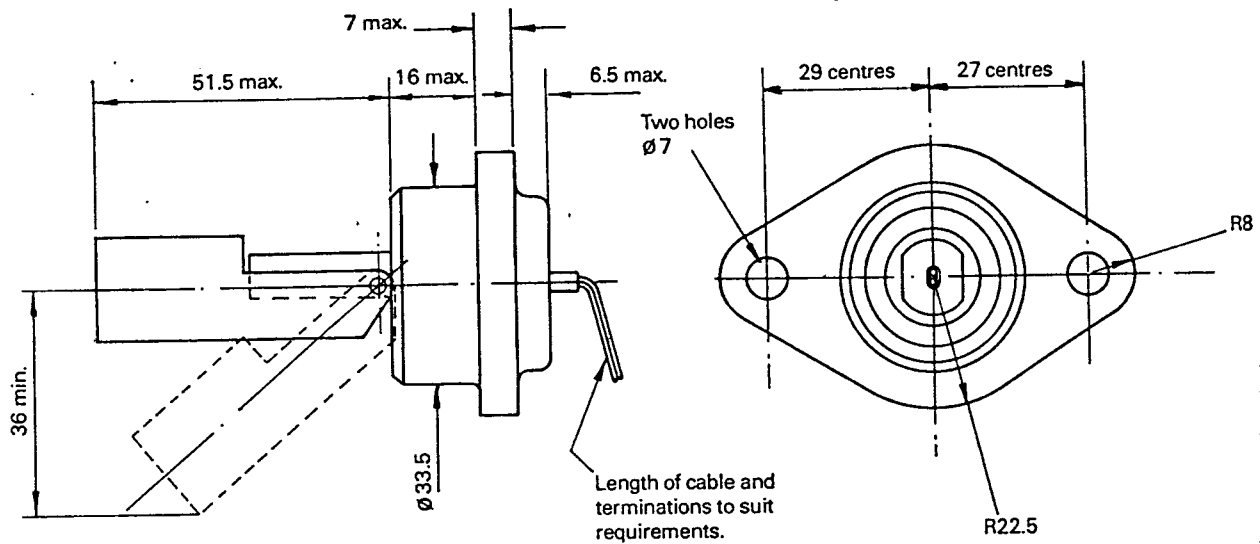
### OPTIONS

- Read-out display
- (i) Individual warning light.
  - (ii) As part of instrument panel display when operated through either a single or multi-channel v.c.m. module.



# Sensor—Low Fluid Level Model 11SR

Dimensions are in millimetres  
and are nominal  
unless otherwise stated.

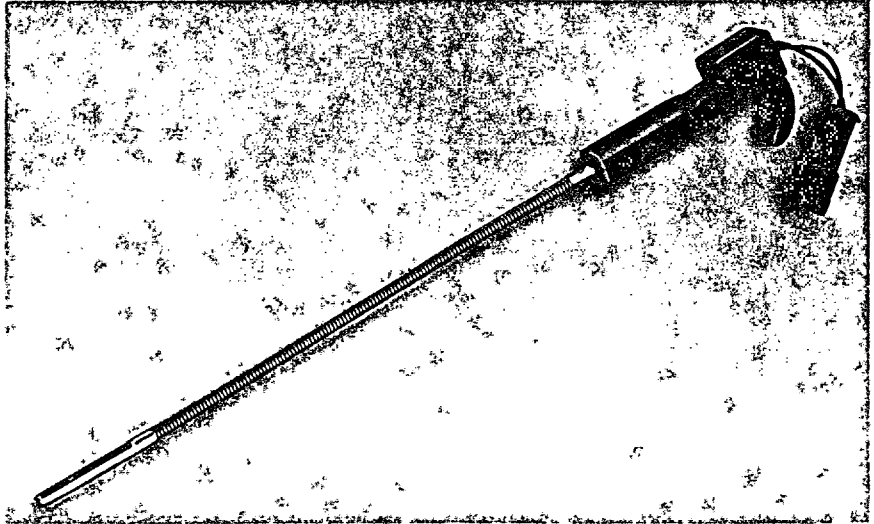


All enquiries to:  
Marketing Department  
Lucas Electrical Limited  
Great King Street  
Birmingham B19 2XF  
England  
Telephone: 021-554 5252  
Telex: 338681 LUCBHM G

This product can only be used in approved applications and in accordance with maintenance requirements and replacement intervals all of which are given on official Lucas outline drawing data sheets. This information is available on request.

25  
Oil level r

## Sensor — Dipstick Oil Probe Model 6SR



### APPLICATION

The sensor is designed as a flexible dipstick with a hot-wire element incorporated in the lower end to monitor automatically a low oil level in the sump (with the engine stationary). It can be used on petrol or diesel engines (of any capacity) as part of a single or multi-channel v.c.m. system (12V or 24V).

### RATING

**Thermal**

Operating temperature range:  
-30°C to +155°C.

### CHARACTERISTICS

#### Mechanical

Weight: 77g.

Dimensions: Principal dimensions as shown overleaf. Fully detailed drawing can be prepared on receipt of application details.

### FEATURES

#### Design

Both sensor electrical characteristics and probe physical dimensions are purpose-engineered and developed for identified applications.

The hot-wire element is connected through an electronic control module to a warning display (see 'Options' below).

#### Fixing

Uses normal dipstick tube with minimum internal diameter of 8mm.

#### Terminations

As specified by customer. 'Shur' plug preferred.

#### Manual monitoring

When topping up engine oil level, dipstick can be removed in normal manner to make a visual check.

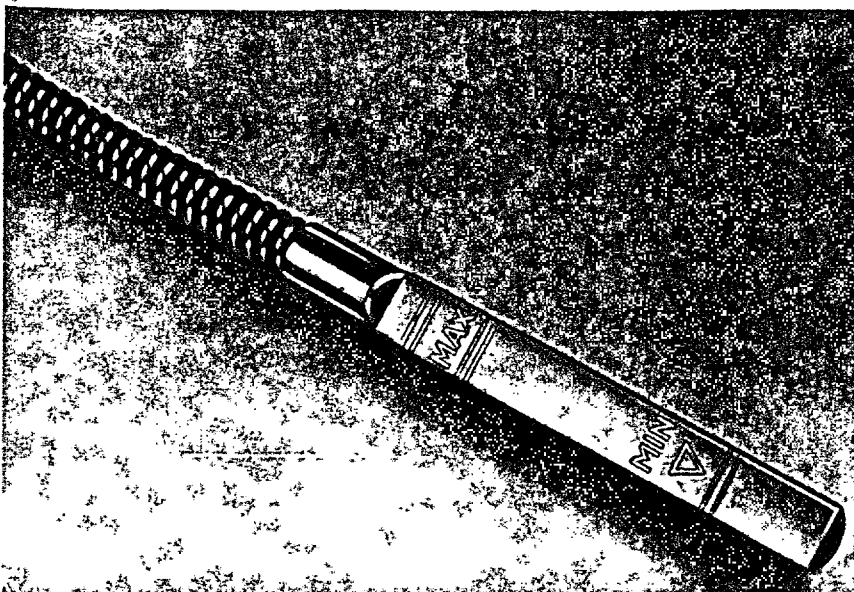
#### Maintenance

No maintenance required.

### OPTIONS

#### Read-out display

- i) Individual warning light.
- ii) As part of instrument panel display when operated through either a single or multi-channel v.c.m. module.



Oil level markings.

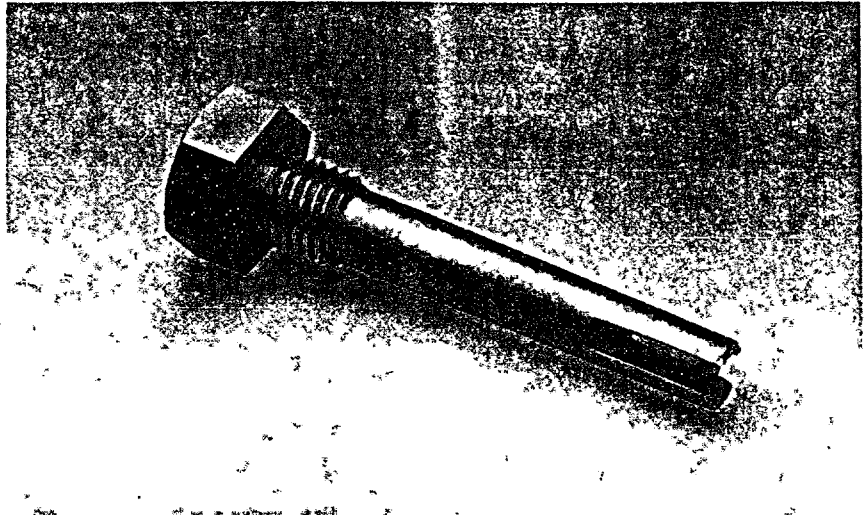
R8

and  
available

C.M. 282/DL

# Sensor — Sump-mounted Oil Probe Model 7SR

ADVANCE  
COPY



#### APPLICATION

This sensor is a sump-mounted probe designed to monitor automatically a low oil level (with the engine stationary). It can be used on diesel or petrol engines (of any capacity) as part of a single or multi-channel v.c.m. system (12V or 24V).

#### RATING

**Thermal**  
Operating temperature range:  
-30°C to +155°C.

#### CHARACTERISTICS

**Mechanical**  
Weight: Approx. 65g.  
Dimensions: Fully detailed drawing can be prepared on receipt of application details.

#### FEATURES

**Design**  
The sensor operates on a hot wire resistance technique, and is connected through an electronic module to a warning display (see 'Options' below). Both sensor electrical characteristics and probe physical dimensions are engineered for the particular application. The fitting position is determined by environmental factors in the engine sump area.

#### Terminations

'Shur' plug is a standard.  
Other terminations available at customer's request.

#### Maintenance

No maintenance required.

#### OPTIONS

##### Read-out display

- i) Individual warning light.
- ii) As part of instrument panel display when operated through either a single or multi-channel v.c.m. module.

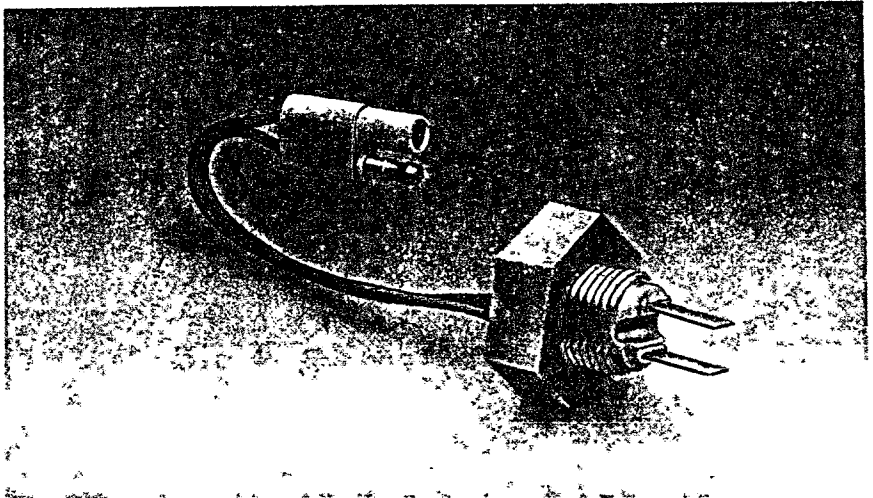
All enquiries to:  
Marketing Department  
Lucas Electrical Limited  
Great King Street  
Birmingham B19 2XF  
England  
Telephone: 021-554 5252  
Telex: 338681 LUCBHM G

This product can only be used in approved applications and in accordance with maintenance requirements and replacement intervals all of which are given on official Lucas outline drawing data sheets. This information is available on request.

# Sensor—Low Coolant Level A.C. Probe

## Model 8SR

ADVANCE  
COPY



### APPLICATION

This a.c. sensor is designed for mounting in header or expansion tanks of radiators of any capacity to monitor automatically low levels of all types of coolant fluid, either as part of a single or multi-channel v.c.m. system.

### RATINGS

#### Thermal

Operating temperature range:  
-40°C to +120°C.

#### Electrical

System voltage: Designed to operate with a 12v or 24v monitoring unit.

#### Mechanical

Maximum tank pressure:  
15 lbf/in<sup>2</sup> (103 kN/m<sup>2</sup>).

### CHARACTERISTICS

#### Electrical

Sensor resistance:

- (i) Unit clean and dry: 16 k $\Omega$
- (ii) Unit with blades short circuited:  
1 k $\Omega$

Typical impedance in 25% anti-freeze at 20°C: 200 $\Omega$

#### Mechanical

Weight: 25g.  
Dimensions: Fully detailed drawing available on request.

### FEATURES

#### Design

Two flat metal blades protrude from an insulated threaded boss into the liquid. Contained within the boss are two resistors with connections to the leads.

### Operation

Maximum and minimum resistances between the blades are defined by two resistors contained in the boss. Apparent values outside this range indicate wiring faults. Impedance between the electrodes increases when exposed due to low fluid level. The resultant increase in a.c. voltage across the probe terminals activates the warning system via the monitoring module. A.C. operation and the impedance levels employed overcome the polarisation effects of d.c. systems and the build up of contaminants on the probe.

### Installation

Suitable for operating in solutions of:

- Antifreeze—glycol or alcohol
- Anti-leak additive
- Water-pump lubricants
- Corrosion inhibitors
- Impure water.

### Mounting

Can be fitted in any attitude.

### Maintenance

No maintenance required.

### Terminations

As specified by customer. 'Shur' plug preferred.

### OPTIONS

Read-out display

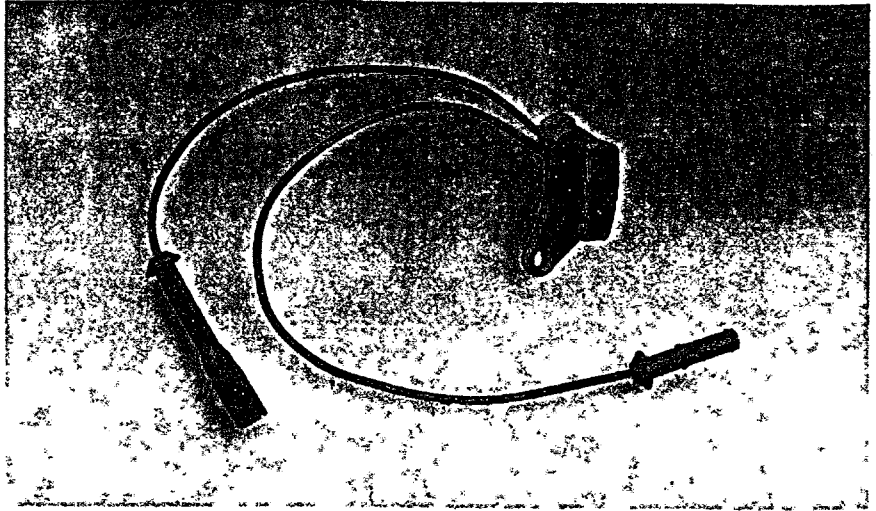
- (i) Individual warning light.
- (ii) As part of instrument panel display operated through a single or multi-channel v.c.m. module.

All enquiries to:  
Marketing Department  
Lucas Electrical Limited  
Great King Street  
Birmingham B19 2XF  
England  
Telephone: 021-554 5252  
Telex: 338681 LUCBHM G

This product can only be used in approved applications and in accordance with maintenance requirements and replacement intervals all of which are given on official Lucas outline drawing data sheets. This information is available on request.

## Sensor — Fuel Filler Cap Model 9SR

ADVANCE  
COPY



### APPLICATION

The sensor is designed to warn the driver of a missing fuel filler cap or one improperly fitted. It is suitable for use on all vehicles as part of a single or multi-channel v.c.m. system (12V or 24V).

### RATING

Thermal  
Operating temperature range:  
-40°C to +80°C.

### CHARACTERISTICS

Mechanical  
Weight: 12g.  
Dimensions: Fully detailed drawing can be prepared on receipt of particular application details.

### FEATURES

**Design**  
This sensor is fitted at the mouth of the fuel pipe and is activated by a magnet in the fuel cap. It is connected through an electronic circuit to a display. Exact physical dimensions therefore depend on filler pipe size.

**Terminations**  
As specified by customer.

**Maintenance**  
No maintenance required.

### OPTIONS

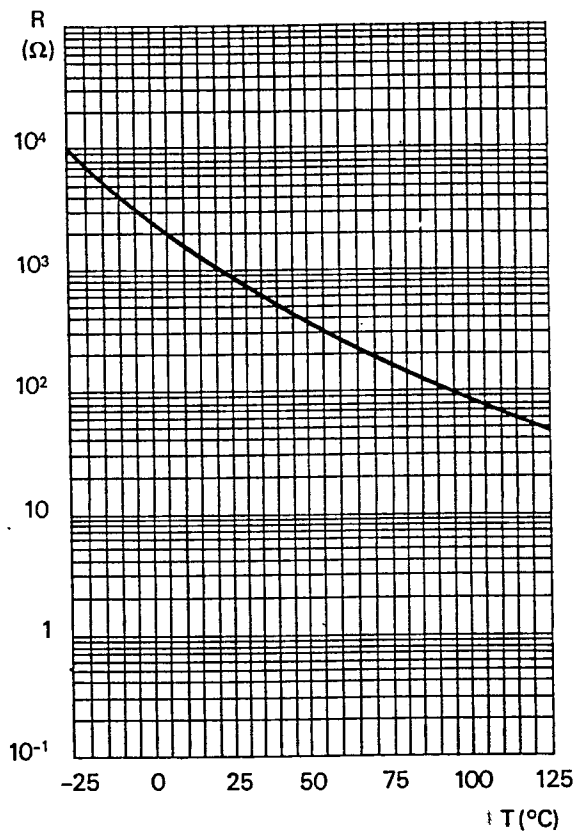
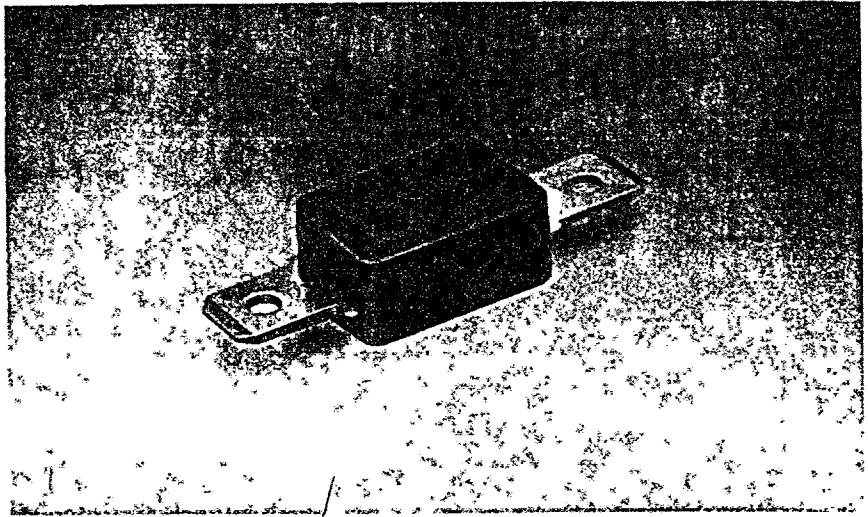
**Read-out display**  
i) Individual warning light.  
ii) As part of instrument panel display when operated through either a single or multi-channel v.c.m. module available from Lucas.

All enquiries to:  
Marketing Department  
Lucas Electrical Limited  
Great King Street  
Birmingham B19 2XF  
England  
Telephone: 021-554 5252  
Telex: 338681 LUCBHM G

This product can only be used in approved applications and in accordance with the performance requirements indicated on the product specification and product limitation sheets. This information is available on request.

## Sensor—Air Temperature

ADVANCE  
COPY



Typical Resistance/Temperature Characteristic

### APPLICATION

This sensor is a thermistor for 'in-line' applications i.e. direct insertion into a cable harness lead.

### RATING

#### Thermal

Operating temperature range:

Zero power: -25°C to +125°C.

Maximum power: 0°C to +55°C.

### CHARACTERISTICS

#### Electrical

Resistance at 25°C:  $1k\Omega \pm 10\%$ .

Temperature coefficient: 4.3%/°K.

Maximum dissipation: 0.5W.

Thermal time constant:

$T_c$  = approximately 20s.

#### Mechanical

Weight: 3g.

Dimensions: Approximately 37mm overall length. Fully detailed drawing available on request.

### FEATURES

#### Mounting

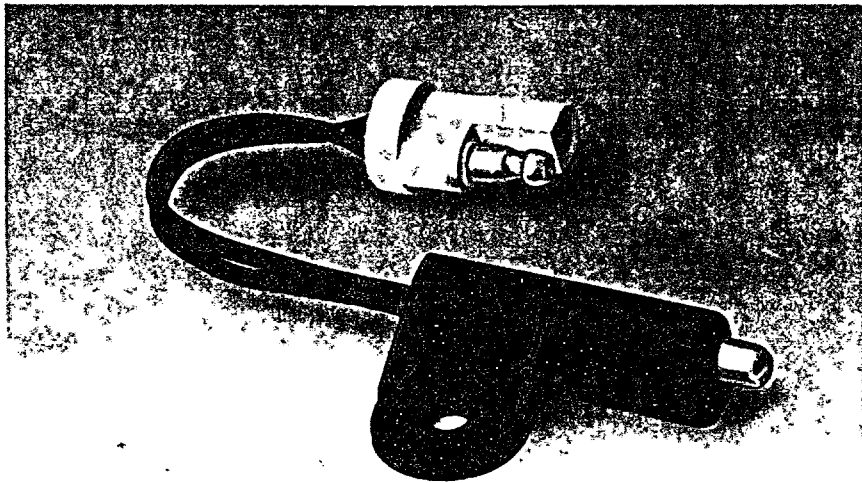
Fitted with blade connectors to BS AU151 for in-line fitting.

All enquiries to:  
Marketing Department  
Lucas Electrical Limited  
Great King Street  
Birmingham B19 2XF  
England  
Telephone: 021-554 5252  
Telex: 338681 LUCBHM G

This product can only be used in approved applications and in accordance with maintenance requirements and replacement intervals all of which are given on official Lucas outline drawing data sheets. This information is available on request.

## Sensor — Low Air Temperature Warning Model 10SR

ADVANCE  
COPY



### APPLICATION

This sensor monitors ambient air temperatures external to the vehicle to give warning at selected low temperatures.

It is suitable for use on all road vehicles as part of a single or multi-channel v.c.m. system (12V or 24V).

### RATING

Thermal

Operating temperature range:  
-40°C to +65°C.

### CHARACTERISTICS

Mechanical

Weight: 12g.

Dimensions: Fully detailed drawing available on request.

### FEATURES

Operation

The resistance of the sensor decreases as ambient temperature increases. This is monitored by an electronic circuit which activates a display when the selected temperature is reached.

Fixing

Integral bracket.

Terminations

As specified by customer.  
'Shur' plug preferred.

Maintenance

No maintenance required.

### OPTIONS

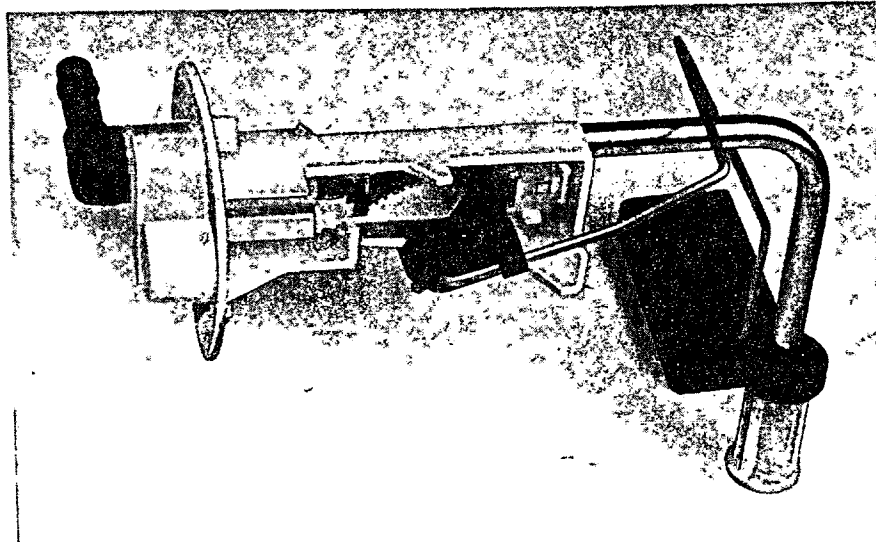
Read-out display.

- i) Individual warning light.
- ii) As part of instrument panel display when operated through either a single or multi-channel v.c.m. module.

All enquiries to:  
Marketing Department  
Lucas Electrical Limited  
Great King Street  
Birmingham B19 2XP  
England  
Telephone: 021-554 5252  
Telex: 338681 LUCBHM G

This product can only be used in approved applications and in accordance with the performance requirements indicated on the product specification and product limitation sheets. This information is available on request.

## Sensor — Fuel Volume



### APPLICATION

This sensor is fitted in the fuel tank to monitor the fuel volume, with the measuring circuit specially calibrated for the tank shape of the vehicle concerned.

### RATINGS

#### Electrical

System voltage: 12V or 24V.  
System polarity: Negative earth.

#### Thermal

Temperature Ranges:  
Functional -30°C to +55°C.  
Storage -40°C to +80°C.

### CHARACTERISTICS

#### Mechanical

Weight: 105g.  
Float arm lengths: 75 mm to 400 mm radius.

*Note: Float arms 150 mm radius or less will adversely affect accuracy.*

Dimensions: Principal dimensions as shown overleaf. Fully detailed drawing can be prepared on receipt of application details.

### FEATURES

#### Design

- thick film measuring circuit gives superior accuracy to a conventional wire wound resistance type.
- measuring circuit consists of thick film ceramic tile with palladium silver conductor pattern printed with resistive ink.
- laser trimming of measuring circuit guided by computer aided design data further improves accuracy.
- wiper arm and resistor pattern interface by silver contact on phosphor bronze arm.
- acetal copolymer body moulding with snap fit component assembly.

### Corrosion Protection

- plastic body withstands degradation in petrol and/or methanol mixture environment.

### Reliability

- ingenious yet simple construction provides greatly improved reliability in service.

### Maintenance

No maintenance required.

### OPTIONS

#### Mounting

Top and side mounting versions.

#### Fitment

Pushfit or bayonet available.

#### Feed pipe

Internal metal feed pipe available.

#### Low Fuel Warning

Can be included at the design stage.

#### Outlets

Variations available through inserts in main mould tool. Snap fit features for flow and return elbow fuel line connection.

#### Float Arm

Piston and dashpot damping of float arm.

#### Terminations

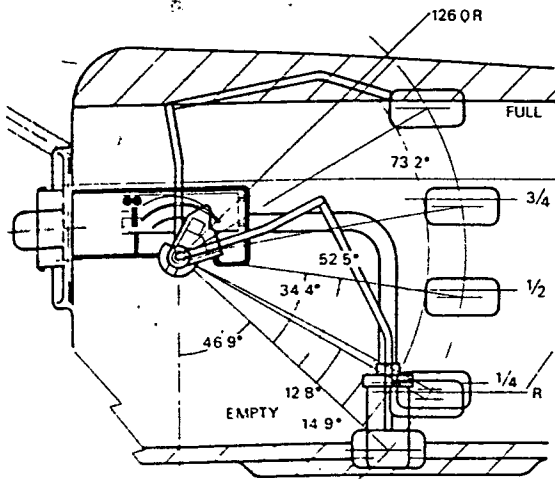
Blade connectors to B.S.Au151 250 series (1/4") in line. Separate pushfit connection or plug and socket.



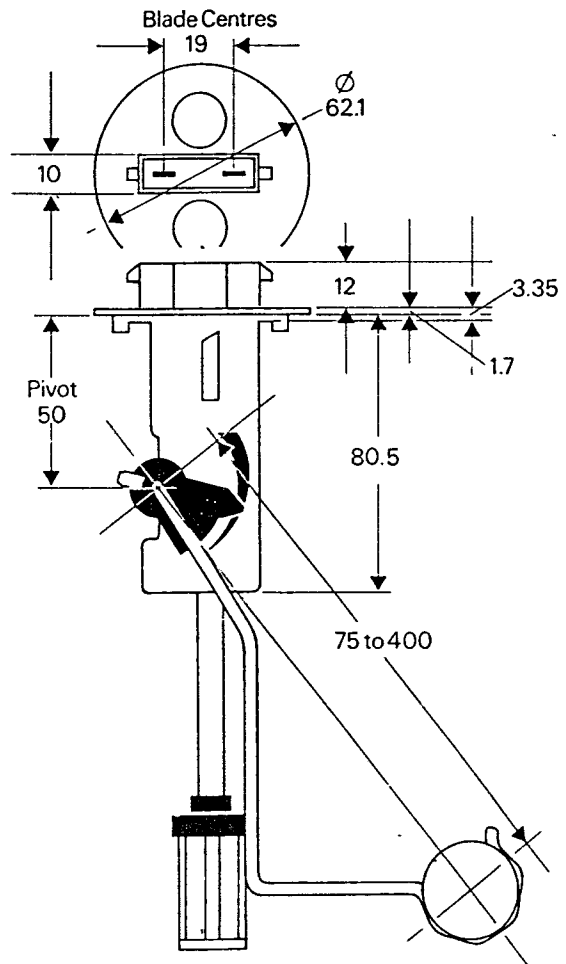
# Sensor — Fuel Volume

Dimensions are in millimetres  
and are nominal  
unless otherwise stated.

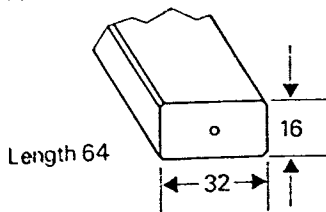
Side mounting.



Top mounting



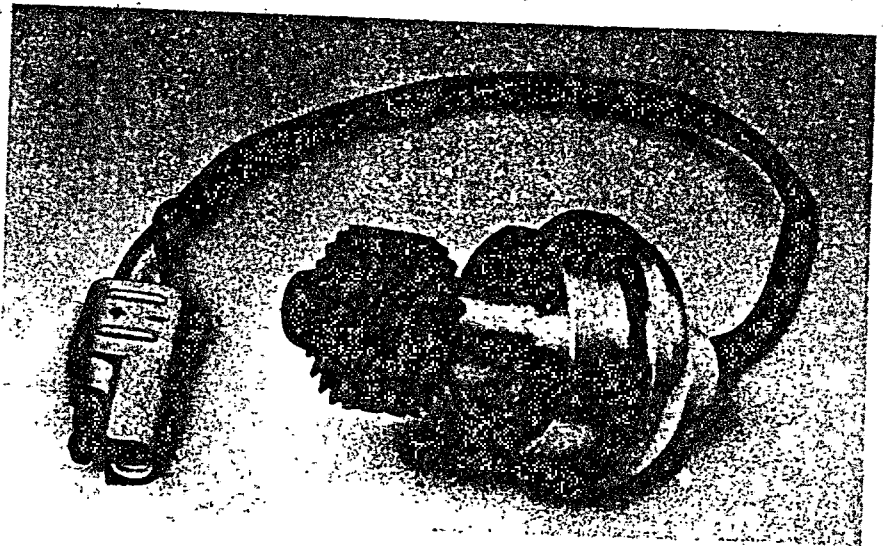
Alternative Float



All enquiries to:  
Marketing Department  
Lucas Electrical Electronics & Systems Limited  
College Road  
Perry Barr  
Birmingham B44 8DU  
England  
Telephone: 021-356 0351  
Telex: 336705.LUCOL G

This product can only be used in approved applications and in accordance with the maintenance requirements and replacement intervals all of which are given on official Lucas outline drawing data sheets. This information is available on request.

# Transducer — Road Speed (Electronic Speedometer)



### APPLICATION

This transducer is a gearbox driven sender unit used in conjunction with an electronic speedometer.

### RATINGS

#### Electrical

Normally installed in a nominal 12V automotive circuit.

#### Thermal

Operating temperature range:  
Functional  $-30^{\circ}\text{C}$  to  $+120^{\circ}\text{C}$ .  
Storage  $-40^{\circ}\text{C}$  to  $+125^{\circ}\text{C}$

### CHARACTERISTICS

#### Electrical

4 or 8 pulses per revolution.

#### Mechanical

Weight: 80g.  
Dimensions: Fully detailed drawing available on request.

### FEATURES

#### Operation

Provides output pulses to the electronic speedometer with a frequency proportional to the road speed.

#### Installation

Will fit gearbox as a direct replacement for the conventional flexible speedometer drive.

#### Maintenance

Maintenance free.

#### Terminations

As specified by customer.

#### Cable

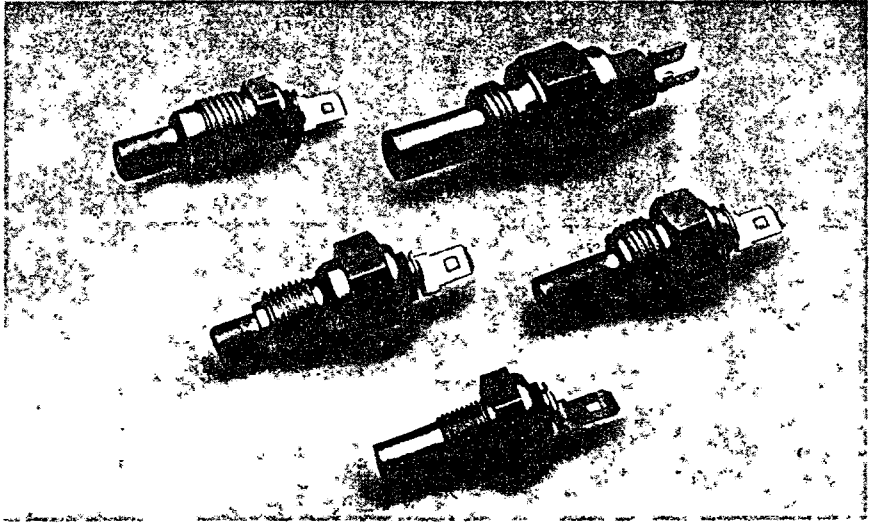
Cable length: 230mm preferred.

### OPTIONS

#### Design

Gear or quill drive.

## Transmitters — Fluid Temperature



### APPLICATION

Lucas temperature transmitters are engine mounted sender units used in conjunction with instrument panel indicators to provide driver information on coolant and/or oil temperatures.

### RATING

#### Electrical

System voltage: Suitable for nominal 12V or 24V d.c. automotive negative earth systems.

#### Thermal

Operating temperature ranges:  
Functional (i) +20°C to +140°C  
              (ii) +80°C to +160°C  
Storage (i) -40°C to +140°C  
          (ii) -40°C to +180°C

### CHARACTERISTICS

#### Mechanical

Accuracy: Not less than 5% at 100°C with indicator at 15°C - 20°C.  
Weight: Ranges from 20g to 70g depending on type of unit and application.  
Dimensions: Principal dimensions as shown overleaf. Fully detailed drawings available on request.

### FEATURES

#### Versatility

- suitable for cars, commercial vehicles and tractors, industrial and marine engines.
- can be matched with bimetal or air-cored indicators.
- capability for transmitting coolant or engine oil temperatures.
- earth return standard — insulated return also available.
- not polarity conscious.

#### Mounting

- available with taper, flat, or cone seating.
- choice of various international thread sizes.

#### Maintenance

Maintenance free.

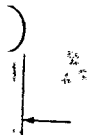
#### Life

More than 2500 operational hours.

#### Terminations

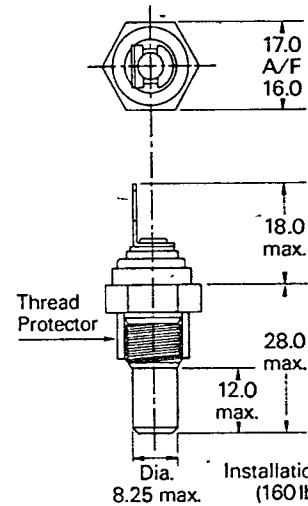
Blade connectors to BS AU151 are standard.

millimetres  
stated.

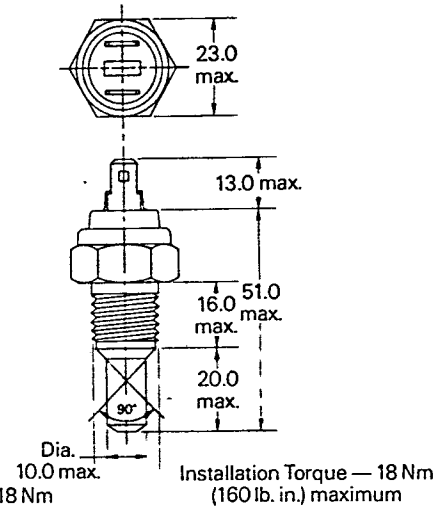


## Transmitters — Fluid Temperature

**Taper Seating Transmitter**  
Thread — 1/8" x 27 t.p.i.  
NPTF Dryseal

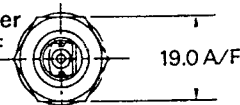


**Insulated Return Transmitter**  
Thread — 3/8" x 18-UNF-2A

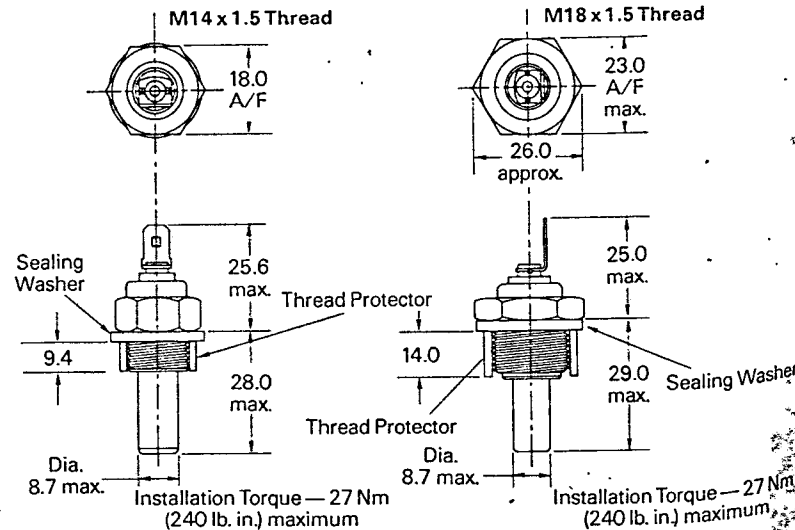
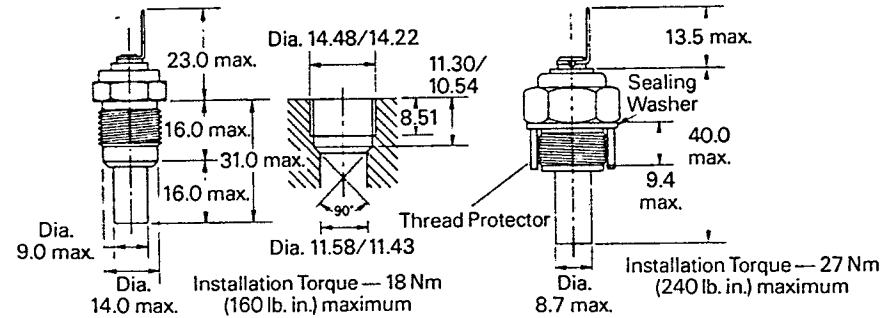


Dimensions are in millimetres  
and are nominal  
unless otherwise stated.

**Flat Seating Transmitter**  
Thread — 3/8" x 18 t.p.i. UNF



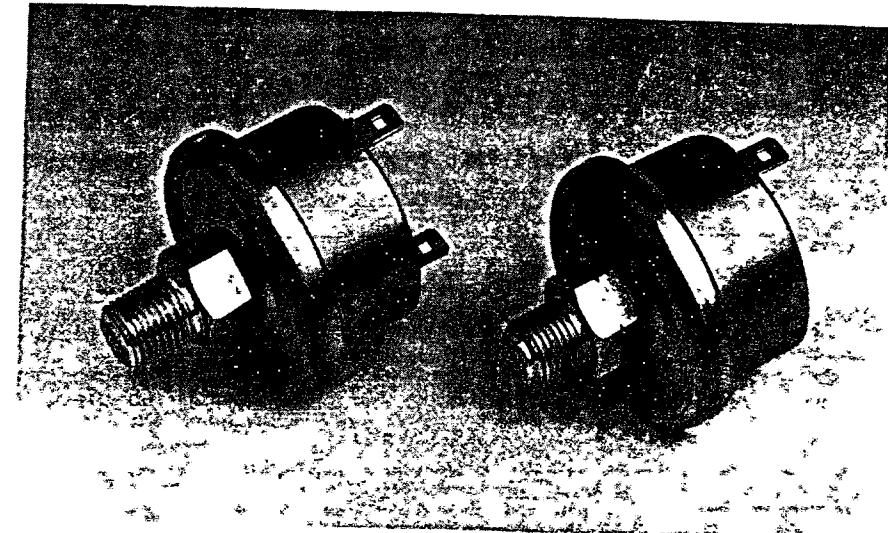
**Cone Seating Transmitter**  
Thread — 3/8" x 18 t.p.i. UNF



All enquiries to:  
Marketing Department  
Lucas Electrical Electronics & Systems Limited  
College Road  
Perry Barr  
Birmingham B44 8DU  
England  
Telephone: 021-356 0351  
Telex: 336705 LUCOL G

These products can only be used in approved applications and in accordance with maintenance requirements and replacement intervals all of which are given on official Lucas outline drawing data sheets. This information is available on request.

## Sensors — Oil/Air Pressure



### APPLICATION

This pressure sensor is used to transmit signals to the appropriate indicator for air or engine oil pressure measurements. Suitable for automotive and marine use.

### RATING

#### Thermal

Operating temperature range:  
-40°C to +120°C

#### Electrical

System voltage: For use in a nominal  
12V or 24V d.c. system.

### CHARACTERISTICS

#### Mechanical

Standard pressure range:  
0-400kPa (0-58 psi)  
0-700kPa (0-101 psi)  
0-1100 kPa (0-159 psi)  
Special pressure range:  
0-981 kPa (0-142 psi)

#### Accuracy:

Readings and tolerances at  
% full pressure over a temperature  
range of +15° to +90°C:-  
5%-14% full pressure: Accurate to  
±6%  
15%-18% full pressure: Accurate to  
±4.5%  
81%-100% full pressure: Accurate to  
±6%

Weight: 145g

Dimensions: Principal dimensions as  
shown overleaf. Fully detailed drawing  
available on request.

### FEATURES

#### Operation

Pressure variation is indicated by change  
in electrical resistance read by means  
of a moving magnet air-cored indicator.

#### Reliability

Protected for operation in severe  
environmental conditions.

#### Fitting

Preferred thread:  
1/4" Dryseal NPTF (18 TPI). For other  
types see overleaf.

#### Life

Not less than 250,000 cycles from 0% to  
80% of full pressure.

#### Maintenance

Maintenance free.

#### Terminations

Blade connector to BS AU151.

### OPTIONS

#### Circuits

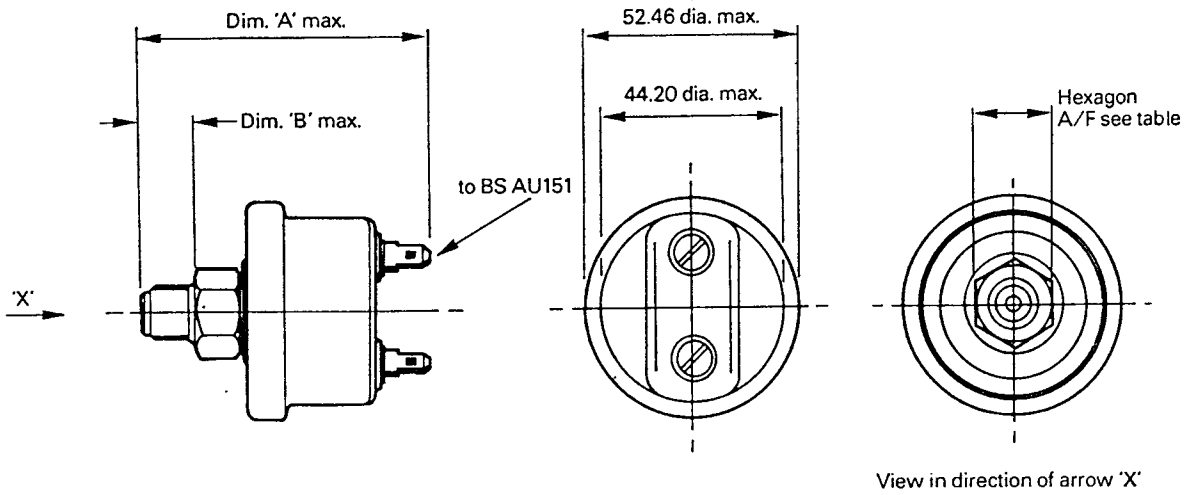
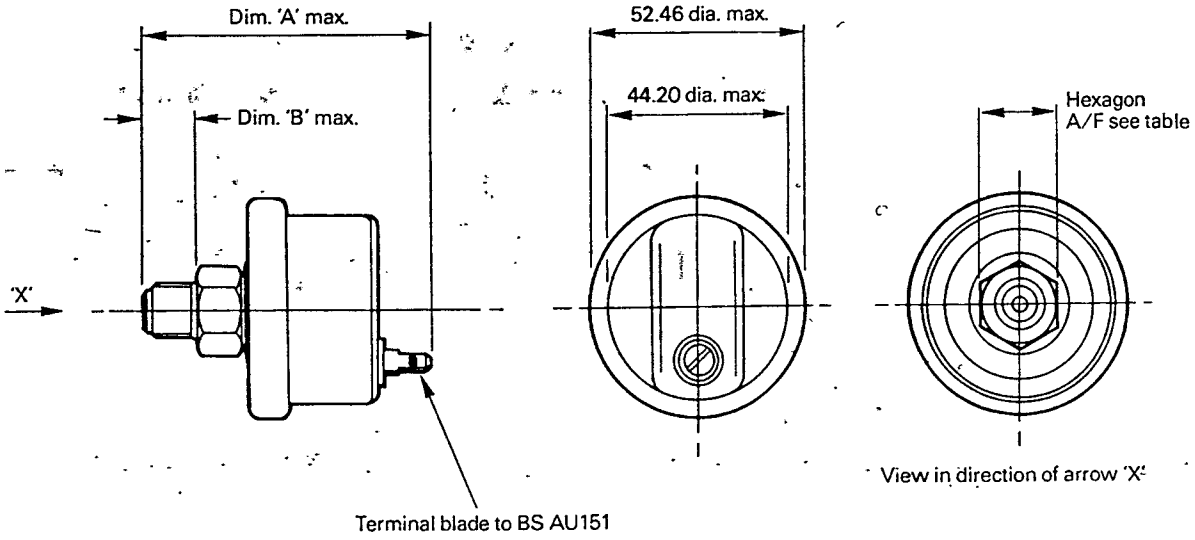
Earth or insulated return available.

#### Damping

Available with restrictor where required.

Sensors — Oil/Air Pressure

Dimensions are in millimetres  
and are nominal  
unless otherwise stated



1/4" BSPF x 19 T.P.I. Close fit BS2779	67.62	12.85	18.00
1/8" x 27 T.P.I. NPTF (Dryseal Taper)	65.92	11.15	15.90
1/4" x 18 T.P.I. NPTF (Dryseal Taper)	70.02	15.25	18.00
1/2" x 20 T.P.I. UNF Class 2A BS1580	67.62	12.85	18.00
Thread	Dim. 'A'	Dim. 'B'	Dim. A/F

Installation torque must not exceed 27 Nm.

Operating pressure  
4 bars (400 kN/m<sup>2</sup>) ±4%  
7 bars (700 kN/m<sup>2</sup>) ±4%  
11 bars (1100 kN/m<sup>2</sup>) ±4%

All enquiries to:  
Marketing Department  
Lucas Electrical Electronics & Systems Limited  
College Road  
Perry Barr  
Birmingham B44 8DU  
England  
Telephone: 021-356 0351  
Telex: 336705 LUCOL G

These products can only be used in approved applications and in accordance with maintenance requirements and replacement intervals all of which are given on official Lucas outline drawing data sheets. This information is available on request.

# Anschlusschema

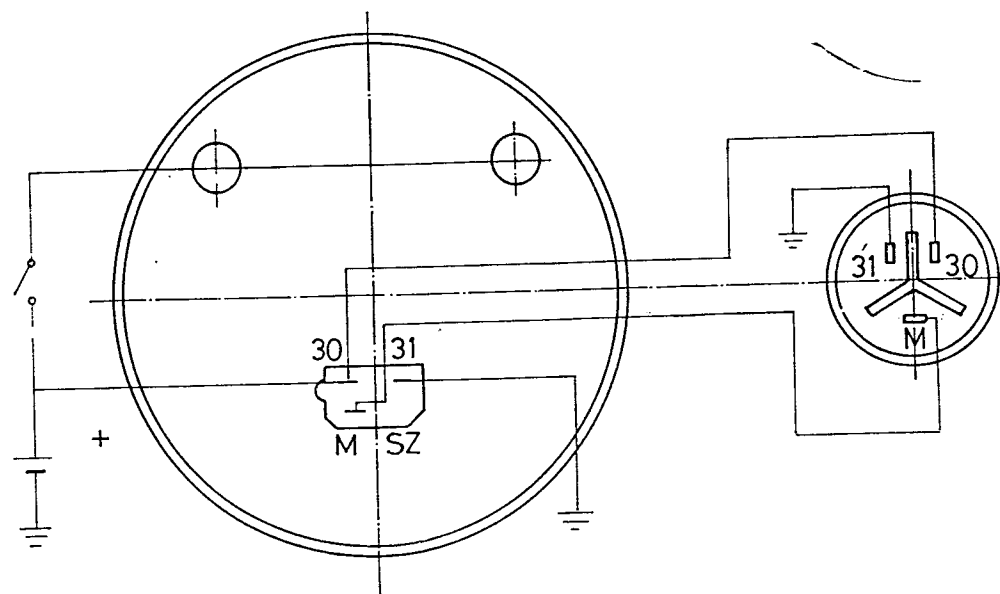


Abb. 3/a.

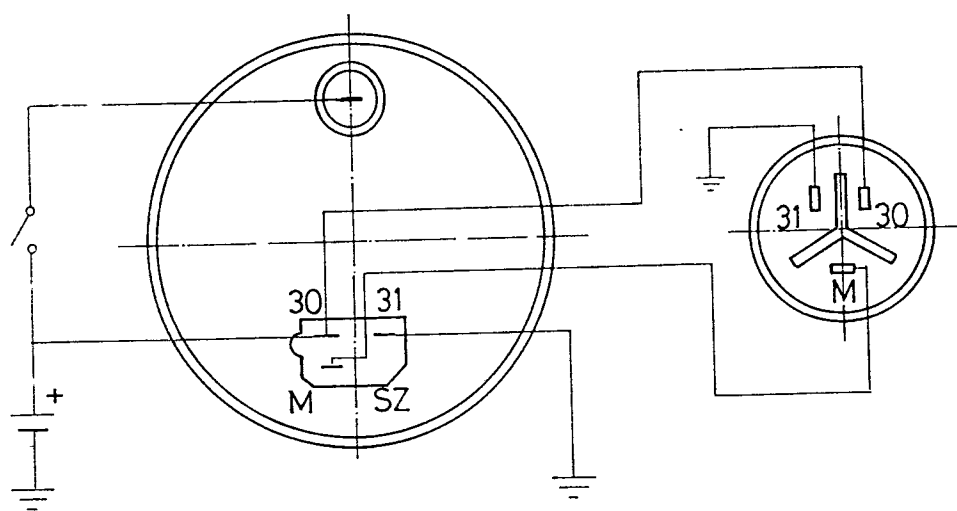


Abb. 3/b.

Messgerät					Geber		
Bestellungszeichen		Spannung (V)	Anzeigebereich	Abb. Nr.	Bestellungszeichen		Abb. Nr.
Zeichnungsnummer	Kurzbezeichnung				Zeichnungsnummer	Kurzbezeichnung	
38 0053 32 001	EHJ; D:60 12 V; 40/120	12	40-120	1a	38 0047 36 001	EHA; M14x1,5; 130	2a
38 0053 32 002	EHJ; D:60 24 V; 40/120	24	40-120		38 0047 36 002	EHA; M18x1,5; 130	
					38 0047 36 003	EHA; 5/8Z; 130	
38 0053 32 003	EHJ; D:60 12 V; 60/200	12	60-200	1a	38 0047 36 004	EHA; M14x1,5; 200	2b
38 0053 32 004	EHJ; D:60 24 V; 60/200	24	60-200				
38 0053 32 005	EHJ; D:60 24 V; 100/220	24	100-220	1a	38 0060 36 001	EHA; M10x1,5; 220	2c
38 0053 32 006	EHJ; D:60 12 V; 40/120 P	12	40-120	1a	38 0047 36 001	EHA; M14x1,5; 130	2a
					38 0047 36 002	EHA; M18x1,5; 130	
					38 0047 36 003	EHA; 5/8Z; 130	
38 0053 32 007	EHJ; D:60 24 V; 50/150	24	50-150	1a	38 0047 36 005	EHA; M14x1,5; 150	2a
					38 0047 36 006	EHA; K3/8; 150	
38 0053 32 008	EHJ; D:60 24 V; 40/120; SY	24	40-120	1a	38 0047 36 001	EHA; M14x1,5; 130	2a
					38 0047 36 002	EHA; M18x1,5; 130	
					38 0047 36 003	EHA; 5/8Z; 130	
38 0086 32 001	EHJ; D:52; 12 V; 40/120	12	40-120	1b	38 0047 36 001	EHA; M14x1,5; 130	2a
					38 0047 36 002	EHA; M18x1,5; 130	
					38 0047 36 003	EHA; 5/8Z; 130	
38 0086 32 002	EHJ; D:52; 24 V; 40/120	24	40-120	1b	38 0047 36 005	EHA; M14x1,5; 150	2a
38 0086 32 003	EHJ; D:52; 24 V; 50/150	24	50-150		38 0047 36 006	EHA; K3/8; 150	
38 0086 32 004	EHJ; D:52; 12 V; 50/150	12	50-150	1b			2b
38 0086 32 005	EHJ; D:52; 12 V; 60/200	12	60-200		38 0047 36 004	EHA; M14x1,5; 200	
38 0086 32 006	EHJ; D:52; 24 V; 60/200	24	60-200				

### Anmerkung

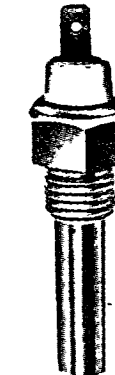
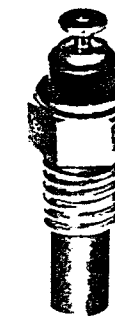
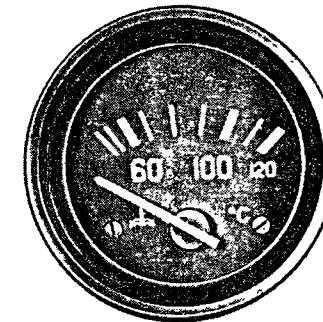
In der Kurzbezeichnung bedeuten D:52 und D:60 die Einbaumasse des Messgerätes (Ø 52 und Ø 60), der Zahlenbruch die untere und obere Grenze des Anzeigebereiches, P weist auf eine Farbskala hin.

### Anwendung

Das Gerät ist zur Temperaturmessung der Kühlflüssigkeit und des Schmieröls sowie des Zylinderkopfes von Kraftfahrzeugmotoren geeignet.

### Beschreibung

Das Messgerät und der Geber bilden einen Satz. Das Messgerät stellt ein Kreuzspul-Drehmagnet-Messwerk dar, welches in einem korrosionsfesten



**GANZ MESSGERÄTE-WERKE**  
 Export-Abteilung  
 H-1701, Budapest, Pf. 58. (Ungarn)  
 Telefon: 475-639 Telex: 22-4395 ganz h

Metallgehäuse mit Innenbeleuchtung eingebaut ist. Der Geber ist ein Thermistor-Temperaturfühler, der sich in einem Metallgehäuse befindet. Sein Widerstand ändert sich proportional zu der Temperatur des zu messenden Mediums. Auf die Wirkung der Widerstandsänderung verändert sich der Arbeitsstrom des Messgerätes und der Zeiger schlägt aus. Der Zeigerausschlag ist in °C auf dem Zifferblatt ablesbar.

#### Technische Daten

##### Betriebsspannung

12 V  $\begin{matrix} +25\% \\ -10\% \end{matrix}$  oder 24 V  $\begin{matrix} +25\% \\ -10\% \end{matrix}$  Gleichspannung

Grundfehler des Satzes, gemessen im Prozentualwert der Skalenlänge und absoluter Fehler:

Anzeigebereich des Gerätes	Grundfehler	Absoluter Fehler
40–120 °C	zwischen 60–100 °C	±6% bei 100 °C: 4 °C bei 160 °C: 7 °C bei 180 °C: 6 °C
60–200 °C	zwischen 100–200 °C	
100–220 °C	zwischen 120–220 °C	
50–150 °C	zwischen 50–150 °C	

Zusatzfehler: ±1%/10 °C; zwischen –20 °C und +65 °C

##### Erschütterungsfestigkeit

sinusoidale 50-Hz-Vibration mit Beschleunigung von  
5 g ±20% beim Messgerät;  
10 g ±20% beim Geber

##### Staub- und Wasserbeständigkeit

Schutzgrad gegen Eindringen von Staub und Spritzwasser:  
Messgerät:  
Stirnseite: IP 54  
sonstige Stellen: IP 40  
Geber: IP 65  
Elektrische Anschlüsse: IP 00

##### Temperaturbeständigkeit

Messgerät:  
Betriebstemperatur: –25 °C ... +65 °C  
Lagertemperatur: –40 °C ... +70 °C  
Geber:  
Betriebstemperatur: die obere Grenze des Anzeigebereiches  
Kältebeständigkeit: –40 °C  
Temperatenausgleichszeit bei eingeschaltetem Betriebsstrom: max.  
3 min

##### Elektrischer Anschluss

Für das Messgerät: Einzel- oder Blockanschluss  
gemäss DIN 46245 und DIN 46247  
Blockanschluss: 1 St. 3-teilige Steckverbindung  
Zeichnungsnummer: 31 1075 94  
3 St. 6,3x2,5 Steckerhülsen  
gemäss AMP Katalog Nr. 160449–1  
Für die Beleuchtung und den Geber:  
je 1 St. 6,3x2,5 Steckerhülse  
gemäss DIN 46245 und DIN 46247

##### Innenbeleuchtung

durch auswechselbare 2-W-Glühlampe mit BA9s-Kopf

##### Masse

Messgerät: 0,1 und 0,16 kg

Geber: 0,03 kg (Type 38 0047 36 001–006)  
0,015 kg (Typ 38 0060 36 001)

##### Zubehöre

mitgeliefert: 1 St. Lampenfassung für Glühlampe mit BA9s-Kopf  
1 St. 2-W-Glühlampe mit BA9s-Kopf  
auf Sonderbestellung:  
1 St. 3-teilige Steckverbindung  
Zeichnungsnummer: 31 1075 94

Das Gerät ist eine VDO (BRD) Lizenzanfertigung und entspricht den allgemein gebräuchlichen Anforderungen bei Kraftfahrzeugen.

## Umrisszeichnung, Einbaudimensionen

### Messgerät

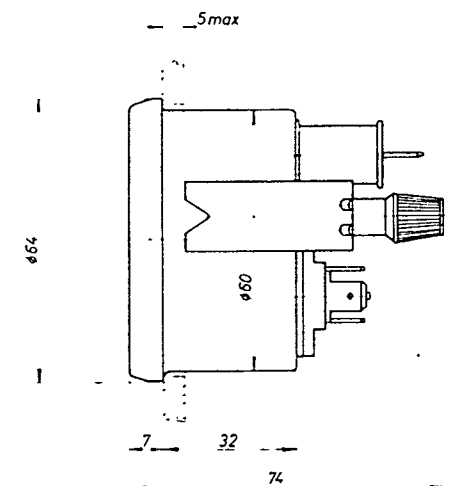
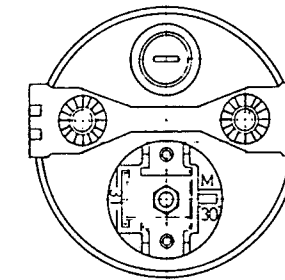


Abb. 1/a.

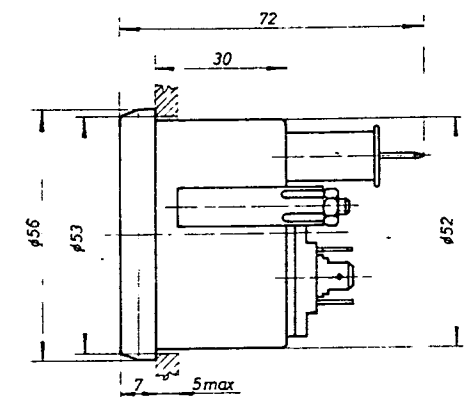
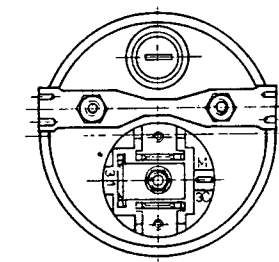
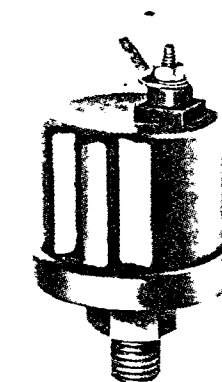
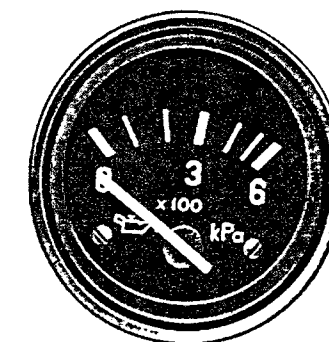


Abb. 1/b.

# Elektrischer Druckmesser



Messgerät				Geber			
Bestellungszeichen		Spannung (V)	Anzeigebereich (kPa)	Abb. Nr.	Bestellungszeichen		Abb. Nr.
Zeichnungsnummer	Kurzbezeichnung				Zeichnungsnummer	Kurzbezeichnung	
38 0054 22 001	EFJ; D:60; 12 V; 6	12	0-600	1a	38 0057 25 003	EFA; 6; M12x1,5	2b
38 0054 22 002	EFJ; D:60; 24 V; 6	24	0-600		38 0057 25 004	EFA; 6; M14x1,5	
					38 0057 25 008	EFA;6;M10x1	
38 0054 22 003	EFJ; D:60; 12 V; 10	12	0-1000	1a	38 0057 25 005	EFA; 10; M14x1,5	2b
38 0054 22 004	EFJ; D:60; 24 V; 10	24	0-1000		38 0057 25 006	EFA; 10; M10x1	
					38 0057 25 007	EFA;10;M12x1,5	
38 0054 22 005	EFJ; D:60; 12 V; 10P	12	0-1000	1a	38 0057 25 002	EFA; 10 air	2a
38 0054 22 006	EFJ; D:60; 24 V; 10 P	24	0-1000	1a			
38 0054 22 007	EFJ; D:60; 24 V; 6; SY	24	0-600	1a	38 0057 25 003	EFA;6;M12x1,5	2b
					38 0057 25 004	EFA;6;M14x1,5	
					38 0057 25 008	EFA;6;M10x1	
38 0087 22 001	EFJ; D:52; 12 V; 6	12	0-600	1b	38 0057 25 003	EFA; 6; M12x1,5	2b
38 0087 22 002	EFJ; D:52; 24 V; 6	24	0-600		38 0057 25 004	EFA;6;M14x1,5	
					38 0057 25 008	EFA;6;M10x1	
38 0087 22 003	EFJ; D:52; 12 V; 10	12	0-1000	1b	38 0057 25 005	EFA; 10; M14x1,5	2b
38 0087 22 004	EFJ; D:52; 24 V; 10	24	0-1000		38 0057 25 006	EFA; 10; M10x1	
					38 0057 25 007	EFA;10;M12x1,5	
38 0087 22 005	EFJ; D:52; 24 V; 10	24	0-1000	1b	38 0057 25 002	EFA; 10; air	2a



## Anmerkung

In der Kurzbezeichnung bedeuten D:52 und D:60 die Einbaumasse des Messgerätes (Ø 52 und Ø 60), die Ziffern 6 und 10 die obere Grenze des Anzeigebereiches in bar. (1 bar = 100 kPa)

## Anwendung

Das Gerät ist zum Druckmessen des Schmieröls bzw. des Bremssystems bei Kraftfahrzeugen geeignet.

## Beschreibung

Das Messgerät und der Geber bilden einen Satz. Das Messgerät stellt ein Kreuzspul-Drehmagnet-Messwerk dar, welches in einem korrosionsfesten Metallgehäuse mit Innenbeleuchtung eingebaut ist. Der Geber ist ein auf einen Metallkörper gebautes und durch ein Metallgehäuse geschütztes Membran-Messorgan, welches proportional zum Druck den Arbeitsstrom des Messgerätes ändert. Durch die Stromänderung schlägt der Zeiger des Messgerätes aus. Auf dem Zifferblatt ist der Zeigerausschlag in kPa ablesbar. Die Druckdichtung des Gebers ist 3000 kPa.



GANZ MESSGERÄTE-WERKE

Export-Abteilung

H-1701, Budapest, Pf. 58. (Ungarn)

Telefon: 475-639 Telex: 22-4395 ganz h

44



## Technische Daten

### Betriebsspannung

12 V  $\begin{smallmatrix} +25\% \\ -10\% \end{smallmatrix}$  oder 24 V  $\begin{smallmatrix} +25\% \\ -10\% \end{smallmatrix}$  Gleichspannung

### Grundfehler des Satzes, gemessen im Prozentualwert der Skalenlänge:

bei 0 bar:  $\pm 3\%$   
zwischen 6–8 bar:  $\pm 6\%$

Zusatzfehler:  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  bis  $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$ :  $\pm 2\%/10\text{ }^{\circ}\text{C}$

Stromaufnahme: 100 mA

### Erschütterungsfestigkeit

sinusoidale 50-Hz-Vibration mit Beschleunigung von  
5 g  $\pm 20\%$  beim Messgerät;  
10 g  $\pm 20\%$  beim Geber

### Staub- und Wasserbeständigkeit

Schutzgrad gegen Eindringen von Staub und Spritzwasser:  
Messgerät:  
Stirnseite: IP 54  
sonstige Stellen: IP 40  
Geber: IP 65  
Elektrische Anschlüsse: IP 00

### Temperaturbeständigkeit

Messgerät:  
Betriebstemperatur:  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$   
Lagertemperatur:  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$   
Geber:  
Betriebstemperatur:  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$   
Lagertemperatur:  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; bei  $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$  max. 1 Stunde

### Elektrischer Anschluss

Für das Messgerät: Einzel- oder Blockanschluss  
Einzelanschluss: 3 St. 6,3x2,5 Steckerhülsen  
gemäss DIN 46245 und DIN 46247  
Blockanschluss: 1 St. 3-teilige Steckverbindung  
Zeichnungsnummer: 31 1075 94  
3 St. 6,3x2,5 Steckerhülsen  
gemäss AMP Katalog Nr. 160449-1  
Für die Beleuchtung und den Geber:  
je 1 St. 6,3x2,5 Steckerhülse  
gemäss DIN 46245 und DIN 46247

### Innenbeleuchtung

durch auswechselbare 2-W-Glühlampe mit BA9s-Kopf

### Masse

Messgerät: 0,16 kg  
Geber: 0,14 kg

### Zubehöre

mitgeliefert: 1 St. Lampenfassung für Glühlampe mit BA9s-Kopf  
1 St. 2-W-Glühlampe mit BA9s-Kopf

auf Sonderbestellung:

1 St. 3-teilige Steckverbindung  
Zeichnungsnummer 31 1075 94

Das Gerät ist eine VDO (BRD) Lizenzanfertigung und entspricht den allgemein gebräuchlichen Anforderungen bei Kraftfahrzeugen.

## Umrisszeichnung, Einbaudimensionen

### Messgerät

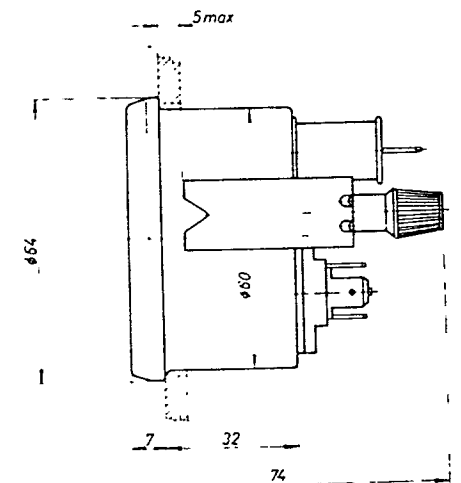
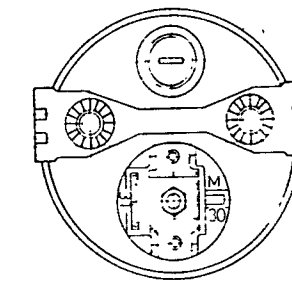


Abb. 1/a.

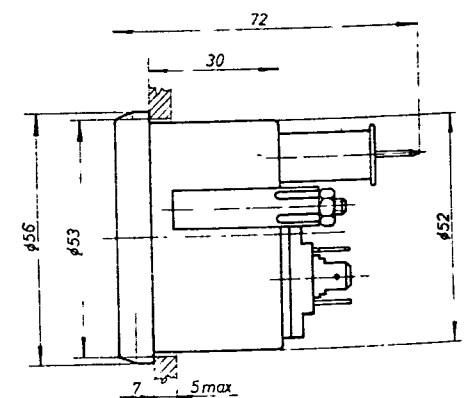
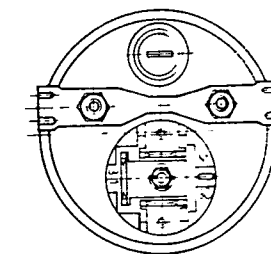


Abb. 1/b.

## Technische Daten

### Betriebsspannung

12 V  $\begin{smallmatrix} +25\% \\ -10\% \end{smallmatrix}$  oder 24 V  $\begin{smallmatrix} +25\% \\ -10\% \end{smallmatrix}$  Gleichspannung

### Grundfehler des Satzes, gemessen im Prozentualwert der Skalenlänge:

bei 0 bar:  $\pm 3\%$   
zwischen 6–8 bar:  $\pm 6\%$

Zusatzfehler:  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  bis  $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$ :  $\pm 2\%/10\text{ }^{\circ}\text{C}$

Stromaufnahme: 100 mA

### Erschütterungsfestigkeit

sinusoidale 50-Hz-Vibration mit Beschleunigung von  
5 g  $\pm 20\%$  beim Messgerät;  
10 g  $\pm 20\%$  beim Geber

### Staub- und Wasserbeständigkeit

Schutzgrad gegen Eindringen von Staub und Spritzwasser:

Messgerät:

Stirnseite: IP 54

sonstige Stellen: IP 40

Geber: IP 65

Elektrische Anschlüsse: IP 00

### Temperaturbeständigkeit

Messgerät:

Betriebstemperatur:  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$

Lagertemperatur:  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$

Geber:

Betriebstemperatur:  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$

Lagertemperatur:  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; bei  $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$  max. 1 Stunde

### Elektrischer Anschluss

Für das Messgerät: Einzel- oder Blockanschluss

Einzelanschluss: 3 St. 6,3x2,5 Steckerhülsen  
gemäß DIN 46245 und DIN 46247

Blockanschluss: 1 St. 3-teilige Steckverbindung  
Zeichnungsnummer: 31 1075 94

3 St. 6,3x2,5 Steckerhülsen  
gemäß AMP Katalog Nr. 160449-1

Für die Beleuchtung und den Geber:

je 1 St. 6,3x2,5 Steckerhülse  
gemäß DIN 46245 und DIN 46247

### Innenbeleuchtung

durch auswechselbare 2-W-Glühlampe mit BA9s-Kopf

### Masse

Messgerät: 0,16 kg

Geber: 0,14 kg

### Zubehöre

mitgeliefert: 1 St. Lampenfassung für Glühlampe mit BA9s-Kopf  
1 St. 2-W-Glühlampe mit BA9s-Kopf

auf Sonderbestellung:

1 St. 3-teilige Steckverbindung  
Zeichnungsnummer 31 1075 94

Das Gerät ist eine VDO (BRD) Lizenzanfertigung und entspricht den allgemein gebräuchlichen Anforderungen bei Kraftfahrzeugen.

## Umrisszeichnung, Einbaudimensionen

### Messgerät

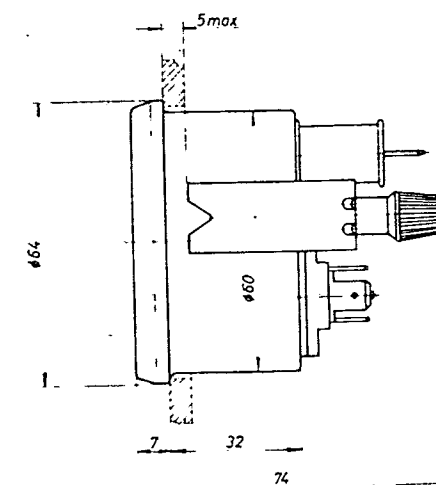
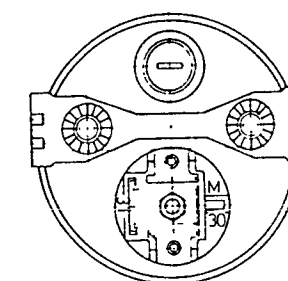


Abb. 1/a.

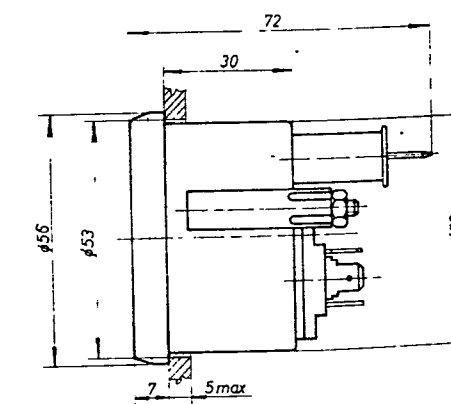
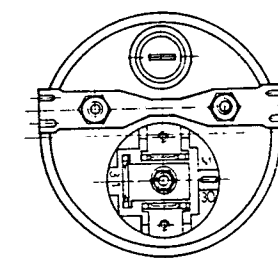


Abb. 1/b.

Geber

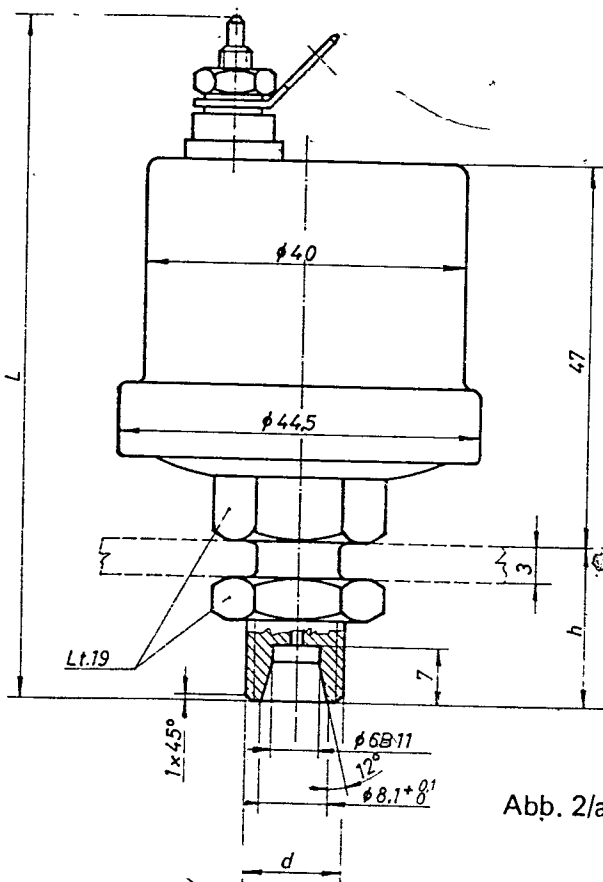


Abb. 2/a.

d	h	L	Abbildung
M10x1	10	74	2b
M12x1,5	12	76	2b
M12x1,5	20	84	2a
M14x1,5	10	74	2b

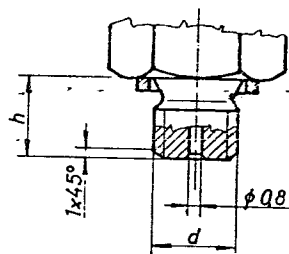
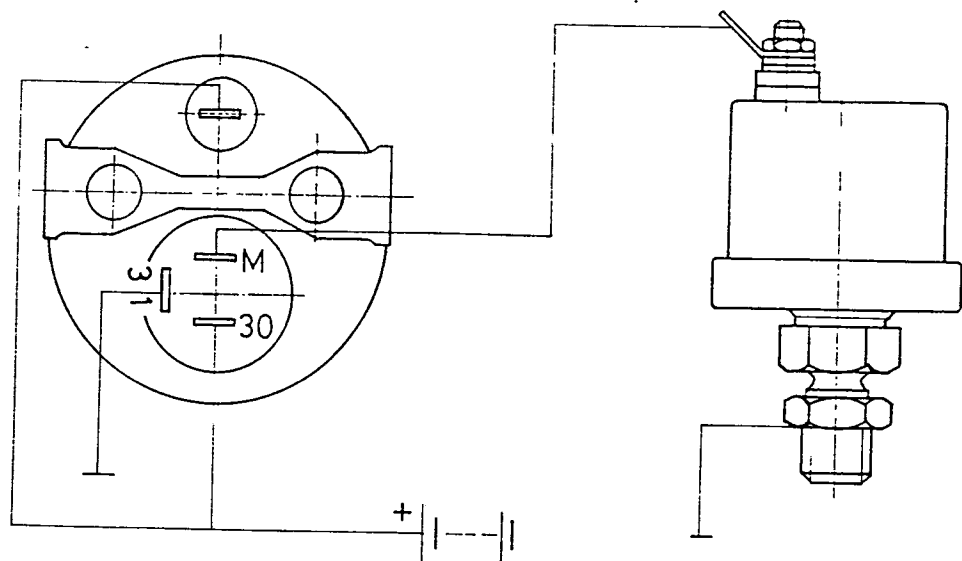


Abb. 2/b.

Anschlusschema



GANZ MESSGERÄTE-WERKE  
 Export-Abteilung  
 H-1701, Budapest, Pf. 58. (Ungarn)  
 Telefon: 475-639 Telex: 22-4395 ganz h

Druckschalter



Bestellungszeichen		Einstellbarer Schaltwert (kPa)	Abb. Nr.	Bemerkung
Zeichnungsnummer	Kurzbezeichnung			
38 0013 27 011	Druckschalter (0,5-6)	50-600	1a	Luft
38 0013 27 014	Druckschalter (0,5-6)PL		1b	Öl
38 0013 27 016	Druckschalter (0,5-6)PL		1b	Öl

Anmerkung

In der Kurzbezeichnung bedeuten die Ziffern den einstellbaren Schaltwert bzw. das Intervall in kPa. Der einzustellende Wert muss bei der Bestellung mit angegeben werden. (1 bar = 100 kPa) z.B.: 38 0013 27 014/0,5 Druckschalter PL (im Falle eines eingestellten Schaltwertes von 50 kPa).

Anwendung

Der Schalter schaltet in Kraftfahrzeugen bei einem bestimmten Wert des Schmieröls und Bremsluftdruckes eine Signallampe ein. Durch die Wirkung des steigenden Drucks öffnet er ein Kontaktpaar.

Beschreibung

Der Druckschalter ist ein in einen Metallkörper eingebauter federnder Tastschalter. Das zu messende Medium wird durch eine lockere Membrane vom Schalerteil getrennt. Die Druckfeder bewegt sich bei wachsendem Druck und öffnet den Stromkreis. In den angegebenen Druckgrenzen kann jeder beliebige Schaltwert gemäss der Bestellung eingestellt werden.

Technische Daten

Spannung

Der Druckschalter kann bei Systemen von 6, 12 und 24 V angewandt werden.

Belastbarkeit

Der Schalter ist bei max. 30-V-Gleich- oder Wechselspannung mit Ohmverbraucher max. mit 0,5 A belastet anzuwenden.

Genauigkeit

Toleranz des eingestellten Wertes: ±30 kPa

Hysteresis

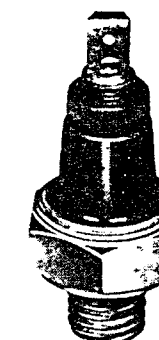
(Druckunterschied zwischen Aus- und Einschaltung): 40 kPa  
 Der vom Hersteller eingestellte Schaltwert steigt pro 50 kPa.

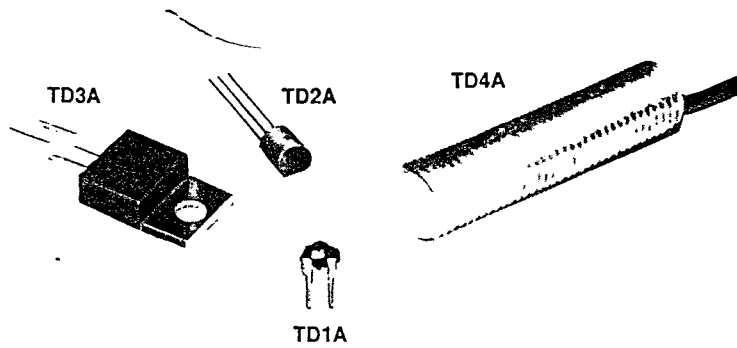
Erschütterungsfestigkeit

sinusoidale 50-Hz-Vibration mit Beschleunigung von 10 g ±20%

Staub- und Wasserbeständigkeit

Schutzgrad gegen Eindringen von Staub und Spritzwasser: IP 65





## FEATURES

- Interchangeability
- Fast response
- Air or liquid temperature sensing
- Linear temperature sensitivity
- Proven thin film processing reliability
- Low cost
- Long term stability
- 2000 ohms nominal resistance at 20°C

For absolute maximum ratings, see page 45.

## OPERATION

Temperature sensors provide an output relative to changing temperatures. Resistance temperature detectors (RTD) are made of metals whose physical properties are such that the resistance factor of the metal increases proportionally with increasing temperature.

MICRO SWITCH TD Series temperature sensors respond quickly to a change in temperature. They are interchangeable, without calibration, to an accuracy of  $\pm 0.7^\circ\text{C}$  at  $20^\circ\text{C}$ . These RTDs provide sensitivity of  $8\Omega/^\circ\text{C}$  and have an inherently near linear output.

The sensing element for each sensor is a  $0.040'' \times 0.050''$  silicon chip. A thin film resistive network containing a laser trimmable sensing resistor is patterned on the chip. Each chip is laser trimmed to provide 2000 ohms nominal resistance at room temperature ( $20^\circ\text{C}$ ). Room temperature trim is accurate to  $\pm 0.7^\circ\text{C}$ , and maximum error over the entire operating range of  $-40^\circ\text{C}$  to  $+150^\circ\text{C}$  ( $-40^\circ\text{F}$  to  $+302^\circ\text{F}$ ) is  $\pm 2.5^\circ\text{C}$ . This accurate trimming provides true sensor-to-sensor interchangeability giving the user freedom from individual sensor system calibration.

## APPLICATION

- Heating, venting and air conditioning — room, duct and refrigeration temperature
- Motors — overload protection
- Electronic circuits — semiconductor protection
- Process control — temperature regulation
- Automotive — air and oil temperature
- Appliances — heating and cooling temperature

# TD Temperature sensors

## TD1A Fast response temperature sensor

The TD1A is a small two-terminal fast response temperature sensor packaged onto a 0.2 inch square ceramic substrate. Termination pins are located on 0.1 inch centers to permit plug-in connection or PC board mounting. Typical response time (one time constant) for the TD1A is five seconds in moving air and 14 seconds in still air. Temperature rise is .25°C/milliwatt suspended in still air by #24 wires and .13°C/milliwatt suspended in still air.

## TD2A Industry standard TO-92 package temperature sensor

The TD2A is a three-terminal (center lead not connected) precision temperature sensor packaged in an industry standard TO-92 transistor package. Typical response time (one time constant) for the TD2A is nine seconds in moving air and 30 seconds in still air. Temperature rise is .23°C/milliwatt suspended in still air.

## TD3A Surface temperature sensor

The TD3A is designed primarily for sensing surface temperatures. The TD3A is packaged in an industry standard TO-220 transistor package. Typical response time (one time constant) for the TD3A is 75 seconds in still air, suspended by leads. Temperature rise is .04°C/milliwatt bolted to a metal plate. However, when mounted the response time is the same as the mounting surface.

## TD4A Liquid temperature sensor

The TD4A is a two-terminal (threaded anodized aluminum housing) liquid temperature sensor. The package is environmentally sealed and designed for simplicity of installation, such as in the side of a tank. The TD4A is not designed to be totally immersed into liquids. Typical response time (one time constant) for the TD4A is four minutes in still air and five seconds in still water (un-mounted position). Temperature rise is .12°C/milliwatt suspended by leads in still air and .08°C/milliwatt when mounted on one square foot .25" thick aluminum plate.

## TD ORDER GUIDE

Catalog Listings	Description
TD1A	Fast response temperature sensor, 0.2 inch square ceramic package, 0.1 inch centers
TD2A	Industry standard TO-92 package temperature sensor, three leads (center lead not connected)
TD3A	Surface temperature sensor, standard TO-220 transistor package, .15" diameter hole for mounting
TD4A	Liquid temperature sensor, 1.50" threaded (3/8-24 UNF-2A) anodized aluminum housing, two six-inch black teflon insulated leads

## TD2000I Temperature Transmitter

The TD2000I temperature transmitter has been developed to provide output levels of 4-20mA for industrial applications of the TD series temperature sensor.

This transmitter module provides 4-20mA output over a temperature range of -40°C to 150°C. In addition, it can be adjusted to provide a 4-20mA output over any portion of this temperature range.

The TD2000I requires a DC voltage supply. It can interface with two different temperature sensors providing two distinct current outputs.

For more information regarding availability of this transmitter module, contact a MICRO SWITCH sales office.

## Other Options

MICRO SWITCH has the capability to package the TD series in plastic, aluminum, brass, stainless steel or other materials depending on customer need and volume. By designing the sensing element of the TD sensor on a silicon chip, a great deal of versatility is possible. Custom packaging can be for surface, liquid or gas temperature sensing with signal conditioning electronics circuits possible.

77-80

## INTERCHANGEABILITY (With 1 mA Max. Current)

Temperature	Resistance (Ohms)
-40°C (-40°F)	1584 ± 10 (±1.5°C)
-30°C (-22°F)	1649 ± 9 (±1.3°C)
-20°C (-4°F)	1716 ± 8 (±1.2°C)
-10°C (14°F)	1784 ± 7 (±1.0°C)
0°C (32°F)	1855 ± 6 (±0.8°C)
+10°C (50°F)	1926 ± 6 (±0.8°C)
+20°C (68°F)	2000 ± 5 (±0.7°C)
+30°C (86°F)	2075 ± 6 (±0.8°C)
+40°C (104°F)	2153 ± 7 (±0.9°C)
+50°C (122°F)	2231 ± 7 (±0.9°C)
+60°C (140°F)	2312 ± 9 (±1.1°C)
+70°C (158°F)	2394 ± 10 (±1.2°C)
+80°C (176°F)	2478 ± 12 (±1.4°C)
+90°C (194°F)	2564 ± 14 (±1.6°C)
+100°C (212°F)	2651 ± 16 (±1.8°C)
+110°C (230°F)	2740 ± 18 (±2.0°C)
+120°C (248°F)	2831 ± 20 (±2.2°C)
+130°C (266°F)	2924 ± 22 (±2.3°C)
+140°C (284°F)	3018 ± 24 (±2.5°C)
+150°C (302°F)	3114 ± 25 (±2.5°C)

## Equation for computing resistance:

$$R_T = R_0 + (3.83 \times 10^{-3} \times R_0 \times T) + (4.64 \times 10^{-6} \times R_0 \times T^2)$$

$R_T$  = Resistance at temperature T  
 $R_0$  = Resistance at 0°C  
 $T$  = Temperature in °C

NOTE: Overload testing shows 10 VDC continuous for 100 hours without damage.

## Linearity

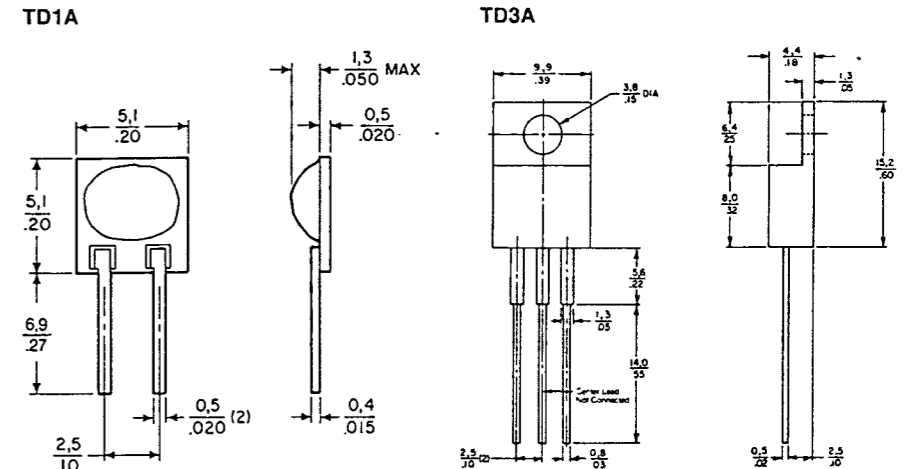
±2% (-25°C to 85°C)  
 ±3% (-40°C to 150°C)

## Repeatability

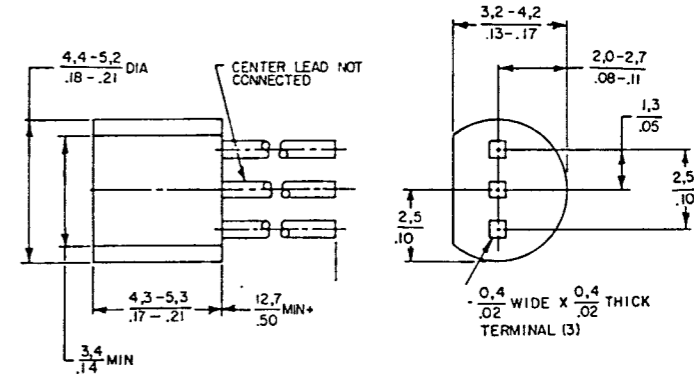
±1 Ω

# Temperature sensors TD

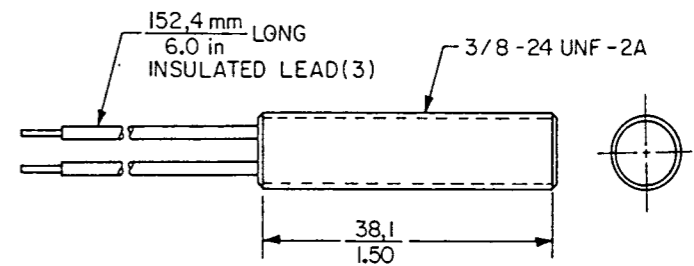
## MOUNTING DIMENSIONS (For reference only)



## TD2A



## TD4A



## Absolute maximum ratings

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS — 5SS/6SS/8SS/103SR/400SR/1AV 3 & 4AV/XL\*

		4.5 to 5.5VDC	6 to 24VDC
Supply Voltage (Vs)		-1.2 to +10VDC	-1.2 to +24VDC
Voltage Externally Applied to Output (VDC)	Sink/OFF only	+10 max.	+24 max.
	Sink/ON or OFF	-0.5 min.	-0.5 min.
	Source	+6.5 max. (ON or OFF)	+6.5 max. (OFF only)
	Source/ON only	-0.5 min.	(Vs +4)
Output Current (mA)	Sink/Single	20	40
	Sink/Dual	10/output	20/output
	Source/Single	40	20
	Source/Dual	20/output	20/output
Switching Time (μsec. max.)	Sink/Rise	2.0	1.5
	Sink/Fall	1.0	0.5
	Source/Rise	1.0	0.5
	Source/Fall	1.0	2.0
Temperature		-40° to +150°C (-40° to +302°F)	-40° to +150°C (-40° to +302°F)
Magnetic Flux	No limit. Circuit cannot be damaged by magnetic overdrive.		

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS — SS3/SS8/SS4/VX\*

		4.5 to 24VDC
Supply Voltage (Vs)		-24 to +28VDC
Voltage Externally Applied to Output (VDC)	OFF only	+28 max.
	ON or OFF	-0.5 min.
Output Current (mA)		20
Temperature range, SS3/SS8 epoxy version		-40° to +85°C (-40° to +185°F)
Temperature range, SS8 ceramic cap		-40° to +150°C (-40° to +302°F)
Temperature range, VX		-40° to +70°C (-40° to +158°F)
Magnetic Flux	No limit. Circuit cannot be damaged by magnetic overdrive.	

\*As with all solid state components, sensor performance can be expected to deteriorate as rating limits are approached, however, sensors will not be damaged unless the limits are exceeded.

## Absolute maximum ratings

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS — SR3\*

		4.5 to 5.5VDC	6 to 24VDC	4.5 to 24VDC
Supply Voltage (Vs)		-1.2 to +10VDC	-1.2 to +24VDC	-24 to +28VDC
Voltage Externally Applied to Output (VDC)	OFF only	+10 max.	+20 max.	+28 max.
	ON or OFF	-0.5 min.	-0.5 min.	-0.5 min.
Output Current (mA)		20	40	20
Switching Time (μsec. max.)	Rise	1.5	1.5	1.5
	Fall	0.5	0.5	0.5
Temperature	Storage/	-40° to +85°C	-40° to +85°C	-40° to +125°C
	Operating	(-40° to +185°F)	(-40° to +185°F)	(-40° to +257°F)
Magnetic Flux	No limit. Circuit cannot be damaged by magnetic overdrive.			

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS — 9SS\*

		4.5 to 8VDC	8 to 16VDC
Supply Voltage (Vs)		-0.5 to +10VDC	-0.5 to -18VDC
Output Current (mA)		10	10
Temperature	Storage	-40° to +150°C (-40° to +302°F)	-40° to +150°C (-40° to +302°F)
	Operating	0° to +85°C (32° to +185°F)	-40° to +150°C (-40° to +302°F)
Magnetic Flux	No limit. Circuit cannot be damaged by magnetic overdrive.		

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS — TD\*

Operating Range	-40°C to +150°C (-40°F to +302°F)
Storage Temperature	-55°C to +170°C (-67°F to +338°F)

\*As with all solid state components, sensor performance can be expected to deteriorate as rating limits are approached, however, sensors will not be damaged unless the limits are exceeded.

# 1-5V circuit for TD series temperature sensors

## INTRODUCTION

A major advantage of a linear temperature sensor is that its output can be easily conditioned to achieve a desired voltage output span over a particular temperature range. A linear output voltage allows ease of interface to data acquisition systems, programmable controllers, or the MICRO SWITCH SID-2000 Sensor Interface. By adjusting the circuit gain, the sensitivity of the output can be adjusted over the total range of -40° to +150°C, or over a smaller range such as 10° to +40°C.

## INTERFACING WITH 1-5V CIRCUIT

If more than 1mA of current flows through the TD, self-heating will occur. The self-heating effect is typically 0.2°C/milliwatt. The circuits in Figure 1 and Figure 2 provide a maximum current flow of 1mA.

## SETTING DESIRED SPAN

The circuit gain depends on the temperature range you want to sense. The offset adjustment is, in turn, dependent on the chosen gain. The transfer function for both circuits (Figure 1 and Figure 2) is as follows:

$$\frac{(R_5/R_4 + 1) V [R_{TD}/(R_{TD} + R_7)] - (R_5/R_4) (1 + R_2/R_3) v_1}{(R_5/R_4 + 1)} = v_o$$

There are only two elements that are unknown: the offset ( $v_1$ ), and the circuit gain ( $R_5/R_4 + 1$ ). To set the desired span, two equations for the two unknowns must be created and solved. To simplify these calculations, the following assumption is made:

$$R_5/R_4 = R_2/R_3$$

The second assumption is that no self-heating of the TD element will occur; the values of  $V$  and  $R_7$  are constant at the values indicated.

$$V [R_{TD}/(R_{TD} + R_7)] = 5 [R_{TD}/(R_{TD} + 5110)]$$

These assumptions reduce the transfer function to:

$$\frac{(R_5/R_4 + 1) 5 [R_{TD}/(R_{TD} + 5110)] - (R_5/R_4 + 1) v_1}{(R_5/R_4 + 1)} = v_o$$

To create the first of two simultaneous equations, the value of  $R_{TD}$  for the desired minimum temperature is taken from Table 1. ( $R_{TD}$  at 20°C equals 2000 ohms, and  $v_o = 1V$ .) For the second equation, the value of  $R_{TD}$  for the desired maximum temperature is taken from the table, and  $v_o = 5V$ .

The two equations are then solved for the gain ( $R_5/R_4 + 1$ ) and the offset ( $v_1$ ). The following example shows how this is accomplished.

Desired temperature range: 0° to 60°C  
Voltage output over range: 1V to 5V

Equation 1:  $R_{TD}$  at 0°C is 1855 Ohms.

$$\frac{(R_5/R_4 + 1) 5 [1855/(1855 + 5110)] - (R_5/R_4 + 1) v_1}{(R_5/R_4 + 1)} = 1V$$

Equation 2:  $R_{TD}$  at 60°C is 2312 Ohms.

$$\frac{(R_5/R_4 + 1) 5 [2312/(2312 + 5110)] - (R_5/R_4 + 1) v_1}{(R_5/R_4 + 1)} = 5V$$

Step 1: subtract equation 1 from equation 2.

$$\begin{aligned} (R_5/R_4 + 1)(1.557) - (R_5/R_4 + 1)v_1 &= 5 \\ (R_5/R_4 + 1)(1.332) - (R_5/R_4 + 1)v_1 &= 1 \\ (R_5/R_4 + 1)(.225) - 0 &= 4 \\ (R_5/R_4 + 1) &= 4(1/.225) \\ (R_5/R_4 + 1) &= 17.78 = \text{GAIN} \end{aligned}$$

Step 2: substitute  $(R_5/R_4 + 1) = 17.78$  into equation 1 and solve for  $v_1$ .

$$\begin{aligned} (17.78)(1.332) - (17.78) v_1 &= 1 \\ 23.683 - 17.78 v_1 &= 1 \\ 23.683 - 17.78 v_1 &= 1 \\ 1.276 &= v_1 = \text{OFFSET} \end{aligned}$$

In order to transfer this information into the circuit in Figure 1, choose appropriate values for  $R_4$  and  $R_5$  such that:

$$(R_5/R_4 + 1) = \text{GAIN}$$

For this example,  $R_4 = 1 \text{ K Ohm}$  and  $R_5 = 16.75 \text{ K Ohm}$  would be appropriate.

Choose  $R_2$  and  $R_3$  based on  $R_2/R_3 = R_5/R_4$ . For this example, choose  $R_2 = R_5 = 16.78 \text{ K Ohm}$ , and  $R_3 = R_4 = 1 \text{ K Ohm}$ .

To set the offset  $v_1$  using the potentiometer  $R_1$ , temporarily insert an equivalent discrete resistor in place of the TD element. It should be equal to the TD resistance at the minimum desired temperature (1855 Ohms from the example). Adjust  $R_1$  until the output voltage is 1V. Replace the discrete resistor with the TD element. The circuit is now set and ready to give 1V to 5V output over the chosen temperature range.

# 1-5V circuit for TD series temperature sensors

Figure 1  
5.0 V Regulated Circuit

1. LM358 is a general purpose operational amplifier.
2. 2N2222 is a general purpose NPN transistor.
3. Resistor accuracy should be within  $\pm 1\%$ .
4.  $v_o$  is measured with respect to ground.

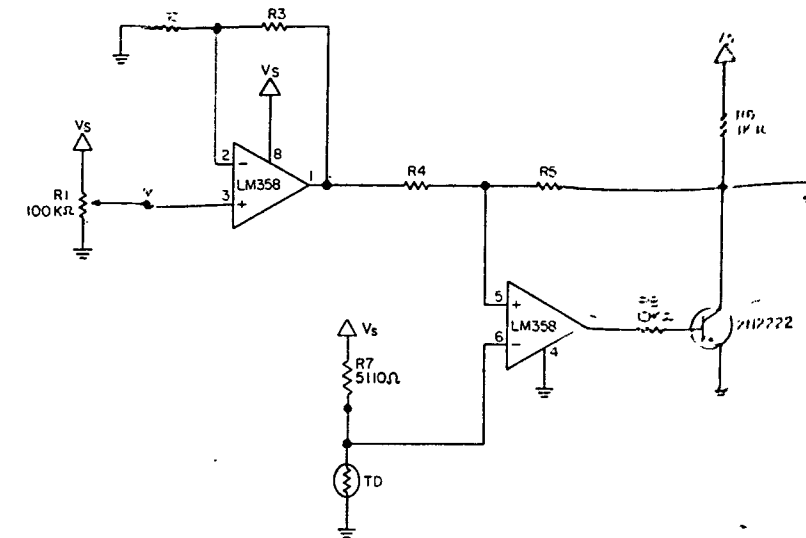


Figure 2  
6.5-30 V Supply Voltage

NOTE: Any error on the 5.0 V regulator will be seen directly on  $v_o$ . This error can be reduced when setting the span by assuming that  $V$  equals the actual output of the regulator.

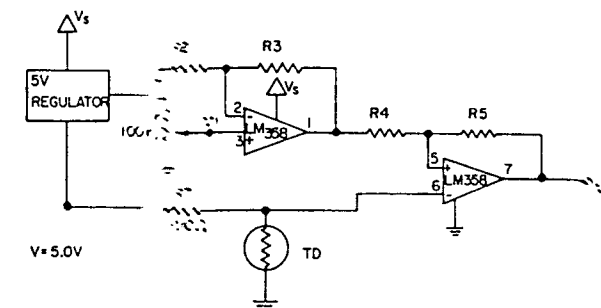
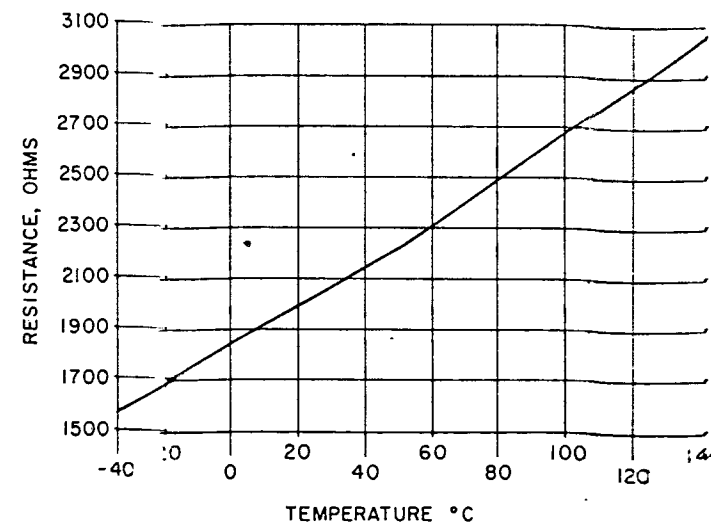


Figure 3  
TD Series Resistance vs. Temperature



# 1-5V circuit for TD series temperature sensors

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Operating Range	-40° to +150°C (-40° to +302°F)
Storage Temperature	-55° to +170°C (-67° to +338°F)

**TABLE 1**  
INTERCHANGEABILITY (WITH 1mA MAXIMUM CURRENT)

Temperature	Resistance (Ohms)
-40°C (-40°F)	1584 ± 10 (±1.5°C)
-30°C (-22°F)	1649 ± 9 (±1.3°C)
-20°C (-4°F)	1716 ± 8 (±1.2°C)
-10°C (14°F)	1784 ± 7 (±1.0°C)
0°C (32°F)	1855 ± 6 (±0.8°C)
+10°C (50°F)	1926 ± 6 (±0.8°C)
+20°C (68°F)	2000 ± 5 (±0.7°C)
+30°C (86°F)	2075 ± 6 (±0.8°C)
+40°C (104°F)	2153 ± 7 (±0.9°C)
+50°C (122°F)	2231 ± 7 (±0.9°C)
+60°C (140°F)	2312 ± 9 (±1.1°C)
+70°C (158°F)	2394 ± 10 (±1.2°C)
+80°C (176°F)	2478 ± 12 (±1.4°C)
+90°C (194°F)	2564 ± 14 (±1.6°C)
+100°C (212°F)	2651 ± 16 (±1.8°C)
+110°C (230°F)	2740 ± 18 (±2.0°C)
+120°C (248°F)	2831 ± 20 (±2.2°C)
+130°C (266°F)	2924 ± 22 (±2.3°C)
+140°C (284°F)	3018 ± 24 (±2.5°C)
+150°C (302°F)	3114 ± 25 (±2.5°C)

Equation for computing resistance:

$$R_T = R_0 + (3.83 \times 10^{-3} \times R_0 \times T) + (4.64 \times 10^{-6} \times R_0 \times T^2)$$

R<sub>T</sub> = Resistance at temperature T

R<sub>0</sub> = Resistance at 0°C

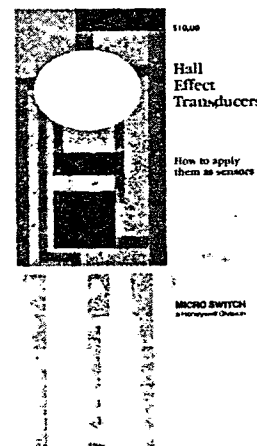
T = Temperature in °C

NOTE: Overload testing shows 10VDC continuous for 100 hours without damage.

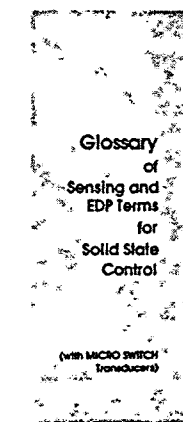
## Available solid state sensor literature

### Hall Effect Transducers — How to apply them as sensors

The first part of the book presents the basic information needed to apply Hall effect sensors. The last two chapters bring this information together and relate it to the design and application of Hall effect sensing systems. 280 pages — \$10.00 (84-05715)

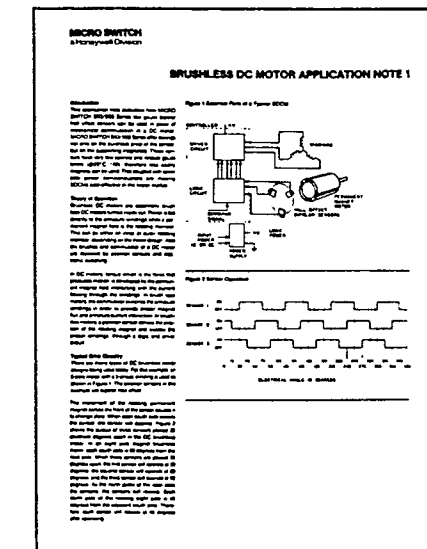


The Glossary of Sensing and EDP Terms for Solid State Control with MICRO SWITCH Transducers. (84-05661)



Application Notes:

Brushless DC Motor Application Note 1 (84-05759)





# Solid State Pressure Sensors 130PC Series

0-15			015 (L) When used over 0-15			0-15 (L) When used over 0-30		
134PC15A1			134PC15A1L			134PC15A1L		
136PC15A1			136PC15A1L			136PC15A1L		
137PC15A1			137PC15A1L			137PC15A1L		
Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
-175	-250	-325	-58	-99	-140	-110	-195	-280
-97.5	-100	-102.5	-37.5	-40	-42.5	-74	-79	-84
—	-16.67	—	—	-6.60	—	—	-6.50	—
—	-6.67	—	—	-2.67	—	—	-2.63	—
—	—	45	—	—	60	—	—	60
—	±0.50	—	—	±0.15	—	—	±0.30	—
—	±0.50	±1.25	—	±0.15	±0.50	—	±0.30	±1.00

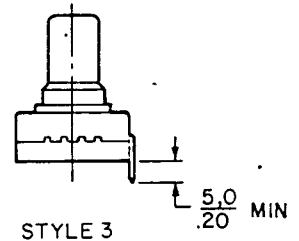
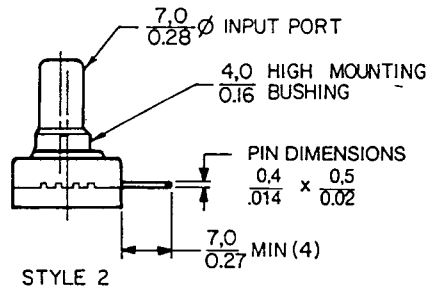
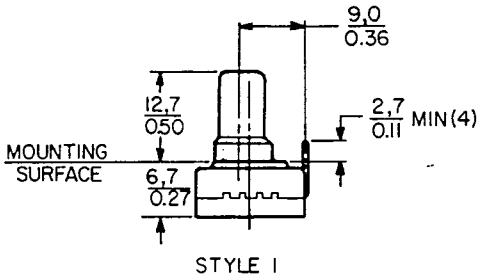
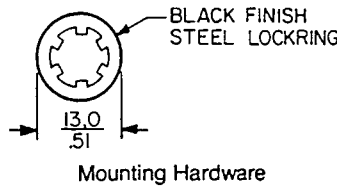
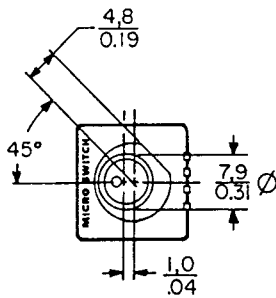
Catalog listings are shown with terminal style 1. To order style 2 (or 3), substitute the number 2 (or 3) for the 1 at the end of the listing.

## MOUNTING DIMENSIONS (For reference only)

### Absolute Types

- Terminals  
 1 - Vs (+)  
 2 - Output A  
 3 - Ground (-)  
 4 - Output B

Terminals interface with Amp P5646-201-44 four position 6" conductor ribbon cable with female terminal solder tabs.



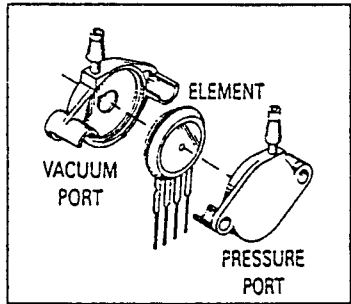
# Temperature Compensated, 0 to 15 PSI Differential Pressure Sensors

**MPX2100**  
**MPX2101**  
**(D, DP,**  
**GP, GVP)**

... silicon piezoresistive pressure sensors providing very accurate and linear voltage outputs — directly proportional to the applied pressure. The sensors are single monolithic silicon diaphragms with strain gage and thin-film resistor networks on the chips. Each chip is laser trimmed for precise span and offset calibration and temperature compensation. They are designed for automotive, industrial, medical and other applications.

**X-ducer**  
**SILICON**  
**PRESSURE SENSORS**

- Temperature Compensated Over  $-40^{\circ}\text{C}$  to  $+125^{\circ}\text{C}$
- Unique Silicon Shear Stress Strain Gage
- 0 to 15 PSI (0 to 100 kPa) Differential Pressure Range
- $\pm 0.05\%$  Full Scale Linearity with MPX2100
- Full Scale Span Calibrated to 40 mV
- Easy to Use Chip Carrier Package
- Basic Element, Single and Dual Ported Devices Available



**MAXIMUM RATINGS**

Rating	Symbol	Value	Unit
Overpressure	$P_{\text{max}}$	200	kPa
Supply Voltage	$V_S \text{ max}$	16	V <sub>d</sub> c
Storage Temperature	$T_{\text{stg}}$	$-50$ to $+150$	$^{\circ}\text{C}$
Operating Temperature	$T_A$	$-40$ to $+125$	$^{\circ}\text{C}$

**VOLTAGE OUTPUT versus APPLIED DIFFERENTIAL PRESSURE**

The voltage output of the X-ducer is directly proportional to the differential pressure applied.

The output voltage of the Differential Element, Differential Ported and Gage Ported sensors increases with increasing pressure applied to the pressure side relative to the vacuum side. Similarly, output voltage increases

as increasing vacuum is applied to the vacuum side relative to the pressure side of the Differential units.

The output voltage of the Gage Vacuum Ported sensor increases with increasing vacuum (decreasing pressure) applied to the vacuum side with the pressure side at ambient.

**ORDERING INFORMATION:**

MPX2100 Series "X-ducer" silicon pressure sensors are available in differential and gage configurations. Devices are available in the BASIC ELEMENT package or with pressure port fittings which provide mounting ease and barbed hose connections.

Device Type	Options	Package Style	MPX Series	
			2100	2101
Basic Element	Differential	Case 344-03	MPX2100D	MPX2101D
	Differential	Case 352-01	MPX2100DP	MPX2101DP
Ported Element	Gage	Case 350-01	MPX2100GP	MPX2101GP
	Gage Vacuum	Case 350-02	MPX2100GVP	MPX2101GVP

X-ducer is a trademark of Motorola Inc.



OPERATING CHARACTERISTICS ( $V_S = 10 \text{ Vdc}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted.)

Characteristics		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Differential Pressure Range <sup>1</sup>		$P_{OP}$	0	—	100	kPa
Supply Voltage		$V_S$	—	—	10	Vdc
Supply Current		$I_o$	—	6	—	mAdc
Full Scale Span <sup>2</sup> , Figure 1	MPX2100 MPX2101	$V_{FSS}$	38.5 37.5	40 40	41.5 42.5	mV
Zero Pressure Offset, Figure 1	MPX2100 MPX2101	$V_{off}$	—	$\pm 0.05$ $\pm 0.1$	$\pm 1$ $\pm 2$	mV
Sensitivity	MPX2100/2101	$\Delta V/\Delta P$	—	0.4	—	mV/kPa
Linearity <sup>3</sup>	MPX2100 MPX2101	—	—	$\pm 0.05$ $\pm 0.1$	$\pm 0.1$ $\pm 0.25$	%FS
Pressure Hysteresis <sup>4</sup> (0 to 100 kPa)		—	—	$\pm 0.05$	$\pm 0.1$	%FS
Temperature Hysteresis <sup>5</sup> ( $-40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$ )		—	—	$\pm 0.5$	—	%FS
Temperature Effect on Full Scale Span <sup>6</sup> (0 to $+85^\circ\text{C}$ ), Figure 2		$TCV_{FSS}$	—	$\pm 0.5$	$\pm 1$	%FS
Temperature Effect on Offset <sup>7</sup> (0 to $+85^\circ\text{C}$ ), Figure 2		$TCV_{off}$	—	$\pm 0.5$	$\pm 1$	mV
Input Impedance		$Z_{in}$	—	1800	—	$\Omega$
Output Impedance		$Z_{out}$	1400	—	3000	$\Omega$
Response Time <sup>8</sup> (10% to 90%)		$t_R$	—	1	—	ms
Temperature Error Band		—	0	—	85	$^\circ\text{C}$

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Characteristics	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Weight	—	—	40	—	Grams
Stability <sup>9</sup>	—	—	$\pm 0.5$	—	%FS
Media Compatibility	Consult Factory				
Warm-Up	—	—	15	—	Sec
Burst Pressure	—	—	10X	—	Rating
Cavity Volume	—	—	—	0.01	$\text{IN}^3$
Volumetric Displacement	—	—	—	0.001	$\text{IN}^3$
Common Mode Line Pressure	—	—	—	100	PSI

NOTES:

1. 1 kPa (kiloPascal) equals 0.145 PSI.
2. Measured at 10 Vdc excitation for 100 kPa pressure differential.
3. Maximum deviation from end-point straight line fit at 0 and 100 kPa.
4. Maximum output difference at any pressure point within  $P_{OP}$  for increasing and decreasing pressures.
5. Maximum output difference at any pressure point within  $P_{OP}$  for increasing and decreasing temperatures in the range  $-40^\circ\text{C}$  to  $+125^\circ\text{C}$ .
6. Maximum variation of full scale span at  $0^\circ\text{C}$  and  $+85^\circ\text{C}$  relative to  $+25^\circ\text{C}$ .
7. Maximum variation of offset at  $0^\circ\text{C}$  and  $+85^\circ\text{C}$  relative to  $+25^\circ\text{C}$ .
8. For a 0 to 100 kPa pressure step change.
9. Stability is defined as the maximum difference in output at any pressure within  $P_{OP}$  and temperature within  $+10^\circ\text{C}$  to  $-85^\circ\text{C}$  after:
  - a. 1000 temperature cycles,  $-40^\circ\text{C}$  to  $+125^\circ\text{C}$ .
  - b. 1.5 million pressure cycles, 0 to 80 kPa.

## ON CHIP TEMPERATURE COMPENSATION and CALIBRATION

Figure 1 shows the output characteristics of the MPX2100 series at 25°C. The output is directly proportional to the differential pressure and is essentially a straight line.

The effects of temperature on Full Scale Span and Offset are very small and are shown under Operating Characteristics and in Figure 2.

This performance over temperature is achieved by hav-

ing both the Shear Stress Strain Gage and the thin film resistor circuitry on the same silicon diaphragm as shown in Figure 3. Each chip is dynamically laser trimmed for precise Span and Offset calibration and temperature compensation.

Figure 4 shows a schematic diagram of the temperature compensated pressure sensor circuit.

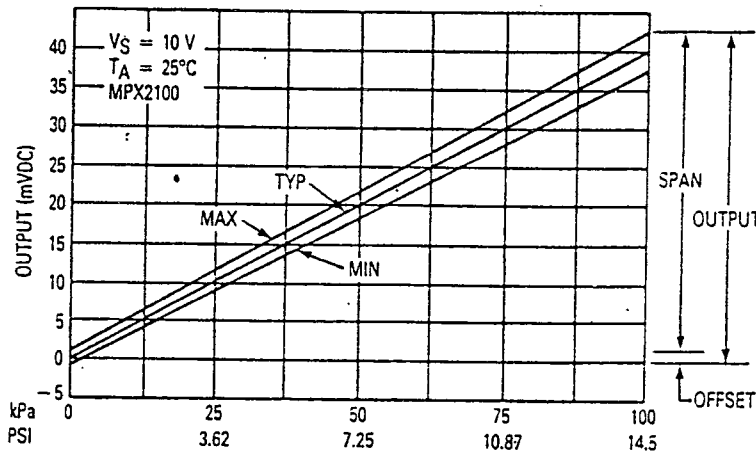


Figure 1. Output versus Pressure Differential

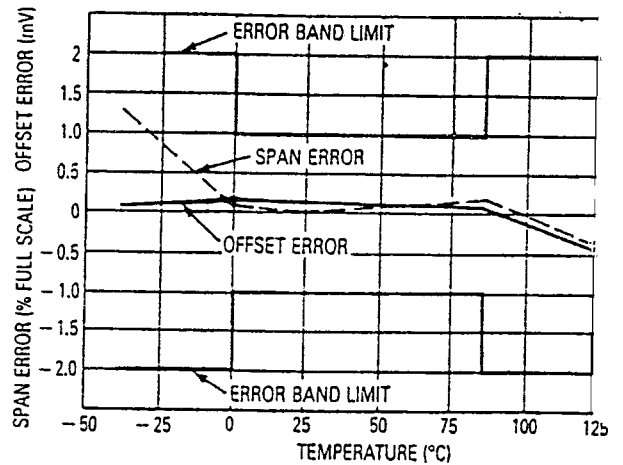
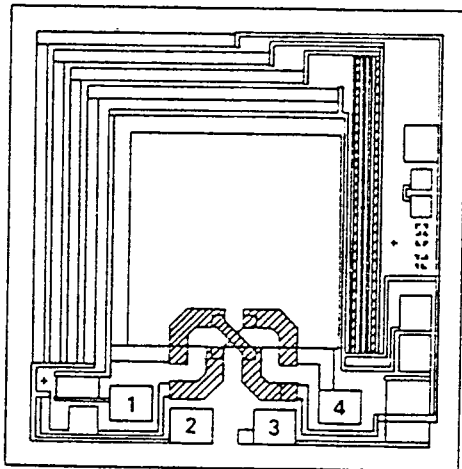


Figure 2. Temperature Error Band Limit and Typical Span and Offset Errors



Monolithic pressure sensor chip, showing diaphragm, shear stress strain gage, thin-film resistor circuitry and pin out.

Figure 3. Monolithic Pressure Sensor Chip

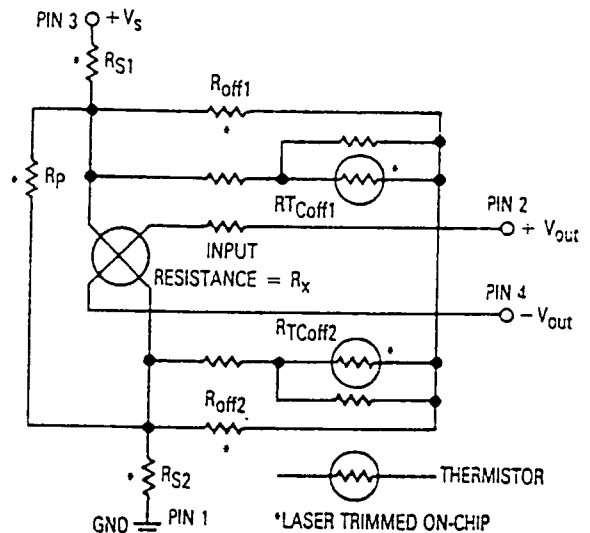


Figure 4. Temperature Compensated Pressure Sensor Circuit

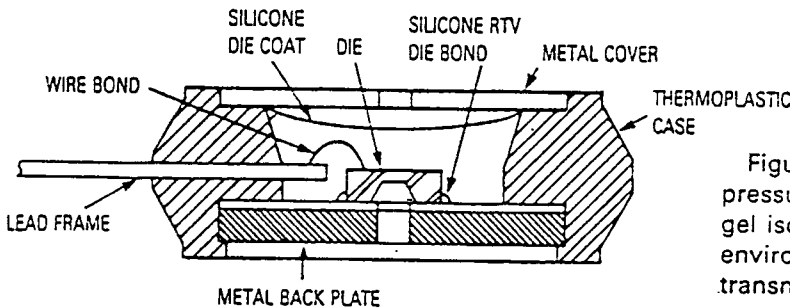
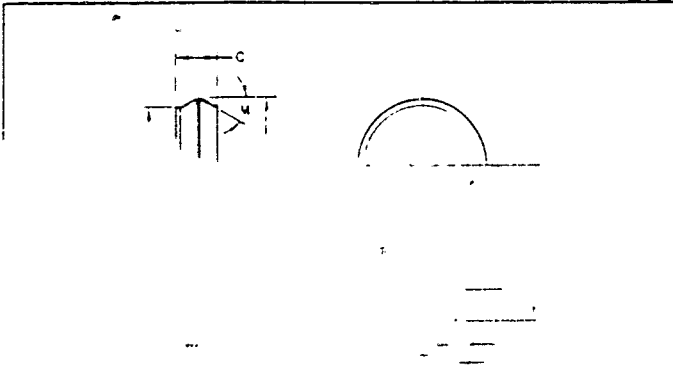


Figure 5. MPX Differential Pressure Sensor Element Cross Section

Figure 5 shows the cross section of the Motorola MPX pressure sensor die in the chip carrier package. A silicone gel isolates the die surface and wire bonds from harsh environments, while allowing the pressure signal to be transmitted to the silicon diaphragm.

# OUTLINE DIMENSIONS

## BASIC ELEMENT (D)



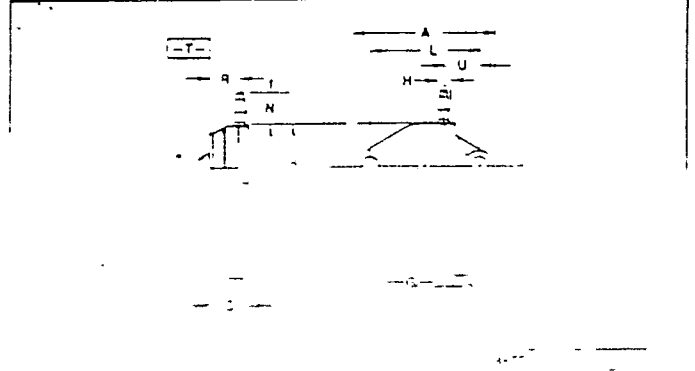
1 INPUT  
2 OUTPUT

- NOTES
1. DIMENSION A IS DATUM
  2. POSITIONAL TOLERANCE FOR DIMENSION D LEADS
  3. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5, 1973

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	5.37	15.87	0.211	0.625
B	2.21	13.48	0.087	0.530
C	4.35	5.72	0.171	0.225
D	3.41	3.50	0.134	0.138
E	2.21	1.32	0.087	0.052
F	7.54	8.50	0.297	0.335
G	3.36	3.40	0.132	0.134
H	7.40	18.15	0.291	0.715
I	3.00	3.00	0.118	0.118
J	2.13	12.70	0.084	0.500

CASE 344-03

## PRESSURE SIDE PORTED (GP)

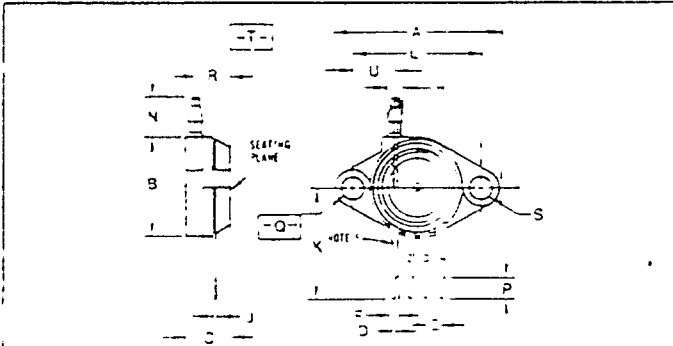


- NOTES
1. DIMENSIONS A AND S ARE DATUM
  2. POSITIONAL TOLERANCE FOR DIMENSION D LEADS
  3. POSITIONAL TOLERANCE FOR MOUNTING HOLE DIA
  4. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5, 1973
  5. NOTCH IS PIN INDICATOR

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	5.37	15.87	0.211	0.625
B	2.21	13.48	0.087	0.530
C	4.35	5.72	0.171	0.225
D	3.41	3.50	0.134	0.138
E	2.21	1.32	0.087	0.052
F	7.54	8.50	0.297	0.335
G	3.36	3.40	0.132	0.134
H	7.40	18.15	0.291	0.715
I	3.00	3.00	0.118	0.118
J	2.13	12.70	0.084	0.500
K	1.25	1.25	0.049	0.049
L	2.31	3.50	0.091	0.138
M	1.25	0.92	0.049	0.036
N	1.25	1.25	0.049	0.049
O	1.25	1.25	0.049	0.049
P	1.25	1.25	0.049	0.049
Q	1.25	1.25	0.049	0.049
R	1.25	1.25	0.049	0.049
S	1.25	1.25	0.049	0.049
T	1.25	1.25	0.049	0.049
U	1.25	1.25	0.049	0.049
V	1.25	1.25	0.049	0.049
W	1.25	1.25	0.049	0.049
X	1.25	1.25	0.049	0.049
Y	1.25	1.25	0.049	0.049
Z	1.25	1.25	0.049	0.049

CASE 350-01

## VACUUM SIDE PORTED (GVP)

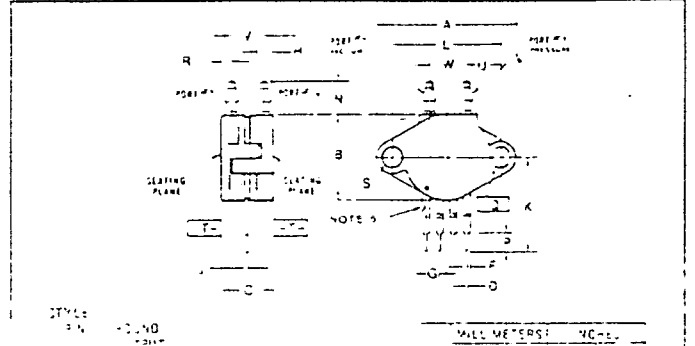


POSITIONAL TOLERANCE FOR MOUNTING HOLE DIA

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	5.37	15.87	0.211	0.625
B	2.21	13.48	0.087	0.530
C	4.35	5.72	0.171	0.225
D	3.41	3.50	0.134	0.138
E	2.21	1.32	0.087	0.052
F	7.54	8.50	0.297	0.335
G	3.36	3.40	0.132	0.134
H	7.40	18.15	0.291	0.715
I	3.00	3.00	0.118	0.118
J	2.13	12.70	0.084	0.500
K	1.25	1.25	0.049	0.049
L	2.31	3.50	0.091	0.138
M	1.25	0.92	0.049	0.036
N	1.25	1.25	0.049	0.049
O	1.25	1.25	0.049	0.049
P	1.25	1.25	0.049	0.049
Q	1.25	1.25	0.049	0.049
R	1.25	1.25	0.049	0.049
S	1.25	1.25	0.049	0.049
T	1.25	1.25	0.049	0.049
U	1.25	1.25	0.049	0.049
V	1.25	1.25	0.049	0.049
W	1.25	1.25	0.049	0.049
X	1.25	1.25	0.049	0.049
Y	1.25	1.25	0.049	0.049
Z	1.25	1.25	0.049	0.049

CASE 352-01

## PRESSURE AND VACUUM SIDES PORTED (DP)

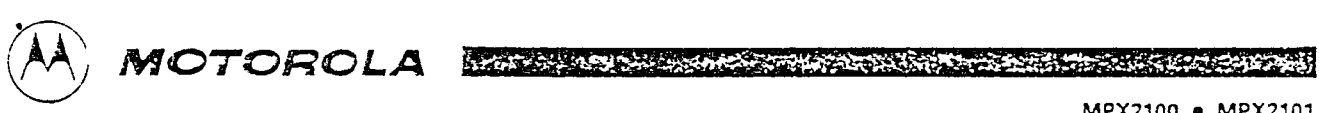


- NOTES
1. DIMENSIONS A AND S ARE DATUM
  2. POSITIONAL TOLERANCE FOR DIMENSION D LEADS
  3. POSITIONAL TOLERANCE FOR MOUNTING HOLE DIA
  4. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5, 1973
  5. NOTCH IS PIN INDICATOR

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	5.37	15.87	0.211	0.625
B	2.21	13.48	0.087	0.530
C	4.35	5.72	0.171	0.225
D	3.41	3.50	0.134	0.138
E	2.21	1.32	0.087	0.052
F	7.54	8.50	0.297	0.335
G	3.36	3.40	0.132	0.134
H	7.40	18.15	0.291	0.715
I	3.00	3.00	0.118	0.118
J	2.13	12.70	0.084	0.500
K	1.25	1.25	0.049	0.049
L	2.31	3.50	0.091	0.138
M	1.25	0.92	0.049	0.036
N	1.25	1.25	0.049	0.049
O	1.25	1.25	0.049	0.049
P	1.25	1.25	0.049	0.049
Q	1.25	1.25	0.049	0.049
R	1.25	1.25	0.049	0.049
S	1.25	1.25	0.049	0.049
T	1.25	1.25	0.049	0.049
U	1.25	1.25	0.049	0.049
V	1.25	1.25	0.049	0.049
W	1.25	1.25	0.049	0.049
X	1.25	1.25	0.049	0.049
Y	1.25	1.25	0.049	0.049
Z	1.25	1.25	0.049	0.049

CASE 352-01

MOTOROLA reserves the right to change specifications without notice. Motorola does not warrant the performance of its products under conditions other than those specified in the data sheets. Motorola does not warrant the performance of its products under conditions other than those specified in the data sheets.



# 130PC Series Solid State Pressure Sensors



## ORDER GUIDE - ABSOLUTE TYPES

### PRESSURE RANGE (psi)

### CATALOG LISTINGS

Absolute

### Basic Sensor

Temp. Comp. Volt. Excitation

Temp. Comp. Current Excitation

Parameter	130PC
Type	

F.S.O. - Full Scale Output (mV)	134
---------------------------------	-----

	136/7
--	-------

Sensitivity per psi (mV)	134
--------------------------	-----

	136/7
--	-------

Overpressure (psi)	All
--------------------	-----

### Linearity

Best Fit Straight Line (%F.S.O.)	134
----------------------------------	-----

	136/7
--	-------

## FEATURES

- Miniature package
- Can be used to measure with vacuum or positive pressure
- Absolute and gage available

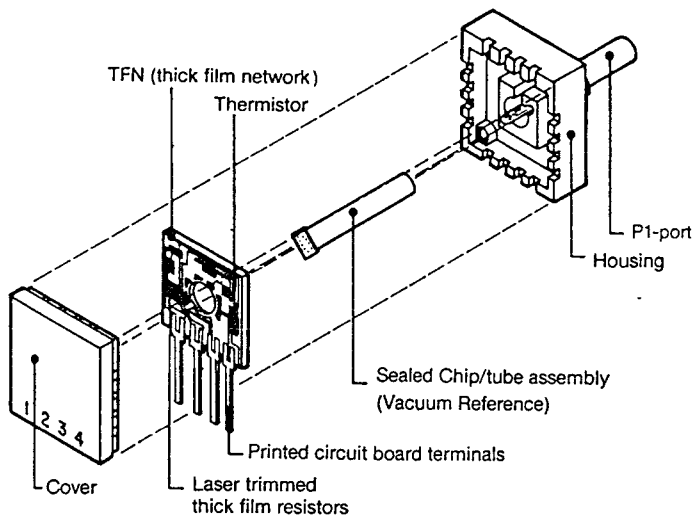
## MEDIA COMPATIBILITY

P1: Dry gases only.

P2: Sealed vacuum reference.

NOTE: For additional specifications, see 120/130/170/230PC General Specifications.

## 130PC CONSTRUCTION ILLUSTRATION



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T<sub>A</sub> = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Emitter-Base Breakdown Voltage (I <sub>E</sub> = 100 μAdc, I <sub>C</sub> = 0)	V <sub>(BR)EBO</sub>	4.0	—	—	Vdc
Base-Emitter Voltage (I <sub>C</sub> = 0.1 mA)	V <sub>BE</sub>	580	595	620	mV
Base-Emitter Voltage Matching, Note 1 (I <sub>C</sub> = 0.1 mA, T <sub>A</sub> = 25°C ±0.05°C)	ΔV <sub>BE</sub>	—	—	±3.0	mV
		—	—	±4.0	
		—	—	±7.0	
Temperature Matching Accuracy, Note 2 (T <sub>1</sub> = 40°C, T <sub>2</sub> = +150°C, T <sub>A</sub> = 25°C ±0.05°C)	ΔT	—	—	±2.0	°C
		—	—	±3.0	
		—	—	±5.0	
Temperature Coefficient, Notes 3 and 4 (V <sub>BE</sub> = 595 mV, I <sub>C</sub> = 0.1 mA)	TC	-2.28	-2.265	-2.26	mV/°C
Thermal Time Constant Liquid Flowing Air	τ <sub>TH</sub>	—	3.0	—	s
		—	8.0	—	
Dependence of TC on V <sub>BE</sub> @ 25°C (Note 4, Figure 3)	ΔTC/ΔV <sub>BE</sub>	—	0.0033	—	mV/°C mV

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	R <sub>θJA</sub>	200	°C/W

NOTES

- All devices within any one group or package will be matched for V<sub>BE</sub> to the tolerance identified in the electrical characteristics table. Each device will be labeled with the mean V<sub>BE</sub> value for that group.
- All devices within an individual group, as described in Note 1, will track within the specified temperature accuracy. Includes variations in TC, V<sub>BE</sub>, and nonlinearity in the range -40 to +150°C. Nonlinearity is typically less than ±1°C in this range. (See Figure 4)
- The TC as defined by a least-square linear regression for V<sub>BE</sub> versus temperature over the range -40 to +150°C for a nominal V<sub>BE</sub> of 595 mV at 25°C. For other nominal V<sub>BE</sub> values the value of the TC must be adjusted for the dependence of the TC on V<sub>BE</sub> (see Note 4).
- For nominal V<sub>BE</sub> at 25°C other than 595 mV, the TC must be corrected using the equation TC = -2.265 + 0.0033(V<sub>BE</sub> - 595) where V<sub>BE</sub> is in mV and the TC is in mV/°C. The accuracy of this TC is typically ±0.01 mV/°C.
- For maximum temperature accuracy, I<sub>C</sub> should not exceed 2 mA. (See Figure 2)

FIGURE 2 — BASE-EMITTER VOLTAGE versus COLLECTOR-EMITTER CURRENT

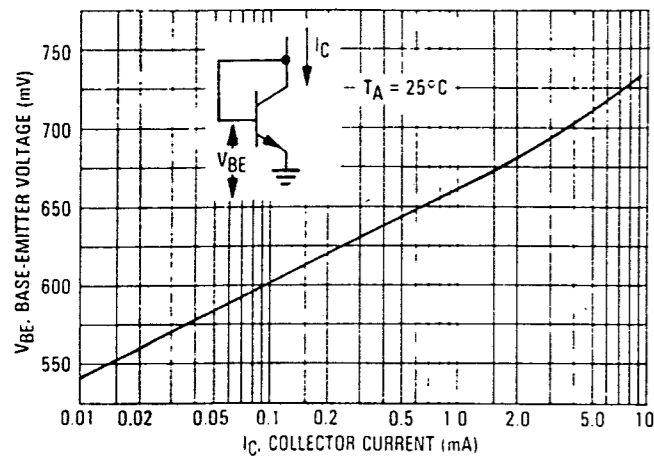


FIGURE 3 — TEMPERATURE COEFFICIENT versus BASE-EMITTER VOLTAGE

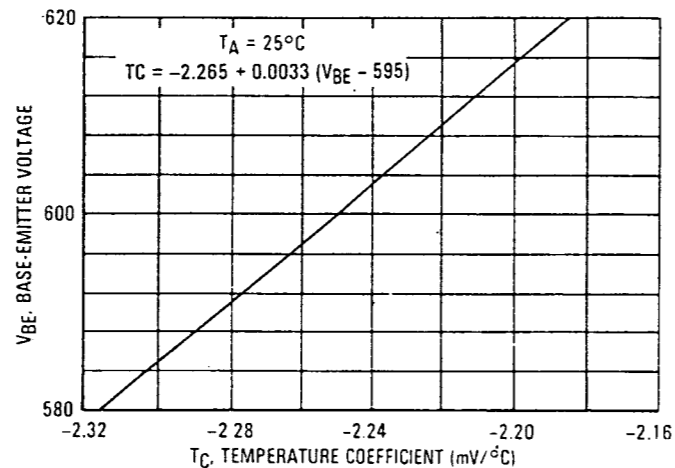
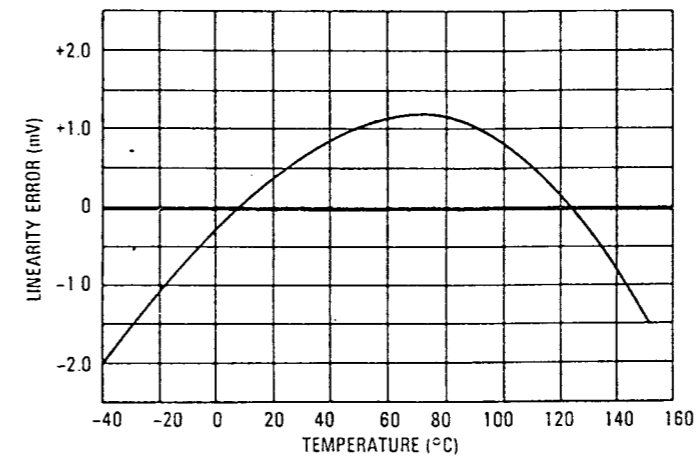
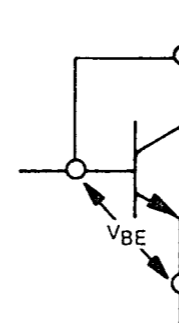


FIGURE 4 — LINEARITY ERROR versus TEMPERATURE



APPLICATIONS INFORMATION

The base and collector leads of the device should be connected together in the operating circuit (pins 2 and 3). They are not internally connected.



The following example describes how to determine the V<sub>BE</sub> versus temperature relationship for a typical shipment of various V<sub>BE</sub> groups.

EXAMPLE:

Given — Customer receives a shipment of MTS102 devices. The shipment consists of three groups of different nominal V<sub>BE</sub> values.

- Group 1: V<sub>BE</sub> (nom) = 595 mV
- Group 2: V<sub>BE</sub> (nom) = 580 mV
- Group 3: V<sub>BE</sub> (nom) = 620 mV

Find — V<sub>BE</sub> versus Temperature Relationship.

- Determine value of TC:
  - If V<sub>BE</sub> (nom) = 595 mV, TC = -2.265 mV/°C from the Electrical Characteristics table.

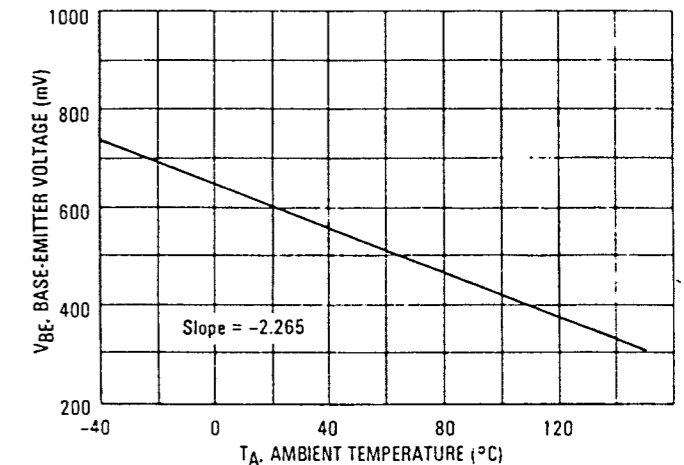
b. If V<sub>BE</sub> (nom) is less than or greater than 595 mV determine TC from the relationship described in Note 4.

(1) TC = -2.265 + 0.0033 (V<sub>BE</sub> - 595) or see Figure 3.

2. Determine the V<sub>BE</sub> value at the extremes, -40°C and +150°C:

(2) V<sub>BE</sub>(T<sub>A</sub>) = V<sub>BE</sub>(25°C) + (TC)(T<sub>A</sub> - 25°C)  
where V<sub>BE</sub>(T<sub>A</sub>) = value of V<sub>BE</sub> at desired temperature.

3. Plot the V<sub>BE</sub> versus T<sub>A</sub> curve using two V<sub>BE</sub> values: V<sub>BE</sub>(-40°C), V<sub>BE</sub>(25°C), or V<sub>BE</sub>(+150°C).



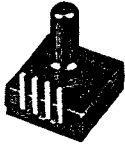
4. Given any measured V<sub>BE</sub>, the value of T<sub>A</sub> (to the accuracy value specified: MTS102 - ±2°C, MTS103 - ±3°C, MTS105 - ±5°C) can be read from the above curve, or calculated from equation 2.

5. Higher temperature accuracies can be achieved if the collector current, I<sub>C</sub>, is controlled to react in accordance with and to compensate for the linearity error. Using this concept practical circuits have been built in which these sensors have yielded accuracies within ±0.1°C and ±0.01°C. Reference: "Transistors -- A Hot Tip for Accurate Temperature Sensing", Pat O'Neil and Carl Derrington, *Electronics* 1979.



# 130PC Series

## Solid State Pressure Sensors



### ORDER GUIDE - GAGE TYPES

#### PRESSURE RANGE (psi)

CATALOG LISTINGS		Basic Sensor
Gage		Temp. Comp. Volt. Excitation
		Temp. Comp. Current Excitation
SPECIFICATIONS		130PC
at 10.0 ± 0.01VDC Excitation, 25° C (unless otherwise noted)		Type
	Parameter	134
	F.S.O. - Full Scale Output (mV)	136/7
	Sensitivity per psi (mV)	134
		136/7
	Overpressure (psi)	All
	Linearity	
	Best Fit Straight Line (%F.S.O.)	
	P2 > P1	134
		136/7
	P2 < P1	134
		136/7

NOTE: For additional specifications, see 120/130/170/230PC General Specifications.

### FEATURES

- Miniature package
- Can be used to measure with vacuum or positive pressure
- Absolute and gage available

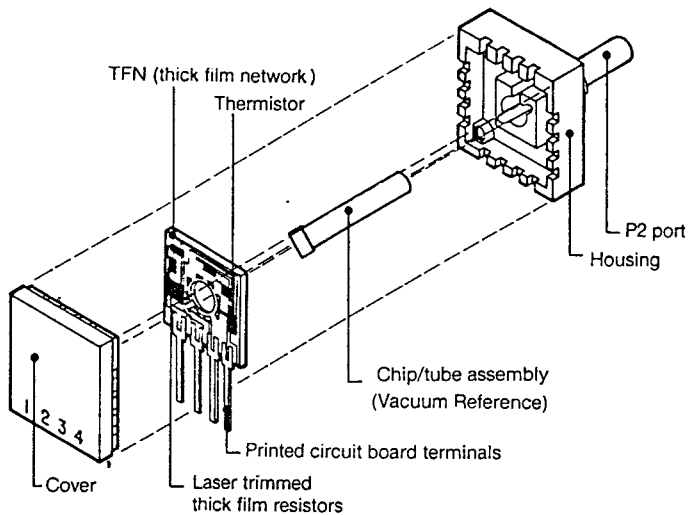
### MEDIA COMPATIBILITY

P1: Dry gases only.

P2: Pressure media will make contact with the following: polyester housing, epoxy adhesive, silicon chip sensing element, borosilicate glass tube, and chip-to-glass tube bond\* which holds silicon chip to borosilicate glass.

\*Liquid medias containing some highly ionic solutions potentially could neutralize the chip-to-glass tube bond.

### 130PC CONSTRUCTION ILLUSTRATION





# Solid State Pressure Sensors 130PC Series

0-5			0-15			0-15 (L) When used over 0-15			0-15 (L) When used over 0-30			0-65			0-100		
134PC05G1			134PC15G1			134PC15G1L			134PC15G1L			—			134PC100G2		
136PC05G1			136PC15G1			136PC15G1L			136PC15G1L			136PC65G1			136PC100G2		
137PC05G1			137PC15G1			137PC15G1L			137PC15G1L			—			—		
Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
80	115	150	175	250	325	58	99	140	110	195	280	—	—	—	150	225	300
48.5	50	51.5	98.5	100	101.5	38.5	40	41.5	75	79	83	30.5	32.5	34.5	96	100	104
—	23	—	—	16.67	—	—	6.60	—	—	6.50	—	—	—	—	—	2.25	—
—	10	—	—	6.67	—	—	2.67	—	—	2.63	—	—	.5	—	—	1.00	—
—	—	20	—	—	45	—	—	60	—	—	60	—	—	150	—	—	1.50
—	±1.50	—	—	±1.00	—	—	±0.25	—	—	±0.50	—	—	—	—	—	±1.00	—
—	±1.50	±3.00	—	±1.00	±2.50	—	±0.25	±0.75	—	±0.50	±1.50	—	±0.5	±1.50	—	—	±2.00
—	±0.75	—	—	±0.50	—	—	±0.15	—	—	±0.30	—	—	—	—	—	±0.50	—
—	±0.75	±1.50	—	±0.50	±1.25	—	±0.15	±0.50	—	±0.30	±1.00	—	—	—	—	±0.50	±1.00

Catalog listings are shown with terminal style 1. To order style 2 (or 3), substitute the number 2 (or 3) for the 1 at the end of the listing.

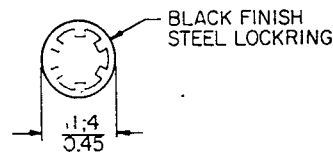
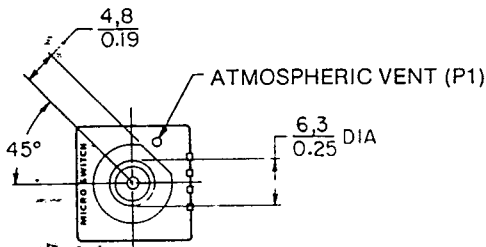
## MOUNTING DIMENSIONS (For reference only)

### Gage Types

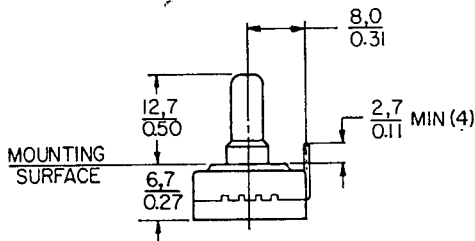
### Terminals

- 1 - Vs (-)
- 2 - Output A
- 3 - Ground (-)
- 4 - Output B

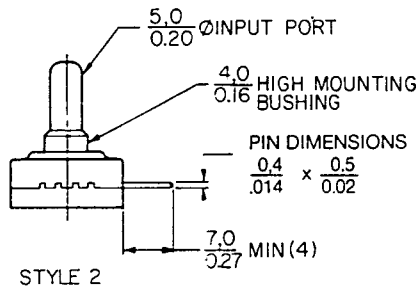
Terminals interface with Amp P5646-201-44 four position 6" conductor ribbon cable with female terminal solder tabs.



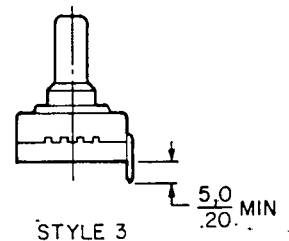
Mounting Hardware



STYLE 1



STYLE 2



STYLE 3



**MOTOROLA**  
Semiconductors

**MTS102**  
**MTS103**  
**MTS105**

**SILICON TEMPERATURE SENSORS**

... designed for temperature sensing applications in automotive, consumer, and industrial products requiring low cost and high accuracy.

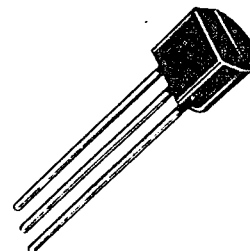
- Precise Temperature Accuracy Over Extreme Temperature  
MTS102:  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  from  $-40^{\circ}\text{C}$  to  $+150^{\circ}\text{C}$
- Precise Temperature Coefficient
- Fast Thermal Time Constant  
3 Seconds — Liquid  
8 Seconds — Air
- Linear  $V_{BE}$  versus Temperature Curve Relationship
- Other Packages Available

**SILICON TEMPERATURE SENSORS**

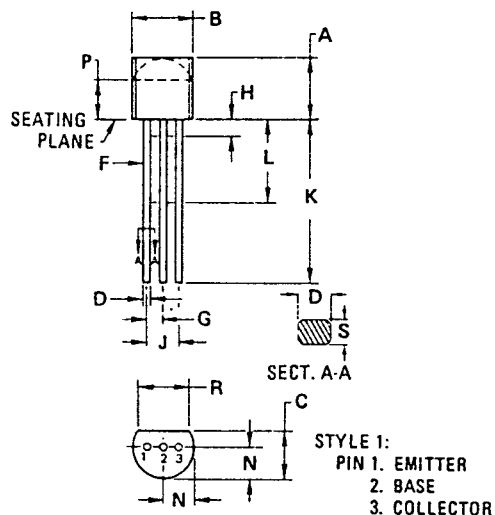
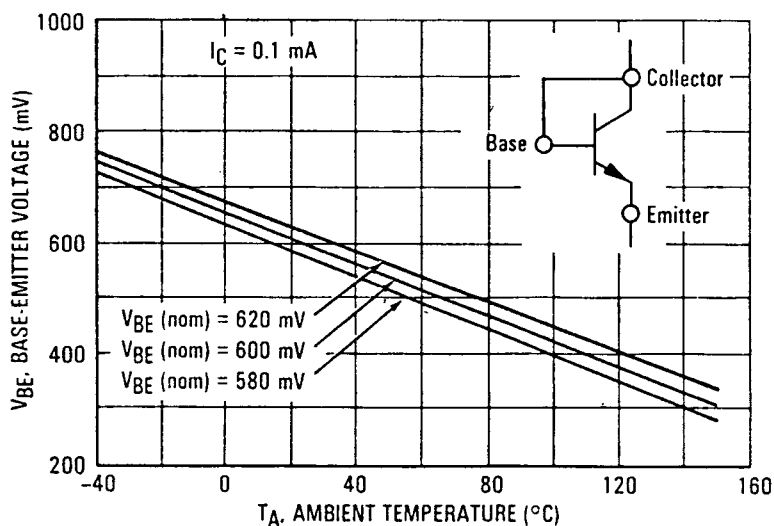
**MAXIMUM RATINGS**

Rating	Symbol	Value	Unit
Emitter-Base Voltage	$V_{EB}$	4.0	Vdc
Collector Current — Continuous*	$I_C$	100	mAdc
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J, T_{stg}$	-55 to +150	$^{\circ}\text{C}$

\*See Note 5, page 2.



**FIGURE 1 — BASE-EMITTER VOLTAGE versus AMBIENT TEMPERATURE**

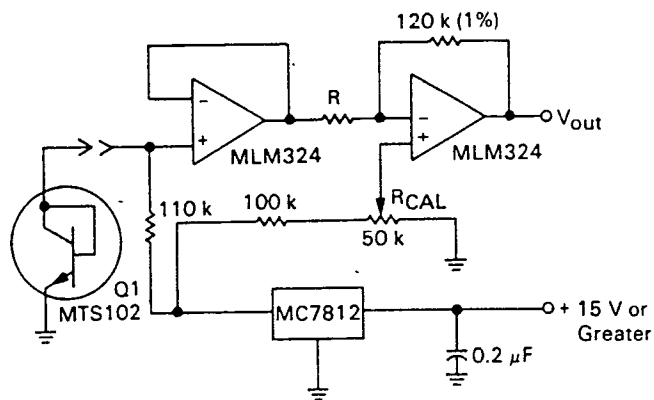


DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	4.32	5.33	0.170	0.210
B	4.44	5.21	0.175	0.205
C	3.18	4.19	0.125	0.165
D	0.41	0.56	0.016	0.022
F	0.41	0.48	0.016	0.019
G	1.14	1.40	0.045	0.055
H	—	2.54	—	0.100
J	2.41	2.67	0.095	0.105
K	12.70	—	0.500	—
L	6.35	—	0.250	—
N	2.03	2.92	0.080	0.115
P	2.92	—	0.115	—
R	3.43	—	0.135	—
S	0.36	0.41	0.014	0.016

All JEDEC dimensions and notes apply.  
CASE 29-02  
TO-92

TYPICAL CIRCUITS

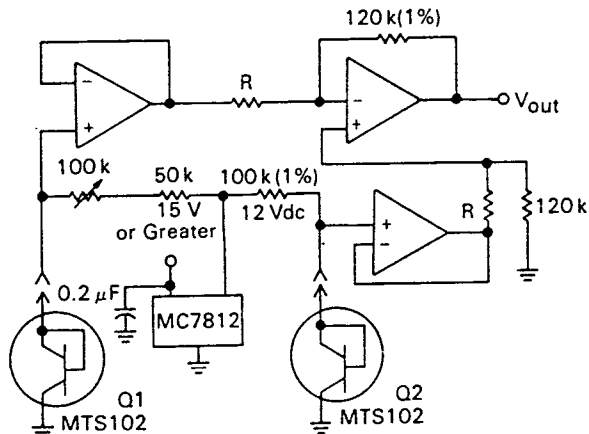
FIGURE 5 — ABSOLUTE TEMPERATURE MEASUREMENT



NOTE: With Q1 at a known temperature, adjust  $R_{CAL}$  to set output voltage to  $V_{out} = TEMP \times 10 \text{ mV}$ . Output of MTS102, 3, 5 is then converted to  $V_{out} = 10 \text{ mV}/^\circ - (^\circ\text{F}, ^\circ\text{C}, \text{ or } ^\circ\text{K})$

$R = 27 \text{ k}\Omega$  (1%) for  $^\circ\text{C}$  or  $^\circ\text{K}$

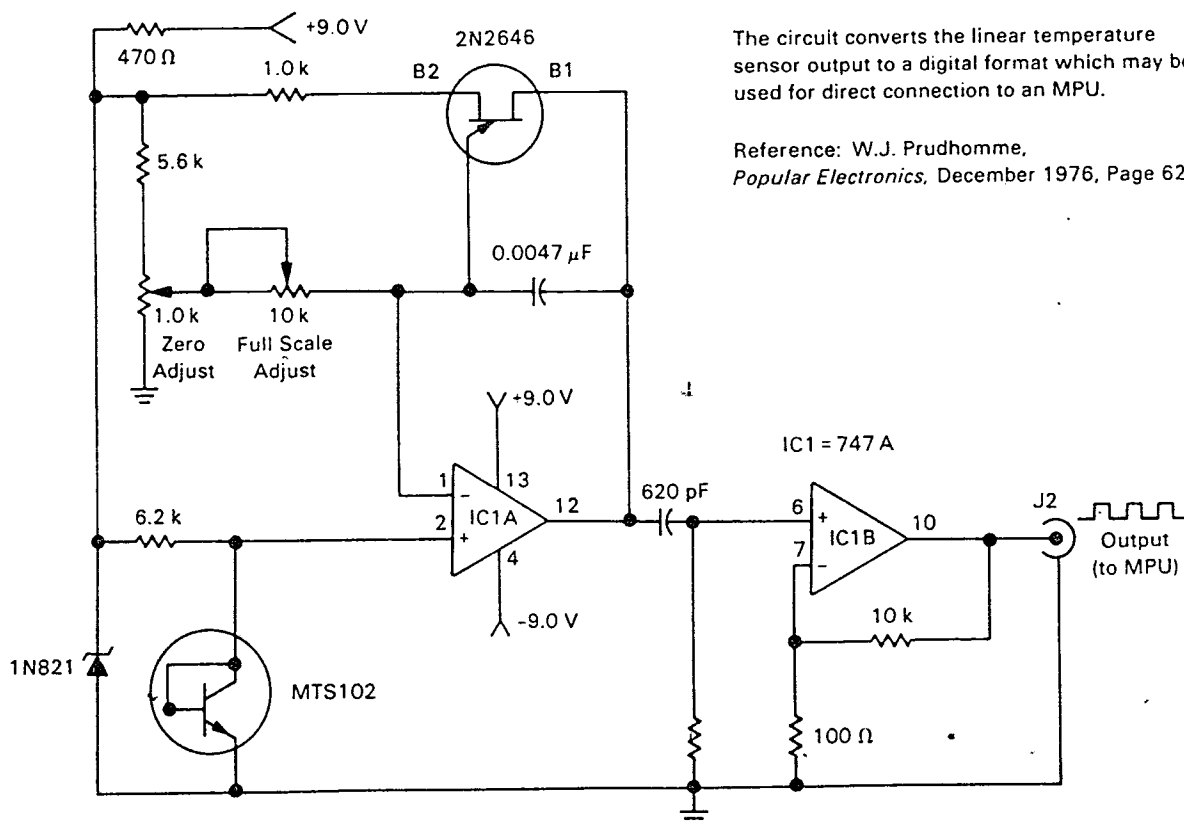
FIGURE 6 — DIFFERENTIAL TEMPERATURE MEASUREMENT  
0 to 150°C



NOTE: With Q1 and Q2 at identical temperature, adjust  $R_{CAL}$  for  $V_{out} = 0.000 \text{ V}$ .

$R = 15 \text{ k}\Omega$  (1%) for  $^\circ\text{F}$

FIGURE 7 — TEMPERATURE SENSOR TO DIGITAL MPU CIRCUIT



The circuit converts the linear temperature sensor output to a digital format which may be used for direct connection to an MPU.

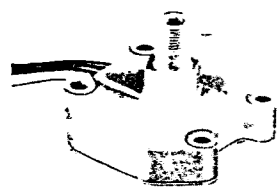
Reference: W.J. Prudhomme, *Popular Electronics*, December 1976, Page 62

All resistors are 10% 1/4 watt except 6.2 k which is 5% 1/4 watt.

Motorola reserves the right to make changes to any products herein to improve reliability, function or design. Motorola does not assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit described herein; neither does it convey any license under its patent rights nor the rights of others.



MOTOROLA Semiconductor Products Inc.



### ORDER GUIDE - 241/242PC SERIES

PRESSURE RANGE (psi)*	0 to -15	0 to -5	0-5	0-15	0-30	0-60	0-100	0-150	0-250
CATALOG LISTINGS	241PC15G	241PC05G	242PC05G	242PC15G	242PC30G	242PC60G	242PC100G	242PC150G	242PC250G
Port Seal O-ring Material**	Buna-N	Ethylene propylene	Buna-N	Ethylene propylene	Buna-N	Ethylene propylene	Buna-N	Ethylene propylene	Buna-N
<b>SPECIFICATIONS</b>									
at 8.0 ± 0.01VDC Excitation									
25° C (unless otherwise noted)									
Parameter									
Sensitivity per psi, typ. (V)	330	1.00	1.00	.330	.167	.083	.050	.033	.020
Overpressure, max. (psi)	45	20	20	45	60	120	200	300	500
Linearity, max.									
Best Fit Straight Line (%F.S.O.)	±1.5	±1.5	±1.5	±1.5	±1.5	±0.5	±0.5	±0.5	±0.5
Null & Sensitivity Shift (%F.S.O.) †									
25° to -18°, 25° to 63° C, max.	±1.0	±1.5	±1.5	±1.0	±1.0	±1.5	±1.0	±1.5	±1.0
25° to -40°, 25° to 85° C, typ.	±2.0	±3.0	±3.0	±2.0	±2.0	±3.0	±2.0	±3.0	±2.0
Repeatability & Hysteresis, typ. (%F.S.O.)	±0.25	±0.25	±0.25	±0.25	±0.25	±0.25	±0.25	±0.25	±0.25

### ORDER GUIDE - 243PC SERIES

PRESSURE RANGE (psi)*	±2.5	± 5	±15
CATALOG LISTINGS	243PC03G	243PC05G	243PC15G
Port Seal O-ring Material**	Buna-N	Ethylene propylene	Buna-N
<b>SPECIFICATIONS</b>			
at 8.0 ± 0.01VDC Excitation			
25° C (unless otherwise noted)			
Parameter			
Sensitivity per psi, typ. (V)	1.00	0.50	0.177
Overpressure, max. (psi)	20	30	50
Linearity, max.			
Best Fit Straight Line (%F.S.O.)			
P2 > P1	±1.50	±1.50	±1.50
P2 < P1	±0.75	±0.75	±0.75
Null & Sensitivity Shift (%F.S.O.) †			
25° to -18°, 25° to 63° C, max.	±1.00	±1.00	±1.00
25° to -40°, 25° to 85° C, typ.	±1.50	±1.50	±1.50
Repeatability & Hysteresis, typ. (%F.S.O.)	±0.25	±0.25	±0.25

NOTE: For additional specifications, see 140/160/240PC General Specifications.

- \*-15 to 0 and -5 to 0 sensors are vacuum gage devices, all others are gage devices.
- \*\*Buna-N General use; petroleum products; freon 12 and others
- Ethylene propylene Low temperature steam; phosphate esters; freon 22 and others
- Other seal materials available upon request.
- †Temperature Error

### FEATURES

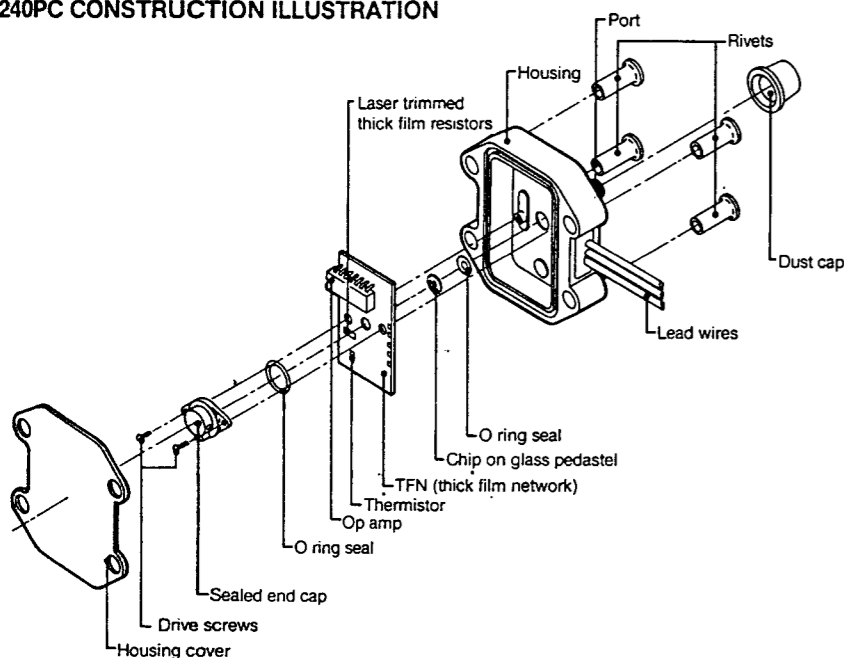
- Internal O-ring seals for contamination resistance
- Screw-in or flat-pack mounting
- Rugged aluminum housing

### MEDIA COMPATIBILITY

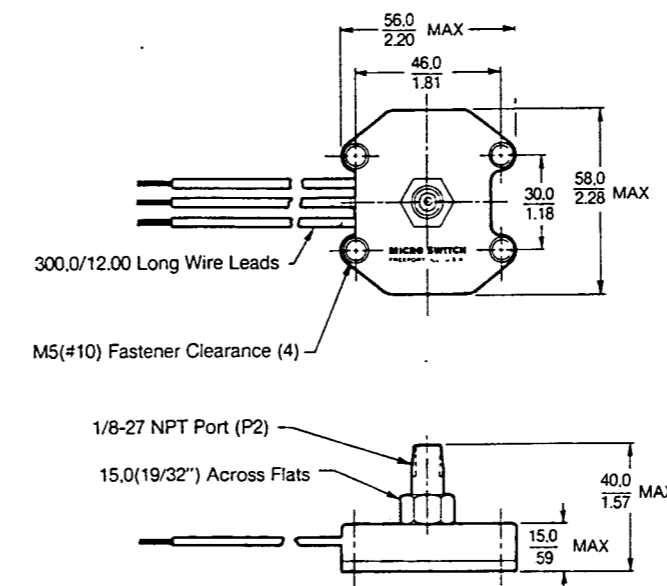
Pressure media will make contact with the following: die-cast aluminum housing, O-ring seal, silicon chip sensing element, borosilicate glass, chip-to-glass tube bond\* which holds silicon chip to borosilicate glass.

\*Liquid medias containing some highly ionic solutions potentially could neutralize the chip-to-glass tube bond.

### 240PC CONSTRUCTION ILLUSTRATION



### MOUNTING DIMENSIONS (For reference only)

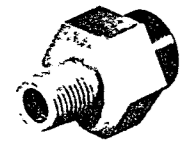


- Leadwires  
 1 - Red, Vs  
 2 - Black, Ground (-)  
 3 - Green, Output

gt

# 230PC Series Solid State Pressure Sensors

# Solid State Pressure Sensors 230PC Series



### ORDER GUIDE

PRESSURE RANGE (psi)		0-5	0-15	0-30	0-60	0-100	0-150													
CATALOG LISTINGS	Basic Sensor	234PC05GW	234PC15GW	234PC30GW	234PC60GW	234PC100GW	234PC150GW													
	Temperature Comp.	236PC05GW	236PC15GW	236PC30GW	236PC60GW	236PC100GW	236PC150GW													
SPECIFICATIONS	Parameter	230PC																		
	Type	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.				
	F.S.O. - Full Scale Output (mV)	234	80	115	150	175	250	325	125	200	275	90	135	180	150	225	300	90	127.5	165
		236	48	50	52	98.5	100	101.5	98	100	102	58	60	62	98	100	102	58	60	62
	Sensitivity per psi (mV)	234	—	23.0	—	—	16.67	—	—	6.67	—	—	2.25	—	—	2.25	—	—	.85	—
		236	—	10.0	—	—	6.67	—	—	3.33	—	—	1.00	—	—	1.00	—	—	.40	—
	Overpressure (psi)	All	—	—	20	—	—	45	—	—	60	—	—	100	—	—	150	—	—	225
	Linearity																			
	Best Fit Straight Line (% F.S.O)	234	—	±1.5	—	—	±1.0	—	—	±0.50	—	—	±0.50	—	—	±0.50	—	—	±.5	—
		236	—	—	±3.0	—	—	±2.5	—	—	±1.5	—	—	±0.50	—	—	±0.50	—	—	±.5

NOTE: For additional specifications, see 120/130/170/230PC General Specifications.

- FEATURES**
- Male 1/4-18 NPT pressure port
  - Remote atmospheric pressure reference
  - Stainless steel housing

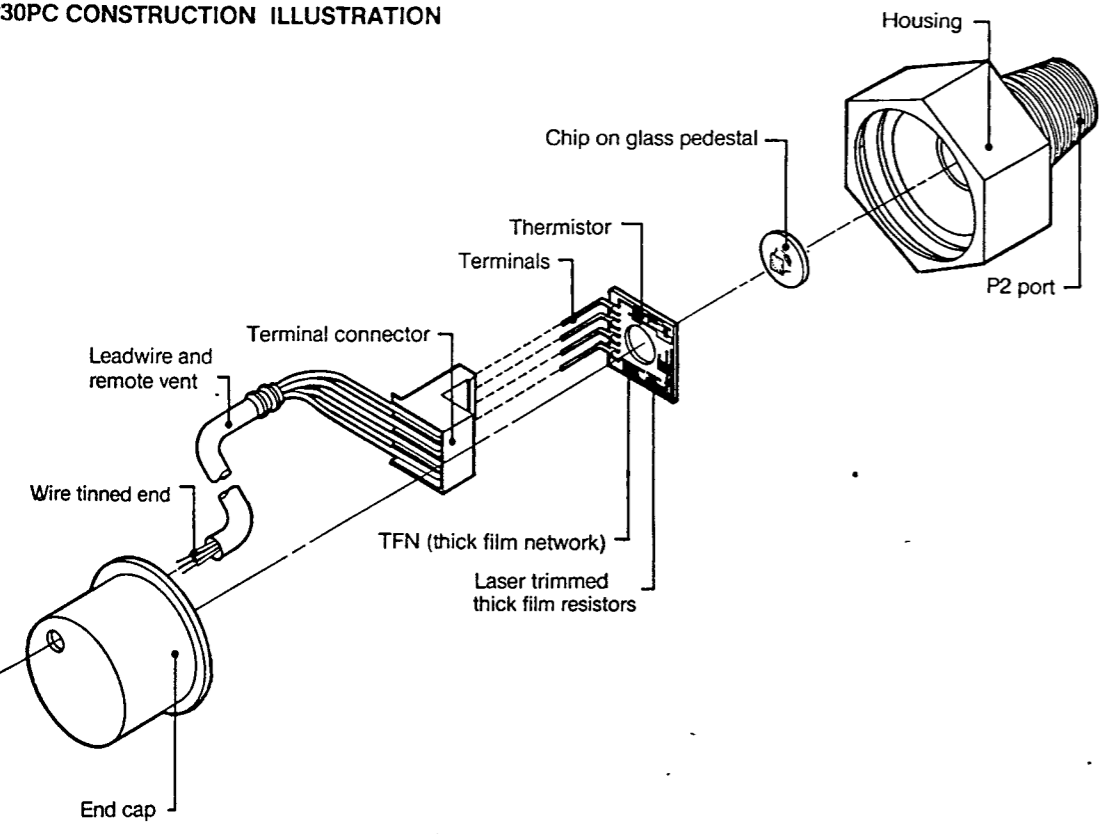
**MEDIA COMPATIBILITY**

P1: Dry gases only.

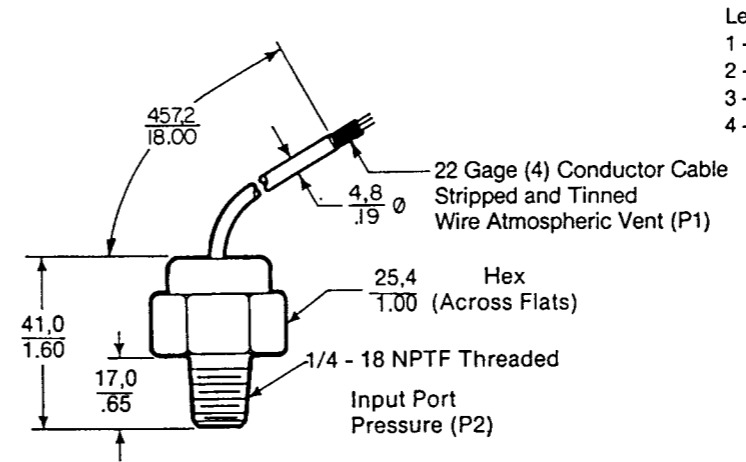
P2: Pressure media will make contact with the following: stainless steel 303, epoxy adhesive, silicon chip sensing element, borosilicate glass tube, and chip-to-glass tube bond\* which holds silicon chip to borosilicate glass.

\*Liquid medias containing some highly ionic solutions potentially could neutralize the chip-to-glass tube bond.

### 230PC CONSTRUCTION ILLUSTRATION

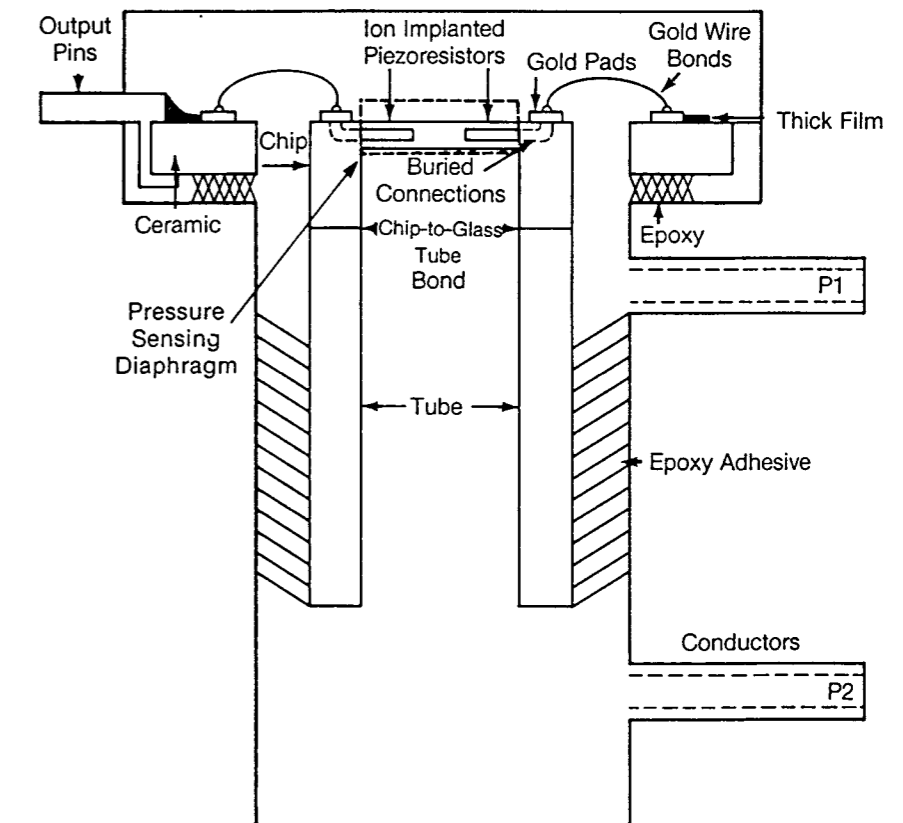


### MOUNTING DIMENSIONS (For reference only)



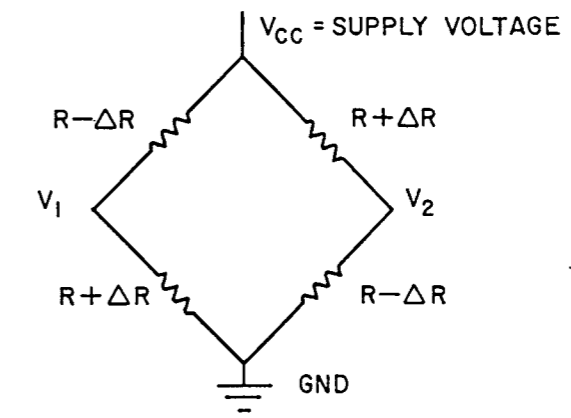
- Leadwires**
- 1 - Red, Vs
  - 2 - White, Output A
  - 3 - Black, Ground (-)
  - 4 - Green, Output B

Figure 1



Note: Drawing not to scale.

Figure 2



**PRESSURE SENSING**

The sensing element of a MICRO SWITCH solid state pressure sensor consists of four nearly identical piezoresistors buried in the surface of a thin circular silicon diaphragm. Gold pads attached to the silicon chip surface provide connection to the piezoresistors, and serve as pads for bonding of wire leads. The thin diaphragm is formed by chemically etching a circular shaped cavity into the surface opposite the piezoresistors. The unetched portion of the silicon slice provides a rigid boundary constraint for the diaphragm and a surface for mounting to some other member. Figure 1 is a cross-sectional view of the sensing element attached to a glass tube mounted in a housing.

A pressure causes the thin diaphragm to flex, inducing a stress or strain in the diaphragm and also in the buried resistors. The resistor values will change depending on the amount of strain they undergo, which depends on the amount of pressure applied to the diaphragm. Therefore, a change in pressure (mechanical input) is converted to a change in resistance (electrical output). The sensing element converts (transduces) energy from one form to another.

The resistors can be connected in either a half-bridge or a full Wheatstone bridge arrangement. For a pressure applied to the diaphragm using a full bridge arrangement, the resistors can be theoretically approximated as shown in Figure 2 (non-amplified units).

$R + \Delta R$  and  $R - \Delta R$  represent the actual resistor values at the applied pressure.  $R$  represents the resistor value for the undeflected diaphragm ( $P = 0$ ) where all four resistors are nearly equal in value.  $\Delta R$  represents the change in resistance due to an applied pressure. All four resistors will change by approximately the same value. Note that two resistors increase and two decrease depending on their orientation with respect to the crystalline direction of the silicon material.

The signal voltage generated by the full bridge arrangement is proportional to the amount of supply voltage ( $V_{cc}$ ) and the amount of pressure applied which generates the resistance change  $\Delta R$ .

**Description**

Piezoresistance of a semiconductor can be described as the change in resistance caused by an applied strain of the diaphragm. Thus, solid state resistors can be used as pressure sensors, much like wire strain gages, but with several important differences and advantages.

The high sensitivity, or gage factor, is perhaps 100 times that of wire strain gages. Piezoresistors are implanted into a homogeneous single crystalline silicon medium. The implanted resistors are thus integrated into the silicon force sensing member. Typically, other types of strain gages are bonded to force sensing members of dissimilar material, resulting in thermo-elastic strain and complex fabrication processes. Most strain gages are inherently unstable due to degradation of the bond, as well as temperature sensitivity and hysteresis caused by the thermo-elastic strain.

Silicon is an ideal material for receiving the applied force. Silicon is a perfect crystal and does not become permanently stretched. After being strained, it returns to the original shape. Silicon wafers are better than metal for pressure sensing diaphragms, as silicon has extremely good elasticity within its operating range. Silicon diaphragms normally fail only by rupturing.

input to the on-board computer for measuring aircraft altitude in the Digital Air Data System. Pressure sensors have been produced for Honeywell's Process Control Division since 1972, and have been applied over input pressures from less than 1 psig to nearly 10,000 psig.

In 1972, MICRO SWITCH began to investigate piezoresistive device characteristics as a basis for further technology development. From 1972 to 1976, most of the MICRO SWITCH effort was concentrated on working with automobile manufacturers because of the unique and time sensitive opportunities that existed. This experience gave us an excellent base for moving into other markets. Since 1977, MICRO SWITCH has actively pursued the General Sales Markets.

**Piezoresistive Technology**

THW

**PIEZORESISTIVE TECHNOLOGY**

**Background**

In the late 1950's, Honeywell's Corporate Technology Center completed basic research on the piezoresistive properties of silicon diffused layers. The first Honeywell application of the piezoresistive device was a solid state accelerometer for the Avionics Division. SSED (Solid State Electronics Division) was formed in the mid-1960's as an internal facility devoted to solid state technology development for application in Honeywell systems. One of the first areas of development was the continued study of piezoresistive properties of silicon layers and development of design criteria.

SSED has been producing piezoresistive transducers since the mid-1960's. The Avionics Division produces a barometric pressure sensor that is used on the Douglas DC-10 as a pressure