

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202

02-222 Warszawa

Telefon 23-70-81

Zakład Pomiaru Ciśnienia i Temperatury

074

A

Główny wykonawca mgr inż. Halina Kiedrzynek

Wykonawcy inż. W. Józwa, mgr inż. G. Łuszczak,
mgr inż. Sz. Sokołowski, mgr inż. J. Szewczyk

Konsultant mgr inż. Leszek Guzy

Nr zlecenia

1076

Wzorcownicza aparatura pomiarowa
do sprawdzania czujników, przetworników
i mierników ciśnienia.

Etap 1. Punkt kontr. 1. Opracowanie
założeń techniczno-ekonomicznych.

CPBR nr 12.1, cel realizacyjny 23

Zleceniodawca Instytut Komputerowych Systemów Automatyki
i Pomiarów we Wrocławiu

Pracę rozpoczęto dnia styczeń 1987

zakończono dnia 1987.04.30

Z-ca Dyrektora
d/s Pomiarów

Kierownik Zakładu

mgr inż. Leszek Guzy

dr inż. Jan Winiecki

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 37

Egz. 1 MERA-PIAP-BOINTE

rysunków

Egz. 2 IKSAiP

fotografii

Egz. 3 IKSAiP

tabel

Egz. 4 MERA-PIAP-DPP

tablic 2

Egz. 5 MERA-PIAP-DPP

załączników 1

Egz. 6

Nr rejestr. 5829

4

Analiza deskryptorowa

APARATURA WZORCOWNICZA. ZAŁOŻENIA

Analiza dokumentacyjna

Założenia zawierają wymagania techniczne, uzasadnienie celowości opracowania i wdrożenia do produkcji aparatury wzorcowiczej z czujnikami rezonatorowymi, przegląd wyrobów pokrewnych, wstępne określenie niezbędnych zakupów, określenie górnej ceny wyrobu, wielkość produkcji, nakłady na opracowanie i wdrożenie, efekty ekonomiczne oraz harmonogram prac.

Tytuły poprzednich sprawozdań Nie było.

UKD

MERA-PIAP/TW 331/73 5000

Spis treści

	str.
1. Przedmiot założeń	1
2. Podstawa opracowania	1
3. Uzasadnienie celowości podjęcia opracowania aparatury wzorcowniczej	1
4. Charakterystyka techniczna aparatury wzorcowniczej z czujnikami rezonatorowymi przewidzianej do opracowania	5
4.1. Przeznaczenie	5
4.2. Budowa i zasada działania	5
4.2.1. Czujniki rezonatorowe	6
4.2.1.1. Rodzaje czujników	6
4.2.1.2. Czujnik belkowy płaskorurkowy	7
4.2.1.3. Czujnik membranowy	8
4.2.1.4. Czujnik cylindryczny	9
4.2.1.5. Czujniki prętowe	11
4.2.1.6. Rodzaje czujników rezonatorowych wybranych do opracowania i zastosowania w aparaturze wzorcowniczej	14
4.2.2. Mierniki cyfrowe	14
4.3. Podstawowe dane techniczne aparatury wzorcowni- czej przewidzianej do opracowania	16
4.3.1. Właściwości metrologiczne i użytkowe	16
4.3.2. Realizowane funkcje	17
4.3.3. Dane konstrukcyjne	17
5. Porównanie z parametrami wzorców światowych z uwzględnieniem tendencji rozwojowych	18
5.1. Wprowadzenie	18
5.2. Cyfrowy miernik ciśnienia typu 700 firmy Paroscientific - USA	19
5.3. Aparatura wzorcownicza f-my Druck-Limited - Wielka Brytania	22
5.3.1. Precyzyjny cyfrowy miernik ciśnienia typu DPI 140	22
5.3.2. Cyfrowy miernik i regulator /nastawnik/ ciśnienia typu DPI 500	23

c.d. spisu treści	str.
5.3.3. Cyfrowy miernik i regulator /nastawnik/ ciśnienia typu DPI 501	24
5.3.4. Wielokanałowy miernik DPI 420	24
5.3.5. Cyfrowe mierniki ciśnienia typu DPI 101, DPI 201, DPI 203, DPI 220, DPI 250	25
5.4. Kalibratory f-my Thommen - Szwajcaria	25
5.5. Tendencje rozwojowe	27
5.6. Podsumowanie	27
6. Prognoza rozwoju konstrukcji i technologii wytwarzania	28
7. Ważniejsze prace naukowo-badawcze i konstrukcyjne	29
8. Zalecenia normalizacyjne	29
9. Wstępne określenie zakupów kooperacyjnych, zaopat- rzeniowych i inwestycyjnych, licencji i patentów z zagranicy	30
9.1. Zakupy kooperacyjne, zaopatrzeniowe i inwestycyjne	30
9.1.1. Wprowadzenie	30
9.1.2. Trudnodostępne materiały i elementy	31
9.1.3. Aparatura i urządzenia specjalistyczne	31
9.2. Zakup licencji i patentów z zagranicy	32
10. Nakłady na opracowanie i wdrożenie	32
11. Przewidywane inwestycje niezbędne do uruchomienia produkcji	33
12. Określenie górnej ceny aparatury wzorcowniczej	33
13. Przewidywani odbiorcy i wielkości produkcji na rynek i eksport	34
14. Przewidywane efekty ekonomiczne	35
15. Harmonogram realizacji pracy	36
16. Przewidywany producent	37

Tablica 1. Przyrządy f-my Druck Limited - Wielka Brytania

Tablica 2. Przyrządy firmy Thommen - Szwajcaria

Załącznik zawierający karty katalogowe wyrobów pokrewnych
firm zagranicznych: Paroscientific /USA/, Druck-Limited
/Wielka Brytania/, Solartron /Wielka Brytania/, Hamilton-
Standard /USA/, Thommen /Szwajcaria/.

1. Przedmiot założeń

Przedmiotem założeń jest wzorcownicza aparatura pomiarowa z czujnikami rezonatorowymi do sprawdzania czujników, przetworników i mierników ciśnienia. W dalszej treści założeń używa się skrótowej nazwy "aparatura wzorcownicza".

2. Podstawa opracowania

Podstawą opracowania założeń jest umowa nr 323/86 zawarta w dniu 86.12.29 pomiędzy Instytutem Komputerowych Systemów Automatyki i Pomiarów we Wrocławiu jako Generalnym Wykonawcą Centralnego ~~Planu~~ Programu Badawczo-Rozwojowego nr 12.1 pn. "Aparatura pomiarowa" a Przemysłowym Instytutem Automatyki i Pomiarów w Warszawie jako Wykonawcą ~~pracy~~ pracy badawczo-rozwojowej pt. "Wzorcownicza aparatura pomiarowa do sprawdzania czujników, przetworników i mierników ciśnienia", stanowiącej cel realizacyjny nr 23 planu realizacyjnego CPBR nr 12.1.

3. Uzasadnienie celowości podjęcia opracowania aparatury wzorcowniczej

Ciśnienie jest wielkością, która wpływa w znacznej mierze na przebieg zjawisk fizycznych i chemicznych, ustępując w tym jedynie temperaturze. Dlatego też ciśnienie oraz potrzeba jego kontroli i sterowania występują prawie w każdej gałęzi gospodarki narodowej. W wielu dziedzinach nauki dokładne pomiary ciśnienia stanowią ważny element, na którym oparte są wyniki badań. W technice dokładne pomiary i przetwarzanie ciśnienia stanowią w wielu przypadkach

warunek konieczny odpowiedniej jakości produkcji. W wielu maszynach i urządzeniach technicznych parametrem decydującym o ich właściwej eksploatacji jest ciśnienie czynnika roboczego. Tak więc zmiany ciśnienia towarzyszą wielu zjawiskom i procesom. Przykładowo można podać, że w polskim przemyśle chemicznym udział procentowy pomiaru i regulacji ciśnienia wynosi odpowiednio 25+50% i 25+42% wszystkich mierzonych i regulowanych wielkości.

Istotna rola jaką odgrywa ciśnienie w gospodarce krajowej i w ślad za tym konieczność jego pomiaru i regulacji powoduje powszechne stosowanie ogromnej ilości różnorodnych przyrządów i urządzeń pomiarowych ciśnienia. Przyrządy te wymagają wzorcowania i sprawdzania właściwości metrologicznych zarówno u producentów jak i u użytkowników. Do wzorcowania i sprawdzania tych przyrządów niezbędna jest odpowiednia aparatura wzorcownicza. W kraju występują duże niedobory tej aparatury. Wytwarzana w kraju aparatura wzorcownicza nie zaspokaja potrzeb jakościowych i ilościowych. Podstawowymi producentami tej aparatury są: Zakład Aparatury Badawczej "KABID-PRESS" w Warszawie oraz Kujawska F-ka Manometrów "MERA-KFM" we Włocławku.

KABID-PRESS produkuje manometry obciążnikowo-tłokowe w klasie 0,2 rzadziej w klasie 0,05. MERA-KFM produkuje ciśnieniomierze kontrolne z elementami sprężystymi w klasie 0,6, rzadziej w klasie 0,4. Aparatura wzorcownicza o klasach dokładności 0,4 i 0,6 jest już dzisiaj nieprzydatna w wielu przypadkach, gdyż są w kraju produkowane i stosowane przy przemysłowe urządzenia pomiarowe o w/w klasach dokładności, np. przetworniki pomiarowe. Zgodnie z obowiązującym podstawowym wymaganiem, zawartym w PN-80/M-42020 "Automatyka i pomiary przemysłowe. Urządzenia. Ogólne wymagania i badania", wzorec lub przyrząd kontrolny powinien mieć błąd bezwzględny co najmniej 3-krotnie mniejszy od dopuszczalnego błędu bezwzględnego urządzenia. Przemysłowe urządzenia pomiarowe ciśnienia o klasie dokładności 0,4 i 0,6 powinny być wzorcowane i sprawdzane za pomocą aparatury wzorcowniczej

klasy dokładności odpowiednio co najmniej 0,13 i 0,2. W CPBR Nr 7.2 "Elementy i systemy automatyki" przewiduje się opracowanie przemysłowych czujników i przetworników ciśnienia klasy dokładności 0,1 i 0,2. Klasa dokładności aparatury wzorcowniczej dla tych czujników i przetworników powinna wynosić odpowiednio co najmniej 0,03 i 0,06.

Powyższe, jak również rozwój przemysłu oraz innych gałęzi gospodarki narodowej, powodujący ciągły wzrost zapotrzebowania na czujniki, przetworniki i mierniki ciśnienia oraz tendencje dokonywania pomiaru i przetwarzania ciśnienia z coraz większą dokładnością, stwarzają potrzebę opracowania i wdrożenia do produkcji odpowiedniej aparatury wzorcowniczej. Aparatura ta niezbędna jest również w pomiarach i kontroli ciśnienia w procesach technologicznych oraz pracach naukowo-badawczych wymagających dużych dokładności. Pod pojęciem odpowiedniej aparatury wzorcowniczej należy rozumieć aparaturę wysokiej dokładności wskazań, stabilności długoterminowej i powtarzalności, o łatwej i wygodnej obsłudze, umożliwiającej szybki pomiar oraz rejestrację /wydruk/ wyników pomiarów. Do tego celu uważa się za najbardziej przydatną, aparaturę wzorcowniczą opartą na czujnikach rezonatorowych. Wysokie właściwości metrologiczne czujników rezonatorowych pozwalają konstruować aparaturę pomiarową ciśnieniową najwyższych klas dokładności i o bardzo dobrej stabilności długoterminowej oraz powtarzalności wskazań.

W zasadzie pomiarowej czujnika rezonatorowego jest wykorzystana zależność zmian częstotliwości drgań rezonansowych rezonatora od mierzonego ciśnienia. Sygnałem wyjściowym z czujnika rezonatorowego jest sygnał częstotliwościowy, odporny na zakłócenia przemysłowe i łatwy do przetwarzania w postać cyfrową. Wytwarzane za granicą czujniki rezonatorowe osiągają dokładność $\pm 0,012\%$ zakresu pomiarowego, stabilność pomiarów $\pm 0,005\%$ zakresu pomiarowego na rok oraz powtarzalność pomiarów $\pm 0,003\%$ zakresu pomiarowego. Obróbka sygnału wyjściowego częstotliwościowego z czujnika jest

realizowana w technice cyfrowej. Dokładność przetwarzania sygnału wyjściowego częstotliwościowego z czujnika jest więc bardzo wysoka i praktycznie nie wpływa na wynikową dokładność całego urządzenia pomiarowego składającego się z czujnika i miernika.

Wzorcownicza aparatura ciśnieniowa, oparta na czujnikach rezonatorowych, produkowana np. przez firmę angielską "Druck Limited" osiąga dokładność pomiaru $\pm 0,02\%$ wartości mierzonej plus $\pm 0,01\%$ zakresu pomiarowego przyrządu, stabilność pomiarów wynosi $\pm 0,005\%$ zakresu pomiarowego na rok. Są to dane katalogowe precyzyjnego cyfrowego miernika ciśnienia typu DPI 140.

Budowa miernika ciśnienia w technice cyfrowej z mikroprocesorem umożliwia programowanie aparatury przez użytkownika, uzyskanie sygnałów wyjściowych do współpracy z komputerem oraz drukarką.

W kraju, w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów prowadzone były prace nad aparaturą do pomiaru ciśnienia opartą na czujnikach rezonatorowych i uzyskane w tych pracach wyniki wskazują na celowość opracowania i wdrożenia do produkcji aparatury wzorcowniczej z czujnikami rezonatorowymi. W PIAP opracowano manometr rezonatorowy typu PRMW-1 w wersji laboratoryjnej o zakresach wskazań:

- najmniejszy 0 + 0,02 MPa,
- największy 0 + 4 MPa

przeznaczony do pomiaru nadciśnienia gazu. Dokładność pomiaru w zależności od zakresu pomiarowego czujnika i warunków wzorcowania zawiera się w granicach od $\pm 0,05\%$ do $\pm 0,25\%$ zakresu pomiarowego. W ~~wyniku~~ czujniku zastosowano rezonator, powłokowy, którego drgania rezonansowe są pobudzane i utrzymywane przy pomocy odpowiedniego układu magnetoelektrycznego. Uzyskane dotychczas w PIAP wyniki w pracach nad manometrem rezonatorowym typu PRMW-1 pozwalają żywić nadzieję, że zamierzone w celu realizacyjnym nr 23 w CPBR nr 12.1 opracowanie wzorcowniczej aparatury pomiarowej do sprawdzania czujników,

przetworników i mierników ciśnienia ukończone zostanie z wynikiem pozytywnym. Stwierdzić ^{jednak} należy, że przy realizacji tego opracowania występują duże trudności wynikające z braku aparatury pomiarowej ciśnieniowej wysokiej dokładności, niezbędnej do badania opracowywanej aparatury wzorcowniczej, oraz z trudności w uzyskaniu odpowiednich materiałów i elementów do budowy modeli i prototypów aparatury wzorcowniczej.

4. Charakterystyka techniczna aparatury wzorcowniczej z czujnikami rezonatorowymi przewidzianej do opracowania

4.1. Przeznaczenie

Aparatura wzorcownicza z czujnikami rezonatorowymi jest przeznaczona głównie do wzorcowania i sprawdzania czujników, przetworników i mierników ciśnienia zarówno u producenta tych wyrobów jak i użytkowników. Ponadto przewiduje się zastosowanie jej do dokładnych pomiarów ciśnienia gazów i cieczy we wszelkiego rodzaju pracach laboratoryjnych. Nie wyklucza się możliwości innego jej zastosowania, np. w pomiarach przemysłowych, w których istnieje potrzeba dokładnych pomiarów ciśnienia.

4.2. Budowa i zasada działania

Aparatura wzorcownicza składać się będzie z czujników rezonatorowych oraz mierników cyfrowych.

W zasadzie pomiarowej czujników rezonatorowych jest wykorzystana zależność zmian częstotliwości drgań rezonansowych rezonatora od mierzonego ciśnienia. Rezonator wraz z współdziałającymi z nim elementami tworzy zespół drgający, którego częstotliwość drgań jest narzucana przez częstotliwość drgań własnych rezonatora, a ta zależy między innymi od stanu występujących w nim naprężeń wywołanych działaniem ciśnienia mierzonego.

W skład zespołu drgającego obok rezonatora wchodzi cewki /lub elektrody/ pobudzające i odbierające oraz wzmacniacz.

Cewka pobudzająca powoduje wprowadzenie rezonatora w ruch drgający, oddziaływując na niego za pośrednictwem wytworzonego przez siebie zmiennego pola magnetycznego, natomiast w cewce odbierającej jest indukowany sygnał sprzężenia zwrotnego podawany następnie na wzmacniacz. Sygnał ten po wzmocnieniu zasila z kolei wspomnianą poprzednio cewkę pobudzającą, przez co dokonuje się zamknięcie dodatniego sprzężenia zwrotnego zespołu drgającego i podtrzymywanie tym samym drgań rezonatora.

Sygnał wyjściowy zespołu drgającego, który z reguły ma kształt prostokątny i poziomy napięcie zgodne ze standardem TTL, jest doprowadzany do miernika cyfrowego.

Wartość mierzonego ciśnienia wyświetlana jest na wskaźniku cyfrowym. Ponadto przewiduje się możliwość współpracy miernika z komputerem, drukarką i rejestratorem analogowym, poprzez odpowiednie sygnały wyjściowe z miernika.

4.2.1. Czujniki rezonatorowe

4.2.1.1. Rodzaje czujników

Ze względu na kształt rezonatora, czujniki można podzielić na:

- belkowe płaskorurkowe,
- membranowe,
- cylindryczne,
- prętowe,
- inne.

Rezonatory mogą być wykonane z materiałów ferromagnetycznych lub piezoelektrycznych /kwarc/.

Ze względu na sposób oddziaływania czynnika pomiarowego na rezonator czujniki można podzielić na czujniki rezonatorowe o działaniu bezpośrednim, np. membranowe, cylindryczne i czujniki rezonatorowe o działaniu pośrednim, np. prętowe.

W pierwszym rodzaju czujników rezonator, który jest sprężystym elementem pomiarowym ciśnienia, znajduje się w bezpośrednim kontakcie z czynnikiem mierzonym. Tak więc

jest narażony nie tylko na działanie ciśnienia, ale i innych właściwości czynnika mierzonego, np. lepkości, temperatury, gęstości i czynnika chemicznego. Zmiana czynnika mierzonego lub zmiana jednego z jego parametrów wpływa na wartość częstotliwości rezonansowej przy stałej wartości mierzonego ciśnienia, co oznacza powstanie błędu pomiaru. Z tego względu czujniki o działaniu bezpośrednim są wzorcowane na pomiar jednego rodzaju czynnika mierzonego /zwykle powietrza/ a wpływ innych wielkości /głównie temperatury/ musi być kompensowany.

W stosunku do czujników o działaniu pośrednim mają jednak tę zaletę, że ich konstrukcja jest prostsza i są bardziej niezawodne.

W czujnikach o działaniu pośrednim ciśnienie jest doprowadzane do elementu sprężystego, np. mieszka lub membrany. Element ten jest mechanicznie połączony z rezonatorem i oddziałuje na niego siłą, której wartość zależy od wielkości ciśnienia wejściowego. W wyniku działania siły powstają naprężenia w rezonatorze i zmienia się jego częstotliwość drgań.

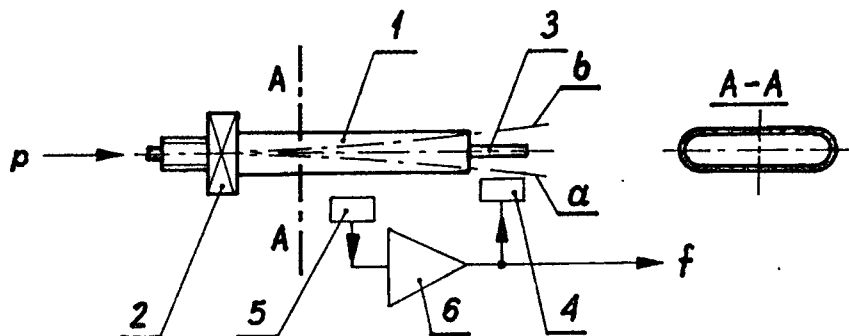
W czujnikach tego typu czynnik mierzony nie ma więc styczności z rezonatorem i nie oddziałuje na niego bezpośrednio. Dlatego też nadają się one do pomiaru ciśnienia zarówno gazów jak i cieczy, niezależnie od ich lepkości czy gęstości, a zakres mierzonych ciśnień może być dużo większy niż w metodzie bezpośredniej. Możliwe jest ponadto konstruowanie czujników odpornych na niektóre media agresywne.

Do czujników o działaniu bezpośrednim należą czujniki z rezonatorami belkowymi płaskorurkowymi, membranowymi i cylindrycznymi, do czujników o działaniu pośrednim należą czujniki z rezonatorami prętowymi.

4.2.1.2. Czujnik belkowy płaskorurkowy

Rezonator belkowy płaskorurkowy, przedstawiony na rys. 1 ma kształt belki 1 wykonanej z rury o przekroju płaskoowalnym jednostronnie utwierdzonej w króćcu 2.

Drugi koniec belki jest zakończony końcówką 3 o sztywności zginania większej od sztywności zginania rezonatora. Belka i końcówka są wykonane z materiału ferromagnetycznego. Pobudzanie do drgań jest elektromagnetyczne, a odczyt drgań metodą indukcyjną.



Rys. 1. Rezonator belkowy płaskorurkowy.

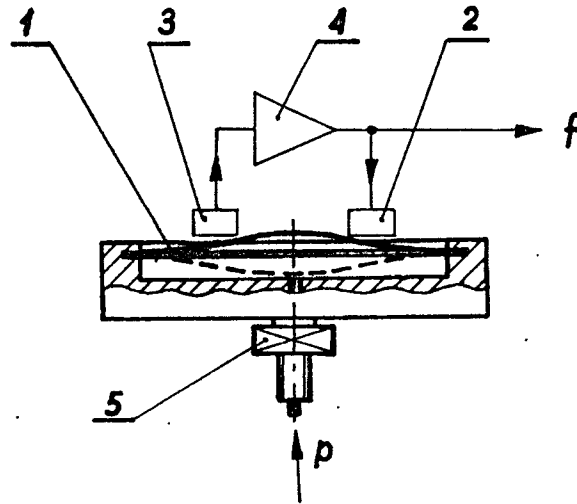
1-belka, 2-króciec, 3-końcówka, 4-cewka pobudzająca, 5-cewka odczytująca, 6-wzmacniacz.

Pod wpływem ciśnienia doprowadzonego do wnętrza belki 1 następuje odkształcenie jej ścianek i zmiana częstotliwości drgań rezonansowych.

4.2.1.3. Czujnik membranowy

W rezonatorowym czujniku membranowym /rys.2/ część drgająca 1 jest wykonana z cienkiej blachy ferromagnetycznej utwierdzonej w obrzeżu. Zespół drgający jest analogiczny jak w czujniku belkowym i składa się z cewki pobudzającej 2, cewki odczytującej 3 i wzmacniacz 4. Ciśnienie do czujnika doprowadza się króćcem 5.

Czujniki z rezonatorem membranowym są zwykle stosowane do pomiaru małych wartości nadciśnienia oraz podciśnienia.

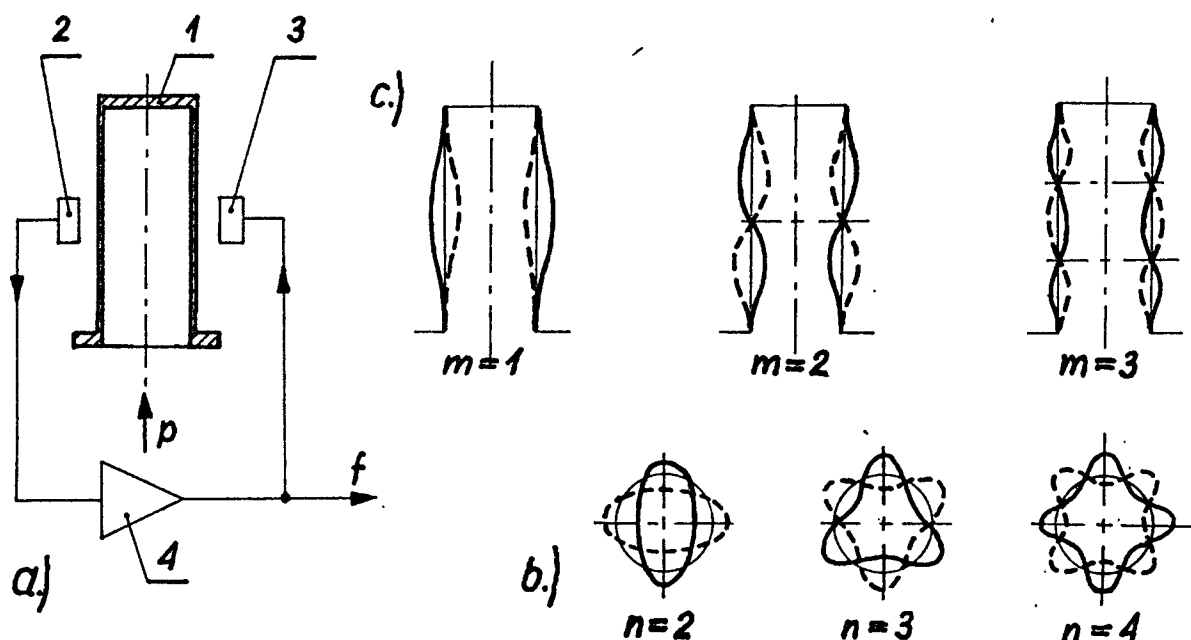


Rys. 2. Rezonator membranowy.

1-membrana, 2-cewka pobudzająca,
3-cewka odczytująca, 4-wzmacniacz, 5-króciec.

4.2.1.4. Czujnik cylindryczny

Rezonator cylindryczny /rys. 3/ jest wykonany w kształcie cienkościennego cylindra 1 jednostronnie zamkniętego. Ścianki cylindra są pobudzane do drgań rezonansowych przez typowy układ elektromagnetyczny. Ciśnienie oddziałujące na powłokę cylindra zmienia jego sztywność, a zatem i częstotliwość rezonansową. W czasie drgań tworzą się dwa rodzaje fal: obwodowe /rys.3b/ i wzdłużne /rys.3c/. Rodzaj powstających fal zależy od ilości i sposobu rozmieszczenia cewek pobudzających i odczytujących.



Rys. 3. Rezonator cylindryczny: a - zespół drgający, b-rodzaje fal obwodowych, c-rodzaje fal wzdłużnych; 1-cylinder, 2-cewka odczytująca, 3-cewka pobudzająca, 4-wzmacniacz.

Częstotliwość drgań jest funkcją własności materiału i kształtu cylindra oraz właściwości fizycznych medium pomiarowego. Natomiast stałość drgań zależy tylko od stabilności ~~niektórych~~ parametrów materiału. Największy wpływ na częstotliwość drgań mają ciśnienie i temperatura otaczające cylinder. Stosując materiały o bardzo małym temperaturowym współczynniku elastyczności np. stopy Nispan-C, Elinwar ogranicza się do minimum wpływ temperatury.

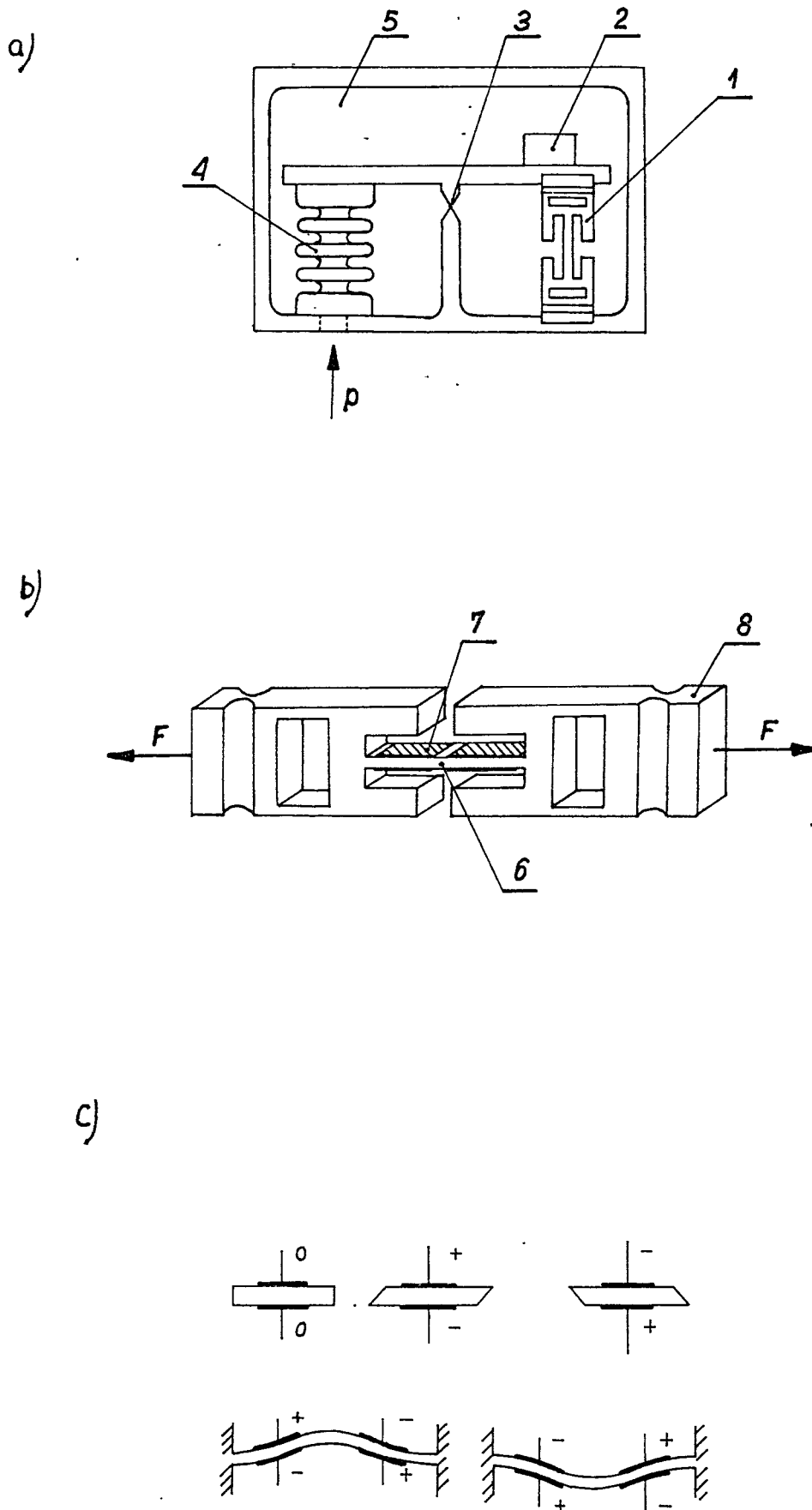
Medium otaczające cylinder również drga i oddziałuje na częstotliwość rezonansową w taki sposób, jak gdyby masa proporcjonalna do gęstości medium była dodana do drgającego cylindra. W przypadku gazów gęstość jest prawie proporcjonalna do ciśnienia i jej wpływ na częstotliwość jest względnie mały.

Jeszcze mniejszy jest wpływ lepkości, natomiast odgrywa ona decydującą rolę w tłumieniu drgań. Z tego też względu rezonatory cylindryczne są stosowane przede wszystkim do pomiaru ciśnienia gazów. Cechują się dużą dokładnością, dobrą stabilnością i małą histerezą. Ich wadą jest ograniczony górny zakres pomiarowy.

4.2.1.5. Czujniki prętowe

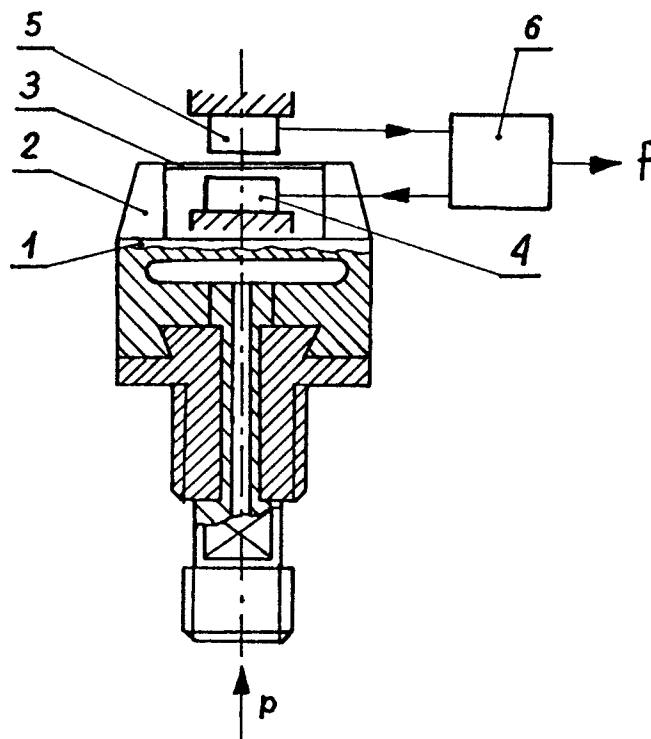
W tego typu czujnikach rezonatory prętowe są pośrednimi elementami pomiarowymi. Ciśnienie oddziałuje bezpośrednio na element sprężysty, np. mieszek /rys.4/ lub membranę /rys. 5/. Rezonator jest wykonany w kształcie pręta o przekroju prostokątnym /zazwyczaj/ i utwierdzony na końcach. Pręt może być z materiału ferromagnetycznego lub piezoelektrycznego.

Przykład konstrukcji i zasada działania czujnika prętowego piezoelektrycznego są przedstawione na rysunkach 4a, b i c. Do powierzchni piezoelektryka są przymocowane dwie pary elektrod. Jedna służy do pobudzania do drgań rezonansowych. Natomiast druga do odczytywania sygnału elektrycznego powstałego z ładunków elektrostatycznych wytworzonych pod wpływem tych drgań. Jako materiał piezoelektryczny jest najczęściej stosowany kwarc, który ma bardzo dobre własności sprężyste i termiczne, bardzo małą histerezę i doskonałą stabilność. Czujniki kwarcowe są jednymi z najdokładniejszych czujników ciśnienia. Ich podstawową wadą jest delikatna konstrukcja.



Rys.4. Czujnik prętowy z rezonatorem kwarcowym; a-budowa czujnika
 b-rezonator kwarcowy, c-pobudzenie piezoelektryczne.
 1-kryształ kwarcu - rezonator, 2-balans, 3-punkt obrotu,
 4-mieszek, 5-próżnia, 6-element drgający - pręt,
 7-elektrody, 8-część utwierdzona

16



Rys. 5. Czujnik prętowy z rezonatorem metalowym.
1-membrana, 2-uchwyt, 3-element drgający - pręt,
4-cewka pobudzająca, 5-cewka odczytująca,
6-wzmacniacz.

Na rys. 5 przedstawiono konstrukcję czujnika prętowego z materiału ferromagnetycznego. Na membranie 1 są symetrycznie rozstawione dwa uchwyty 2 pręta 3, który jest pobudzony do drgań poprzecznych zmiennym polem magnetycznym wytworzonym przez cewkę 4. Odczytu drgań dokonuje cewka 5. Sygnał w tej cewki jest wzmacniany przez układ 6 i następnie kierowany do cewki pobudzającej 4 oraz do wyjścia.

Ciśnienie działające na powierzchnię membrany 1 powoduje jej ugięcie i jednocześnie odchylenie ramion 2. Wynikiem jest wzrost naprężeń w pręcie 2 i wzrost częstotliwości drgań rezonansowych.

Czujniki rezonatorowe prętowe są ~~z~~ stosowane do pomiaru ciśnienia gazów i cieczy w zakresie do 100 MPa.

4.2.1.6. Rodzaje czujników rezonatorowych wybranych do opracowania i zastosowania w aparaturze wzorcowniczej

Wstępna analiza porównawcza rozwiązań konstrukcyjnych czujników rezonatorowych, uwzględniająca w szczególności możliwości uzyskania założonych właściwości metrologicznych czujników oraz wykorzystanie dostępnych w kraju technologii wskazuje na celowość zastosowania w aparaturze wzorcowniczej czujników rezonatorowych cylindrycznych, prętowych i membranowych z materiałów ferromagnetycznych.

Tak więc zakłada się, że w drugim punkcie kontrolnym pracy „Projekt wstępny. Wykonanie modeli aparatury wzorcowniczej. Badania modeli”, prace naukowo-badawcze będą ~~skoncentrowane~~ ^{skoncentrowane} na aparaturze wzorcowniczej opartej na w/w czujnikach.

Uzyskanie klasy dokładności od 0,02 do 0,1 wymagać będzie eliminacji wpływu zmian temperatury otoczenia na wynik pomiaru ciśnienia. Przewiduje się termostatyzowanie czujnika lub kompensację temperatury na drodze elektronicznej.

4.2.2. Mierniki cyfrowe

Mierniki cyfrowe z układem przeliczającym będą przyrządami obliczającymi na bieżąco ^{wyniki/}szereg danych w oparciu o sygnały wejściowe i wskazującymi w postaci cyfrowej na polu odczytowym. Sygnałami wejściowymi będą sygnały z czujników ciśnienia podawane w postaci sygnałów częstotliwościowych i przetwarzane w miernikach w postać cyfrową.

Przelicznik miernika sterowany będzie wewnętrznym mikrokomputerem spełniającym nadrzędną rolę. Wykonywać on będzie wszystkie obliczenia związane z prowadzonymi pomiarami, kontrolując poprawność wyników i wprowadzenia danych oraz będzie pełnić rolę centralnej jednostki sterującej dla całego przyrządu.

Mierniki przy współpracy z czujnikami rezonatorowymi realizować będą pomiary nadciśnienia, podciśnienia, ciśnienia absolutnego, różnicy ciśnień, stosunku ciśnienia $\frac{P_1}{P_2}$ z równoczesnym wskazywaniem zakresu pomiarowego czujnika oraz wydruku wyniku pomiaru na drukarce. Przewiduje się realizację przez miernik algorytmów, umożliwiających wyznaczenie błędu pomiaru sprawdzanych przyrządów oraz ciśnienia barometrycznego na poziomie morza /ważne, np. dla potrzeb meteorologii

przy ustalaniu izobar/. Przewiduje się również wyposażenie mierników w wyjścia do współpracy z komputerem i rejestratorem analogowym. Przewiduje się kilka różnych odmian mierników w zależności od zgłaszanych potrzeb i zastosowania.

Mierniki wyposażone będą w układy sygnalizujące określone stany przekroczeń:

- brak sygnału wejściowego z czujnika,
- podłączony niewłaściwy czujnik,
- osiągnięcie górnej granicy zakresu pomiarowego podłączonego czujnika,
- przekroczenie zakresu pomiarowego czujnika o 25%.

W miernikach będzie zastosowany przełącznik umożliwiający uzyskanie wskazań w różnych jednostkach: hPa, kPa, MPa, bar, kg/cm^2 , psi. Konstrukcja mierników umożliwi podłączenie maksymalnie ośmiu czujników ciśnienia.

Parametry algorytmu przetwarzania charakterystyczne dla każdego czujnika rezonatorowego będą wprowadzone do pamięci miernika przez użytkownika za pomocą odpowiedniej klawiatury.

Algorytm podstawowy przetwarzania ciśnienia ma postać:

$$p = K / Ax^3 + Bx^2 + Cx/$$

gdzie:

K - stała służąca do przeliczania jednostek, wprowadzona na stałe do pamięci miernika,

A, B, C - stałe algorytmu przetwarzania charakterystyczne dla każdego czujnika rezonatorowego, wprowadzane przez użytkownika do pamięci miernika.

$$x = f - f_0$$

przy czym:

f_0 - częstotliwość początkowa charakterystyczna dla danego czujnika. Wartość tej częstotliwości wprowadza użytkownik,

f - częstotliwość będąca funkcją ciśnienia mierzonego.

Obliczanie błędu sprawdzanego przyrządu realizowane będzie wg algorytmu:

$$\delta = \frac{W_s - W_p}{W_{100}} \cdot 100\%$$

gdzie:

W_s - wskazanie chwilowe przyrządu sprawdzanego /badanego/, wprowadzane do pamięci przez użytkownika,

W_p - wskazanie /poprawne/ miernika cyfrowego,

W_{100} - zakres pomiarowy przyrządu sprawdzanego /badanego/, wprowadzany do ~~pamięci~~ pamięci przez użytkownika.

4.3. Podstawowe dane techniczne aparatury wzorcowniczej przewidzianej do opracowania

4.3.1. Właściwości metrologiczne i użytkowe

1. Zakresy pomiarowe:

- najmniejszy -0,1 + 0 MPa
- największy 0 + 60 MPa

2. Klasy dokładności:

- a/ 0,02; 0,025
- b/ 0,04; 0,05; 0,06
- c/ 0,1

3. Temperatura otoczenia

- a/ 15 + 35°C
- b/ 5 + 40°C

4. Czynniki mierzone

powietrze /gazy/ i ciecze nieagresywne

5. Napięcie zasilania

- mierników 220V/50Hz
- czujników ± 12 V *prądu stałego*

4.3.2. Realizowane funkcje

1. Wzorcowanie i sprawdzanie czujników, przetworników i mierników nadciśnienia, podciśnienia, ciśnienia absolutnego, różnicy ciśnień z wyznaczaniem błędów sprawdzanych przyrządów.
2. Pomiar nadciśnienia, podciśnienia, ciśnienia absolutnego, różnicy ciśnień, wyznaczanie stosunku ciśnień $\frac{P_1}{P_2}$ oraz ciśnienia barometrycznego na poziomie morza.
3. Współpraca z drukarką oraz na żądanie zamawiającego z rejestratorem analogowym i komputerem.
4. Sygnalizacja określonych stanów przekroczeń: brak sygnału wyjściowego z czujnika, podłączony niewłaściwy czujnik, osiągnięcie górnej granicy zakresu pomiarowego czujnika, przekroczenie zakresu pomiarowego czujnika o 25%.
5. Przechowywanie w pamięci miernika i wyświetlanie odpowiednich danych, wprowadzanych przez użytkownika, dla realizacji pomiarów ciśnienia.

4.3.3. Dane konstrukcyjne

1. Mierniki będą przystosowane do podłączenia maksymalnie ośmiu czujników rezonatorowych.
2. Mierniki wyposażone będą w:
 - wskaźnik LED $7\frac{1}{2}$ cyfry,
 - w klawiaturę umożliwiającą wprowadzanie przez użytkownika do pamięci miernika odpowiednich danych,
 - wyjście umożliwiające współpracę z drukarką, oraz na żądanie zamawiającego z rejestratorem analogowym i komputerem,
3. Przy braku zasilania nieulotność pamięci będzie zapewniona przez okres co najmniej 6 miesięcy.
4. Konstrukcja mierników zapewni dokonywanie pomiarów ciśnienia w różnych jednostkach: hPa, kPa, MPa, bar, kg/cm^2 , psi. ~~Wyjście gniazda~~. Na żądanie będzie możliwe dokonywanie pomiarów ciśnienia również w innych jednostkach.

5. Zakres częstotliwości sygnałów wyjściowych z czujników $2 \div 20$ kHz.
6. Sygnalizacja LED-ami:
 - włączenia zasilania miernika,
 - braku sygnału wejściowego z czujnika,
 - podłączenia niewłaściwego czujnika,
 - osiągnięcia górnej granicy zakresu pomiarowego,
 - przekroczenia górnej granicy zakresu pomiarowego o 25%,
 - wprowadzenia niedostatecznej liczby danych.
7. Na płycie przedniej mierników będą znajdować się: elementy przełączające, kodujące, wskaźnik cyfrowy oraz sygnalizacja LED-ami.
8. Na płycie tylnej mierników będą znajdować się podłączenia dla współpracujących czujników oraz wyjścia do drukarki, rejestratora analogowego i komputera.

5. Porównanie z parametrami wzorców światowych z uwzględnieniem tendencji rozwojowych

5.1. Wprowadzenie

Pomiar i przetwarzanie ciśnienia za pomocą czujników rezonatorowych i związanej z nimi aparatury pomiarowej biorą swój początek z potrzeb wojskowych. Stosowane one były, w początkowym okresie swego istnienia, w astronautyce i lotnictwie. Z czasem zaczęto je stosować w innych dziedzinach, wszędzie tam gdzie występowała potrzeba cyfrowego pomiaru ciśnienia z dużą dokładnością. Dzisiaj czujniki rezonatorowe i oparta na nich aparatura pomiarowa są produkowane i rozwijane przez kilka znanych, renomowanych firm światowych. Są to firmy: Druck ^{Limited} - Wielka Brytania, Solartron - Wielka Brytania, Paroscientific - USA, Hamilton Standard - USA.

Poniżej opisano przyrządy do dokładnych pomiarów ciśnienia, oparte na czujnikach rezonatorowych, firm Paroscientific oraz Druck ^{Limited}. Są to przyrządy:

- cyfrowy miernik ciśnienia typu 700 firmy Paroscientific,
- precyzyjny cyfrowy miernik ciśnienia typu DPI 140 firmy Druck,
- cyfrowy miernik i regulator /nastawnik/ ciśnienia typu DPI 501 firmy Druck.

Ponadto, dla porównania, zamieszczono opisy aparatury wzorcowniczej, opartej na innych czujnikach niż rezonatorowe lub też na czujnikach, o których brak danych co do ich rodzaju. Są to:

- cyfrowe mierniki ciśnienia typu DPI 101, DPI 201, DPI 203, DPI 220, DPI 250, DPI 420 i DPI 500 firmy Druck,
- kalibratory typu OM 122, OM 321, OM 391, OM 452, OM 472, EM, EC firmy szwajcarskiej Thommen.

5.2. Cyfrowy miernik ciśnienia typu 700 firmy Paroscientific - USA.

Cyfrowy miernik ciśnienia typu 700 współpracuje z rezonatorowymi prętowymi /kvarcowymi/ czujnikami ciśnienia firmy Paroscientific. Rezonator wykonany jest z kwarcu w kształcie pręta. Układ wejście/wyjście umożliwia podłączenie 8-miu czujników ciśnienia, drukarki i rejestratora analogowego.

Zasada pomiaru ciśnienia polega na pomiarze okresu drgań sygnału wyjściowego czujnika, zależnego od wartości mierzonego ciśnienia. Zależność pomiędzy mierzonym ciśnieniem a okresem drgań sygnału wyjściowego jest określona odpowiednim równaniem. Dostrojenie czujnika do współpracy z miernikiem polega na wprowadzeniu do miernika trzech „stałych” czujnika. Stałe te mogą być wprowadzone przez użytkownika przy pomocy odpowiedniej klawiatury umieszczonej na płycie czołowej miernika.

Cyfrowy miernik ciśnienia typu 700 realizuje sześć podstawowych funkcji:

- pomiar ciśnienia /P/,
- pomiar różnicy ciśnień $P_1 - P_2$,
- pomiar stosunku dwóch ciśnień $\frac{P_1}{P_2}$,
- pomiar okresu drgań dowolnego czujnika rezonatorowego kwarcowego,

- odejmowanie stałej wartości od wartości zmierzonego ciśnienia,

- wprowadzenie do pamięci miernika i wyświetlanie stałych współpracujących czujników rezonatorowych /programowanie/.

Wyniki pomiarów wyświetlane są na ośmiocyfrowym wskaźniku LED /wysokość cyfry 5/8"/.

Podłączenie drukarki i rejestratora analogowego umożliwia drukowanie wyników pomiarów oraz ich analogową rejestrację. Miernik przystosowany jest do współpracy z drukarkami typu 2030A lub 2020A firmy „Fluke”. Miernik ma wyjście w kodzie BCD i 13 lub 16 bitowym kodzie dwójkowym oraz wyjście analogowe napięciowe o maksymalnym zakresie 0 + 10 V.

Miernik wyposażony jest w 16 klawiszy do programowania oraz w osiem klawiszy funkcyjnych. Jest przenośny lub przystosowany do montażu w stojaku. Wymiary zewnętrzne miernika wynoszą: 220 mm /szerokość/, 90 mm /wysokość/, 280 mm /długość/. Masa miernika wynosi 1,5 kg. Napięcie zasilające $115 \pm 15\%$ V lub $230 \pm 15\%$ V prądu przemiennego lub z baterii 10 + 30 V produ stałego.

W czasie pracy miernika mogą być wyświetlane informacje o nieprawidłowej pracy miernika, np. dotyczące nieprawidłowo wybranej funkcji, braku sygnału wejściowego z czujnika, zmiany stałej wpisanej do pamięci miernika.

Czujniki ciśnienia podłącza się za pomocą wtyków bananowych do gniazd znajdujących się na płycie tylnej miernika. Na płycie czołowej miernika znajdują się odpowiednio oznakowane klawisze umożliwiające wybór czujnika. Po wprowadzeniu, przez użytkownika, do pamięci miernika stałych czujnika, mierzy się ciśnienie po ~~naciśnięciu~~ naciśnięciu odpowiedniego klawisza.

Rezonatorowe, kwarcowe czujniki ciśnienia współpracujące z miernikiem są czujnikami ciśnienia absolutnego. Realizacja przez miernik funkcji „odejmowanie stałej wartości od wartości zmierzonego ciśnienia” umożliwia pomiar nadciśnienia, poprzez wprowadzenie do pamięci aktualnej wartości ciśnienia atmosferycznego i automatyczne odejmowanie tej wartości przez miernik od mierzonego ciśnienia absolutnego. Miernik wyświetla wówczas wartości nadciśnienia.

W innym przypadku, gdy potrzebne jest określenie zmian ciśnienia względem wybranej wartości, np. zmian ciśnienia atmosferycznego w ciągu pewnego okresu czasu /np. dnia/, wprowadzenie do pamięci miernika początkowej wartości ciśnienia atmosferycznego i naciśnięcie odpowiedniego klawisza powoduje wyświetlanie zmiany ciśnienia atmosferycznego względem początkowej jego wartości. Za pomocą miernika typu 700 można również określać ciśnienie na poziomie morza, jeżeli znana jest wartość ciśnienia lokalnego. Znajomość tego ciśnienia wykorzystywana jest przez wieże kontroli lotów do nastawiania wysokościomierzy.

Automatyczne odejmowanie stałej wartości może być dokonywane również od wyniku pomiaru różnicy lub stosunku dwóch ciśnień.

Miernik jest wyposażony w małe akumulatory, przeznaczone do zasilania pamięci CMOS-RAM w czasie, gdy jest on odłączony od zasilania sieciowego. Są one samoczynnie ładowane podczas pracy miernika.

Podstawowe dane techniczne czujników rezonatorowych współpracujących z cyfrowym miernikiem ciśnienia typu 700

Zakresy pomiarowe:	najmniejszy 0 + 0,1 MPa, największy 0 + 69 MPa ciśnienia absolutnego
Dokładność wywzorcowania:	$\pm 0,015\%$ lub $\pm 0,025\%$ lub $\pm 0,04\%$ w zależności od zakresu pomiarowego
Powtarzalność:	$\pm 0,005\%$ i $\pm 0,01\%$ zakresu pomiarowego w zależności od mierzonego ciśnienia
Histeresa:	$\pm 0,005\%$ i $\pm 0,01\%$ zakresu pomiarowego w zależności od mierzonego ciśnienia
Napięcie zasilania:	6 V i 10 V
Masa:	0,17; 0,25 i 0,45 kg
Wymiary gabarytowe:	67 mm x 67 mm x 48 mm 40 mm x 40 mm x 24 mm $\varnothing 35$ mm x 108 mm
Zmiana częstotliwości: /w pełnym zakresie pomiarowym/	od 40 do 36kHz

Przeciążenie dopuszczalne: do 20% ponad górną granicę zakresu pomiarowego

Temperatura pracy: -54 do 107°C
0 do 125°C

5.3. Aparatura wzorcownicza f-my Druck Limited - Wielka Brytania

5.3.1. Precyzyjny cyfrowy miernik ciśnienia typu DPI 140

Precyzyjny cyfrowy miernik ciśnienia typu DPI 140 umożliwia pomiary ciśnienia powietrza z wysoką dokładnością. Dokładność pomiaru ciśnienia dokonywana tym miernikiem /w zakresie temperatur 10 + 30°C/ zawiera się w granicach $\pm 0,02\%$ ciśnienia mierzonego plus $\pm 0,01\%$ zakresu pomiarowego miernika. Zakresy pomiarowe miernika wynoszą:

- od 35 do 1150 mbar ciśnienia absolutnego,
- od 800 do 1150 mbar ciśnienia absolutnego /wersja barometryczna/,
- do 3,5 bar ciśnienia absolutnego.

Dopuszczalna przeciążalność mierzonym ciśnieniem wynosi 300% górnej granicy zakresu pomiarowego, a stabilność wskazań $\pm 0,005\%$ zakresu pomiarowego w ciągu jednego roku.

Małe wymiary gabarytowe miernika /192 mm - szerokość, 144 mm - wysokość, 250 mm - długość/ oraz stosunkowo mała masa /3 kg/ umożliwiają łatwe posługiwanie się miernikiem i przenoszenie go w miejsca, w których niezbędne jest dokonywanie dokładnych pomiarów.

Czujnik ciśnienia jest integralną częścią miernika /umieszczony jest we wnętrzu obudowy miernika/. Jest to czujnik rezonatorowy w postaci cienkościennego cylindra. Sygnałem wyjściowym z czujnika jest sygnał częstotliwościowy zależny od wartości mierzonego ciśnienia. Sygnał ten jest przetwarzany w układzie elektronicznym miernika na wskazania cyfrowe. Wartość mierzonego ciśnienia wyświetlana jest na sześć-cyfrowym wskaźniku LED. Wysokość wyświetlanych cyfr wynosi 14 mm. W układzie elektronicznym miernika wykorzystana jest technika mikroprocesorowa.

Cena miernika z 1985r, zależnie od wyposażenia, waha się w granicach od 2245 do 2618 funtów angielskich.

5.3.2. Cyfrowy miernik i regulator /nastawnik/ ciśnienia typu DPI 500

Cyfrowy miernik i regulator /nastawnik/ ciśnienia typu DPI 500 jest przeznaczony do dokładnych pomiarów i regulacji /nastawiania/ ciśnienia. Dokładność pomiaru ciśnienia zawiera się w granicach $\pm 0,04\%$ zakresu pomiarowego, a dokładność regulacji /nastawiania/ ciśnienia w granicach $\pm 0,004\%$ zakresu pomiarowego w okresie 24 h.

Za pomocą przyrządu DPI 500 można dokonywać sprawdzania i wzorcowania czujników, przetworników i mierników ciśnienia w zakresie do 35 bar /3,5 MPa/. Minimalny zakres pomiarowy przyrządu DPI 500 wynosi 0 + 75 mbar /0 + 7,5 kPa/ nadciśnienia, maksymalny 0 + 35 bar /0 + 3,5 MPa/ nadciśnienia lub ciśnienia absolutnego. Wyniki pomiarów wyświetlane są na pięciocyfrowym wskaźniku LED.

Przyrząd DPI 500 może być dostarczany w różnych wersjach na żądanie zamawiającego. Przyrząd może współpracować z komputerem. Może być wyposażony w wyjście w kodzie BCD, w wyjście analogowe, w interfejs IEEE 488, typ A 14 bitowy lub typ B 16 bitowy, w dzielnik zakresów.

Jest to przyrząd drogi. Wg cen z przed kilku lat cena przyrządu DPI 500 w wersji podstawowej w zależności od zakresu pomiarowego wahała się w granicach od 2795 do 2910 funtów angielskich. Koszt dodatkowego wyposażenia wynosił:

- 140 funtów angielskich - wyjście w kodzie BCD,
- 140 " " - wyjście analogowe,
- 380 " " interfejs IEEE 488, typ A 14 bitowy
- 490 " " interfejs IEEE 488, typ B 16 bitowy
- 500 " " dzielnik zakresów.

5.3.3. Cyfrowy miernik i regulator /nastawnik/ ciśnienia typu DPI 501

Cyfrowy miernik i regulator /nastawnik/ ciśnienia typu DPI 501 jest przeznaczony do dokładnych pomiarów i regulacji /nastawiania/ ciśnienia. Dokładność pomiaru ciśnienia zawiera się w granicach $\pm 0,017\%$ wartości ciśnienia mierzonego plus $\pm 0,056$ mbar / $\pm 5,6$ Pa/. Zakres pomiarowy przyrządu wynosi od 35 mbar /3,5 kPa/ do 1150 mbar /115 kPa/ ciśnienia absolutnego. Wyniki pomiarów wyświetlane są na sześciocyfrowym wskaźniku LED. W standardowe wyposażenie wchodzi między innymi interfejs ^{IEEE} 488, typ B 16 bitowy.

Podobnie jak w przyrządzie DPI 140 tej samej firmy, opisanym wyżej, w przyrządzie zastosowano rezonatorowy czujnik ciśnienia. Czujnik ciśnienia jest integralną częścią miernika /umieszczony jest we wnętrzu obudowy miernika/.

Wysoka dokładność pomiaru przyrządu DPI 501 jest okupiona bardzo wysoką ceną. Wg cen z przed kilku lat cena przyrządu podstawowego wynosiła 6.340 funtów angielskich, a z pełnym wyposażeniem standardowym 7,346 funtów angielskich.

5.3.4. Wielokanałowy miernik DPI 420

Wielokanałowy miernik DPI 420 jest przeznaczony do dokładnych pomiarów ciśnienia. Podstawowa dokładność pomiaru ciśnienia zawiera się w granicach $\pm 0,1\%$ zakresu pomiarowego w zakresie ciśnień do 35 bar /3,5 MPa/. Na żądanie firma może dostarczyć przyrząd o dokładności $\pm 0,06\%$ zakresu pomiarowego. Brak jest informacji o dokładności pomiaru dla zakresów pomiarowych powyżej 35 bar/3,5 MPa/. Minimalny zakres pomiarowy przyrządu DPI 420 wynosi 0 + 75 mbar /0 + 7,5 kPa/ nadciśnienia i 0 + 350 mbar /0 + 35 kPa/ ciśnienia absolutnego, maksymalny 0 + 700 bar /0 + 70 MPa/ nadciśnienia i 0 + 35 bar /0 + 3,5 MPa/ ciśnienia absolutnego. Wyniki pomiarów są wyświetlane na pięciocyfrowym wskaźniku LED. Przyrząd może być wyposażony w wyjście w kodzie BCD, w wyjście analogowe, w interfejs IEEE 488. Przyrząd jest produkowany w wersji siedmiokanałowej i piętnastokanałowej.

W dostępnych materiałach dotyczących przyrządu DPI 420 brak jest informacji o rodzaju zastosowanych czujników ciśnienia. Czujniki współpracujące z miernikiem nie stanowią integralnych części przyrządu. Są dostarczane wg życzeń zamawiającego a ich cena nie wchodzi w cenę przyrządu. Wg cen z przed kilku lat cena przyrządu siedmiokanałowego bez wyposażenia dodatkowego i bez czujników wynosiła 1080 funtów angielskich a piętnastokanałowego 1525 funtów angielskich.

5.3.5. Cyfrowe mierniki ciśnienia typu DPI 101, DPI 201, DPI 203, DPI 220, DPI 250

Cyfrowe mierniki ciśnienia typu DPI 101, DPI 201, DPI 203, DPI 220 i DPI 250 są przeznaczone do dokładnych pomiarów ciśnienia przy współpracy z czujnikami tej samej firmy. Dokładność pomiaru ciśnienia tymi przyrządami wynosi $\pm 0,1\%$ zakresu pomiarowego, z wyjątkiem przyrządu DPI 101 dla którego firma deklaruje dokładność pomiaru ciśnienia $\pm 0,04\%$ zakresu pomiarowego dla ciśnień do 3,5 MPa. Na żądanie możliwy jest zakup przyrządów o dokładności $\pm 0,06\%$ zakresu pomiarowego.

Podstawowe parametry przyrządów firmy Druck podane są w tabl. 1.

5.4. Kalibratory f-my Thommen - Szwajcaria

Kalibratory są przyrządami stosowanymi w laboratoriach, izbach pomiarowych oraz w produkcji do sprawdzania i wzorcowania przetworników pomiarowych, przyrządów do pomiaru ciśnienia /podciśnienia, nadciśnienia i ciśnienia absolutnego/ wskazujących lub rejestrujących, piezorezystancyjnych i tensometrycznych czujników ciśnienia. Zależnie od konstrukcji produkowane są kalibratory typów OM, EM i EC.

Kalibratory typów OM są przyrządami pneumatycznymi składającymi się zasadniczo z dwóch zespołów a mianowicie wbudowanego przyrządu pomiarowego /mikromanometru/ oraz układu do wytwarzania i rozdzielania ciśnienia. Element pomiarowy mikromanometru stanowi zespół puszek membranowych, którego przemieszczenia, po zlinearyzowaniu przez specjalny człon korekcyjny, są przekazywane do mechanizmu przekładniowego przekształcającego je w wychylenie wskazówki. Dzięki specjalnemu mechanizmowi przekładniowemu wskazówka wykonuje kilka obrotów.

Kalibrator typ EM jest przyrządem pneumatyczno-elektronicznym. Pneumatyczna część kalibratora oparta jest w dużej mierze na kalibratorach typu OM i służy, przy zastosowaniu odpowiedniego przyrządu pomiarowego /mikromanometru/, do badań i wzorcowania czujników ciśnienia, przetworników podciśnienia i różnicy ciśnień, regulatorów, przekaźników położenia, zaworów itp. Elektroniczna część kalibratora umożliwia pomiary napięcia, natężenia i rezystancji.

Kalibrator typ EC jest przyrządem elektroniczno-pneumatycznym składającym się zasadniczo z dwóch podstawowych zespołów, a mianowicie z zespołu pneumatycznego, wytwarzającego ciśnienie oraz zespołu elektronicznego z czujnikiem ciśnienia. Czujnik ten składa się z zespołu puszek wysokiej jakości, którego przemieszczenia są przekształcane w sygnał elektryczny ^{z pomocą optyczno-elektronicznego} układu urządzenia analizującego. Obróbka sygnału następuje w mikroprocesorze, dysponującym wieloma możliwościami magazynowania informacji /danych/ np.: wymagane lub stosowane jednostki ciśnienia, wartość punktu zerowego, maksymalne wartości zakresu pomiarowego itp. Wskazania odczytują ^{się} na 4 i pół - miejscowym wskaźniku na ciekłych kryształach.

Podstawowe dane techniczne kalibratorów OM, EM i EC f-my Thommen zestawiono w tabl. 2.

5.5. Tendencje rozwojowe

W tendencjach rozwojowych aparatury wzorcowniczej za granicą obserwuje się stałą dążność do polepszania jej właściwości metrologicznych, a przede wszystkim zwiększania dokładności wskazań. Jest to związane z potrzebą realizacji pomiarów ciśnienia z coraz większą dokładnością w wielu dziedzinach działalności ludzkiej, i wzrostem w związku z tym dokładności przyrządów użytkowych ciśnienia. Prace rozwojowe zmierzają również do uzyskania najbardziej optymalnych rozwiązań konstrukcyjnych i materiałowych. W rozwiązaniach konstrukcyjnych obserwuje się dążenie do elektronizacji i wprowadzenia techniki cyfrowej do aparatury wzorcowniczej.

5.6. Podsumowanie

Porównanie parametrów technicznych podanych w p-ktach 4.2 i 4.3 aparatury wzorcowniczej przewidywanej do opracowania w ramach celu realizacyjnego nr 23 CPBR nr 12.1 z parametrami opisanej wyżej w p-ktach 5.1 + 5.4 aparatury zagranicznej wskazuje, że zamierza się opracować aparaturę wzorcowniczą na światowym poziomie, z jednym zastrzeżeniem dotyczącym temperatury otoczenia /pracy/.

Przewidywany zakres temperatury otoczenia /pracy/ dla opracowywanej aparatury wzorcowniczej wynosi $15 + 35^{\circ}\text{C}$ i $5 + 40^{\circ}\text{C}$. Zakresy te dotyczą pracy zarówno czujników jak i mierników.

Firma amerykańska Paroscienitic oferuje czujniki rezonatorowe mogące pracować, w zależności od typu czujników w temperaturach $-54 + 107^{\circ}\text{C}$ lub $0 + 125^{\circ}\text{C}$ /dane katalogowe/. Są to zakresy temperatur dla zastosowań specjalnych. Obecne trudności materiałowe w kraju, które zdaniem opracowujących założenia, nie prędko będą zlikwidowane, uniemożliwiają założenie tak szerokiego zakresu temperatury otoczenia. Uzyskanie tak szerokiego zakresu temperatur otoczenia /pracy/ nie jest zresztą konieczne dla aparatury przeznaczonej do wzorcowania i sprawdzania przyrządów. Do tych celów wystarczają zakresy temperatur otoczenia /pracy/ $15 + 35^{\circ}\text{C}$ oraz $5 + 40^{\circ}\text{C}$.

6. Prognoza rozwoju konstrukcji i technologii wytwarzania

Dalsze prace rozwojowe nad aparaturą wzorcowniczą, opracowaną w ramach celu realizacyjnego nr 23, planu realizacyjnego CPBR nr 12.1 powinny zmierzać do:

a/ uzyskania nowych rozwiązań konstrukcyjnych i nowych typów rezonatorów a w szczególności rezonatorów prętowych kwarcowych.

Rezonatory kwarcowe charakteryzują się lepszymi właściwościami metrologicznymi takimi jak powtarzalność, histereza, stałość charakterystyk /w porównaniu do rezonatorów ferromagnetycznych/. Są od nich natomiast bardziej kłopotliwe w praktycznym ~~wykorzystaniu~~ ^{wykorzystaniu} z powodu trudności technologicznych przy ich wykonywaniu oraz zwiększonej możliwości uszkodzeń w warunkach narażeń mechanicznych, ze względu na kruchość i łamliwość kwarcu.

Prace nad rezonatorami prętowymi kwarcowymi powinny być zlecone do Instytutu Tele- i Radiotechnicznego w Warszawie, który prowadzi prace w zakresie wykorzystania elementów ~~kwarcowych~~ ^{kwarcowych} w technice. W ramach opracowania niniejszych założeń przeprowadzono rozeznanie w zakresie możliwości podjęcia się przez ITR opracowania rezonatorów kwarcowych. ITR widzi możliwość podjęcia się takiego opracowania po 1990 r.

- b/ uzyskania zakresów pomiarowych mniejszych od $0 + 0,1$ MPa, co wymagać będzie opracowania rezonatorów przystosowanych do pracy przy małych wartościach sił i ciśnień,
- c/ rozszerzenia zakresu temperatur otoczenia czujników dla zastosowań specjalnych,
- d/ wykorzystania w budowie mierników cyfrowych postępujących osiągnąć w dziedzinie układów, zespołów i elementów elektronicznych.

7. Ważniejsze prace naukowo-badawcze i konstrukcyjne

Do ważniejszych prac naukowo-badawczych i konstrukcyjnych zalicza się:

- a/ opracowanie podstaw teoretycznych rezonatorów prętowych i membranowych umożliwiających określenie parametrów konstrukcyjnych i metrologicznych czujników z tymi rezonatorami,
- b/ prace nad konstrukcją rezonatorów w pełnym obszarze ciśnień od -0,1 do 60 MPa,
- c/ prace nad eliminacją oddziaływania wielkości wpływowych na naturalny sygnał wyjściowy czujników a w szczególności wpływu zmian temperatury otoczenia,
- c/ zaprojektowanie układu elektronicznego mierników spełniających wymagane funkcje, wymienione w p-ktach 4.2.2 i 4.3.

8. Zalecenia normalizacyjne

1. W punkcie kontrolnym 3. „Projekt techniczny. Przedwstępna umowa wdrożeniowa” należy opracować projekt Normy Zakładowej na wzorcowniczą aparaturę z czujnikami rezonatorowymi obejmujący wymagania i badania.
2. Przy opracowywaniu konstrukcji czujników i miernika oraz w/w Normy Zakładowej należy wziąć pod uwagę między innymi poniższe normy:

PN-80/M-42020. Automatyka i pomiary przemysłowe. Urządzenia. Ogólne wymagania i badania.

PN-79/E-08106. Obudowy urządzeń elektrotechnicznych. Stopnie ochrony. Podział. Wymagania i badania.

PN-85/M-42057. Automatyka i pomiary przemysłowe. Przetworniki pomiarowe wielkości nieelektrycznych.

PN-71/T-06500. Elektroniczne przyrządy pomiarowe.
Ogólne wymagania i badania.

9. Wstępne określenie zakupów kooperacyjnych,
zaopatrzeniowych i inwestycyjnych, licencji
i patentów z zagranicą

9.1. Zakupy kooperacyjne, zaopatrzeniowe i inwestycyjne

9.1.1. Wprowadzenie

Wstępnego określenia zakupów kooperacyjnych, zaopatrzeniowych i inwestycyjnych dokonuje się biorąc pod uwagę rodzaj przewidywanej do opracowania aparatury wzorcowniczej, jej właściwości metrologiczne i użytkowe jak również przewidywane specjalistyczne pomiary i procesy technologiczne niezbędne w toku produkcji.

Rodzaj przewidywanej do opracowania aparatury wzorcowniczej, jej właściwości metrologiczne i użytkowe podano w p-ku 4.

Do ważniejszych specjalistycznych pomiarów i procesów technologicznych zalicza się:

- wyznaczanie charakterystyk czujników rezonatorowych z dokładnością co najmniej od $\pm 0,007\%$, do $\pm 0,03\%$ zakresu pomiarowego w zależności od klasy dokładności aparatury wzorcowniczej,
- spawanie plazmowe takich zespołów jak rezonatory cylindryczne czy membranowe wykonywane z cienkich blach,
- spawanie precyzyjne innych elementów czujników w tym rezonatorów prętowych,
- wykrywanie nieszczelności metodą helową, w tym szczególnie mikronieszczelności m.in. w/w spawanych zespołów rezonatorowych,
- precyzyjne toczenie i szlifowanie rezonatorów cylindrycznych,
- wykonywanie komór próżniowych do czujników ciśnienia absolutnego,
- programowanie miernika.

34

9.1.2. Trudnodostępne materiały i elementy

Do trudnodostępnych materiałów i elementów zalicza się:

- a/ stopy specjalne do wykonywania rezonatorów i innych elementów sprężystych.

Do budowy czujników rezonatorowych używane są między innymi materiały sprężyste, z których wykonuje się rezonatory o takich właściwościach jak: wysoka stabilność w czasie, mała histereza, duża powtarzalność w czasie oraz bardzo mała wartość współczynnika temperaturowego modułu sprężystości. Są to materiały typu „elinwar tytanowy”. Elinwar – w formie prętów o dużych przekrojach jest produkowany w kraju, ale uzyskanie u wytwórcy żądanego profilu /nawet z tych o dużych przekrojach/ sprawia duże kłopoty. Nie produkuje się w kraju blach elinwarowych, szczególnie cienkich, i w przypadku gdy w konstrukcji czujników zostaną użyte takie blachy, może zaistnieć konieczność importu.

- b/ elementy elektroniczne.

Do trudnodostępnych elementów elektronicznych, które zamierza się zastosować w opracowywanej aparaturze wzorcowniczej zalicza się:

- generator kwarcowy, skompensowany termicznie, jako wzorzec częstotliwości, np. generator kwarcowy typu TCX-05, produkcji OMIG w Warszawie. Obecnie występują duże trudności w uzyskaniu w/w generatora. Należy jednak sądzić, że w okresie wdrażania aparatury wzorcowniczej do produkcji w latach 1991 i 1992 będzie on już dostępny,
- potencjometry wieloobrotowe miniaturowe - import,
- mikroprocesory - import.

9.1.3. Aparatura i urządzenia specjalistyczne

Produkcja aparatury wzorcowniczej z czujnikami rezonatorowymi wymaga następującej aparatury i urządzeń specjalistycznych /wymieniono ważniejsze pozycje/:

- aparatury kontrolnej do pomiaru ciśnienia /ciśnieniomierze/
klas dokładności: od 0,007 do 0,03,
- mierniki częstotliwości,
- oscyloskop dwukanałowy z pamięcią,
- stanowisko do spawania mikrołukiem /TIG/,
- wykrywacz helowy /np. prod. Unitra, Bolesławiec/,
- stanowisko próżniowe do uzyskiwania próżni w komorach po-
miarowych /np. stanowisko próżniowe SP-300E produkcji
Zakładów Techniki Próżniowej „TEPRO”, Koszalin/,
- zestaw uruchomieniowy dla procesora zastosowanego w mierniku.

Należy podkreślić, że w kraju brak jest aparatury kontrol-
nej do pomiaru ciśnienia klas dokładności 0,007 do 0,03.
Niezbędny jest zakup tej aparatury za granicą, gdyż nie jest
ona produkowana w kraju.

9.2. Zakup licencji i patentów z zagranicy

Nie przewiduje się zakupu licencji i patentów z zagranicy.

10. Nakłady na opracowanie i wdrożenie

Przewidywane w umowie nr 323/86 wymienionej w p. 2 niniej-
szych założeń, nakłady na opracowanie i wdrożenie do produkcji
wzorcowniczej aparatury pomiarowej z czujnikami rezonatoro-
wymi do sprawdzania czujników, przetworników i mierników
ciśnienia podano niżej.

Nakłady na opracowanie /prace B+R/

- | | |
|---|------------|
| 1. Opracowanie założeń techniczno-
ekonomicznych | 2 mln zł. |
| 2. Projekt wstępny. Wykonanie modeli apara-
tury wzorcowniczej. Badania modeli | 25 mln zł. |
| 3. Projekt techniczny. Przedwstępna
umowa wdrożeniowa | 9 mln zł. |
| 4. Wykonanie i badania prototypów | 18 mln zł. |
| 5. Weryfikacja dokumentacji technicznej | 3 mln zł. |
| Razem prace B+R | 57 mln zł. |

Nakłady na wdrożenie

Szacunkowe nakłady na wdrożenie - ogółem 100 mln zł,
w tym 65 mln zł. na inwestycje.

W/w nakłady ^{na prace B+R i W} zostały ustalane w umowie nr 323/86 wg kosztów z 1986r. Ze względu na coroczny wzrost kosztów nakłady na prace B+R oraz na wdrożenie będą większe.

11. Przewidywane inwestycje niezbędne
do uruchomienia produkcji

Zakupy inwestycyjne dotyczące aparatury i urządzeń specjalistycznych podano w p-kcie 9.1.3.

Szacunkowe nakłady na inwestycje związane z wdrożeniem do produkcji aparatury wzorcowniczej podano w p-kcie 10.

Nie przewiduje się nakładów inwestycyjnych typu budowlanego.

12. Określenie górnej ceny aparatury
wzorcowniczej

Do oszacowania górnej ceny aparatury wzorcowniczej /w cenach 1987r/ zakłada się, że jeden komplet aparatury składać się będzie z jednego miernika z wyjściem na drukarkę, rejestrator analogowy i komputer oraz ośmiu czujników rezonatorowych klasy dokładności 0,02.

Oszacowanie górnej ceny jednego czujnika

a/ koszt materiałów	ok. 15.000 zł
b/ koszt wykonania	ok. 250.000 zł

Razem	265.000 zł
-------	------------

c/ zysk 20%	53.000 zł
-------------	-----------

Górna cena jednego czujnika	318.000 zł
-----------------------------	------------

Oszacowanie górnej ceny miernika

a/ koszt materiałów	ok. 150.000 zł
b/ koszt wykonania	ok. 350.000 zł
	<hr/>
Razem	500.000 zł
c/ zysk 20%	100.000 zł
	<hr/>
Górna cena jednego czujnika ^{miernika}	600.000 zł

Biorąc pod uwagę w/w górne ceny czujnika i miernika, górna cena aparatury wzorcowniczej składającej się z jednego miernika i ośmiu czujników rezonatorowych wynosić będzie

$$600.000 \text{ zł} + 8 \times 318.000 \text{ zł} = 3.144.000 \text{ zł}$$

13. Przewidywani odbiorcy i wielkości produkcji na rynek i eksport

Odbiorcami wzorcowniczej aparatury z czujnikami rezonatorowymi będą producenci urządzeń do pomiaru i przetwarzania ciśnienia np. MERA-KFM, MERA-PNEFAL, MERA-ZAP, laboratoria i instytucje naukowo-badawcze, izby pomiarów kombinatów przemysłowych i przedsiębiorstw przemysłowych, w których istnieje konieczność okresowego sprawdzania dokładności użytkowanych pomiarowych urządzeń ciśnieniowych oraz wszelkie inne instytucje, w których występuje potrzeba dokładnego pomiaru ciśnienia, np. instytucje wojskowe.

Przewiduje się, że roczna produkcja na rynek krajowy wyniesie około 200 szt. kompletów aparatury wzorcowniczej,

Brak producentów tej aparatury w krajach socjalistycznych stwarza duże perspektywy jej eksportu do KS. Sądzi się, że będzie ona również konkurencyjna w krajach kapitalistycznych ze względu na wysokie ceny aparatury produkowanej w KK.

14. Przewidywane efekty ekonomiczne

Efekty ekonomiczne, będące wynikiem opracowania i wdrożenia do produkcji aparatury wzorcowniczej z czujnikami rezonatorowymi, powstają zarówno u producenta jak i użytkownika.

Efekty ekonomiczne u użytkowników są trudne do oszacowania liczbowego. Wynikają one z dostarczenia użytkownikom przyrządów o wysokiej dokładności, nie produkowanych dotychczas w kraju, przeznaczonych do wzorcowania lub sprawdzania czujników, przetworników i mierników ciśnienia i do dokonywania dokładnych pomiarów ciśnienia.

Efekty ekonomiczne u producenta powstają w wyniku różnicy między ceną zbytu a kosztami wytwarzania. Osiągnięty zysk szacuje się średnio na poziomie 20%.

Przy oszacowanej w p. 12 górnej cenie aparatury wzorcowniczej wynoszącej 3.144.000 zł zysk roczny przy produkcji 200 kompletów wyniesie:

$$Z = 200 \cdot 3.144.000 \cdot 0,2 = 125.760.000 \text{ zł/rok}$$

Zwrot nakładów na opracowanie i wdrożenie do produkcji nastąpi po okresie

$$T = \frac{B + R + W}{Z} = \frac{157 + 100 / \text{mln zł}}{125,76 \text{ mln zł/rok}} = 1,23 \text{ roku}$$

Oszacowane efekty ekonomiczne i okres zwrotu nakładów wskazują na efektywność wdrożenia do produkcji aparatury wzorcowniczej z czujnikami rezonatorowymi.

15. Harmonogram realizacji pracy

Punkt kontrolny	Nazwa punktu kontrolnego	Termin zakończenia
1	Opracowanie założeń techniczno-ekonomicznych	1987.04.30
2	Projekt wstępny. Wykonanie modeli aparatury wzorcowniczej. Badania modeli.	1988.10.31
3	Projekt techniczny. Przedwstępna umowa wdrożeniowa.	1989.06.30
4	Wykonanie i badania prototypów	1990.06.30
5	Weryfikacja dokumentacji technicznej	1990.10.31

Należy podkreślić, że pomyślna realizacja opracowania zależy w dużym stopniu od pokonania trudności natury materiałowej i aparaturowej.

Trudności natury materiałowej są związane z niemożliwością szybkiego zakupu materiałów niezbędnych do budowy czujników, głównie rezonatorów. Dotyczy to także trudnodostępnych elementów elektronicznych.

Drugim bardzo ważnym zagadnieniem jest posiadanie odpowiedniej ciśnieniowej aparatury kontrolnej. Przez odpowiednią aparaturę kontrolną rozumie się aparaturę do pomiaru ciśnienia o klasie dokładności $0,007 + 0,03$ obejmującą zakresy ciśnień od $-0,1$ MPa /podciśnienie/ do 60 MPa /nadciśnienie/. Aparatura kontrolna ciśnienia o w/w klasach dokładności nie jest produkowana w kraju, a zakup jej jest możliwy tylko za granicą i to w krajach strefy dolarowej.

PIAP dysponuje obecnie aparaturą kontrolną:

- manometrem sprężynowym z odczytem cyfrowym f-my MENSOR /USA/ o klasie dokładności $0,05$ i zakresie wskazań $0 + 10$ kg/cm², do pomiaru ciśnienia gazu /powietrza/,

- manometrami obciążnikowo-tłokowymi o klasie dokładności 0,05,
- aparaturą kontrolną f-my PAROSCIENTIFIC /USA/ o zakresach pomiarowych: 0 + 1,4; 0 + 21; 0 + 42; 0 + 70 MPa ciśnienia absolutnego i dokładności wzorcowania: $\pm 0,015\%$ dla urządzeń do 0,35 MPa, $\pm 0,025\%$ dla ciśnień ~~do~~ powyżej 0,35 MPa do 28 MPa i $\pm 0,04\%$ dla ciśnień powyżej 28 MPa.

Uwzględniając powyższe, niezbędne jest wyposażenie PIAP w aparaturę kontrolną do pomiaru ciśnienia o dokładnościach pomiaru lepszych od 0,03% i na zakresy pomiarowe o obszarze ciśnień -0,1 do 60 MPa.

Niezbędny jest zakup takiej aparatury kontrolnej drogą importu ze strefy dolarowej. Szacuje się, że koszt zakupu tej aparatury jest rzędu 100 tys. USD.

16. Przewidywany producent

Na producenta przewiduje się Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Aparatury Badawczej i Dydaktycznej „COBRABID” w Warszawie.

COBRABID wykazuje zainteresowanie w podjęciu produkcji rezonatorowej aparatury ciśnieniowej i zastosowaniu jej również jako wzorców wchodzących w skład opracowywanych w COBRABID wielogniazdowych automatycznych kalibratorów ciśnienia.

411

Lp.	Typ przyrządu Parametr	DPI 101	DPI 140	DPI 201	DPI 203	DPI 220	DPI 250	DPI 420	DPI 500	DPI 501
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Dokładność pomiaru ciśnienia w % zakresu pomiarowego	$\pm 0,04$ do 35 bar na żądanie może być lepsza	$\pm 0,02\%$ wartości mierzonej plus $\pm 0,01\%$ zakresu pomiarowego	$\pm 0,1$ do 35 bar na żądanie $\pm 0,06\%$	$\pm 0,1$ do 35 bar		$\pm 0,05\%$ do 35 bar	$\pm 0,1$ do 35 bar na żądanie $\pm 0,06$	$\pm 0,04$	$\pm 0,017\%$ wartości mierzonej plus 0,056 mbar
2	Zakresy pomiarowe: - najmniejszy - największy - barometryczny	0 + 75 mbar 0 + 135 bar jest	35 + 1150 mbar ciśnienia absolutnego 0 + 3,5 bar ciśnienia absolutnego jest	0 + 75 mbar 0 + 135 bar jest	0 + 75 mbar 0 + 135 bar jest	0 + 75 mbar 0 + 500 bar nie ma	0 + 75 mbar 0 + 135 bar nie ma	0 + 75 mbar 0 + 700 bar nie ma	0 + 75 mbar 0 + 35 bar nie ma	35 + 1150 mbar ciśnienia absolutnego inne zakresy na żądanie jest
3	Ilość cyfr wskaźnika LED	5	6	4	5	5	5	5	5	6
4	Rozdzielczość w % zakresu pomiarowego	0,005	0,01 mbar	0,05	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,01 mbar
5	Sygnał wyjściowy w kodzie BCD	jest	nie ma	jest	jest	jest	jest	jest	jest	nie ma
6	Sygnał wyjściowy analogowy	tak trzy kanały	nie ma	0 + 2 V 4 + 20 mA	0 + 2V; 0 + 10V 4 + 20 mA	4 + 20 mA	0 + 2V; 0 + 10V 4 + 20 mA	jest /brak danych o wartości/	jest /brak danych o wartości/	nie ma
7	Interfejs I ² C 488	jest	jest	nie ma	nie ma	nie ma	nie ma	jest	jest	jest
8	Zasilanie	110 lub 220 V, 50 + 400 Hz; lub 12 V napięcia stałego	110 lub 220 V, 50 + 400 Hz	110V, 50+400 Hz; lub 220V, 50Hz lub 12 V napięcia stałego	100V, 50+400 Hz; lub 220V, 50Hz lub 12 V napięcia stałego	110V, 50+400 Hz; lub 220V, 50 Hz lub 12 V napięcia stałego	110V, 50+400 Hz; lub 220V, 50Hz lub 12 V napięcia stałego	110 lub 220 V, 50 + 400 Hz	110 lub 220 V, 50 + 400 Hz	brak danych
9	Rodzaj czujnika	piezorezystancyjny	rezonatorowy	piezorezystancyjny				brak danych		rezonatorowy

Przyrządy firmy Thommen - Szwajcaria

Tablica 2

Lp.	Typ przyrządu Parametr	OM 122	OM 321	OM 391	OM 452	OM 472	EM	EC
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Dokładność pomiaru ciśnienia w % zakresu pomiarowego	$\pm 0,25$ lub $\pm 0,1$ /klasa dokładności 0,25 lub 0,1/						
2	Zakresy pomiarowe	a/ 0 + 100; 0 + 400; 0 + 1000; 0 + 1600; 0 + 2000; 0 + 4000; 0 + 10 000; 0 + 20 000 mbar - dla przyrządów klasy dokładności 0,25 b/ 0 + 100; 0 + 250; 0 + 400; 0 + 500; 0 + 640; 0 + 1000; 0 + 1500; 0 + 2000; 0 + 5000; 0 + 10 000; 0 + 20 000 mbar - dla przyrządów klasy dokładności 0,1						-300 + 1500 mbar
3	Wymiary gabarytowe i typ obudowy	335 x 165 x 170 mm wolnostojąca - przenośna	250 x 180 x 180 mm typu walizkowego - przenośna		410 x 260 x 230 mm typu walizkowego - przenośna		365 x 265 x 145 mm - przenośna dostosowana do systemu 19"	
4	Masa	ok. 7 kg	ok. 5 kg		ok. 8 kg			
5	Inne informacje	Przyrząd przeznaczony głównie do sprawdzania i wzorcowania przetworników ciśnienia w oddziałach produkcyjnych i laboratoriach. Przyrząd wyposażony w ręczną pompkę i mieszek do zadawania ciśnienia.	Przyrządy o najmniejszych wymiarach gabarytowych i masie, szczególnie przydatne do pracy w terenie i przystosowane do sprawdzania i wzorcowania przyrządów pneumatycznych w układach pomiarowych i regulacyjnych. Przyrząd wyposażony jest w pompkę ręczną i mieszek do zadawania ciśnienia oraz w reduktor ciśnienia do zasilania z sieci powietrznej.	Przyrząd wyposażony jest w dwa reduktory ciśnienia z przełącznikiem miejsc pomiarowych	Przyrząd oparty na przyrządzie typu OM 122, wyposażony dodatkowo w zbiornik powietrza, który może być napełniany z zewnątrz oraz w obudowę typu walizkowego. Najczęstsze zastosowanie - sprawdzanie i wzorcowanie przetworników ciśnienia w terenie.	Przyrząd wyposażony dodatkowo w układ regulacji ciśnienia powietrza doprowadzanego z zewnątrz. Układ składa się z dwóch reduktorów ciśnienia z przełącznikami miejsc pomiarowych.	Przyrząd działający na zasadzie pneumatyczno-elektronicznej. Przyrząd o szerokim zastosowaniu. Przeznaczony do wzorcowania i sprawdzania czujników, przetworników, mierników, regulatorów, przekaźników, zaworów ciśnienia a ponadto: czujników temperatury operacyjnych i termoelektrycznych, nadajników potencjometrycznych, diod Zenera itd.	Przyrząd działający na zasadzie pneumatyczno-elektronicznej z cyfrowym odczytem wyników pomiarów na wskaźniku ciekłokrystalicznym; wyposażony w zbiornik ciśnienia do napełniania z sieci powietrznej oraz w układ regulacji.
6	Rodzaj czujnika	Czujniki z elementami sprężystymi						

Z a ł ą c z n i k

zawierający karty katalogowe wyrobów
pokrewnych firm zagranicznych:

Paroscientific /USA/

Druck-Limited /Wielka Brytania/

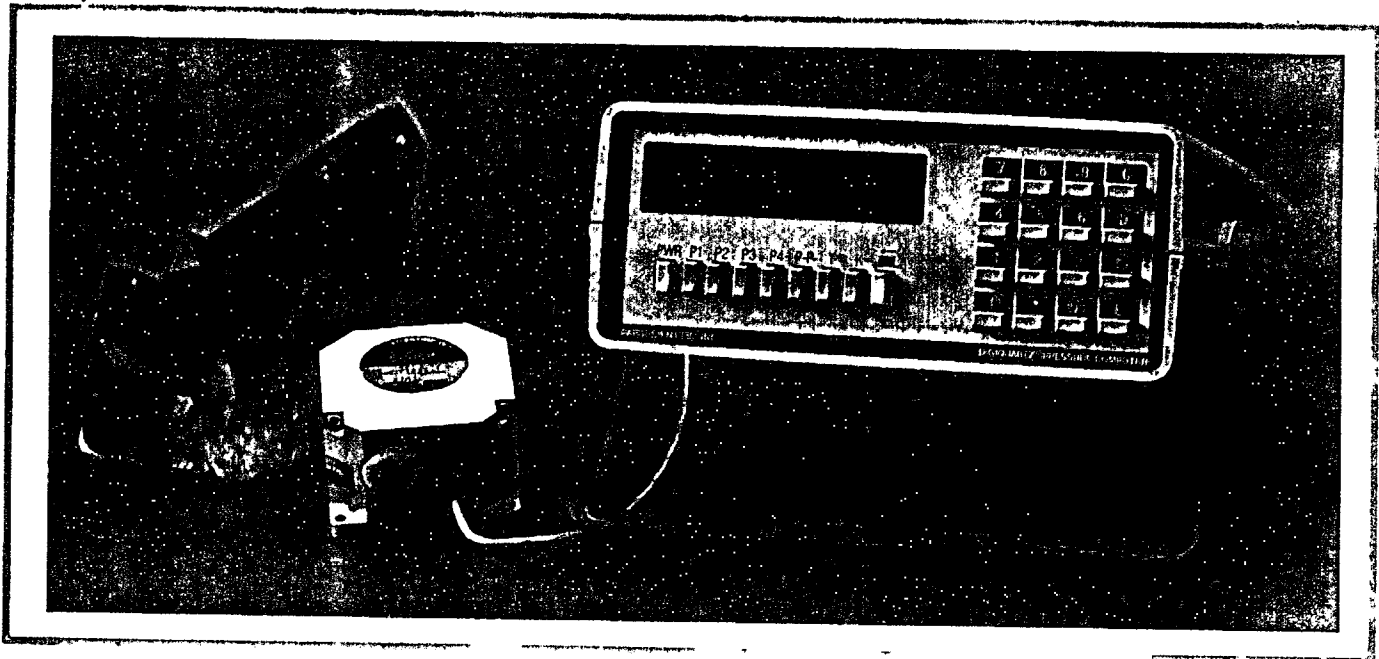
Solartron /Wielka Brytania/

Hamilton-Standard /USA/

Thommen /Szwajcaria/

SERIES 700

DIGIQUARTZ® PRESSURE COMPUTERS



APPLICATIONS

- Transfer Pressure Standards
- Engine Test Stands
- Windtunnel Instrumentation
- Energy Exploration Systems
- Meteorology and Oceanography
- Flight Test Sets and Air Data Systems
- Environmental and Laboratory Studies

FEATURES

- Linear Outputs in Engineering Units
- Programmable Push Button Operation
- Computes Pressures, Differentials, and Ratios for up To 8 Sensors
- Resolution of 0.0004% Full Scale Output
- Compact, Portable, AC/DC Operation
- Digital and Analog Outputs

The Series 700 DIGIQUARTZ® PRESSURE COMPUTERS are microprocessor based systems which linearize the outputs of all models of the DIGIQUARTZ® PRESSURE TRANSDUCERS and DEPTH SENSORS. Power is supplied to the sensors by the Model 700 and the transducer signals are measured internally by counting the gated pulses of a high frequency clock. The microprocessor linearizes the outputs in any chosen engineering units by processing the signals through a pre-programmed power series expansion. Three coefficients which characterize a transducer are entered through the convenient 16-key numeric data entry pad and thereafter retained in the computer memory even if power is removed.

One to eight transducers may be interfaced with the Model 700 such that individual pressures, pressure ratios, pressure differentials, or unprocessed period outputs are computed. The readout automatically updates in a fraction of a second with a resolution of four parts per million of full scale output

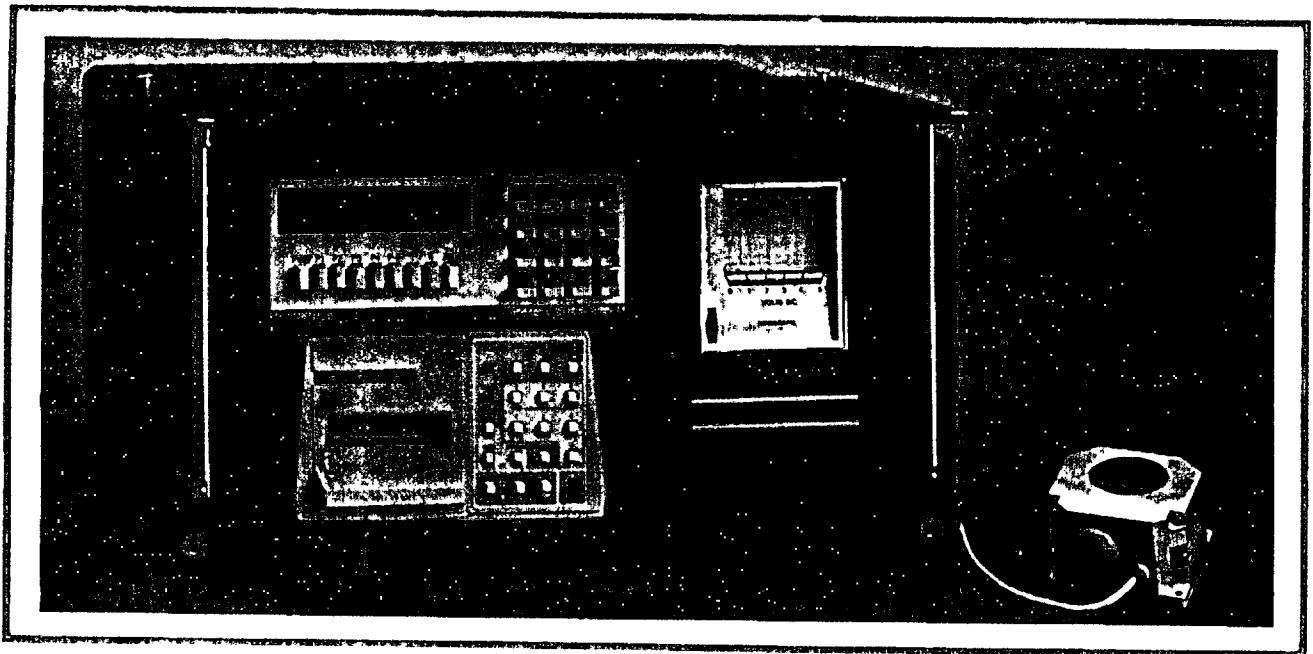
The Series 700 DIGIQUARTZ® PRESSURE COMPUTERS have programmable input/output capability. The standard digital output is TTL compatible and directly interfaces with the Fluke 2030-A printer. An eight bit digital to analog converter provides a span programmable analog output on the rear panel. Output options include fixed decimal point BCD, floating decimal point BCD, Binary, and Serial formats. These instruments operate from switch-selectable 115/230 VAC or 10 to 30 VDC.

The variety of high precision pressure transducers combined with the Series 700 DIGIQUARTZ® PRESSURE COMPUTERS provide the users with powerful and versatile transfer pressure standards and laboratory instrumentation with an overall precision better than 0.01%. Meteorologists can monitor barometric pressure with a sensitivity of 0.004 millibar, and oceanographers can directly measure absolute water level by reading out the differential pressure between a depth sensor and a barometric transducer. Special computational functions such as altitude, Mach number, and various update rates are optional. Please contact us to discuss your applications and any special requirements.

46

MODEL 750

DIGIQUARTZ DATA LOGGERS



APPLICATION AREAS

- Portable Pressure Transfer Standards
- Oil, Gas, and Geothermal Well Logging
- Oceanographic Tide Recorder
- Tank Level Inventory Monitor
- Hydroelectric Dam Water Level Systems
- Barometric Pressure Measurements

FEATURES

- Processes up to 8 DIGIQUARTZ PRESSURE TRANSDUCERS
- Programmable Thermal Printer
- Analog Strip Chart Recorder
- AC or DC Operation
- Environmentally Protective Case

The Model 750 DIGIQUARTZ® DATA LOGGER is a microprocessor based system consisting of the Model 700 DIGIQUARTZ® PRESSURE COMPUTER, a programmable thermal printer, and a strip chart analog recorder. These components are contained in a protective case which has front and rear panel doors for storage and access with a side panel door for electrical connections. The Model 750 is also available for installation in a standard rack mount.

The DIGIQUARTZ® DATA LOGGER interfaces up to eight DIGIQUARTZ® PRESSURE TRANSDUCERS or DEPTH SENSORS providing a linearized output in the engineering units of your choice. The large six-digit readout updates in a fraction of a second with the computed pressures, pressure differentials, pressure ratios, or unprocessed period outputs. The digital outputs can also be recorded by the thermal printer which has a programmable interval from 1 second to 99 hours and elapsed or real time printout.

A strip chart recorder is included to display and record analog information. The scaling of the analog output is programmable from the front panel. A variety of chart speeds and choice of AC or DC operation are available.

Application areas include laboratory usage as transfer pressure standards, windtunnel instrumentation, and engine test stand measurements, as well as field monitoring of barometric pressure, ocean tides and the logging of oil, gas, and geothermal wells.

Please contact Paroscientific, Inc., for additional information and to discuss your specific requirements.

Paroscientific, Inc.

4500 - 148th Ave NE, Redmond, WA 98052

Telephone (206) 883 8700

Telex No. 152001 (PARO BEMM)

47

PAROSCIENTIFIC, INC.
 4500-148th Avenue N. E.
 Redmond, Washington 98052
 Telephone (206) 883-8700

REDMOND, WASHINGTON 98052
 PHONE (206) 883-8700

DIGIQUARTZ[®] PRESSURE TRANSDUCERS

FEATURES

- DIGITAL-TYPE OUTPUT
- LOW POWER CONSUMPTION
- SMALL SIZE AND WEIGHT
- PRESSURE STANDARD ACCURACY
- HIGHLY STABLE AND RELIABLE
- INSENSITIVE TO ENVIRONMENTAL FACTORS

APPLICATION AREAS

- METEOROLOGY
- OCEANOGRAPHY
- AIR DATA SYSTEMS
- JET ENGINE TESTING
- PROPULSION CONTROL SYSTEMS
- WINDTUNNEL INSTRUMENTATION
- TRANSFER PRESSURE STANDARDS
- ENVIRONMENTAL AND LABORATORY STUDIES



The DIGIQUARTZ PRESSURE TRANSDUCERS represent a significant advance* in the pressure instrumentation field. Overall precision is better than 0.01% maintained under difficult environmental conditions. Other characteristics include high stability, reliability, low power consumption, and a small, self-contained package. The output signal interfaces easily with counter-timers, telemetry, and digital computer systems.

The remarkable performance is achieved through the use of a special quartz crystal resonator whose frequency of oscillation varies with pressure induced stress. Quartz crystals are used in almost every frequency standard application because of their excellent stability, superior elastic properties, and insensitivity to effects such as temperature.

When installed in the Model 300 Shock Mount, the transducers are capable of withstanding extremely high acceleration, shock, and vibrational loads. These transducers are the key sensing elements in a series of highly sensitive and accurate submersible water level gauges called the DIGIQUARTZ DEPTH SENSORS.

Additional technical and descriptive information is available in our technical brochures: "Precision Digital Pressure Transducer" and "Digital Quartz Transducers for Absolute Pressure Measurements".

DESIGNATION*

RANGE

Model 215-D	0 to 15 psid (0.1 MPa)
Model 230-D	0 to 30 psid (0.2 MPa)
Model 215-A	0 to 15 psia (0.1 MPa)
Model 230-A	0 to 30 psia (0.2 MPa)
Model 245-A	0 to 45 psia (0.3 MPa)
Model 2100-A	0 to 100 psia (0.7 MPa)
Model 2200-A	0 to 200 psia (1.4 MPa)
Model 2300-A	0 to 300 psia (2.1 MPa)
Model 2400-A	0 to 400 psia (2.8 MPa)
Model 2900-A	0 to 900 psia (6.2 MPa)

SPECIFICATIONS

Repeatability	0.005%
Hysteresis	0.005%
Null Stability (6 months)	0.008%
Temperature Null Shift	0.0004%/°F (0.0007%/°C)
Temperature Span Shift	0.0026%/°F (0.0047%/°C)
Acceleration Sensitivity	0.0008%/G
Vibration Sensitivity	Negligible
Excitation Voltage Sensitivity	Negligible

CHARACTERISTICS

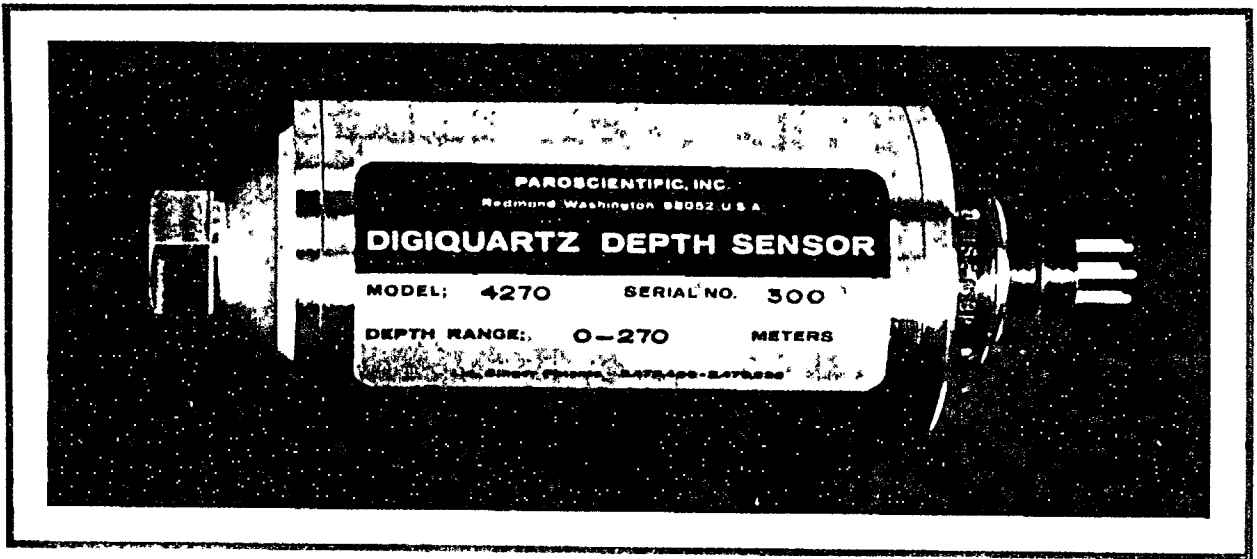
Nominal Frequency Excursion (Zero to Full Scale) (Most Models)	40 KHz to 36 KHz
Operational Temperature Range	-65°F to 225°F (-54°C to 107°C)
Operational Vibration Spectrum	MIL-E-5400-III
Power Requirements	6V, 0.001A
Size	0.89 x 1.56 x 1.56 in. (2.26 x 3.97 x 3.97 cm)
Weight	0.6 ounces (0.17 Kg)

*Add-002 to Model Number to replace electrical connector with three wire configuration.

Swagelok pneumatic fitting 200-1-2 is standard; Flared AN and other type fittings available upon request.

Licensed under The Singer Company, U.S. Patents #3,470,400 and 3,479,536. Other patents pending. Specifications subject to change without notice.

® Registered Trademark of Paroscientific, Inc.

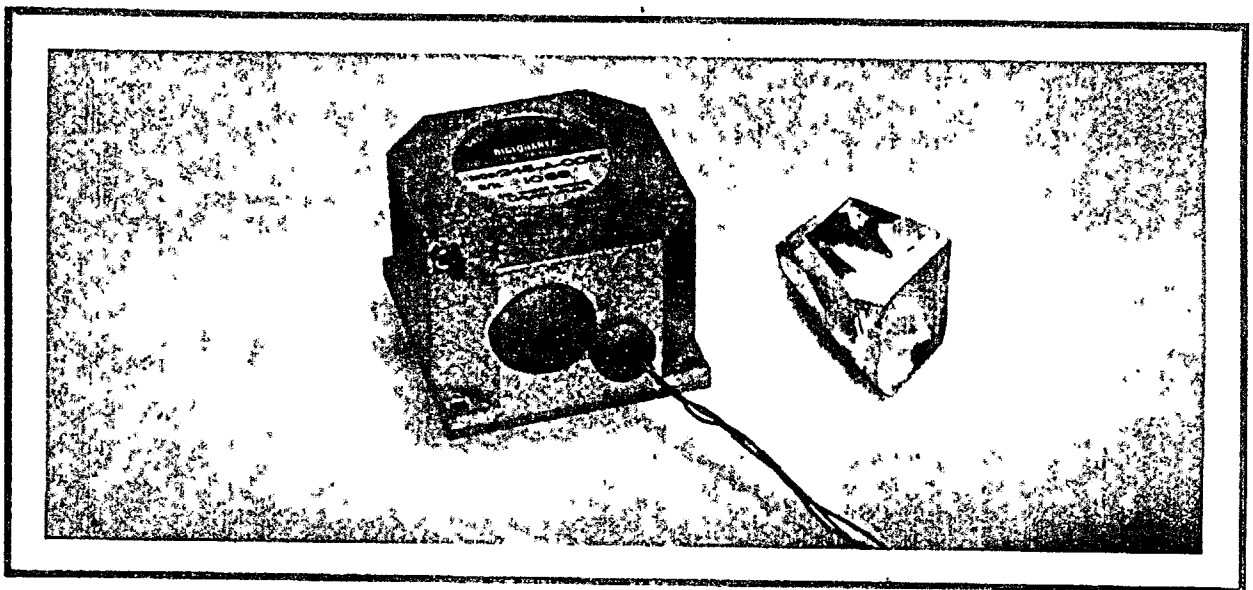


High performance water level sensors have been developed based on the existing series of quartz crystal pressure transducers. The DIGIQUARTZ DEPTH SENSORS have a sensitivity of less than a millimeter of water at depths of hundreds of meters. These sensors are well suited for oceanographic applications because of their high accuracy, digital-type output, low power consumption, and insensitivity to environmental errors.

The sensor consists of a hermetically sealed pressure case, fabricated from 316 stainless steel, which houses a pressure transducer in a protective shock mount. The transducer is wired internally to the depth sensor's underwater connector. Pressure inputs may be transmitted either through the pressure port or by total submersion of the depth sensor. The pressure communicates with the transducer input through an internal, flexible, oil filled line.

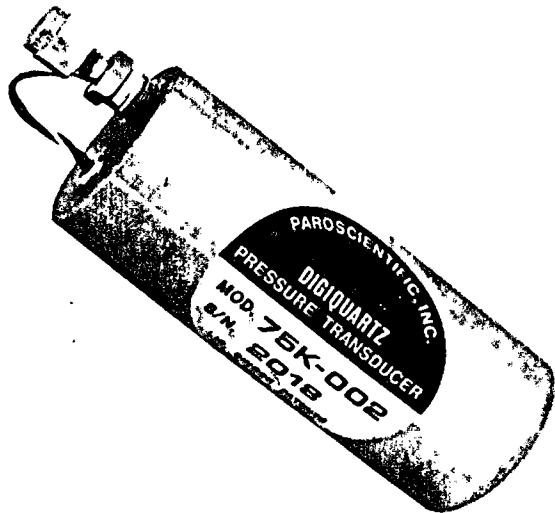
The depth sensors may be used for real-time data acquisition or in logging systems in which hydrostatic pressure is recorded digitally on magnetic tape. Application areas include tidal and sea slope measurements, monitoring of reservoir, lake, and river levels, as well as tsunami, wave, and seiche studies.

DIGIQUARTZ DEPTH SENSOR Model:	4060	4130	4200	4270	4600
Depth Range (Meters of Water):	0 to 60	0 to 130	0 to 200	0 to 270	0 to 600



The Model 300 Shock Mounts are protective enclosures for the DIGIQUARTZ PRESSURE TRANSDUCERS. Extremely high acceleration, vibration, and shock loads can be sustained without damage or change in calibration. Please specify the Model 300-A Shock Mount for use with all absolute pressure transducers. Specify the Model 300-D for differential pressure transducers.

DIGIQUARTZ[®] PRESSURE TRANSDUCERS



FEATURES

- DIGITAL-TYPE OUTPUT
- LOW POWER CONSUMPTION
- SMALL SIZE AND WEIGHT
- PRESSURE STANDARD ACCURACY
- HIGHLY STABLE AND RELIABLE
- INSENSITIVE TO ENVIRONMENTAL FACTORS

PRESSURE RANGE

- MODEL 73K 3,000 psia
- MODEL 75K 5,000 psia

The DIGIQUARTZ[®] HIGH PRESSURE TRANSDUCERS accurately measure pressures up to 5,000 psia (34 MPa). Because of the relative insensitivity of this device to environmental effects, accurate pressure measurements can be made in-site under normally adverse conditions.

Size and performance were primary considerations in the development of these products which are specifically designed for use in oil well, gas well, and geothermal pressure measurement systems, as well as a variety of oceanographic applications. The small diameter cylindrical configuration is particularly well suited for many remote high pressure measurements.

The remarkable performance of this transducer is achieved through the use of a special quartz crystal resonator whose oscillation frequency varies with the stress induced by the applied pressure. Quartz crystals, which have excellent stability and elastic properties, are used in almost every frequency application which requires high accuracy and stability. Because of these desirable properties, the quartz crystal resonator provides a superior method of pressure measurement which is insensitive to temperature effects.

SPECIFICATIONS

REPEATABILITY	0.02% FULL SCALE
HYSTERESIS	0.02% FULL SCALE
ACCELERATION SENSITIVITY	0.0008% FULL SCALE/G
TEMPERATURE NULL SHIFT	0.004% FULL SCALE/° F (0.0075%/° C)
(Average deviation over 100° F excursion about turn-around point)	
TEMPERATURE SENSITIVITY SHIFT	0.004%/° F (0.0075%/° C)

CHARACTERISTICS

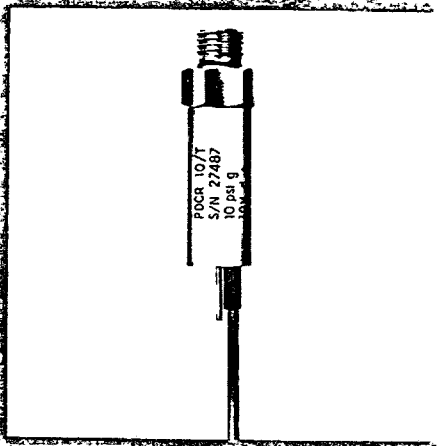
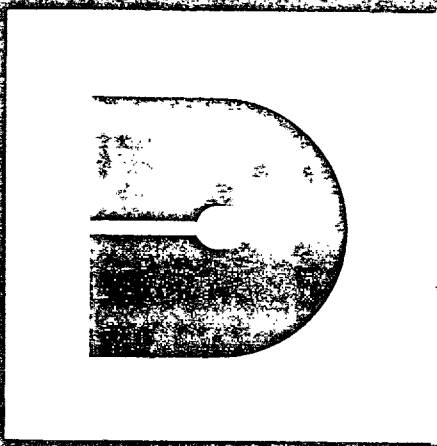
NOMINAL FREQUENCY EXCURSION40 to 36 KHZ (0 TO FULL SCALE)
SIZE (EXCLUDING FITTINGS)	1.150 x 3.144 INCHES (2.92 x 7.99 cm)
WEIGHT	8 OUNCES (0.23 Kgm)
SUPPLY VOLTAGE	+6 TO +35 VOLTS

ENVIRONMENTAL

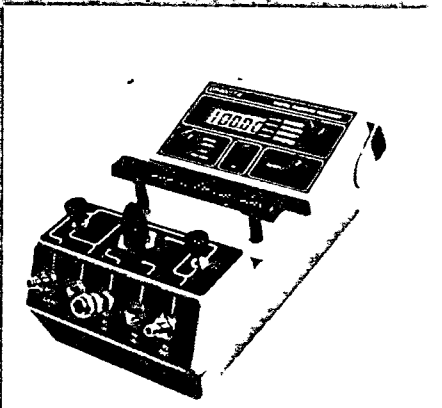
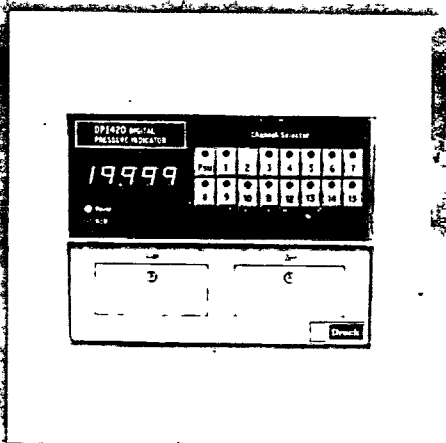
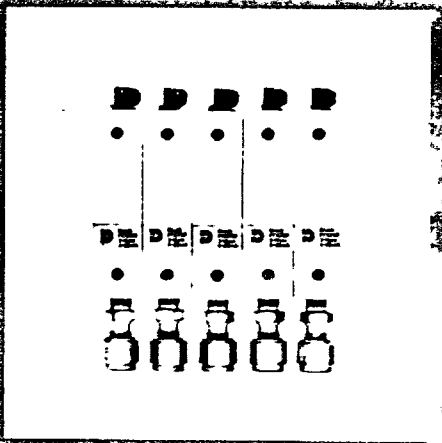
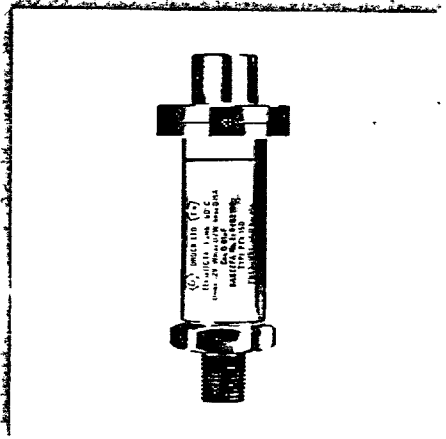
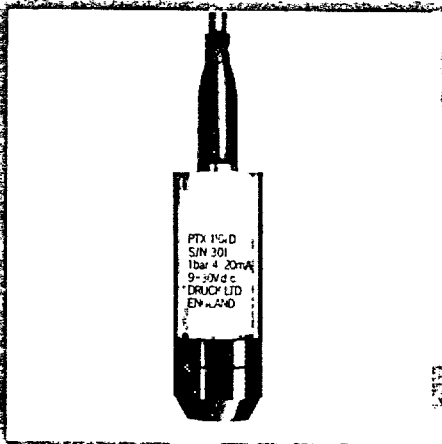
OVERPRESSURE	1.2 x FULL SCALE
OPERATIONAL TEMPERATURE RANGE	65° F TO +225° F (-54° C TO +107° C)

Licensed under The Singer Company, U.S. Patents #3,470,400 and 3,479,536. Other patents pending. Specifications subject to change without notice.

• Registered Trademark of Paroscientific, Inc.

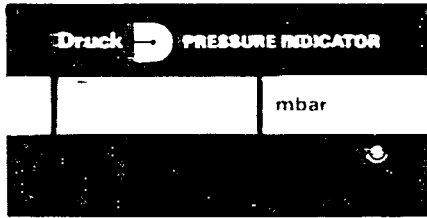


Druck PRESSURE MEASUREMENT

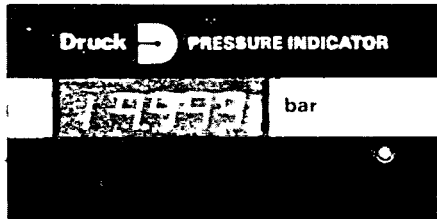


Product
guide

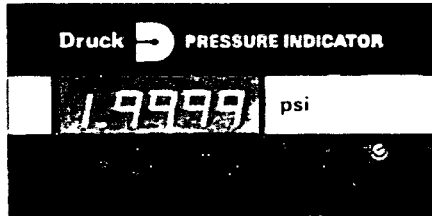
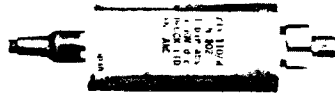
DIGITAL PRESSURE INDICATORS



DPI 200 with remote transducer

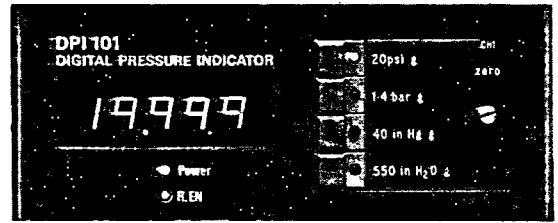


DPI 220 with remote transmitter

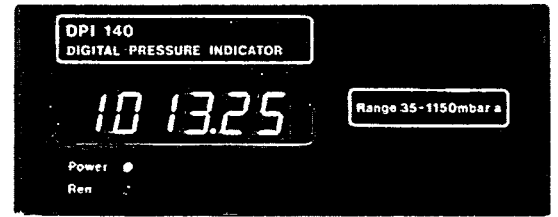


DPI 203/DPI 250

The DPI 101, 201, 203 & 250 indicators can be used with any Druck pressure transducer, extending the measurement range to coincide with the transducer specification. e.g. 0/700 bar g, 0/135 bar sg and 0/35 bar d.



DPI 101



DPI 140

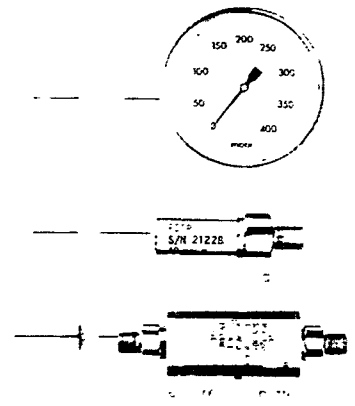
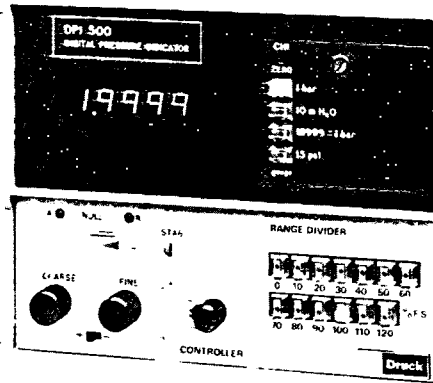
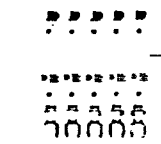
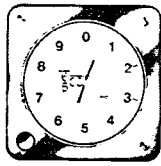
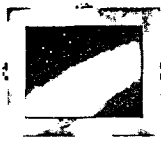
SPECIFICATION	DPI 100	DPI 140	DPI 201	DPI 203/250	DPI 220
Pressure range, integral transducer	0/75mb to 0/135 b g 0/10b to 0/135 b sg 0/75mb to 0/35 b d 0/175mb to 0/35 b wet/wet d Max. line pressure 35 b 0/1 b to 0/35 b a (air) Barometric range	0/1150mb a 0/3.5 b a Barometric range Altitude version	0/75mb to 0/135 b g 0/10b to 0/135 b sg 0/75mb to 0/10 b d Max. line pressure 10 b 0/350mb to 0/35 b a (air) Barometric range	0/75mb to 0/135 b g 0/10 b to 0/135 b sg 0/75mb to 0/10 b d Max. line pressure 10 b 0/350mb to 0/35 b a (air) Barometric range	0/75mb to 0/135 b g 0/10 b to 0/500 b sg 0/75mb to 0/35 b d Max. line pressure 35 b 0/350mb to 0/500 b a N.B. DPI 220 can only be used with remote transmitters.
Output	±19999 ±99999 available	999999	±1999	±19999	±19999
Resolution	0.005% F.S. max.	0.01mb	0.05% F.S. max.	0.005% F.S. max.	0.005% F.S. max.
Accuracy	±0.04% F.S. to 35 b <i>Better possible</i>	±0.02% of reading ±0.01% F.S.	±0.1% F.S. to 35 b ±0.06% F.S. available	±0.1% F.S. to 35 b (DPI 203) ±0.05% F.S. to 35 b (DPI 250)	±0.1% F.S. to 35 b ±0.06% F.S. available
Power supplies	110 or 240V, 50-400Hz	110 or 240V, 50-400Hz	240V, 50Hz	240V, 50Hz	240V, 50Hz
Options					
BCD output	●		●	●	●
Analogue output	●		●	●	●
Suppressed zero			●	●	●
Current output (4-20mA)			●	●	●
Trip level output			●		
Remote indicator	●		●	●	●
Power supplies	Int. batteries 12V d.c.		110V, 50-400Hz 12V d.c.	110V, 50-400Hz 12V d.c.	110V, 50-400Hz 12V d.c.
Vent facility	●				
Panel mounting	●	●	●	●	●
Peak reading	●		●		
IEEE 488 Interface	●	●		●	
RS232		●			

PRESSURE CONTROLLERS & CALIBRATORS

The DPI 500 digital pressure instrument measures, indicates and controls pressures in any specified units, has a full scale of 19999 and an accuracy of 0.04% full scale.

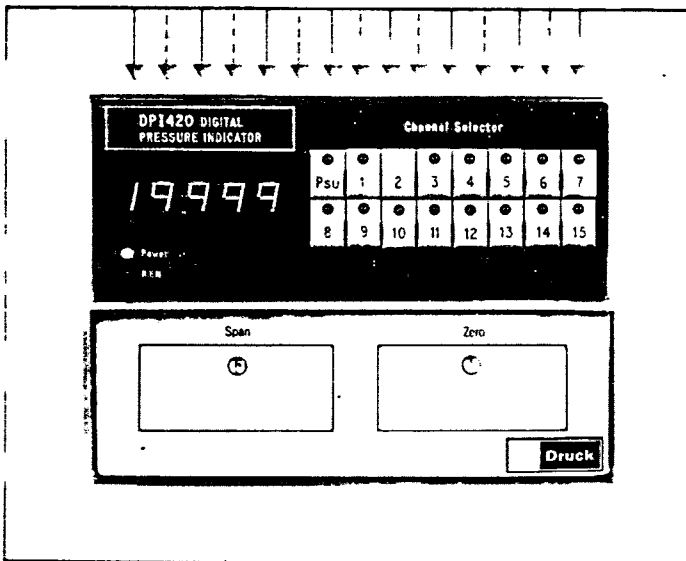
It can be used as a Transfer Standard and by simply using a low cost high accuracy single point primary standard in the form of a deadweight calibrator traceability to National Standards is assured.

To provide a wider dynamic range and improve accuracy at lower scale settings a dual range version is available.



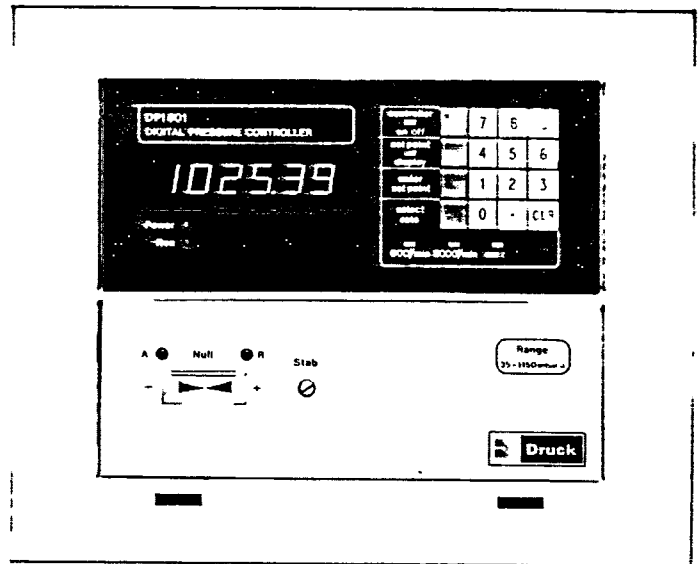
Pressure ranges	0/75mbar to 0/35 bar g 0/350mbar to 0/35 bar a <i>Differential versions available</i>
Full scale	± 19999 ± 39999 available
Resolution	0.005% F.S. max.
Accuracy	±0.04% F.S. to 35 bar

Input:	Source supply pressure Vacuum pump Remote control TTL logic levels 0-2V d.c. signal Computer compatible 110/240V, 50-400Hz	Output:	Controlled pressure Controller stability 0.004% F.S. per day Remote sense port Analogue output Parallel BCD output Will 'feed' leaks
--------	--	---------	--



MULTICHANNEL INDICATOR DPI 420

Pressure ranges:	0/75mb to 0/700 b g 0/10 to 0/135 b sg 0/75mb to 0/35 b wet/dry d 0/175mb to 0/35 b wet/wet d Maximum line pressure 35 b 0/350mb to 0/35 b a
Channels	7 or 15 Remotely addressable
Readout	±19999
Resolution	0.005% F.S. max.
Accuracy	±0.1% F.S. to 35 bar ±0.06% F.S. available
Power supplies	110 or 240V, 50-400Hz
Options	BCD output, analogue output, external 12V d.c., IEEE interface, panel mounting

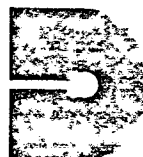


DPI 501

The DPI 501 instrument has a range of 1150mbar controlling pressures to an accuracy better than 0.15mbar averaged anywhere over the range.



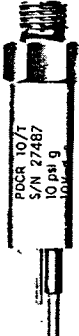
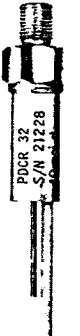


Pressure range	35 to 1150mbar a <i>Other ranges available</i>
Resolution	0.01mbar
Accuracy	±0.017% of reading ±0.056mbar. This figure includes calibration traceability, temperature effects 10° to 30°C, linearity, hysteresis and repeatability.

Agent

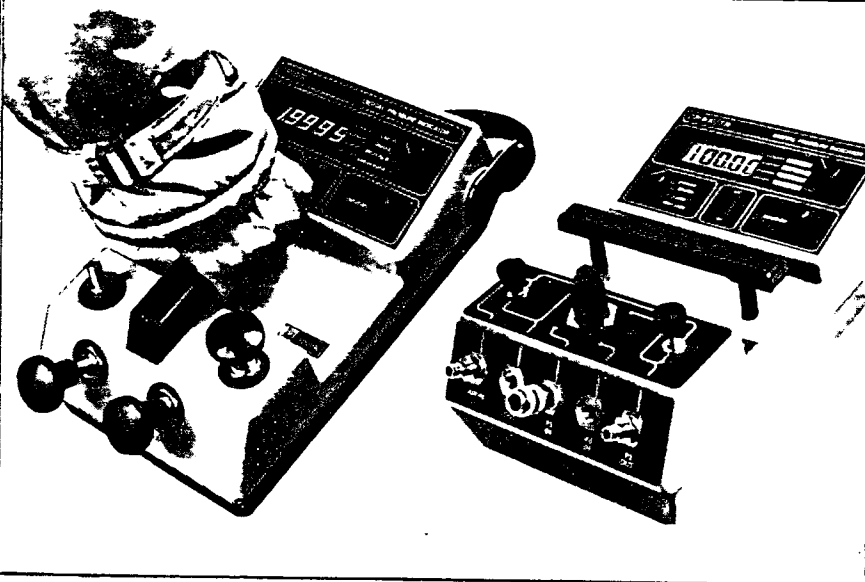


Druck Limited

Fir Tree Lane, Groby,
Leicestershire LE6 0FH, ENGLAND.
Telephone: Leicester (0533) 878551
Telex: 341743

Depth/Level	Pore water	Aerospace			Integral Electronics
					
PDCR 10/D*	PDCR 81	PDCR 10/T*	PDCR 32	PDCR 22	PDCR 135/A
0/70mbar to 0/135 bar g 0/10 to 0/135 bar sg	0/75mbar to 0/35 bar g	0/70mbar to 0/135 bar g 0/10 to 0/135 bar sg 0/350mbar to 0/35 bar a	0/75mbar to 0/35 bar g 0/75mbar to 0/35 bar d <i>'d' side use for ref. only</i>	0/75mbar to 0/35 bar g 0/75mbar to 0/35 bar d <i>'d' side use for ref. only</i>	0/70mbar to 0/135 bar g 0/350mbar to 0/35 bar a
4 x typical	3 x typical	4 x typical	4 x typical +ve 2 bar maximum -ve	4 x typical +ve 2 bar maximum -ve	4 x typical
10V	5V	10V	12V d.c. regulated	12V d.c. regulated	+15, 0, -15V d.c.
100mV	75mV	100mV	75mV	75mV	5V
±0.1% B.S.L. to 60 bar ±0.0% B.S.L. available	±0.2% B.S.L. to 35 bar	±0.1% B.S.L. to 60 bar ±0.06% B.S.L. available	±0.06% B.S.L. to 35 bar ±0.04% B.S.L. available	±0.06% B.S.L. to 35 bar ±0.04% B.S.L. available	±0.1% B.S.L. to 60 bar ±0.05% B.S.L. available
-20° to +80°C	-20° to +120°C	-25° to +125°C	-20° to +120°C	-40° to +80°C	-40° to +80°C
±0.3%; -2° to +30°C		±0.5%, ±1.5% as PDCR 10 ±2.5%, -25° to +125°C -40° to +150°C available	Any 50° or 100°C band	10° to 40°C	±0.5%, 0° to 50°C ±1.5%, -20° to +80°C
	0.05% F.S.O./°C 0.2% F.S.O./°C typical		0.02% F.S.O./°C 0.02% of reading/°C	0.02% F.S.O./°C 0.02% of reading/°C	
Most common fluids	Most common fluids	Most common fluids Dry gas for absolute	Most common fluids +ve Dry gas -ve	Most common fluids +ve Dry gas -ve	Most common fluids Dry gas for absolute

PORTABLE CALIBRATORS



DPI 600

The DPI 600 is a rugged portable battery-powered pressure indicator and calibrator for use in areas remote from mains power where pressure instrumentation is to be serviced and calibrated.

Pressure ranges	0/75mb to 0/70 b g 0/75mb to 0/10 b wet/dry d 0/350mb to 0/35 b a (air)
Readout	LCD ±19999
Accuracy	±0.1% F.S. to 35 b
Electrical scales	200V, 2V & 200mA d.c.
Options	Hand-pump, volume adjuster, release valve & rechargeable batteries.

Baseefa certified to EEx ib gas group IIC with a T4 rating to BS5501 and Cenelec EN 5020

DPI 600/TR

The DPI 600/TR version is available offering twin-pressure regulators. This enables two external pressures to be set up from an external supply for calibration work.

Pressure ranges	0/350mb to 0/7 b g
Output pressure	10 b maximum
Regulated output	7 b maximum
Readout	LCD ±19999
Accuracy	±0.1% F.S. for all ranges
Electrical scales	200V, 2V & 200mA d.c.

Baseefa certified to EEx ib gas group IIC with a T4 rating to BS5501 and Cenelec EN 5020

POCKET GAUGE

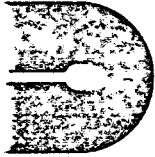


DPI 700

The Druck DPI 700 is a low-cost battery-powered portable LCD digital pressure indicator. A carrying case is supplied which also provides stowage for pressure hose and fitting.

Pressure ranges	0/200mb, 0/2 b and 0/20 b g 0/2 psi, 0/20 psi and 0/200 psi g
Readout	LCD ±1999
Resolution	±0.05% F.S.
Accuracy	±0.15% F.S. for all ranges
Power supply	PP39V cell

Baseefa certification pending



Druck

**PRECISION DIGITAL
PRESSURE INDICATOR**

Type DPI 140

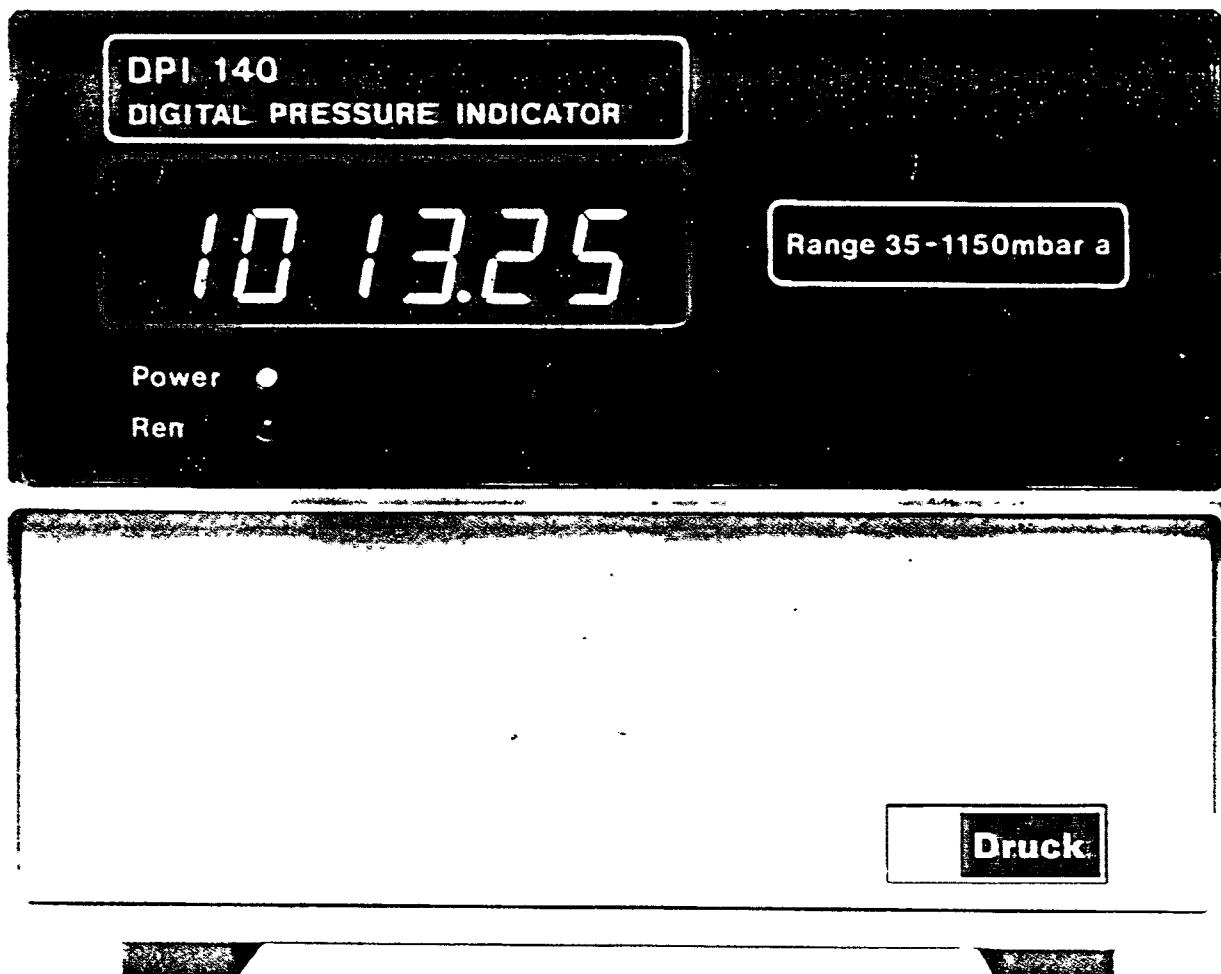
Transfer standard accuracy
 $0.02\% \text{ reading} \pm 0.01\% \text{ F.S.}$

Versatile scaling

RS 232/IEEE 488 outputs

Solid state rugged construction

DIN standard case



The DPI 140 precision digital pressure indicator utilises a vibrating cylinder pressure sensor to provide absolute pressure readout between 0 and 3.5 bar absolute.

This sensor has been used in the Druck DPI 501 controller and has proven to be an exceptionally stable and accurate device.

The DPI 140 provides a potential for a 999999 display dependent upon the specified scale values. Accuracy of the displayed value is better than 0.02% of reading $\pm 0.01\%$ F.S. down to 35mbar absolute.

Housed in a small lightweight portable case to DIN standard 43700 the instrument is extremely rugged and easily moved to different locations where precise pressures are to be monitored.

Pressure connection is via the rear panel and the instrument can be supplied for panel mounting if required.

The DPI 140 is supplied as standard with an RS 232 data interface and as an option the IEEE 488 interface can also be provided.

A further option available enables the instrument to display non linear pressure parameters such as feet or metres altitude. Front panel selection is provided so that either pressure or altitude can be displayed and this can also be controlled via the IEEE 488 interface if fitted.

An automatic calibration mode is also available on the DPI 140 which enables the user to update the instrument calibration as required. This is carried out by applying high accuracy pressures which are used by the internal micro-processor to perform a least squares fit to recalibrate the internal sensor.

DIGITAL INDICATOR SPECIFICATION

35-1150mbar absolute
barometric version 800-1150mbar absolute
3.5 bar absolute.

For gauge pressure measurements please refer to the manufacturer.

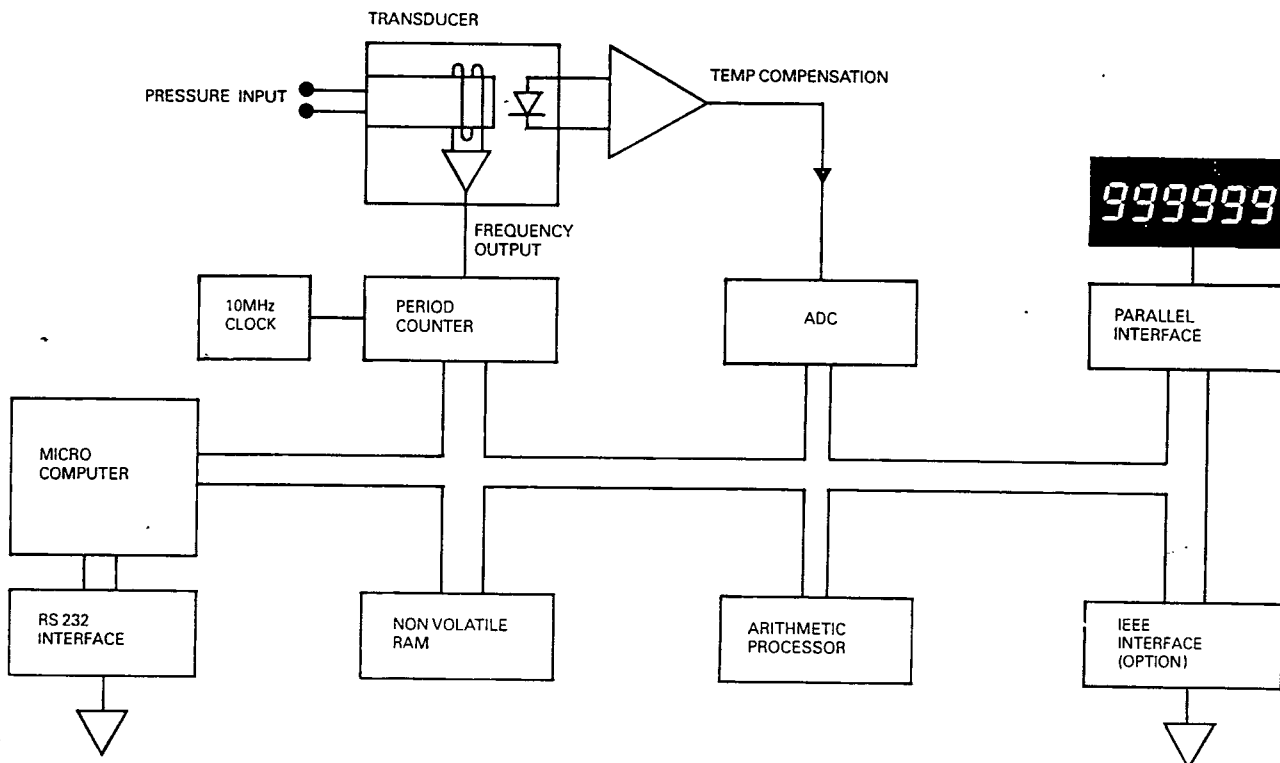
bar, kPa, psi, insHg and mmHg
To be specified on order
Non-linear functions e.g. altitude in feet or metres also possible.

Display capability 0 to 999999
e.g. 1 bar absolute version resolution 0.01 mbar.

Including temperature effects over the range 10°-30°C, non-linearity, hysteresis and repeatability:-
 $\pm 0.02\%$ of reading $\pm 0.01\%$ F.S.
Barometric version ± 0.15 mbar between 800 and 1150mbar absolute.

Over 12 months period stability will hold within 0.005% of full scale as a typical value.

3 \times rated pressure will cause negligible calibration change.



Dry air.

G1/8 (female) port
1/4" tube adaptors are available.

Operating temperature range

0-50°C standard
This temperature range can be extended.

Calibration temperature range

10°-30°C.

14mm seven segment LED 6 digits.

110V or 220V switch selectable on the rear panel.
50-400Hz supply 30VA maximum.

Response

1 second on digital display.

Position effect

Negligible.

3Kg nominal.

192mm (wide) × 144mm (high) × 250mm (deep).
Panel mounting facilities available.

Standard communication

RS 232 V24 serial communication (ASCII) with X ON/X OFF and hardware handshaking baud rate selectable 110-960 baud.

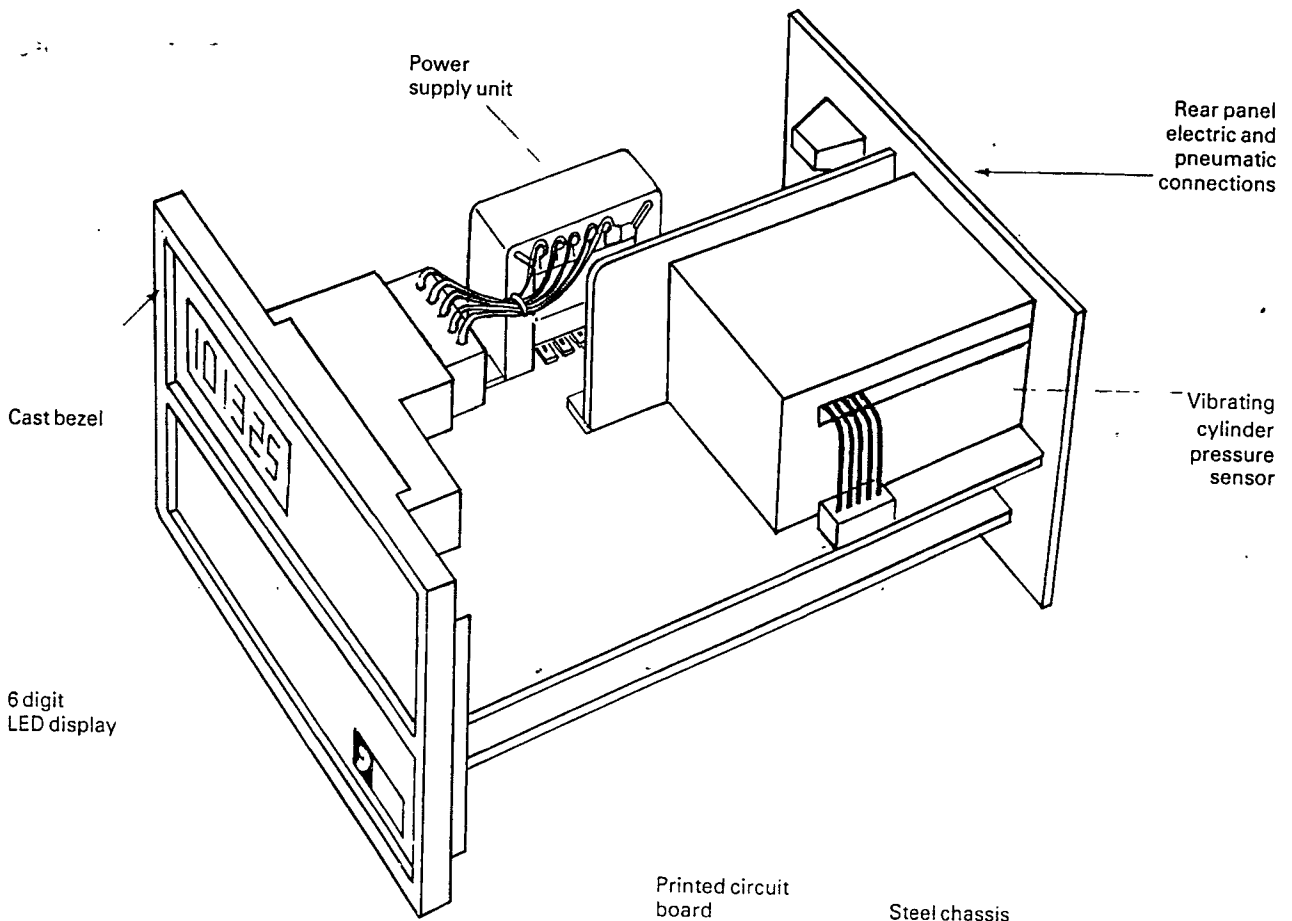
Printer mode — transmits every reading
Computer mode — transmits on demand.

Automatic calibration mode

For automatic calibration mode any standard ASCII terminal is connected to the RS 232 port. With calibration pressures applied the DPI 140 reads these pressure values and uses them to perform a least squares straight line fit resulting in new correction constants for the sensor.

The user can elect to accept the new data or reject. If accepted the calibration is automatically updated. Revision to original factory figures is possible if required.

Instruments manufactured by Druck Limited are calibrated against precision pressure calibration equipment which is traceable to the U.K. National Physical Laboratory.



OPTIONS

A) IEEE 488

Computer compatible interface for data transmission.
Address selectable.

B) Altitude display

Direct readout of altitude in feet or metres computed internally from the current pressure value based on ICAO law.

C) Panel mounting

186mm x 138mm panel cut out.
Mounting bracket provided.

Accessories

Mains connector, five point calibration chart and instruction manual supplied with instrument.

Ordering information

Please state the following:-

1. Type number
2. Pressure range
3. Scaling
4. Power supply
5. Options

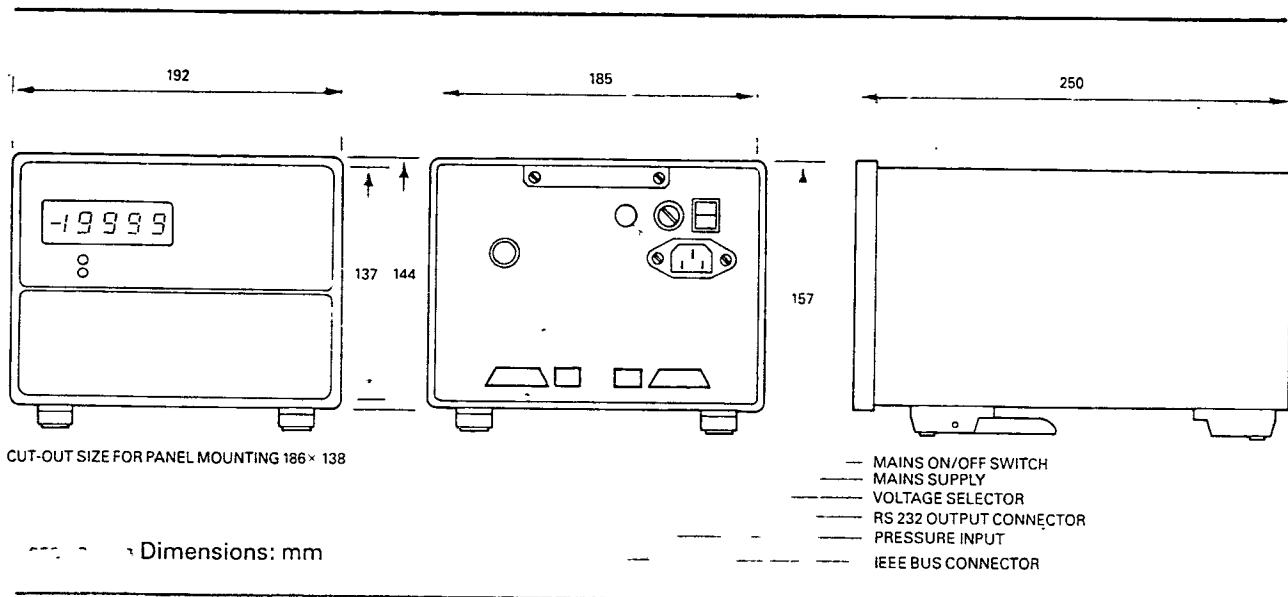
For non standard requirements please specify in detail.

Continuing development sometimes necessitates specification changes without notice.

Other digital instruments

- DPI 101 203 Pressure Indicator
- DPI 250 Precision Pressure Indicator
- DPI 420 Multichannel Pressure Indicator
- DPI 500 Pressure Controller

DPI 700 Pressure Indicator Pressure Gauge



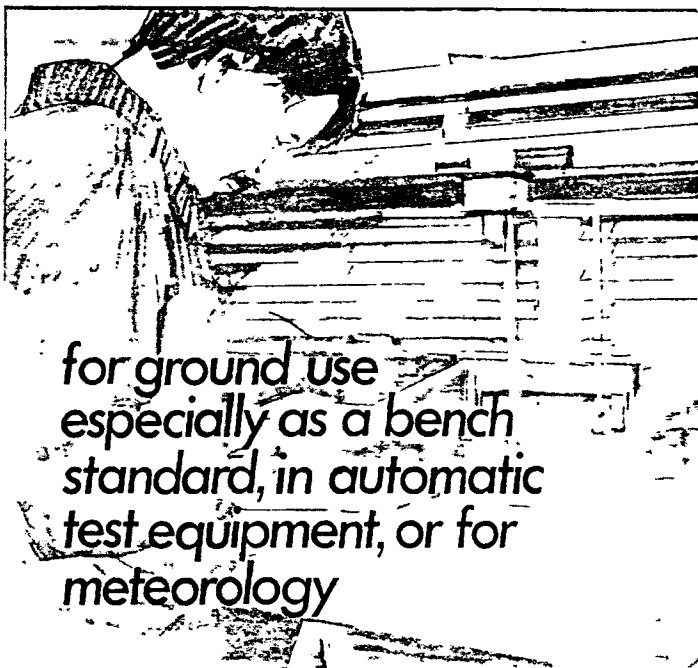
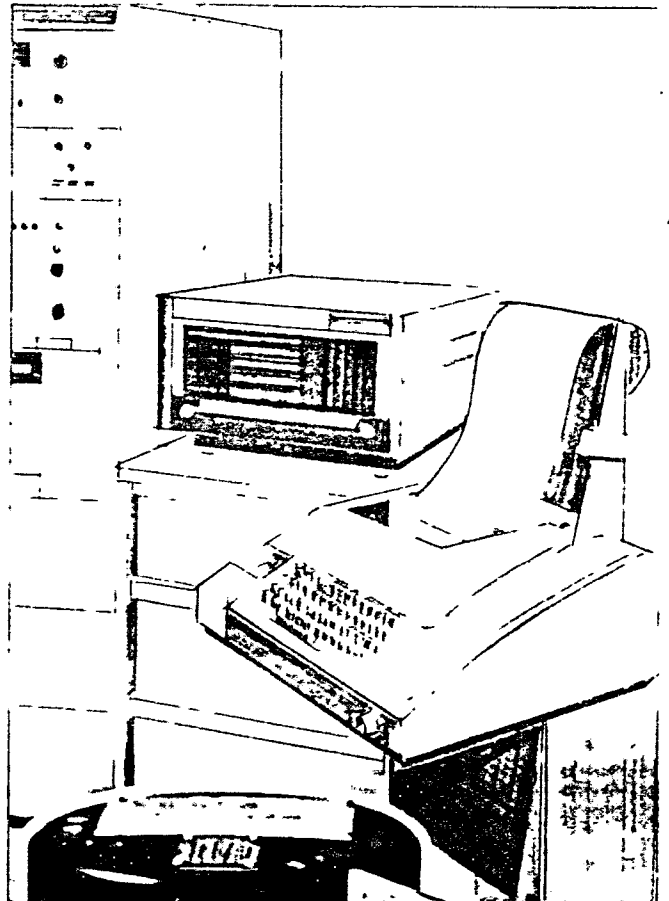
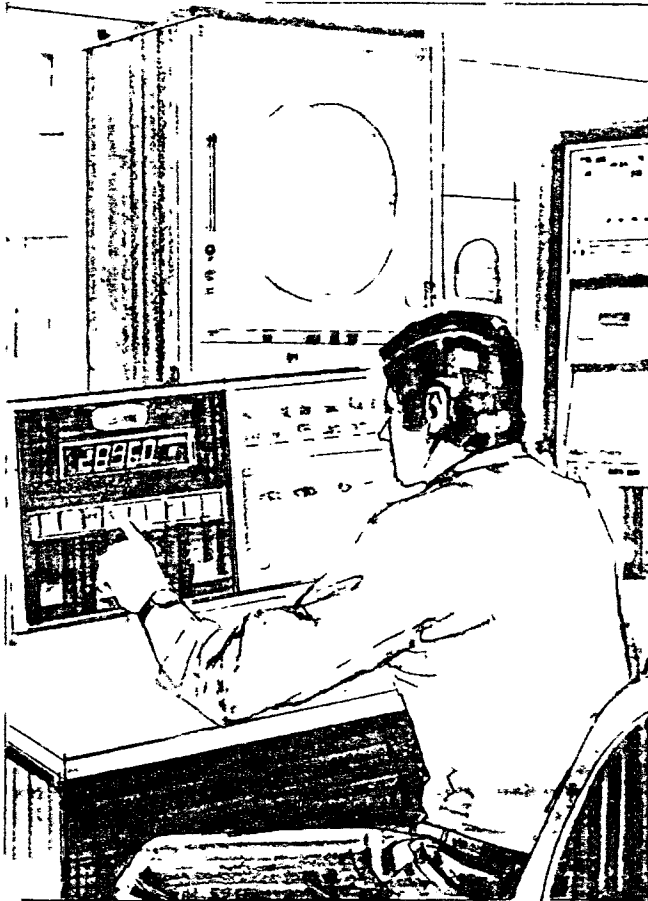
Fir Tree Lane, Groby,
Leicestershire LE6 0FH, England.
Telephone: Leicester (0533) 878551
Telex: 341743

Schlumberger

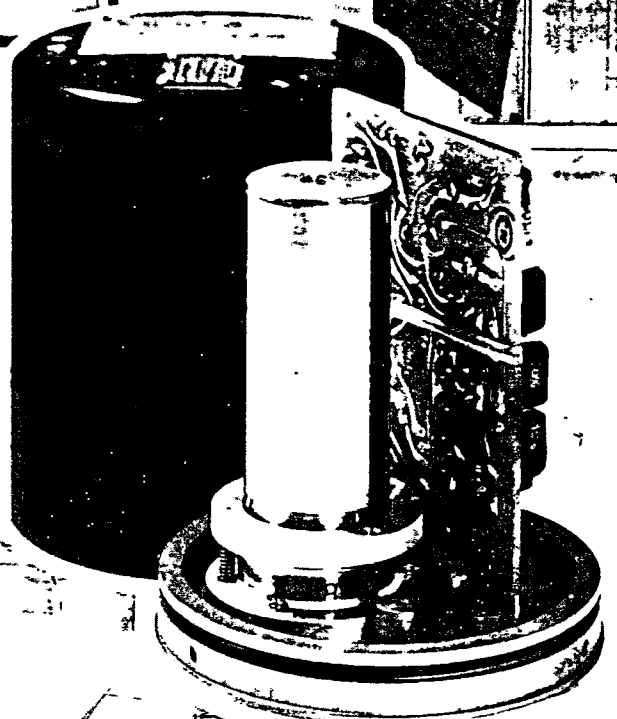
Vibrating Cylinder Pressure Transducer Type NT 3085

Product Data

A High Accuracy, Extremely Stable, Frequency Output Gas Pressure Transducer



*for ground use
especially as a bench
standard, in automatic
test equipment, or for
meteorology*



Performance

Pressure Ranges

- A. 0.5 – 32 inches Hg (1.7 to 108kN/m²)
- B. 1.0 – 100 inches Hg (3.4 to 338kN/m²)

These ranges represent the pressure changes which will cause approximately 20% change in frequency, each for a particular wall thickness.

By producing cylinders with other wall thicknesses other pressure ranges can be provided.

Over Pressure

Up to 3 times full scale without causing a deviation from specification when operated over the nominal range.

Up to 5 times full scale without causing damage to the transducer.

Resolution

Infinite.

In practice resolution depends upon the clock frequency and the number of cycles of the output signal of the transducer used to count the clock pulses. For example, a 10MHz clock counted over 1000 cycles of a 5kHz output gives a resolution of 1 in 2×10^6 in time period, which is equivalent to 1 in 4×10^5 of pressure range where the frequency change over the range is around 20%. (See "output signal" section below for more exact details).

Hysteresis and Repeatability

- Range A. Error less than ± 0.001 inches Hg $\sim 3.3 P_0$
- Range B. Error less than ± 0.003 inches Hg $10 P_0$

Long Term Stability (6 months)

- Range A. Error less than ± 0.016 inches Hg $\pm 5 P_0$
- Range B. Error less than ± 0.050 inches Hg $\pm 15 P_0$

Current development work suggests that long term stability is capable of further improvement but these are worst case figures at this time.

Operating Temperature Range

0°C to +55°C without deviation from specification.

Temperature Sensor

Unless the transducer is to be used in a temperature controlled environment a temperature sensor is fitted to enable the effect of gas density changes with temperature to be reduced to a negligible level.

The temperature sensor is usually a simple analogue device such as a copper coil or a silicon diode; but, where the Solartron signal conditioning package type 3089 is used, the sensor is a quartz crystal.

Density effect due to temperature is small and is also stable and repeatable for a particular gas. For air the effect is typically $\pm 0.01\%$ of pressure per °C and therefore a fairly crude temperature measurement is all that is necessary.

Dynamic Response

Flat to within 3dB over the range 0 to 25Hz with an integral 57 micron air filter.

Output Signal

Range A.

Output for zero pressure at 25°C (f_0) = 4450Hz ±5%

Output for full scale pressure at 25°C = $f_0 + 17\%$ min.
 $f_0 + 21\%$ max.

Range B.

Output for zero pressure at 25°C (f_0) = 6100Hz ±5%

Output for full scale pressure at 25°C = $f_0 + 14\%$ min.
 $f_0 + 18\%$ max.

The output waveform is a clipped sine wave, TTL compatible.

Logic '1': 4.0V ±0.8V at 1mA source, 1 kΩ max. source impedance.

Logic '0': 0.2V ±0.2V at 5mA sink

Power Supply

22V to 28V d.c. — operational

24V to 28V d.c. — to meet performance specification.

1 watt max. power.

Environmental Capability

Whilst the basic sensing element is exactly similar to that employed in pressure transducers for flight use, the NT3085 is packaged and tested in a different manner.

The packaging takes into account the different needs of ground based equipment, where size and weight have less importance, but where some form of protective cover for the sensor and its associated electronics is desirable.

Because the operating environment is considerably less hostile than that applicable to equipment mounted into an all-weather aircraft, the tests and calibrations employed are designed to achieve the highest possible levels of accuracy and repeatability over the narrower operating band. This is particularly important where the transducer is used as a secondary standard, either for bench use or by being built into automatic test equipment, especially where that equipment is being used to check airborne transducers.

Signal Conditioning

The basic output is a frequency signal which relates to pressure in a non-linear fashion but following a smooth curve of the form:

$$p = k_0 + k_1 f + k_2 f^2 + k_3 f^3$$

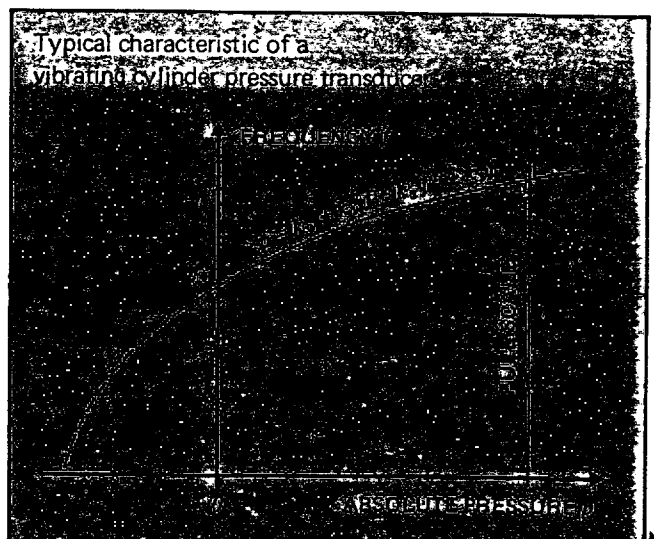
where p = gas pressure

f = output frequency

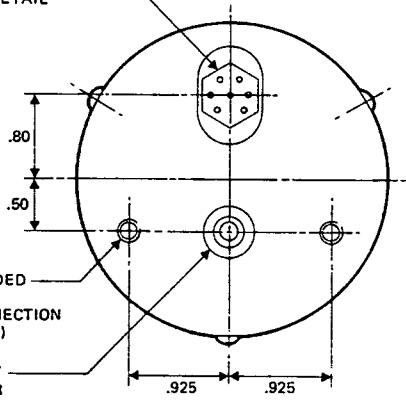
k_0, k_1, k_2, k_3 = calibration constants for each transducer

There is also a temperature signal to enable a density correction to be made (see TDS130 for further details).

Signal conditioning can be carried out in a computer, such as an air data computer, but specially designed circuits are available, (Solartron reference NT3089), to provide a linear binary output in desired engineering units.



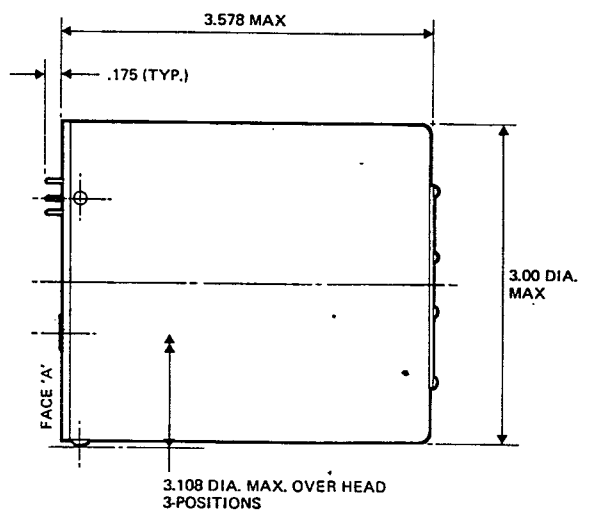
ELECTRICAL CONNECTOR
M.7.P. PLUG
See ENLARGED DETAIL



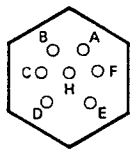
2-HOLES THREADED
8-32 UNC. FOR
MANIFOLD CONNECTION
(.400 DEPTH MAX)

PRESSURE INLET
WITH 57 μ FILTER

WEIGHT:- 0.54 lb
245 gm

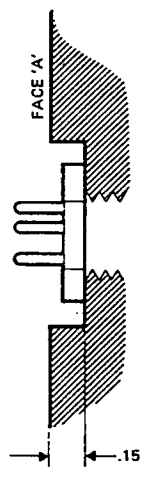


PIN A +VE SUPPLY (24 to 28V dc)
PINS B AND C TEMPERATURE SENSOR
PIN D SIGNAL OUTPUT
PIN E -VE SUPPLY (OV) & SIG. GND.
PIN F SPARE
PIN H CASE GROUND



PINS .040 DIA.

DETAIL OF ELECTRICAL
CONNECTOR



DIMENSIONS IN INCHES



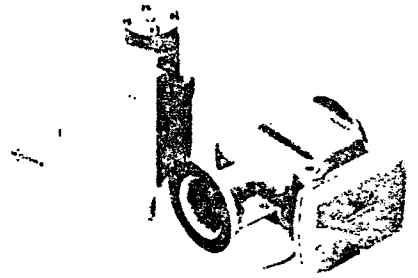
THE SOLARTRON ELECTRONIC GROUP LIMITED
FARNBOROUGH HAMPSHIRE ENGLAND GU14 7PW
TEL. FARNBOROUGH 44433 (STD 0252)
CABLES: SOLARTRON FARNBOROUGH HANTS
TELEX: 85245 SOLARTRON FARNBOROUGH



TC REFERENCE JUNCTION

Model TR44 is an ice point reference for multi-channel thermocouple systems. The process thermocouple probe is terminated in a heated block at a precisely

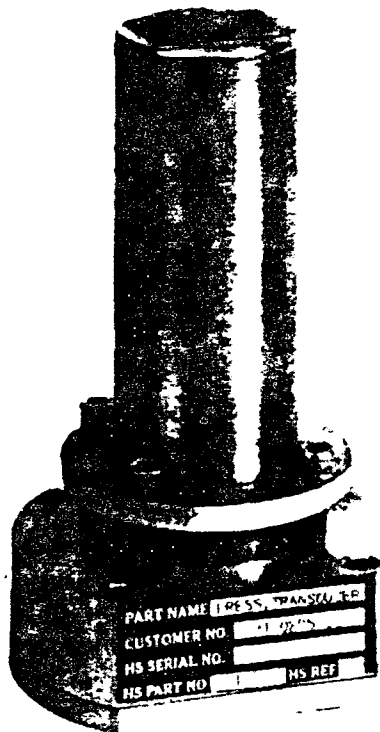
controlled temperature. An internal thermocouple is connected between this first heated block and a second precisely heated block. The temperature of this second heated block is chosen such that the emf generated by the internal thermocouple cancels the emf that would be generated by the process thermocouple probe at 32 F, taking into account that it is actually terminated at the temperature of the first heated block.—Validyne Engineering Corp., Northridge, Calif
ISA Booth 821 **Circle 610**



FLUIDIC FLOWMETER

The SSPH Model 14 is a fluidic oscillator whose frequency is linear with volume flow rate. The oscillations are detected by a flush-mounted sensor and the amplified and conditioned signals provide a digital pulse output for totalizing, and an analog output linear with flow rate. See article, page 56. —Sore Products Co., Spring House, Pa.
ISA Booth 223 **Circle 655**

Now, 0.013% accuracy in a digital pressure transducer.



From aerospace comes Hamilton Standard's digital transducer—with the accuracy you may need for a test stand, lab standard, flow measurement, engine diagnostics, process control. Use it wherever accuracy* is paramount. Where you need reliability and long-term stability. Inherently digital, this transducer is ideal for computer-controlled systems.

Here's how it works: a pressure-sensing cylinder, excited by a magnetic driving circuit, vibrates at its natural frequency. As pressure increases, so does cylinder stiffness and thus frequency—with zero hysteresis.

Choose from models for 0-20 psi, 0-50 psi and 0-250 psi, in a wide variety of configurations.

Hamilton Standard

U
A

*0.013% of full scale on 0-20 psi models.

DIAL FOR DATA

53

PROGRAMMERS AND CONTROLLERS



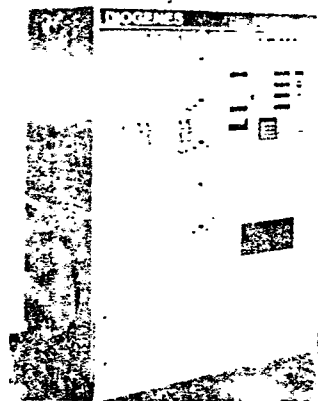
PRIM-CO POINT LEVEL CONTROL

LEVEL CONTROL

The PRIM-CO level controller is available in either the radio frequency or the capacitance types, and for either point or continuous operation. It is claimed that materials which vary in moisture content or tend to create coatings on measuring devices can be controlled without any difficulty. —Indicator Co., Port Huron, Mich.

ISA Booth 470

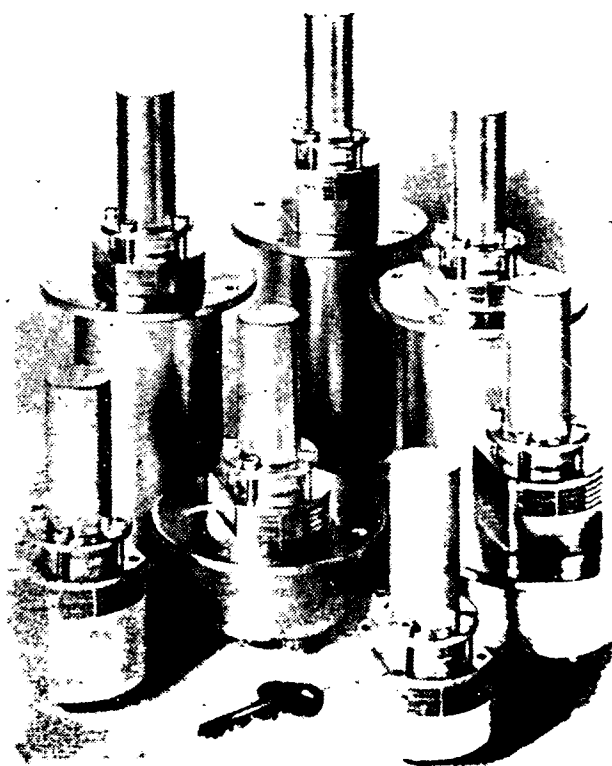
Circle 619



DIGITAL PROCESS CONTROLLER

Dynages is a digital process controller that is programmed by a computer. It can be used to control a wide variety of processes.

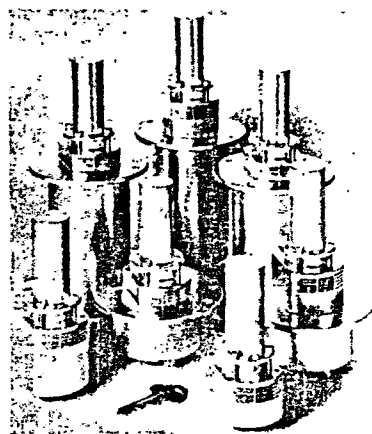
63



... and Transducers	55
... and Final Control Elements	56
... mers and Controllers	57
... ters and Data Handlers	58
... lements, Switches and Relays	58
... s	60
... est Equipment	60

er and an overload detector. An INTRA four-bolt flange mounting with straight key shaft is standard.—Vickers Industrial Div., Sperry Rand Corp., Troy, Mich.

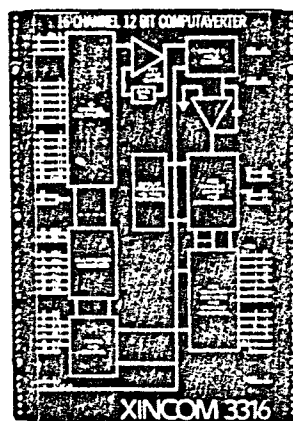
Circle No. 601 on reply card



Digital Pressure Transducer Uses Vibrating Cylinder

A new line of pressure transducers achieves full-scale accuracies to ± 0.015 percent and one-year stability to ± 0.006 percent FS by using a vibrating cylinder as the sensing element. As pressure increases, the cylinder stiffens and its natural frequency (typically 4,500 cps at 0 psia) increases. Three models cover pressure ranges from 0 to 20, 0 to 50, and 0 to 150 psia. The line ranges from a simple analog frequency output transducer for about \$500 to a fully compensated, computerized digital output transducer for about \$4,400. The units range in height from 3 to 8 in., and the largest is 2.4 in. in diam.—Hamilton Standard Div. of United Aircraft Corp., Windsor Locks, Conn.

Circle No. 602 on reply card



16-Channel Sample-and-Hold Converter and Sequencer

Model 3316 Computaverter is a complete 16-channel, 12-bit data converter in a module 4.0 by 5.6 by 0.55 in. Features 20-Kcps data rate, 100-megohm CMOS multiplexer input impedance, random or sequential addressing, buffer memory for common data bus I-O and controls; TTL-compatible I-O levels, and 40-nanosec aperture time on 0.01 percent sample and hold. Claimed competitive with reed relay multiplexers, price \$760 in quantities of 1 to 9. Also available in ten-bit and eight-bit models.—Xincom Corp., Chatsworth, Calif.

Circle No. 603 on reply card

CH

tragbar ...

handlich ...

genau ...

CALIBRATOR

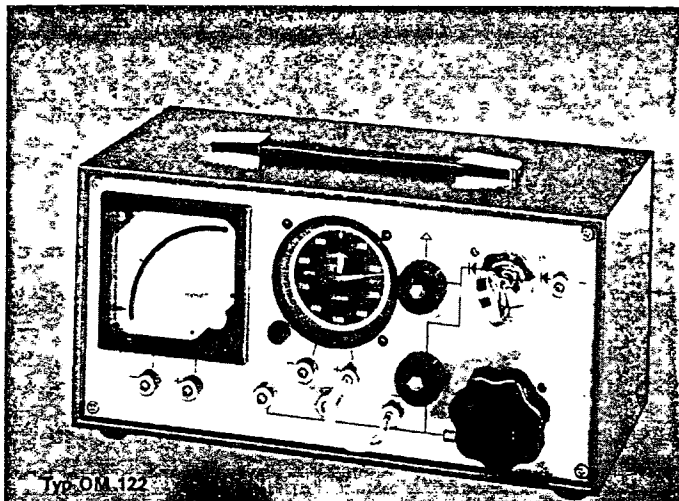
Pneumatische Eich- und Kontrollgeräte



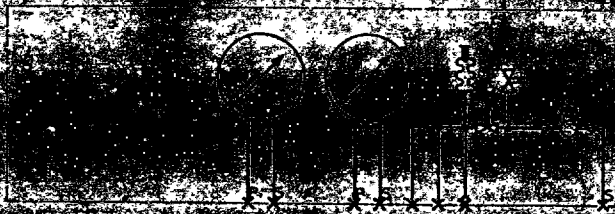
Typ OM 321

THOMMEN

INSTRUMENTE



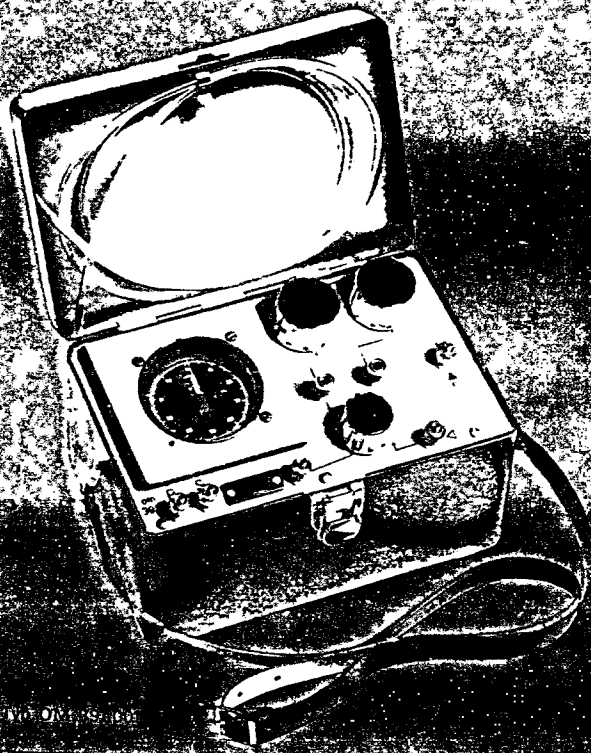
Typ OM 122



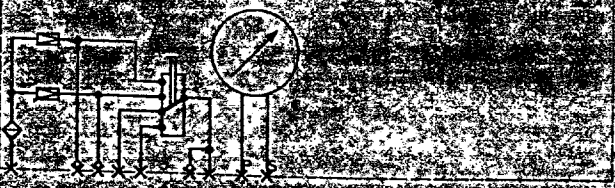
Schema Typ OM 122



Schema Typ OM 321 (Anzahl auf Titelseite)



Typ OM 321



Schema Typ OM 391

CALIBRATOR Typen OM

Die Entwicklung dieser nachstehend beschriebenen pneumatischen Eich- und Kontrollgeräte ist in Zusammenarbeit mit Mess- und Regelabteilungen massgeblicher Firmen unter Berücksichtigung der verschiedenen Erfordernisse durchgeführt worden. Wegen ihrer kleinen Abmessungen und der hohen Messgenauigkeit der bewährten THOMMEN MICROMANOMETER, deren technische Daten den separaten Dokumentationen 18A und 19A zu entnehmen sind, eignen sie sich besonders für die Überprüfung und Kalibrierung von Messumformern, Reglern, Druckmessinstrumenten usw. Die Typen OM haben folgende

Eigenschaften

Einfacher Betrieb im Feld.
Sogar der vielseitigste CALIBRATOR misst lediglich 410×260×230 mm bei 8 kg Gewicht mit zwei eingebauten Kontrollgeräten von 0,1% oder 0,25% Genauigkeit.

Vollständig unabhängiger Betrieb.
Mit integrierter Druck- und Unterdruckversorgung durch Handpumpe und Variobalg und/oder vom Druckluftnetz gespeisene Druckminderer.

Genau und einfache Ablesung.
Die Anzeige der Kontrollinstrumente in mehreren Zeigerumdrehungen ergibt Skalenlängen bis zu 4 m, eine sehr hohe Auflösung und eine schnelle, halb-digitale Ablesung (d. h. gleiche dezimale Bruchteile des Messbereiches werden durch die gleiche Winkelstellung des Messzeigers dargestellt).

Widerstandsfähig im Einsatz.
Für den Feldeinsatz sind die Kontrollinstrumente im CALIBRATOR federnd aufgehängt und können durch den Einbau von Druckversicherungen vor Überlastung geschützt werden.

Lieferbare Typen

Neben den im folgenden beschriebenen häufigsten Ausführungen können spezielle Versionen nach Kundenspezifikation hergestellt werden, um besondere Prüfaufgaben durchführen zu können.

Typ OM 122

Dieser CALIBRATOR, der hauptsächlich für den Einsatz in Werkstätten und Labors konstruiert wurde, dient meistens zur Prüfung und Kalibrierung von Druckmessumformern. Die integrierte Druck- und Unterdruckversorgung erlaubt einen unabhängigen Einsatz. Zwei Kontrollinstrumente der Typen 18 A, 19 A, 2 A oder 105 können nach Bedarf eingebaut werden.

Abmessungen: 335×165×170 mm

Gewicht: ca. 7 kg

Typ OM 321

Dieses Gerät, abgebildet auf der Titelseite mit Schema nebenan, ist das kleinste und handlichste. Es lässt sich im Feld für eine Vielzahl von Prüfaufgaben von Druckmessumformern und Geräten der pneumatischen Mess- und Regeltechnik verwenden. Neben der integrierten Druck- und Unterdruckversorgung mittels Handpumpe und Variobalg ist ein Druckminderer zur Speisung ab Druckluftnetz eingebaut.

Abmessungen: 250×180×180 mm

Gewicht: ca. 5 kg

Typ OM 391

Dieser CALIBRATOR, der hauptsächlich für Prüfarbeiten an Geräten der pneumatischen Mess- und Regeltechnik konstruiert ist, verfügt über zwei Druckminderer zur Versorgung ab Druckluftnetz und einen Messstellenumschalter.

Abmessungen: 250×180×180 mm

Gewicht: ca. 5 kg

66

Typ OM 452

Dieses Gerät ist die tragbare Ausführung des Typs OM 122. Zusätzlich ist ein Druckbehälter mit Manometer eingebaut, welcher gelegentlich am Druckluftnetz aufgeladen werden kann, nebst Arbeiten mit Handpumpe und Variobalg. Die häufigste Anwendung sind Prüfungen und Kalibrierungen von Druckmessumformern im Felde.
Abmessungen: 410×260×230 mm Gewicht: ca. 8 kg

Typ OM 472

Dieser vielseitigste CALIBRATOR lässt kaum mehr Wünsche offen. Er erlaubt alle Prüfungen und Kalibrierungen von Druckmessumformern und Geräten der pneumatischen Mess- und Regeltechnik. Neben der integrierten Druck- und Unterdruckversorgung ist ein Druckregelsystem zum Anschluss ans Druckluftnetz eingebaut. Dieses System besteht aus zwei Druckminderern mit Messstellenumschalter, was einen rationellen Einsatz erlaubt.
Abmessungen: 410×260×230 mm Gewicht: ca. 8 kg

Spezial-Ausführungen

Drucksicherungen

Jeder im CALIBRATOR eingebaute MICROMANOMETER kann durch eine THOMMEN Drucksicherung Typ 111.01 vor Überlastung geschützt werden. Siehe nachstehende Typenbezeichnungen.

Vibratoren

Die Prüfinstrumente im CALIBRATOR können zur Vermeidung jeglicher Schwingung mit elektrischen oder/und pneumatischen Vibratoren versehen werden.

Der elektrische Vibrator wird durch eine normale, steckbare 9-V-Batterie (IEC 6 F 22) gespeist und mit einem Kippschalter eingeschaltet. **Warnung: In (Ex)-gefährdeter Umgebung muss die Batterie vor Eintritt entfernt werden!**

Der pneumatische Vibrator ist in Betrieb, sobald das Gerät am Druckluftnetz angeschlossen ist. Der minimale Speisedruck beträgt 1,4 bar bei einem Verbrauch 600 NI/h.
Siehe auch die nachfolgenden Typenbezeichnungen.

Integrierte Beleuchtung

Einige Ausführungen des CALIBRATORS lassen sich mit Prüfinstrumenten mit integrierter Beleuchtung ausstatten. Die Speisung erfolgt durch Batterien. Dieses System ist ebenfalls nicht (Ex)-geschützt. Die Batterien müssen vor dem Eintritt in Räume mit Explosionsgefahr entfernt werden. Bitte nehmen Sie mit uns Verbindung auf, falls sie solche Geräte benötigen.

Andere Ausführungen

Sollten Sie Geräte für spezielle Messaufgaben benötigen, so unterbreiten Sie uns bitte Ihr Problem.

Gebrauch der Simulations-Systeme

Der CALIBRATOR Typ OM 472 als vielseitigstes Gerät dient im folgenden als Beispiel für den Einsatz aller Typen. Die Darstellungen sind sinngemäss auf die anderen Typen übertragbar.

Drucksimulation mit Handpumpe

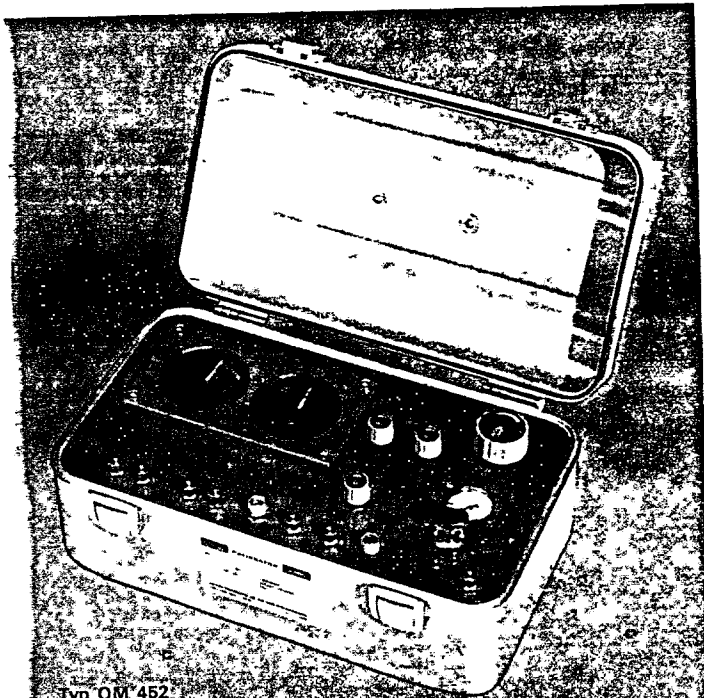
Nach dem Anschliessen des Prüflings und des entsprechenden Kontrollinstrument-Anschlusses (P) wird das Durchgangsventil zwischen Pumpe und Variobalg geöffnet und das Ablassventil geschlossen. Mit der Handpumpe wird nun der gewünschte Druck erzeugt und nach dem Schliessen des Durchgangsventils mit dem Variobalg fein eingestellt. Durch Öffnen beider Ventile wird das System wieder drucklos. Je nach Volumen des Prüflings sind Drücke unter 250 mbar bei geschlossenem Durchgangsventil nur mittels des Variobalges zu erzeugen, um eine Überlastung der Kontrollinstrumente und Prüflinge zu verhindern.

Unterdrucksimulation mit Handpumpe

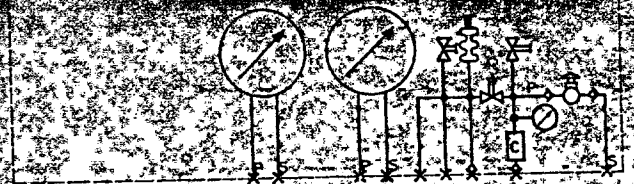
Hierbei wird das Kontrollinstrument an (S) angeschlossen. Die Unterdruckseite der Handpumpe wird mit dem selbstschliessenden Steckanschluss verbunden, das Ablassventil geöffnet und das Durchgangsventil geschlossen. Mit der Handpumpe erzeugt man nun den Unterdruck. Der Variobalg dient auch hier zur Feineinstellung. Kleine Unterdrücke können auch mit dem Variobalg allein erzeugt werden. In diesem Falle erubrigt sich die Verbindung des selbstschliessenden Steckanschlusses mit der Unterdruckseite der Handpumpe.

Drucksimulation mit Druckminderern

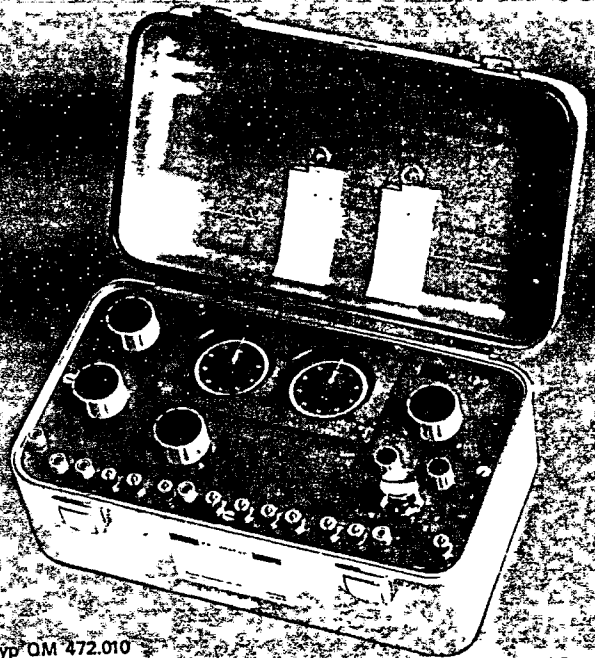
Dazu wird der entsprechende Anschluss des CALIBRATORS mit dem Druckluftnetz (max. 10 bar) verbunden. Das gewünschte Kontrollinstrument wird mit dem Messstellenumschalter verbunden. Durch entsprechende Stellung des Umschalters lassen sich die beiden Druckminderer nacheinander genau einstellen. Durch Drehen des Messstellenumschalters lässt sich nun der Prüfling mit oder ohne Kontrollinstrument mit den vorgewählten Drucken beaufschlagen.



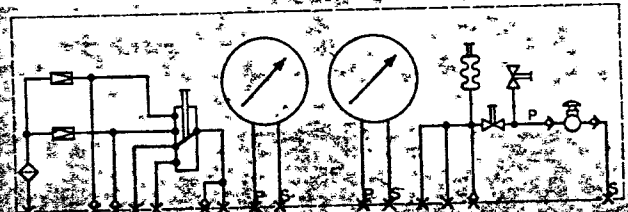
Typ OM 452



Schema Typ OM 452



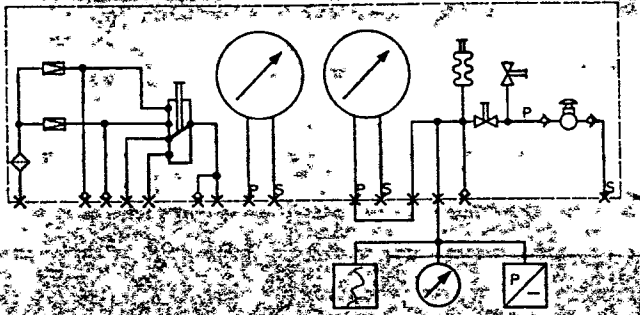
Typ OM 472.010



Schema Typ OM 472

6/7

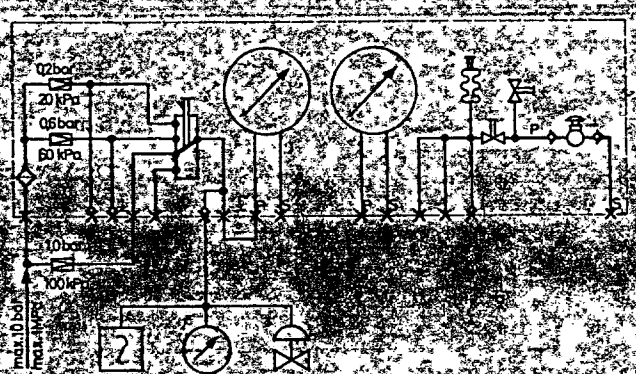
Untersuchung von Druckanzeigern, -Reglern, -Schreibern, -Messumformern usw.



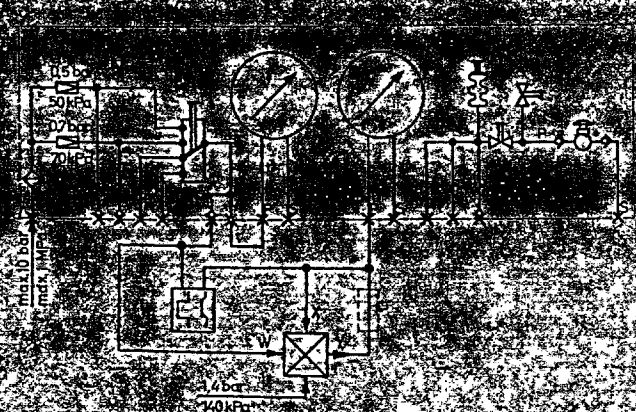
Untersuchung von pneumatischen Unterdruck- und Absolutdruckmessumformern



Untersuchung von Empfängern des pneumatischen Einheits-Signals



Dynamische Funktionsprüfung an kurzgeschlossenen pneumatischen Einheitsreglern



OM 4405 78 10 2000 Gedruckt in der Schweiz

Anwendungsbeispiele

Einige typische Anwendungsbeispiele des CALIBRATORS Typ OM 472 sind nebenstehend schematisch dargestellt.

Typen-Bezeichnungen

- OM 000.000.X CALIBRATOR – Baureihe
 100. Gehäuse mit senkrechter Frontplatte zum Gebrauch in Labor und Werkstatt
 300. Kleines Gehäuse mit Schulter-Tragriemen
 400. Aluminiumgehäuse für umfangreiche Ausrüstung
 bis 010. } Verschiedene Schaltschemata
 090. }
 001. mit einem Kontrollinstrument
 002. mit zwei Kontrollinstrumenten
 .100. mit einer Drucksicherung (für Instrument mit niedrigerem Messbereich)
 .200. mit zwei Drucksicherungen (für beide Instrumente)
 .010. mit elektrischem Vibrator
 .020. mit pneumatischem Vibrator
 .030. mit elektrischem und pneumatischem Vibrator
 .001. mit Batteriehalter und Schalter zum Einbau von Kontrollinstrumenten mit integrierter Beleuchtung
 .S Sonderausführung gemäss Spezifikation

Zum Einbau vorgesehene THOMMEN Kontrollinstrumente

MICROMANOMETER Typen 18 A, Genauigkeit 0,25%

Typen	Messbereich	Teilung	Skalenlänge
18 A 1.100.	0 ... 100 mbar	0,2 mbar	2000 mm
18 A 2.040.	0 ... 400 mbar	1,0 mbar	800 mm
.100.	0 ... 1 000 mbar	2,0 mbar	2000 mm
.160.	0 ... 1 600 mbar	2,0 mbar	3200 mm
.200.	0 ... 2 000 mbar	5,0 mbar	4000 mm
18 A 3.040.	0 ... 4 000 mbar	10,0 mbar	800 mm
.100.	0 ... 10 000 mbar	20,0 mbar	2000 mm
.200.	0 ... 20 000 mbar	50,0 mbar	4000 mm

MICROMANOMETER Typen 19 A, Genauigkeit 0,1%

19 A 1. 10.	0 ... 100 mbar	0,1 mbar	2000 mm
19 A 2. 250.	0 ... 250 mbar	0,2 mbar	1000 mm
.400.	0 ... 400 mbar	0,2 mbar	1600 mm
.500.	0 ... 500 mbar	0,2 mbar	2000 mm
.640.	0 ... 640 mbar	0,2 mbar	2560 mm
19 A 2.100.	0 ... 1 000 mbar	1,0 mbar	2000 mm
.150.	0 ... 1 500 mbar	1,0 mbar	3000 mm
.200.	0 ... 2 000 mbar	1,0 mbar	4000 mm
19 A 3. 5.	0 ... 5 000 mbar	10,0 mbar	1000 mm
. 10.	0 ... 10 000 mbar	10,0 mbar	2000 mm
. 20.	0 ... 20 000 mbar	10,0 mbar	4000 mm

MICROMANOMETER sind ebenfalls lieferbar in den Druckeinheiten kPa, mmWs, mmHg, psi, inH₂O. In Anbetracht der internationalen Einführung der SI-Druckeinheiten (bar/mbar und Pa/kPa), empfehlen wir deren Anwendung.

Die technischen Daten der MICROMANOMETER wie auch der BAROMETER und Feindruckmesser THOMMEN sind enthalten in den entsprechenden Dokumentationen 18 A, 19 A, 2 A und 105.

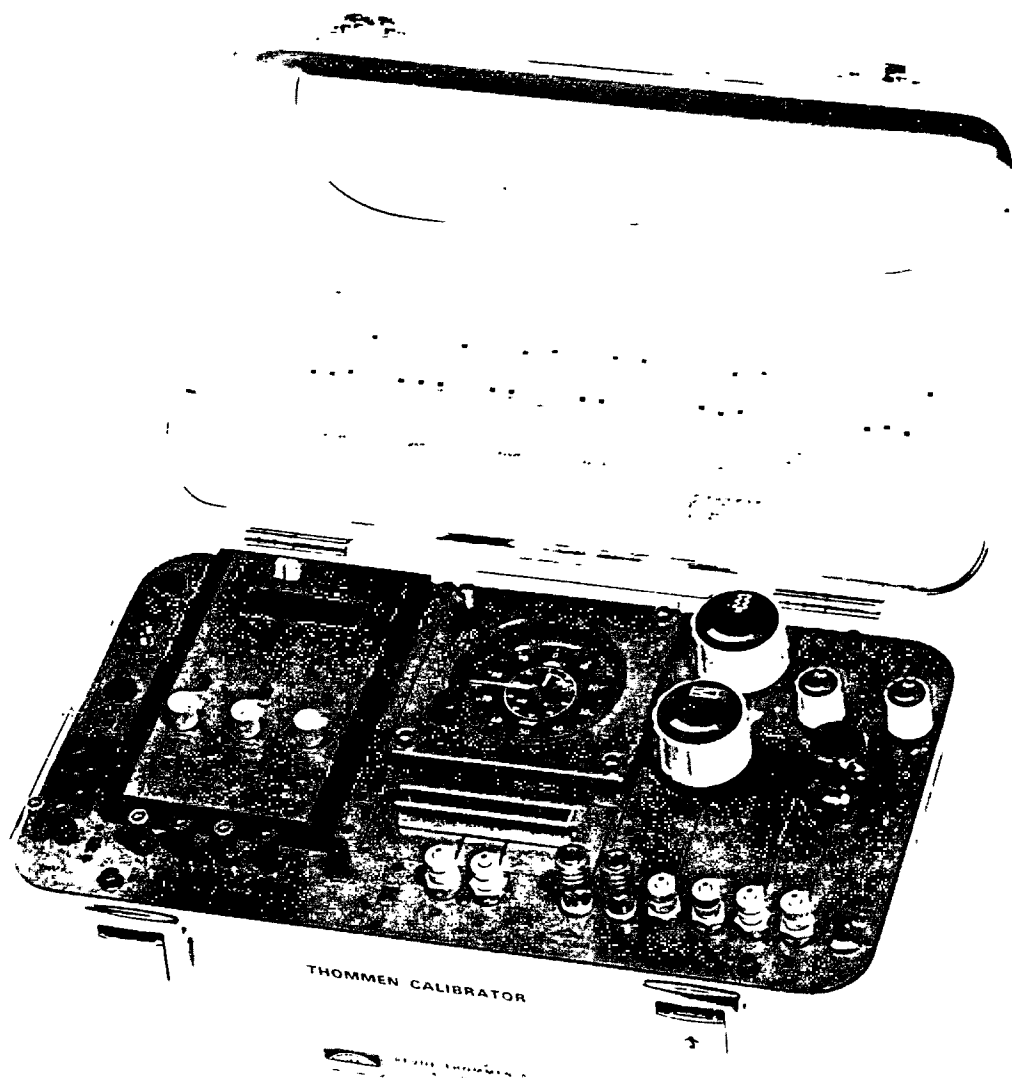
68

REVUE THOMMEN AG
CH-4437 WALDENBURG
 TELEFON (061) 970411 TELEX 6345

THOMMEN CALIBRATOR

Pneumatisch-elektronisches Eich-, Mess- und Kontrollgerät

Typ EM



69
INSTRUMENTE

THOMMEN CALIBRATOR

Typ EM

Allgemeines

Kompaktheit und Vielseitigkeit des THOMMEN CALIBRATORS EM erlauben, zahlreiche in der Mess-, Regel-, Steuerungs- und Prozesstechnik wichtige pneumatische und elektronische Messgrößen präzise zu ermitteln oder Messwerte zu simulieren.

Die ausgereifte Konstruktion, verbunden mit einer soliden Ausführung, gewährleistet einen über Jahre störungs- und wartungsfreien Betrieb.

Die Aussenabmasse des THOMMEN CALIBRATORS EM betragen lediglich 410 x 260 x 230 mm bei einem Gewicht von rund 8 kg.

Der pneumatische Teil dient in Verbindung mit dem entsprechenden THOMMEN-Messinstrument zum Überprüfen und Kalibrieren von Druckaufnehmern, Unterdruckmessumformern, Differenzdruckmessumformern, Reglern, Stellrelais, Ventilen usw.

Der elektronische Teil ist ausgelegt zur Prüfung und Eichung von Messumformern (Senke-Betrieb), Anzeige-, Registrier- und Regelgeräten, piezoresistiven und DMS-Druckaufnehmern, Widerstandsthermometern, Thermoelementen, Widerstandsferngebern, Zenerdioden, Low-high-Signalen usw.

Funktion pneumatischer Teil

Die integrierte Druck- und Unterdruckversorgung mittels Handpumpe, Variobalg und Druckminderer ermöglicht einen vollständig unabhängigen Betrieb. Als Kontrollinstrument kann wahlweise das MICROMANOMETER Typ 18A (0,25%), auf Wunsch mit PTB-Zertifikat, das MICROMANOMETER Typ 19A (0,1%) oder das STANDARDMANOMETER Typ 122 (1,6%) zum Messen von Über-, Unter- oder Differenzdruck eingebaut werden. Zum Messen des absoluten Druckes steht das Absolutdruck-MICROMANOMETER Typ 2AP (0,25%) und das Absolutdruck-MICROMANOMETER Typ 2A (0,1%) zur Verfügung. Diese Messinstrumente sind steckbar angeordnet, was das Auswechseln derselben innert kürzester Zeit ermöglicht. Somit ergibt sich eine hohe Flexibilität in den Messbereichen und Masseinheiten.

Die Anzeige der Messinstrumente Typen 18A, 19A, 2AP und 2A erfolgt in mehreren Zeigerumdrehungen mittels 2 oder 3 dekadisch unteretzten Zeigern, wodurch sich Skalenlängen bis zu 4000 mm ergeben. Dank dieser hohen Auflösung und einem Spiegelring lassen sich die Messwerte schnell, exakt und parallaxfrei ablesen.

Federnd auf Gummistossdämpfern gelagert, erhalten die pneumatischen Kontrollinstrumente ein Höchstmass an Schutz vor mechanischer Beschädigung.

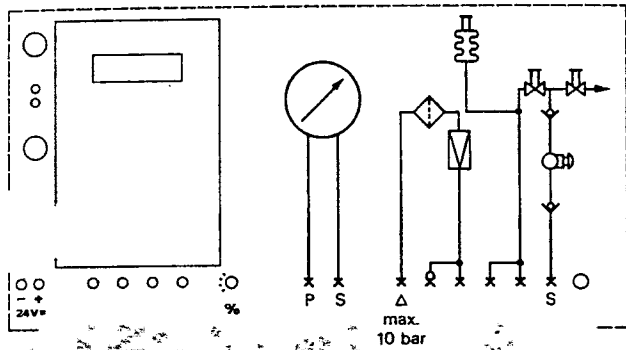
Innengewinde $R \frac{1}{8}$ " zylindrisch bieten dem Benutzer die freie Wahl in bezug auf die zu verwendenden pneumatischen Anschlüsse.

Funktion elektronischer Teil

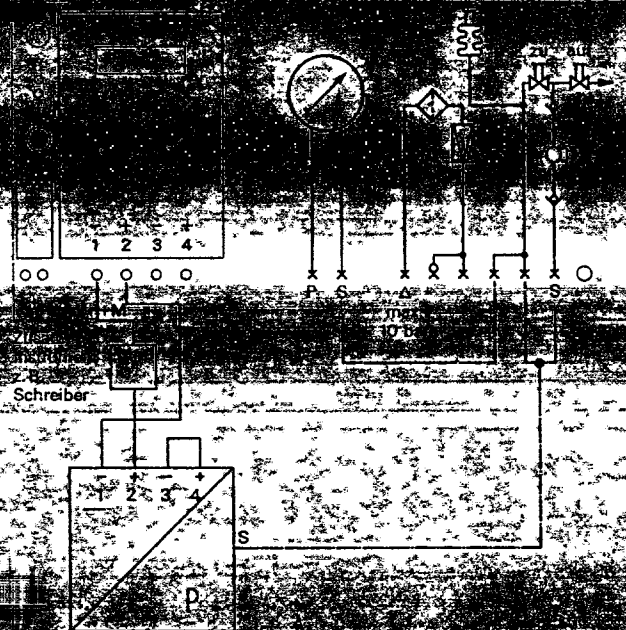
Das elektronische Eich-, Mess- und Kontrollgerät ist in seiner Konzeption speziell auf die Bedürfnisse der Mess-, Regel- und Prozesstechnik zugeschnitten:

- Messen und Simulieren von Gleichspannung und Gleichstrom
- Widerstand messen mit 10 mΩ-Auflösung
- Simulator für 2-Leiter-Messumformer
- Netzunabhängig, mit Ni-Cd-Batterien.
Betriebszeit zirka 4 Stunden
- Separater Ausgang 24 V Gleichspannung (für 4-Leiter-Messumformer)
- Netz/Batterieteil steckbar, Wahlschalter Netz 220/110 V

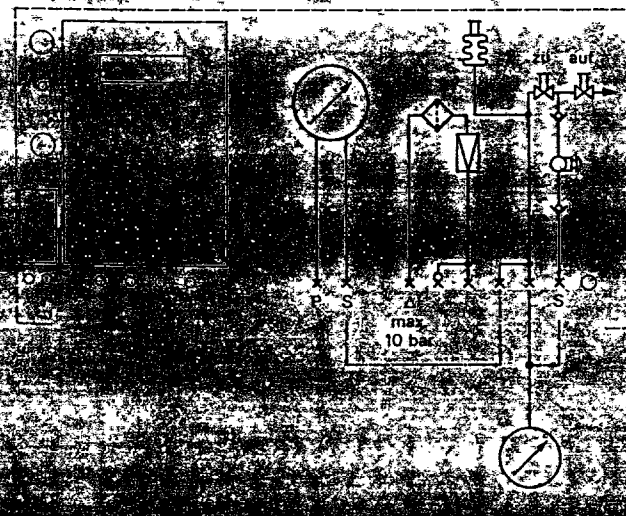
Schema Typ EM 421



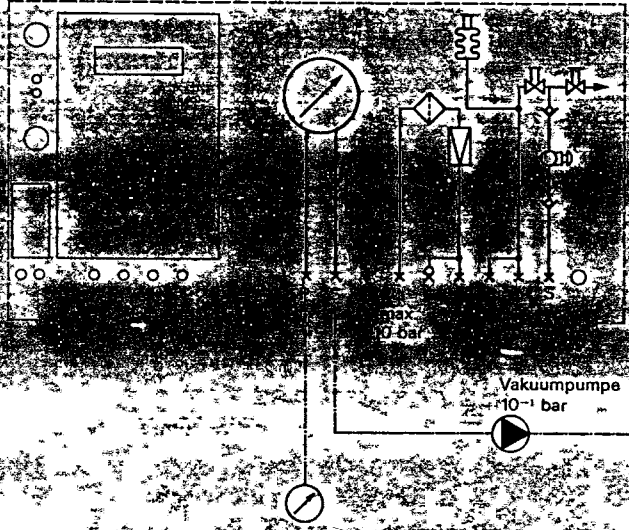
Prüfen von Unterdruck-Messumformern (z.B. THOMMEN Typ 105 04) mit 2-Leiter-Anschluss



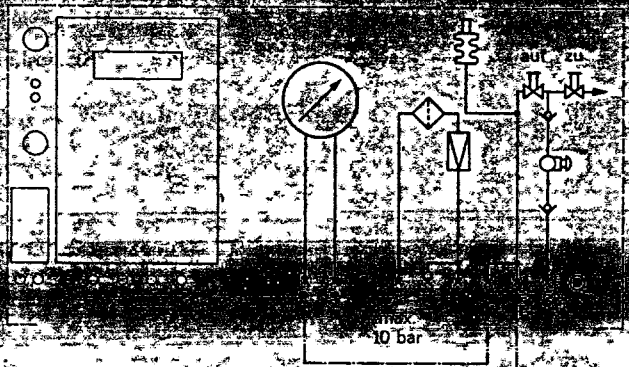
Prüfen von Unterdruck- oder Absolutdruck-Anzeigern, -Reglern, -Schreibern, -Messumformern usw.



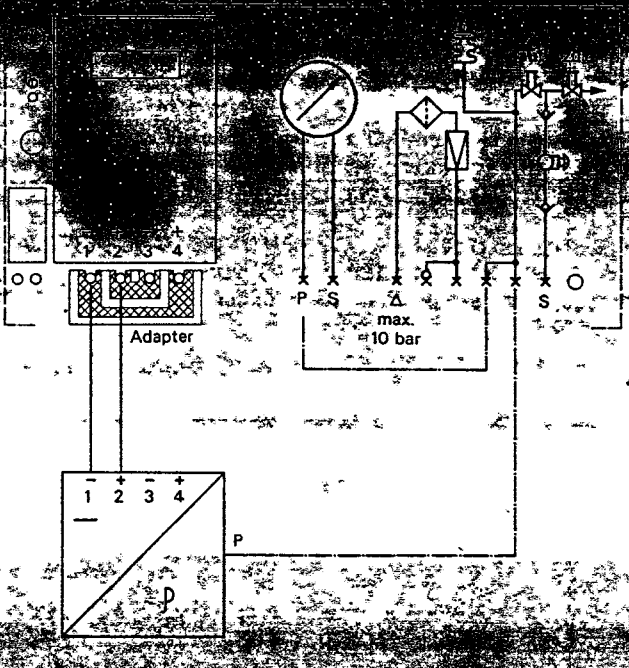
Absolutdruckmessungen mit THOMMEN MICROMANO-METER ODER THOMMEN STANDARDMANOMETER



Erweiterung von Druck-Anzeigern - Reglern - Schreibern - Messumformern usw.



Erweiterung von Widerstandsferngebern (z.B. THOMMEN Typ 05.05) mit 2-Leiter-Anschluss



Technische Daten pneumatischer Teil

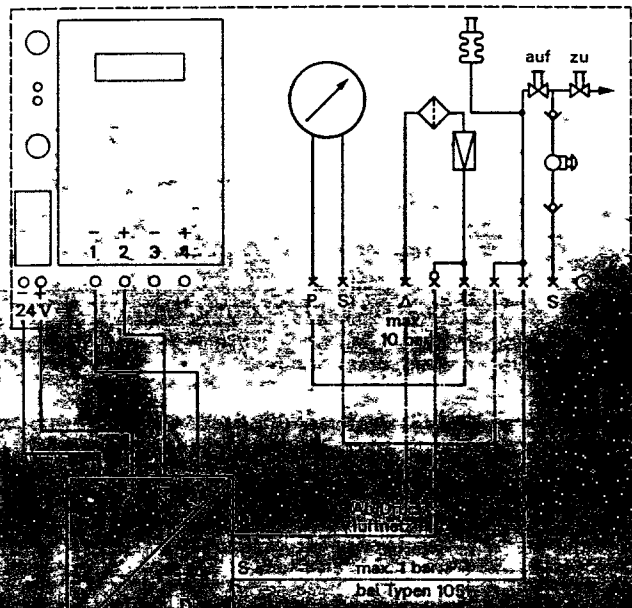
Messinstrument	gemäss Spezifikation
Druckminderer	Speisedruck max. 10 bar Ausgangsdruck 0,004 ... 7 bar Eigenverbrauch 200 NI/h
Handpumpe	p _ü (+) 2500 mbar, p _u (-) 700 mbar
Variobalg	für stufenlose Feineinstellung Arbeitsbereich ≈ ± 125 mbar
Option	Drucksicherung mit Überbrückungsschalter Serto-Anschlüsse, Swagelok-Anschlüsse Instrument mit integrierter Beleuchtung

Technische Daten elektronischer Teil

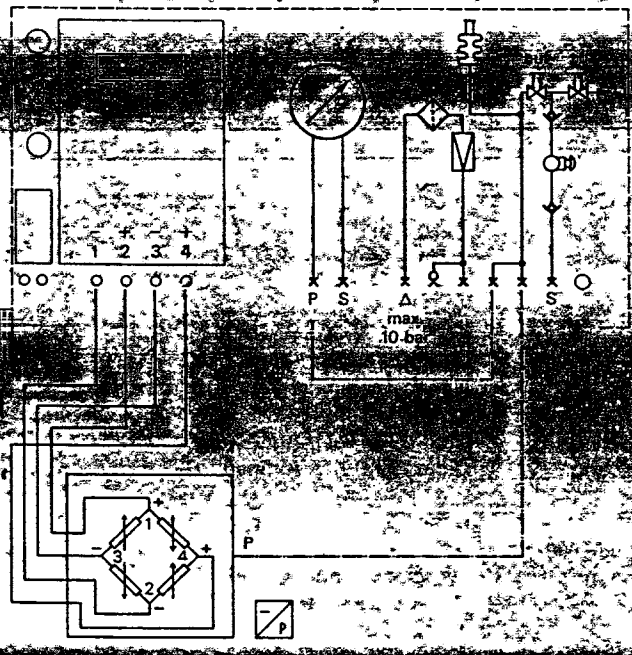
mA - Geben	- 0,15 bis + 52 mA, Auflösung 10 µA - 0,15 bis + 19,999 mA, Auflösung 1 µA max. Spannungsabfall 15 V bei 20 mA
mA - Messen	± 199,99 mA, Auflösung 10 µA ± 19,999 mA, Auflösung 1 µA max. Dauerstrom 150 mA Innenwiderstand etwa 10 Ω Einstellbare Bürden 0, 0,5, 1, 2, 5, 10 kΩ
mV - Geben	- 1,5 bis + 520 mV, Auflösung 100 µV - 1,5 bis + 199,99 mV, Auflösung 10 µV Ausgangsstrom max. 20 mA Innenwiderstand < 0,1 Ω
mV - Messen	± 1999,9 mV, Auflösung 100 µV ± 199,99 mV, Auflösung 10 µV Innenwiderstand etwa 1 MΩ Überlastbarkeit ≤ 250 V _{eff} max. 10 s
V - Geben	- 0,15 bis + 15 V, Auflösung 1 mV Ausgangsstrom max. 20 mA Innenwiderstand < 0,1 Ω
V - Messen	± 41,99 V, Auflösung 10 mV ± 19,999 V, Auflösung 1 mV Innenwiderstand etwa 1 MΩ Überlastbarkeit ≤ 250 V _{eff} max. 10 s
Widerstands- messung	0 bis 1999,9 Ω, Auflösung 100 mΩ 0 bis 199,99 Ω, Auflösung 10 mΩ
Senkebetrieb (Simulieren eines Messumformers 2-Leiter Anschl.)	0 bis 52 mA, Auflösung 10 µA 0 bis 19,999 mA, Auflösung 1 µA Eingangsspannung 2 bis 50 V, Dauerleistung max. 1 VA
Prozentabsenkung	100%, 10%, 90%, 50%
Spannungsquelle	24 V Gleichspannung/50 mA
Fehlergrenzen	± 0,05% der Anzeige = 3 Digit bei mA-, mV-, V-Bereichen = 0,1% der Anzeige = 3 Digit im Ohm-Bereich
Umgebungstemp.	0 ... +50 °C
Temperaturfehler	< 0,1%/10 °C
Anzeigeeinheit	LED-Anzeige, Sieben-Segment-Ziffern 7,6 mm Batterieentladekontrollanzeige, 4'-Digit
Hilfsenergie	4 Ni-Cd-Zellen 1,2 V, 1,3 Ah, aufladbar, Netzteil 220/110 V ~
Option	Widerstandsadapter «Geben» für Pt 100 Ω Einstellbereich 0 ... 460 Ω, Fehlergrenze 0,1%

71

Prüfen von Differenzdruckmessumformern (z. B. THOMMEN Typ 105.04) mit 4-Leiter-Anschluss



Prüfen von piezoresistiven Druckaufnehmern



Über die Baureihe der THOMMEN CALIBRATOREN Typen OM, ähnlich dem Typ EM, jedoch ohne elektronischen Teil, gibt ebenfalls eine separate Dokumentation Auskunft.

Technische Änderungen vorbehalten!

Anwendungsbeispiele

Einige typische Anwendungsbeispiele des THOMMEN CALIBRATORS EM sind auf den beiden vorangehenden Seiten sowie nebenstehend schematisch dargestellt.

Typenbezeichnung

- EM000.000.X CALIBRATOR-Baureihe pneumat.-elektron.
- 400. Aluminiumgehäuse
- 010. bis 090. Verschiedene Schaltschemata
- 001. mit einem pneumatischen Kontrollinstrument
- .100. mit einer Drucksicherung (bestimmt für *einen* Messbereich)
- .010. mit elektrischem Vibrator
- .020. mit pneumatischem Vibrator
- .030. mit elektrischem und pneumat. Vibrator
- .008. Elektronischer Teil
- .X Code für Sonderausführungen
- .B Umgehungshahn für Drucksicherung

Zum Einbau vorgesehene THOMMEN Kontrollinstrumente

MICROMANOMETER Typen 18A, Genauigkeit 0,25%

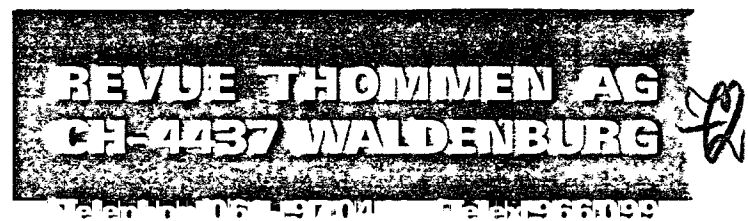
Typen	Messbereich	Teilung	Skalenlänge
18 A 1.100.	0 ... 100 mbar	0,2 mbar	2000 mm
18 A 2.040.	0 ... 400 mbar	1,0 mbar	800 mm
.100.	0 ... 1000 mbar	2,0 mbar	2000 mm
.160.	0 ... 1600 mbar	2,0 mbar	3200 mm
.200.	0 ... 2000 mbar	5,0 mbar	4000 mm
18 A 3.040.	0 ... 4000 mbar	10,0 mbar	800 mm
.100.	0 ... 10000 mbar	20,0 mbar	2000 mm
.200.	0 ... 20000 mbar	50,0 mbar	4000 mm

MICROMANOMETER Typen 19A, Genauigkeit 0,1%

19 A 1.100.	0 ... 100 mbar	0,1 mbar	2000 mm
19 A 2.100.	0 ... 1000 mbar	1,0 mbar	2000 mm
.150.	0 ... 1500 mbar	1,0 mbar	3000 mm
.200.	0 ... 2000 mbar	1,0 mbar	4000 mm
19 A 22.250.	0 ... 250 mbar	0,2 mbar	1000 mm
.400.	0 ... 400 mbar	0,2 mbar	1600 mm
.500.	0 ... 500 mbar	0,2 mbar	2000 mm
.640.	0 ... 640 mbar	0,2 mbar	2560 mm
19 A 3.050.	0 ... 5000 mbar	10,0 mbar	1000 mm
.100.	0 ... 10000 mbar	10,0 mbar	2000 mm
.200.	0 ... 20000 mbar	10,0 mbar	4000 mm

Die THOMMEN Messinstrumente sind ebenfalls lieferbar in den Masseinheiten kPa, mmH₂O, mmHg, psi, inH₂O. In Anbetracht der internationalen Einführung der SI-Masseinheiten für Druck (Pa/kPa und bar/mbar), empfehlen wir deren Anwendung.

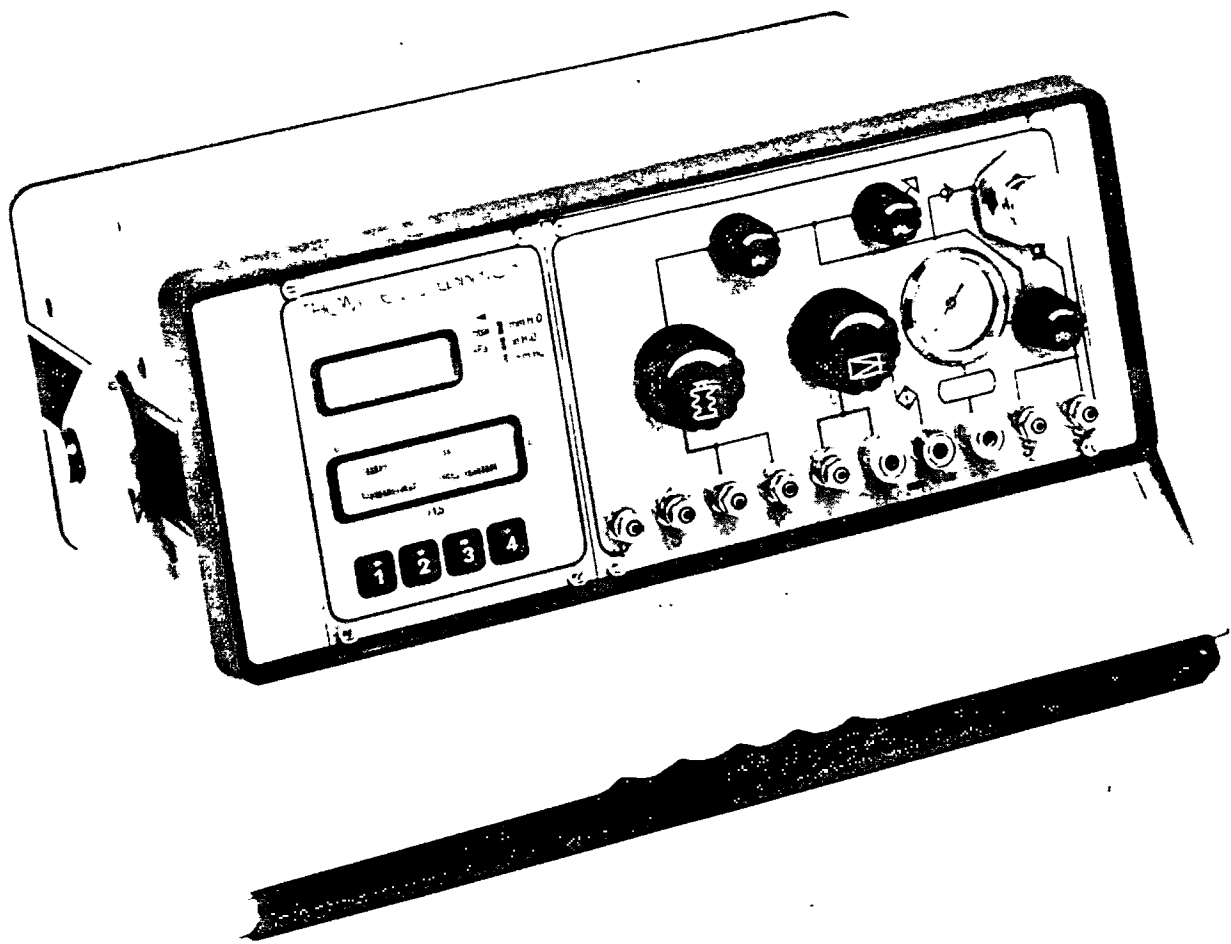
Die technischen Daten der THOMMEN MICROMANOMETER, Absolutdruck-MICROMANOMETER und STANDARD MANOMETER sind enthalten in den entsprechenden Dokumentationen 18A, 19A, 2AP, 2A und 122.



THOMMEN CALIBRATOR

Elektronisch-pneumatisches Eich-, Mess- und Kontrollgerät

Typ EC



INSTRUMENTE

THOMMEN CALIBRATOR

Typ EC

Allgemeines

Der elektronisch-pneumatische THOMMEN CALIBRATOR Typ EC wurde speziell für den anspruchsvollen Mess-, Steuer- und Regeltechniker entwickelt. Er vereint sinnvolle und ausgeklügelte Funktionalität mit geradezu bestechendem Bedienungskomfort.

Die ausgereifte Konstruktion, verbunden mit einer soliden Ausführung für Feld- und Laboreinsatz, gewährleistet einen über Jahre störungs- und wartungsfreien Betrieb.

Der THOMMEN CALIBRATOR Typ EC besteht grundsätzlich aus zwei Einheiten: Der altbewährten Drucksimulationseinheit, wie sie in grossen Stückzahlen im täglichen Einsatz steht, und dem neuentwickelten elektronischen Teil mit Drucksensor. Dieser Sensor besteht aus einer qualitativ hochwertigen Kapselfeder, deren Bewegungen über ein opto-elektronisches Abtastsystem in ein elektrisches Signal umgewandelt werden. Die Signalverarbeitung erfolgt über einen Mikroprozessor, der eine weite Palette von Anzeige- und Speichermöglichkeiten bietet, z.B. alle gebräuchlichen Druckeinheiten, Nullpunkt- und Spitzenwertspeicherung usw. Eine 4 1/2-Stellen-Flüssigkristallanzeige (LCD) bietet, zusammen mit einer balkenförmigen Grob- und Feintendenzanzeige, dem Anwender einen hohen Ablesekomfort. Die Grundeinheiten des THOMMEN CALIBRATORS Typ EC sind in einem tragbaren Gehäuse untergebracht. Dank der modularen Bauweise können diese Einheiten, zusammen mit anderen Einschüben wie z.B. Istwertanzeige 4...20 mA, D/A-Wandler, Temperaturmesseinheit -100°C...+750°C usw. in ein 19-Zoll-Normsystem eingebaut werden. Optionen wie Batteriebetrieb (Ni-Cd-Zellen), IEEE-Datenbus sind in Vorbereitung.

Der THOMMEN CALIBRATOR Typ EC stellt ein ideales Gerät dar zum Überprüfen und Kalibrieren von Druckaufnehmern, Unterdruckmessumformern, Differenzdruckmessumformern, Reglern, Stellrelais, Ventilen usw.

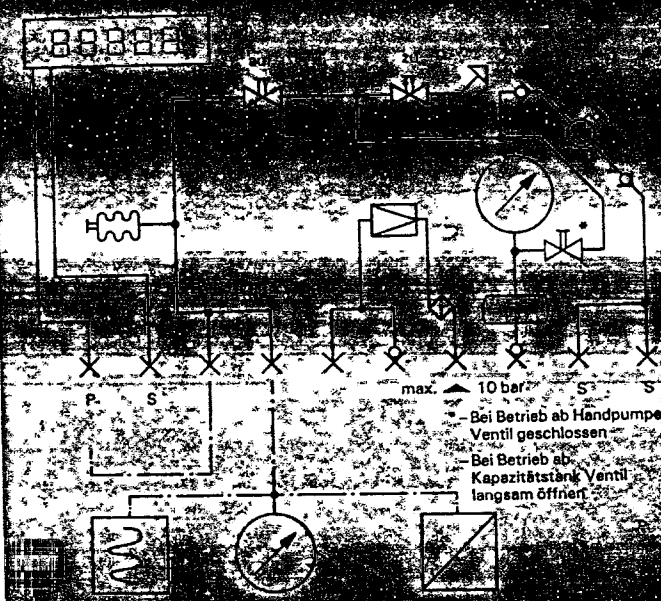
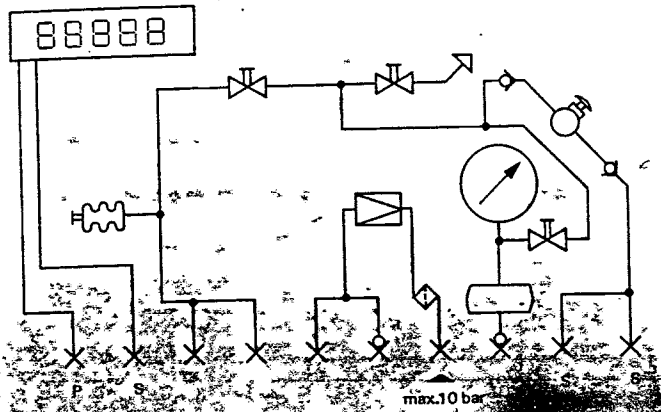
Funktion pneumatischer Teil

Die integrierte Druck- und Unterdruckversorgung mittels Handpumpe, Variobalg und Druckminderer ermöglicht einen vollständig unabhängigen Betrieb. Der Drucksensor weist einen Messbereich von -300 mbar...+1500 mbar auf und dient zum Messen von Über-, Unter- oder Differenzdruck. Drucksensoren mit anderen Messbereichen sind in Vorbereitung.

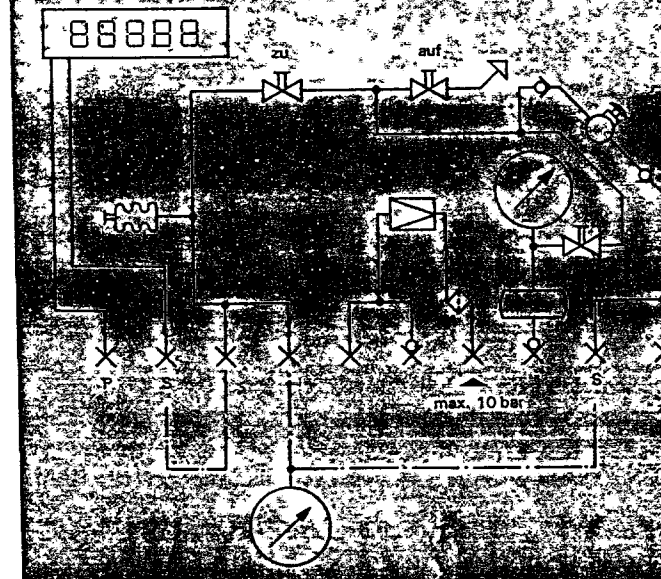
Funktion elektronischer Teil

Bedient wird der elektronische Teil über 4 Tasten. Die gewünschten Anzeigen ergeben sich durch Einfach-, Mehrfach- oder Kombinationsansteuerung. Dadurch lassen sich z.B. die Funktion Ein/Aus, Spitzenwert, neuer und alter Nullwert, Druckeinheiten usw. ansteuern. Die balkenförmige LCD-Grob- und Feintendenzanzeige ermöglicht ein rasches Erfassen von Druckänderungen.

Schema Typ EC 531



Prüfen von Unterdruck- oder Absolutdruck-Anzeigern, Reglern, Schreibern, Messumformern usw.



44

THOMMEN CALIBRATOR

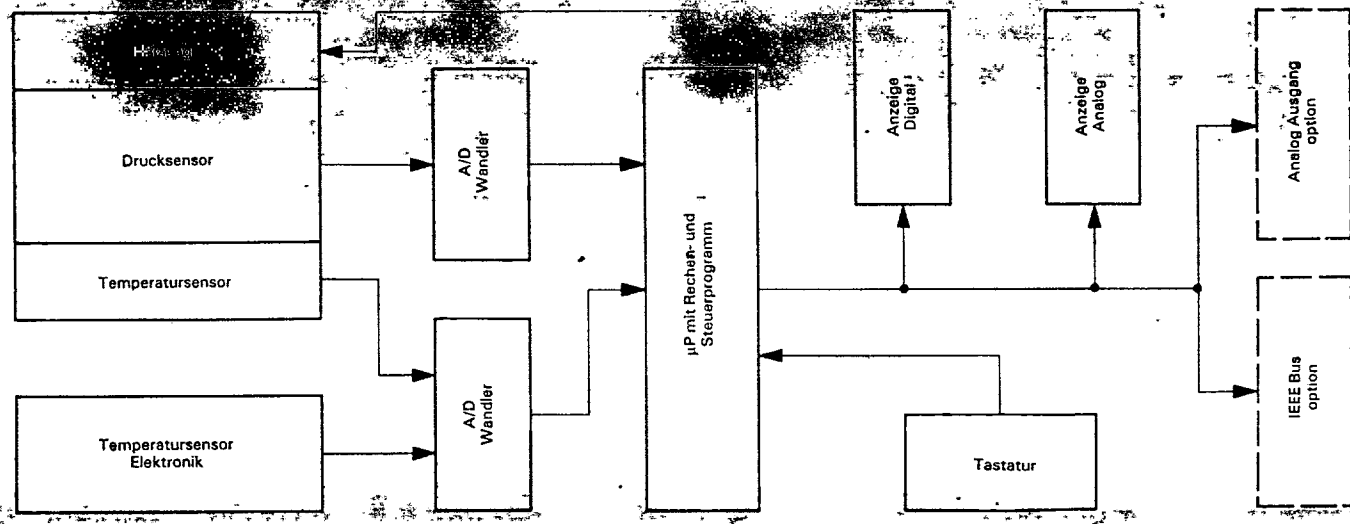
Typ EC

Technische Daten

Fehlergrenze	± 0,1% des Messbereichsendwertes einschliesslich Linearitätsfehler, Ansprechempfindlichkeit, Reproduzierbarkeit, Hysterese und Temperatureinfluss
Auflösung	0,1 mbar
Arbeitstemperatur	0°C - 60°C
Temperaturkompensation/ Bezugstemperatur	Sensor bei 40°C temperaturkompensiert
Messmedien	Instrumentenluft (trocken, ölfrei, staubfrei) und inerte Gase
Messbereich	- 300 mbar ... + 1500 mbar
Überlastbarkeit	± 200% des Messbereichsendwertes
Nullpunkteinstellung	beliebig wählbar über den ganzen Messbereich
Masseinheiten	mbar, kPa, mmH ₂ O, inH ₂ O, psi, mmHg, inHg
Anzeigeeinheit	4 1/2 - Stellen-Flüssigkristallanzeige (LCD)
Spannungsversorgung	220 V, 50 Hz
Leistungsaufnahme	30 VA
Ausgangssignal (in Vorbereitung)	Digital: IEEE 488 Interface Bus Analog: 4 ... 20 mA
Anlaufzeit	zirka 15 min
Messzelle	Mehrfach- und hochdrucktaugliches elektronisches Abtastsystem, temperaturkompensiert
Lagerungstemperatur	- 30°C ... 70°C

Ansprechzeit	0,3 s
Leckrate	besser als 0,5 mbar/5 min
Materialien, die dem Medium ausgesetzt sind:	
P (dynamischer Druckanschluss)	Kupfer-Beryllium, Messing, Kupfer, PVC, Gummi, Nickel, Hartlot und Dichtungsfett
S (statischer Druckanschluss)	Kupfer-Beryllium, Messing, eloxiertes Aluminium, Nickel, PVC, Gummi, Lötzinn, Hartlot, Epoxidharz und Dichtungsfett
Statischer Gehäusedruck	2000 mbar
Druckanschlüsse	Kunststoffrohr Ø 6/4 mm
Kapselfeder-volumen (P)	zirka 14 ml
Messkammer-volumen (S)	zirka 60 ml
Druckminderer	Speisedruck max. 10 bar Ausgangsdruck 0,004 ... 7 bar Eigenverbrauch 200 NI/h
Handpumpe	p _{in} (+) 2500 mbar, p _{out} (-) 700 mbar
Variobalg	für stufenlose Feineinstellung Arbeitsbereich ± 125 mbar
Kapazitätstank	400 ml, max. 4000 mbar
Gewicht	6 kg
Abmessungen	365 x 265 x 145 mm
Gehäuse	Robustes, tragbares Normgehäuse für 3-Einheiten-Einschübe

Blockschema THOMMEN CALIBRATOR Typ EC



THOMMEN CALIBRATOR

Typ EC

Tastenfunktionen

1 2 3 4 Ein/Aus

1 2 3 4 Nullen

1 2 3 4 Alter Wert / Zurücksetzen

1 2 3 4 Druckeinheitenumschaltung

1 2 3 4 Negativer Spitzenwert

1 2 3 4 Positiver Spitzenwert

1 2 3 4 Feinanaloganzeige Mittelstellung

1 2 3 4 Analoganzeige Normalstellung

1 2 3 4 Heizung aus

1 2 3 4 Heizung ein

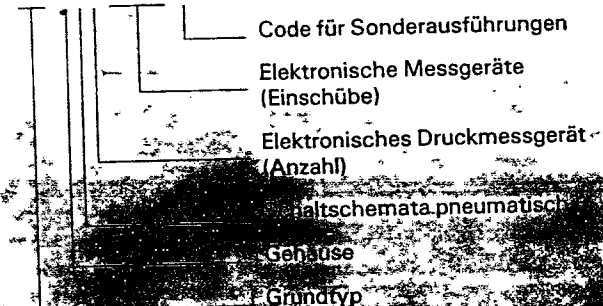
Anderung der Tastenfunktionen im Rahmen technischer Modifikationen vorbehalten!

THOMMEN CALIBRATOR

Typ EC

Typenschlüssel

EC 000.0000.X.



Typenbezeichnung

- EC 000.0000.X. Elektronisch-pneumatischer CALIBRATOR
- 500. Gehäuse 3HE/63TE
- 600. Gehäuse 3HE/84TE
- 030. Schaltschemata pneumatisch
- 001. mit einem elektronischen Druckmessgerät
- .1000. mit D/A-Wandler. Einstellung digital 0...100%
- .0100. mit Strom- oder Spannungsquelle. Einstellung an 10-Gang-Potentiometer mit Einstellknopf
- .0010. mit Doppeltemperaturmessumformer
- .0001. mit Digitalanzeigeeinstrument für mA oder V, 2 galvanisch getrennten Messkanälen und Meßstellenumschalter
- .X. Code für Sonderausführungen

Über die Baureihe der THOMMEN CALIBRATOREN Typen OM und EM mit mechanischen Druckmessinstrumenten der Klassen 0,1, 0,2, 0,25 und 1,6 geben separate Dokumentationen Auskunft.

Technische Änderungen vorbehalten!

REVUE THOMMEN AG
CH-4437 WALDENBURG

Telephon 061-970411 • Telex 986199