

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 *MS*

Wykonawcy mgr inż. Szczepan Sokołowski,
techn. Tadeusz Serzysko

Konsultant mgr inż. Leszek Guzy

Nr zlecenia

K 1228

Czujniki i przetworniki pomiarowe
wielkości nieelektrycznych.

Temat D - Rezonatorowe czujniki
ciśnienia absolutnego.

Punkt kontr. 1. Opracowanie, wykonanie
i badania modeli.

Zleceniodawca KBN

Pracę rozpoczęto dnia 1.03.1991r

zakończono dnia 14.08.91r

Z-ca Dyrektora
d/s Badań i Rozwojowych

Kierownik Zakładu

LS
mgr inż. L. Guzy

J. Jabłkowski
dr inż. J. Jabłkowski

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 12

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 DPP

fotografii

Egz. 3 DPP

tabel

Egz. 4 DPP

tablic 30

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 6686

1

Analiza deskryptorowa

REZONATOROWE CZUJNIKI I PRZETWORNIKI CIŚNIENIA
ABSOLUTNEGO. OPRACOWANIE, WYKONANIE I BADANIA
MODELI.

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera omówienie opracowania, wykonania
i badań modeli rezonatorowych czujników ciśnienia.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Nie było.

SPIS TREŚCI

| | str. |
|--|------|
| 1. Wstęp k | 1 |
| 1.1. Przedmiot pracy | 1 |
| 1.2. Podstawa podjęcia pracy | 1 |
| 2. Budowa i zasada działania | 1 |
| 2.1. Wprowadzenie | 1 |
| 2.2. Budowa i zasada działania | 1 |
| 3. Opracowanie i wykonanie modeli | 3 |
| 3.1. Dobór materiału rezonatora | 3 |
| 3.2. Dokumentacja modelu czujnika | 4 |
| 3.3. Wykonanie modeli czujników | 5 |
| 4. Założone podstawowe parametry czujników | 7 |
| 5. Badania modeli czujnika | 7 |
| 5.1. Rodzaje badań modeli czujników | 7 |
| 5.2. Aparatura pomiarowa i urządzenia stosowane podczas sprawdzeń | 7 |
| 5.3. Opis badań | 8 |
| 5.3.1. Wyznaczenie charakterystyki częstotli- wościowej | 8 |
| 5.3.2. Wyznaczenie błędów dodatkowych temperaturowych Δt | 9 |
| 5.4. Wyniki badań | 10 |
| 6. Wnioski | 12 |

Tablice 1 + 30

1. W S T Ę P

1.1. Przedmiot pracy

Przedmiotem pracy jest opracowanie, wykonanie i badania modeli rezonatorowego czujnika ciśnienia absolutnego.

1.2. Podstawa podjęcia pracy - karta otwarcia zlecenia K1228.

2. BUDOWA I ZASADA DZIAŁANIA

2.1. Wprowadzenie

W ramach CPBR prowadzono w Zakładzie Pomiaru Ciśnienia i Temperatury prace związane z opracowaniem nowych czujników ciśnienia opartych o niekonwencjonalne zasady działania. Prowadzono prace analityczne i doświadczalne z czujnikami, w których na skutek działania ciśnienia zmienia się częstotliwość drgań elementu sprężystego /rezonatora w postaci membrany, pręta lub cylindra/. Najlepsze wyniki uzyskano w czujnikach z rezonatorami cylindrycznymi. Opracowano, wykonano i przebadano czujniki do pomiarów nadciśnienia gazów do wartości 6 MPa. Wstępne, wówczas, próby wykonania czujnika ciśnienia absolutnego nie dały pozytywnych rezultatów, gdyż przeniesiony do wnętrza rezonatora układ pobudzająco odczytujący nie zdołał go uruchomić.

2.2. Budowa i zasada działania

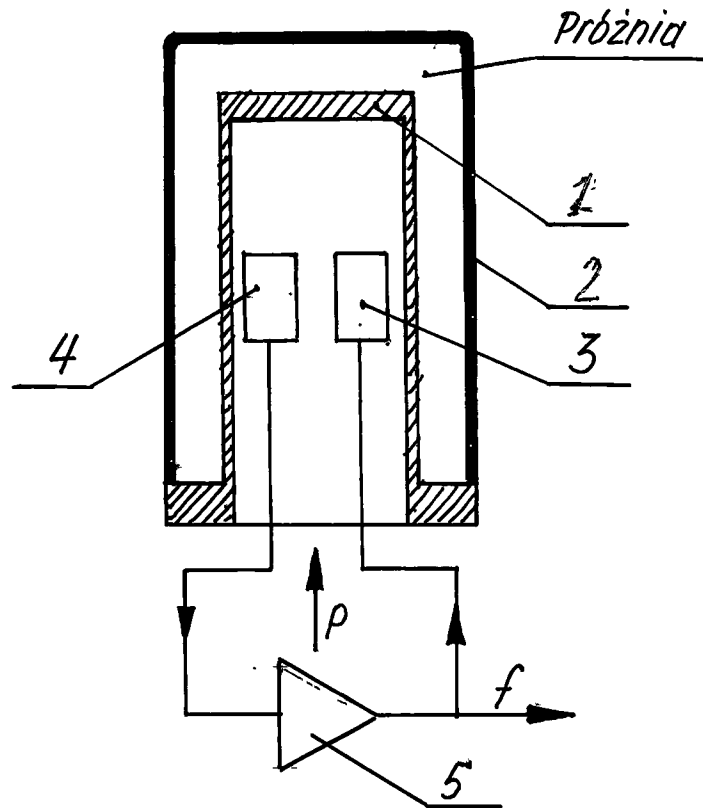
Na podstawie wyników dotychczasowych prac, przedstawionych w p. 2.1 zdecydowano, że do pomiaru ciśnienia absolutnego, w tym do pomiaru ciśnienia barometrycznego, zostaną zastosowane czujniki z częstotliwościowym sygnałem wyjściowym z rezonatorem cylindrycznym.

Czujnik rezonatorowy składać się będzie z dwóch zasadniczych zespołów:

- a/ rezonatora wbudowanego w komorę próżniową,
- b/ zespołu pobudzająco-odczytującego ze wzmacniaczem i układem formującym.

4

Budowę czujnika przedstawiono schematycznie na rys. 1.



Rys. 1. Czujnik ciśnienia absolutnego z rezonatorem cylindrycznym.

1 - rezonator cylindryczny; 2 - osłona komory próżniowej; 3 - cewka pobudzająca; 4 - cewka odczytująca; 5 - wzmacniacz.

Rezonator cylindryczny jest wykonany w kształcie cienkościennego cylindra 1 jednostronnie zamkniętego. Ścianki cylindra są pobudzane do drgań rezonansowych przez cewkę pobudzającą 3 stanowiącą układ elektromagnetyczny. Ciśnienie oddziaływujące na powłokę cylindra zmienia jego sztywność a zatem i częstotliwość rezonansową. W cewce odczytującej 4 indukowany jest sygnał sprzężenia zwrotnego podawany następnie do wzmacniacza 5. Sygnał ten po wzmocnieniu zasila cewkę pobudzającą i podtrzymywane są tym samym drgania rezonatora. Sygnał wyjściowy czujnika ma z reguły kształt prostokątny i poziomy napięcie zgodnie ze standardem TTL.

Rezonator wraz ze współdziałającymi z nim elementami /cewka pobudzająca i odczytująca oraz wzmacniacz/ tworzy zespół drgający. Jego częstotliwość drgań jest zależna od częstotliwości drgań własnych rezonatora a ta z kolei zależy od stanu występujących w nim naprężeń wywołanych działaniem ciśnienia mierzonego. Tak więc częstotliwość drgań układu drgającego jest miarą mierzonego ciśnienia.

3. OPRACOWANIE I WYKONANIE MODELI

3.1. Dobór materiału rezonatora

Rezonator stanowi element pomiarowy czujnika i ma decydujący wpływ na jego właściwości metrologiczne. Z kolei o jakości rezonatora decydują cechy materiału, z którego jest wykonany i dlatego dobór materiału jest bardzo ważnym zagadnieniem. Do wcześniej opracowanych rezonatorowych czujników nadciśnienia i podciśnienia zastosowano elinwar tytanowy jako materiał na rezonator cylindryczny. Jest to materiał o dobrych właściwościach sprężystych, wysokiej wytrzymałości, odporności na korozję środowiskową i dobrych właściwościach magnetycznych /ze względu na elektromagnetyczny sposób pobudzania do drgań/. Ze względu na sposób wykonywania rezonatora /obróbka mechaniczna toczeniem i szlifowaniem/ ważne są również właściwości obróbcze oraz

możliwość spawania /uzyskania komory próżniowej przez spawanie rezonatora z osłoną/. Bardzo ważną cechą elinwaru tytanowego jest niewielka /bardzo bliska zeru/ wartość współczynnika zmiany modułu sprężystości w funkcji temperatury, co zapobiega, a w zasadzie zmniejsza w znacznym stopniu, zmianom częstotliwości drgań rezonatora przy stałym ciśnieniu w przypadku zmiany jego temperatury.

Elinwar tytanowy jest produkowany w kraju, na indywidualne zamówienie, przez Mikrohutę „Strzemieszyce” w Dąbrowie Górniczej ale tylko w postaci prętów kutyh o przekroju kwadratowym 80x80 mm i długości ok. 1,5 m. Półfabrykat tego rodzaju nie jest najstosowniejszy do wykonania rezonatorów cylindrycznych i dlatego zdecydowano się na przekucie go na pręt okrągły o średnicy 35 mm. Przeróbka plastyczna elinwaru tytanowego powoduje znaczny zgniot, następuje zmiana jego właściwości mechanicznych. Dla uzyskania pożądaných właściwości konieczne jest przeprowadzenie obróbki cieplnej, dzięki której można w pewnym zakresie kształtować właściwości elinwaru. Należy podkreślić wagę odpowiedniej obróbki cieplnej gdyż przeprowadzenie jej w niewłaściwy sposób może doprowadzić do utraty przez elinwar głównej jego zalety a mianowicie „zerowego” współczynnika temperaturowego zmiany modułu sprężystości. Przekucie elinwaru zostało zlecone w przeszłości Hucie „Baildon”, natomiast opracowanie technologii obróbki cieplnej - Instytutowi Metaloznawstwa i Spawalnictwa Politechniki Śląskiej.

3.2. Dokumentacja modelu czujnika

Dokumentację dla wykonania modelu czujnika opracowano w Zakładzie DPP.

Najważniejszymi elementami układu drgającego czujnika ciśnienia jest rezonator cylindryczny oraz zminiaturyzowane cewki układu pobudzająco-odczytującego.

Do modelu czujnika ciśnienia absolutnego wykorzystano częściowo konstrukcję rezonatora stosowanego w czujnikach nadciśnienia i podciśnienia.

Rezonator cylindryczny jest stożkiem o bardzo nieznacznej zbieżności /ze względów technologicznych/; praktycznie jest

walcem o pogrubionym dnie z jednej strony oraz kołnierzem w kształcie wysokiego pierścienia z drugiej. Kołnierz stanowi element mocujący rezonator z pozostałymi częściami modelu czujnika; służy też do przyspawania na zewnątrz rezonatora osłony komory próżniowej.

Grubość ścianki powłoki cylindrycznej jest zależna od wartości mierzonego ciśnienia. Na podstawie wyników wcześniej prowadzonych w Zakładzie DPP prac dokonano doboru grubości ścianek rezonatorów dla zakresów pomiarowych przewidzianych do opracowania. Ustalono, że powinny one wynosić od 0,06 do 0,20 mm.

Układ pobudzająco-odczytujący jest układem elektromagnetycznym. Cewka pobudzająca składa się z drutu nawojowego nawiniętego na karkas, rdzenia i magnesu. W cewce odczytującej wykorzystano głowicę magnetofonową. Do cewek zastosowano magnes samarowo-kobaltowy.

Ze względu na umieszczenie cewek wewnątrz rezonatora bardzo ważnym zagadnieniem było opracowanie cewek o małych wymiarach. Ponadto elementy mocujące te cewki i zapewniające im niezmienną pozycję względem ścianek rezonatora też muszą mieć niewielkie wymiary tak, aby elementy mocujące i cewki nie wywoływały tłumienia drgań rezonatora.

3.3. Wykonanie modeli czujników

Na podstawie dokumentacji modelu czujnika zostały wykonane w Ośrodku ORC, w Dziale WP i Zakładzie DPP części i zespoły do 2 szt. modeli.

W trakcie wykonywania modeli wystąpiły trudności z wykonaniem szczelnego spawania rezonatora /z elinwaru tytanowego/ z osłoną komory próżniowej /ze stali nierdzewnej 1H18N9T/. Spawanie tych elementów wykonuje się metodą spawania elektrodą wolframową w osłonie argonu. Szczelność tego spawania jest bardzo ważna dla prawidłowej pracy czujnika ze względu na konieczność utrzymania próżni w komorze próżniowej. Nawet nieznaczna nieszczelność doprowadzi do zmiany sygnału czujnika w trakcie użytkowania czujnika. W PIAP nie można było wykonać tego spawania ze względu na brak specjalnego

urządzenia /TIG/. Natomiast w Ośrodku Badawczo Rozwojowym Aparatury Pomiarowej, w którym spawanie takie można byłoby wykonać, brak było doświadczeń ze spawaniem części z elinwaru. Właściwe spawanie musiało być poprzedzone próbami wstępnymi, dla ustalenia parametrów spawania, na próbnym elementach. Po ustaleniu parametrów i próbnym spawaniach wykonano spawanie właściwe oraz sprawdzono szczelność spawów wykrywaczem helowym. W OBRAP wykonano również odpompowanie powietrza z komory dla wytworzenia w niej próżni.

W trakcie uruchamiania modeli zaistniała konieczność przekonstruowania elementów mocujących układ pobudzająco-odczytujący dla uzyskania możliwości zmiany położenia cewki pobudzającej względem cewki odczytującej. Zaistniały też trudności z ustaleniem odpowiedniego położenia cewek pobudzającej i odczytującej względem ścianek rezonatora, co spowodowane było umieszczeniem tych cewek wewnątrz rezonatora. Wykonano specjalną „pomoc warsztatową” odwzorowującą przecięty w poprzek rezonator. Jednak w praktyce nie ma dwóch jednekowych rezonatorów i właściwe ustawienie cewek względem ścianek „rezonatora-imitatora” nie zapewniało prawidłowości ich umieszczenia względem właściwego rezonatora, co powodowało konieczność wielokrotnych prób.

Ostatecznie, mimo opisanych trudności, zostały zmontowane i uruchomione 2 modele czujnika ciśnienia absolutnego o zakresach pomiarowych od 0 do $1,2 \text{ kg/cm}^2$ i od 0 do 5 kg/cm^2 .

4. ZAŁOŻONE PODSTAWOWE PARAMETRY

CZUJNIKÓW

1. Zakresy pomiarowe /typoszereg ciśnień absolutnych/
przy czym:
 - najmniejszy: od 0 do 108 kPa
 - największy: od 0 do 2500 kPa
2. Sygnał wyjściowy: częstotliwościowy 4 + 16 kHz /zależny od zakresu pomiarowego/
3. Zgodność z charakterystyką deklarowaną: 0,05 + 0,1%
4. Powtarzalność: 0,01 + 0,02%
5. Histereza: 0,02%
6. Przeciężalność: 25%
7. Temperatura pracy: 5 + 50°C.

5. BADANIA MODELI CZUJNIKA

5.1. Rodzaje badań modeli czujników

Modele czujników poddano następującym badaniom:

- a/ wyznaczenie charakterystyki częstotliwościowej

$$p = \varphi /f/, \quad \text{gdzie } p - \text{ciśnienie,} \\ f - \text{częstotliwość,}$$

- b/ wyznaczenie błędów dodatkowych temperaturowych

Δt w założonych temperaturach pracy /5 + 50°C/.

5.2. Aparatura pomiarowa i urządzenia stosowane podczas sprawdzeń

1. Cyfrowy miernik ciśnienia f-my Paroscientific /USA/, SERIES 700.
2. Kvarcowy czujnik ciśnienia f-my Paroscientific /USA/ o zakresie pomiarowym 0 + 30 psia, model 230A-101.

10

3. Kvarcowy czujnik ciśnienia f-my Paroscientific /USA/ o zakresie pomiarowym $0 + 200$ psia, model 2200AS-002.
4. Częstościomierz - czasomierz cyfrowy, typ PFL-22.
5. Prasa powietrzno-hydrauliczna, typ PPH-1/25.
6. Komory termostatyczne zapewniające uzyskanie i utrzymanie temperatur 5 i 50°C .
7. Termometry rtęciowe o zakresie $0 + 50^{\circ}\text{C}$ i $0 + 100^{\circ}\text{C}$.
8. Barometr rtęciowy.
9. Komputer IBM PC X¹.

5.3. Opis badań

5.3.1. Wyznaczenie charakterystyki częstotliwościowej

przeprowadzono kilkakrotnie /dla modelu o zakresie pomiarowym $0 + 1,2$ kg/cm²/ i kilkunastokrotnie /dla modelu o zakresie pomiarowym $0 + 5$ kg/cm²/ w temperaturze odniesienia $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ lub $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Do czujników doprowadzono ciśnienie absolutne, ustalając jego wartość wg manometru wzorcowego i odczytywano wartości okresu /T/ drgań czujnika rezonatorowego w kolejnych punktach pomiarowych rozłożonych równomiernie w zakresie pomiarowym modelu czujnika. Ze względu na większą dokładność dokonywano odczytu okresu drgań zamiast częstotliwości drgań.

Na komputerze wykonano obliczenia; do specjalnie przygotowanego programu wprowadzono wyniki sprawdzenia tzn. wartości okresu drgań odpowiadające ustalonym punktom pomiarowym.

Obliczenia polegały na wyznaczeniu współczynników algorytmu przetwarzania czujnika /wielomianu interpolującego/ i błędów przetwarzania. Wydruki danych podano w postaci tablic $1 + 8$ /dla modelu o zakresie $0 + 1,2$ kg/cm²/ i $9 + 24$ /dla modelu o zakresie $0 + 5$ kg/cm²/ . We wszystkich tablicach cyfry rzymskie oznaczają numery kolejnych badań.

Algorytm przetwarzania czujnika ma postać ogólną:

$$p = d/f - f_0/4 + c/f - f_0/3 + b/f - f_0/2 + a/f - f_0/$$

gdzie:

- p - mierzone ciśnienie w kG/cm^2 ,
- f_0 - częstotliwość odpowiadająca ciśnieniu $p = 0$,
- f - częstotliwość /Hz/ odpowiadająca ciśnieniu p,
- a, b, c, d - współczynniki algorytmu.

Ze względu na trudność w uzyskaniu ciśnienia absolutnego $p_{\text{abs}} = p = 0$ przyjęto, że f_0 jest częstotliwością odpowiadającą niżej podanym ciśnieniom:

$$p_{\text{abs}} = 0,005 \text{ kG/cm}^2 \text{ dla modelu o zakresie } 0 + 1,2 \text{ kG/cm}^2$$

$$p_{\text{abs}} = 0,01 \text{ kG/cm}^2 \text{ dla modelu o zakresie } 0 + 5 \text{ kG/cm}^2.$$

W każdej z wymienionych tablic /wydruków/ podane są wyniki pomiarów: ciśnienie wzorcowe p i okres mierzony T oraz wyniki obliczeń: częstotliwość $f = \frac{1}{T}$, ciśnienie p_{obl} , błąd przetwarzania jako „Delta P wzg w %” i współczynniki algorytmu a, b, c, d.

5.3.2. Wyznaczenie błędów dodatkowych temperaturowych Δ_t

miało na celu określenie wpływu zmian temperatury otoczenia na charakterystykę częstotliwościową.

Modele poddano działaniu temperatury odniesienia, wyznaczając charakterystykę częstotliwościową w sposób opisany w 5.3.1. Następnie umieszczono je w komorze zapewniającej uzyskanie i utrzymanie temperatur otoczenia 50°C / 45°C / lub 5°C , różnych od temperatury odniesienia. W każdej w/w temperaturze wyznaczono dwukrotnie charakterystykę częstotliwościową tzn. dla ustalonych punktów pomiarowych odczytano wartości okresu /T/ drgań.

Wartości okresu T przeliczono na wartości częstotliwości f. Z wartości częstotliwości f obliczono dodatkowy błąd temperaturowy Δ_t w % na 10°C porównując wartości częstotliwości uzyskane w temperaturze otoczenia 50°C / 45°C / lub 5°C z wartościami częstotliwości w temperaturze odniesienia 20°C lub 25°C .

W tablicach 25 + 28 podano wyniki obliczeń błędu $\Delta t_{\#}$ oraz średnią wartość tego błędu.

5.4. Wyniki badań

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdza się, że błędy przetwarzania modelu czujnika o zakresie pomiarowym $0 + 1,2 \text{ kg/cm}^2$ zawierają się w granicach od $-0,05\%$ do $0,029\%$, a modelu o zakresie pomiarowym $0 + 5 \text{ kg/cm}^2$ odpowiednio w granicach od $-0,021\%$ do $0,022\%$ zakresu pomiarowego. W odniesieniu do błędów dodatkowych temperaturowych wyniki badań wykazały, że błąd Δt jest wielkością zmienną, zależy nie tylko od temperatury ale również od wartości ciśnienia i grubości ścianki rezonatora. Należy zauważyć przy tym, że błędy temperaturowe Δt mają inny „przebieg” w obydwu modelach.

Błędy temperaturowe Δt w % na 10°C modelu o zakresie $0 + 1,2 \text{ kg/cm}^2$ można scharakteryzować następująco:

- a/ w temperaturach wyższych od temperatury odniesienia błędy mają wartości dodatnie i analogicznie, dla temperatur niższych od temperatury odniesienia błędy mają wartości ujemne,
- b/ wartość bezwzględna błędu temperaturowego rośnie ze wzrostem ciśnienia.

Błędy temperaturowe Δt w % na 10°C modelu o zakresie $0 + 5 \text{ kg/cm}^2$ można scharakteryzować następująco:

- a/ w temperaturach wyższych od temperatury odniesienia błędy mają wartości ujemne a dla temperatur niższych od temperatury odniesienia błędy mają wartości ~~ujemne~~, dodatnie,
- b/ wartość bezwzględna błędu temperaturowego maleje ze wzrostem ciśnienia.

Z porównania wartości bezwzględnych błędów temperaturowych wynika, że mniejsze wartości osiąga model o ~~mniejszej~~ cieńszej ściance rezonatora. Większe wartości tych błędów dla modelu o zakresie $0 + 5 \text{ kg/cm}^2$ tłumaczyć należy /ale tylko częściowo/ mniejszym przyrostem częstotliwości w zakresie pomiarowym

/ $\Delta f_z = f_5 - f_{0,01} = 822,144 \text{ Hz}$ /, który stanowi zaledwie 10,5% częstotliwości początkowej / $f_{0,01}$ /. Dla modelu o zakresie $0 + 1,2 \text{ kG/cm}^2$ przyrost częstotliwości w zakresie pomiarowym / $\Delta f_z = f_{1,2} - f_{0,005} = 1161,242 \text{ Hz}$ / wynosi około 21,7% częstotliwości początkowej / $f_{0,005}$ /.

Przypuszcza się, że „inny jakościowo i ilościowo” wpływ zmian temperatury otoczenia na charakterystykę obydwu modeli może być spowodowany tym, że rezonatory wykonano z elinwaru pochodzącego z różnych dostaw /wytopów/ a więc mogących być innej obrabianych termicznie. Zagadnienie to należy sprawdzić w badaniach prototypów.

W tabl. 29 i 30 zestawiono wyniki pomiarów częstotliwości uzyskane w kolejnych badaniach w warunkach odniesienia, w punktach charakterystycznych zakresu pomiarowego a mianowicie:

- $f_{0,005}$ lub $f_{0,01}$ - początek zakresu pomiarowego,
- $f_{1,2}$ lub f_5 - koniec zakresu pomiarowego,
- f_1 - ciśnienie absol.o wart. 1 kG/cm^2 .

Z w/w wyników pomiarów obliczono dla każdego modelu odchylenie wartości minimalnej i maksymalnej od wartości początkowej lub wartości średniej. Uzyskane wartości obliczeniowe są „miarą stałości” charakterystyki częstotliwościowej. Wynika z nich, że model czujnika o zakresie $0 + 5 \text{ kG/cm}^2$ wykazywał się stosunkowo dobrą stałością w odniesieniu do wartości początkowej lub średniej. Maksymalne odchylenie nie przekraczało 0,02%. Podobne wartości, nie przekraczające 0,025% osiągnął rozrzut, czyli różnica wartości maksymalnej i minimalnej. Wartości 10-krotnie gorsze uzyskano z obliczeń odnosząc w/w odchylenie i rozrzut do przyrostu częstotliwości w zakresie pomiarowym.

Model czujnika o zakresie $0 + 1,2 \text{ kG/cm}^2$ charakteryzuje się niestabilnością charakterystyki wyrażającą się wzrostem częstotliwości w trakcie 6 badań. W badaniu 7-mym następuje powrót do częstotliwości początkowej.

Wydaje się, że przyczyną tego może być brak obróbki termicznej po spawaniu komory próżniowej.

14.

6. W N I O S K I

1. Wykonanie i badania modeli czujników ciśnienia absolutnego wykazały możliwość spełnienia założonych parametrów i wymagań dotyczących:
 - zakresów pomiarowych,
 - sygnału wyjściowego częstotliwościowego,
 - zgodności z charakterystyką,
 - przeciążalności,
 - możliwości pracy w temperaturach od 5 do 50°C pod warunkiem zastosowania układu stabilizacji temperatury rezonatora.

2. Odnośnie powtarzalności należy stwierdzić, że okres badań był zbyt krótkim okresem dla tego sprawdzenia. Wyniki osiągnięte pozwalają przypuszczać, że powtarzalność charakterystyki spełni założone wymagania. Trzeba jednak stwierdzić, że charakterystyka częstotliwościowa zmieniała się na skutek działań temperatury i w czasie. W prototypach czujników należy przeprowadzić stabilizację termiczną /parę cykli przetrzymywania w temperaturach niskich i wysokich/ rezonatora po spawaniu z osłoną komory próżniowej.

3. Wpływ zmiany temperatury otoczenia na charakterystykę częstotliwościową należy sprawdzić w prototypach po przeprowadzeniu stabilizacji właściwości rezonatora /jak w p.2/.

4. Należy dążyć do stosowania rezonatorów, dla których przyrost częstotliwości odpowiadający zakresowi pomiarowemu wynosi około 20% częstotliwości początkowej.

5. Opracowanie i wykonanie modeli wykazały² możliwość zbudowania i uruchomienia zminiaturyzowanego układu pobudzająco-odczytującego umieszczonego wewnątrz rezonatora. Przy tym należy sobie zdawać sprawę z trudności uruchomienia tego układu spowodowanych „niedostępnością” do cewek układu umieszczonego wewnątrz rezonatora.

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Czujnik ciśn. absolut. Zakres: 0 1,2 1670 m2. Powietrze.
Data : 91.08.21. Temperatura ot. : 21 C. Ciśnienie : 757 mmHg

Częstotliwość $f_0 = 5.36381410D+03$ dla ciśnienia $5.00000000D-03$

Postać równania : $d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x$
gdzie : $x=f-f_0$

- a = 9.3212862D-04
- b = 6.4608451D-08
- c = 2.8396309D-11
- d = -1.0474430D-14

Wzory obliczeniowe :

$$Pobl. = a*(f-f_0) + b*(f-f_0)**2 + c*(f-f_0)**3 + d*(f-f_0)**4$$

$$Del.P = ((P - Pobl.) / z) * 100\%$$

z - górna granica zakresu

Współczynniki w postaci hexadecymalnej
dla arytmetyki miernika :

- f0 = 0DA79E83
- a = 76F45A17
- b = 698ABEDF
- c = 5DF9C6CD
- d = D2BCB0D2

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Częstotliwość | I | P obliczone | I | Delta P w % |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|---------------|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | | I | | I | |
| I | P | I | T | I | $f=1/T$ | I | P obl. | I | Del.P |
| ! | 5.0000D-03 | ! | 1.864345D-04 | ! | 5.363814D+03 | ! | 5.000000D-03 | ! | 0.000000D-01 |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.829726D-04 | ! | 5.464702D+03 | ! | 9.972604D-02 | ! | -2.292551D-02 |
| ! | 2.0000D-01 | ! | 1.795338D-04 | ! | 5.567982D+03 | ! | 2.001509D-01 | ! | 1.263000D-02 |
| ! | 4.0000D-01 | ! | 1.731839D-04 | ! | 5.774209D+03 | ! | 4.000879D-01 | ! | 7.354315D-03 |
| ! | 6.0000D-01 | ! | 1.674706D-04 | ! | 5.971197D+03 | ! | 5.999316D-01 | ! | -5.727153D-03 |
| ! | 8.0000D-01 | ! | 1.622958D-04 | ! | 6.161589D+03 | ! | 7.999236D-01 | ! | -6.396955D-03 |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.575775D-04 | ! | 6.346084D+03 | ! | 1.000101D+00 | ! | 8.423985D-03 |
| ! | 1.2000D+00 | ! | 1.532554D-04 | ! | 6.525056D+03 | ! | 1.199969D+00 | ! | -2.585065D-03 |

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Bad. II

Czujnik ciśn. absolut. Zakres: 0...10⁵ kg/cm². Powietrze.
Data : 91.08.21. Temperatura ot. : 21 C. Ciśnienie : 757 mmHg

Częstotliwość f0 = 5.36380547D+03 dla ciśnienia 5.00000000D-03

Postać równania : d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x
gdzie : x=f-f0

a = 9.3273297D-04
b = 6.1620783D-08
c = 3.2485132D-11
d = -1.2163414D-14

Wzory obliczeniowe :

Pobl. = a*(f-f0) + b*(f-f0)**2 + c*(f-f0)**3 + d*(f-f0)**4

Del.P = ((P-Pobl.) / z) * 100%

z - górna granica zakresu

Współczynniki w postaci hexadecymalnej
dla arytmetyki miernika :

f0 = 0DA79E71
a = 76F482A6
b = 69845462
c = 5F8EDF01
d = D2DB1DD8

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Częstotliwość | I | P obliczone | I | Delta P w % | I |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|---------------|---|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del.P | I |
| ! | 5.0000D-03 | ! | 1.864348D-04 | ! | 5.363805D+03 | ! | 5.000000D-03 | ! | 0.000000D-01 | ! |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.827942D-04 | ! | 5.464654D+03 | ! | 9.972359D-02 | ! | -2.313083D-02 | ! |
| ! | 2.0000D-01 | ! | 1.795355D-04 | ! | 5.569979D+03 | ! | 2.001389D-01 | ! | 1.162232D-02 | ! |
| ! | 4.0000D-01 | ! | 1.731830D-04 | ! | 5.774239D+03 | ! | 4.001059D-01 | ! | 8.863583D-03 | ! |
| ! | 6.0000D-01 | ! | 1.674695D-04 | ! | 5.971237D+03 | ! | 5.999322D-01 | ! | -5.675354D-03 | ! |
| ! | 8.0000D-01 | ! | 1.622959D-04 | ! | 6.161585D+03 | ! | 7.799013D-01 | ! | -8.260345D-03 | ! |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.575776D-04 | ! | 6.346080D+03 | ! | 1.000120D+00 | ! | 1.000326D-02 | ! |
| ! | 1.2000D+00 | ! | 1.532558D-04 | ! | 6.525039D+03 | ! | 1.199964D+00 | ! | -3.004960D-03 | ! |

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Bad. III

Przemyslowy Instytut Automatyki i Pomiarow
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Czujnik cisl. absolut. Zakres: 0-1.2 tB/cm². Powietrze.

Data : 91.08.22. Temperatura ot. : 19 C. Cisnienie : 759 mmHg

Czestotliwosc f0 = 5.36867496D+03 dla cisnienia 5.00000000D-03

Postac rownania : d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x
gdzie : x=f-f0

a = 9.3273116D-04
b = 6.4014975D-08
c = 3.1380673D-11
d = -1.2475628D-14

Wzory obliczeniowe :

Pobl. = a*(f-f0) + b*(f-f0)**2 + c*(f-f0)**3 + d*(f-f0)**4

Del.P = ((P-Pobl.) / z) * 100%

z - gorna granica zakresu

Wspolczynniki w postaci hexadecymalnej
dla arytmetyki miernika :

f0 = 0DA7C566
a = 76F48287
b = 6989789A
c = 5E8A037F
d = D2E0BDAE

| I | Cisnienie | I | Okres | T | Czestotliwosc | f | P obliczone | I | Delta P | wzq | w % | I |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|-----|-----|---|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | | I | | I | | | | I |
| I | P | I | T | I | f=1/T | I | P obl. | I | Del.P | | | I |
| ! | 5.0000D-03 | ! | 1.862657D-04 | ! | 5.3686750E+03 | ! | 5.0000000D-03 | ! | 0.0000000D-01 | | | |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.828410D-04 | ! | 5.469233E+03 | ! | 9.947140D-02 | ! | -4.423417D-02 | | | |
| ! | 2.0000D-01 | ! | 1.793758D-04 | ! | 5.574898E+03 | ! | 2.003161D-01 | ! | 2.645437D-02 | | | |
| ! | 4.0000D-01 | ! | 1.730477D-04 | ! | 5.778753E+03 | ! | 4.000693D-01 | ! | 5.797943D-03 | | | |
| ! | 6.0000D-01 | ! | 1.673457D-04 | ! | 5.975654E+03 | ! | 6.000570D-01 | ! | 4.769669D-03 | | | |
| ! | 8.0000D-01 | ! | 1.621941D-04 | ! | 6.165450E+03 | ! | 7.996646D-01 | ! | -2.806299D-02 | | | |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.574748D-04 | ! | 6.350227E+03 | ! | 1.000290D+00 | ! | 2.422972D-02 | | | |
| ! | 1.2000D+00 | ! | 1.531617D-04 | ! | 6.529047E+03 | ! | 1.199921D+00 | ! | -6.637962D-03 | | | |

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie, 202

Bod. IV

Czujnik cisp. absolut. Zakres: 0-1.2 kG/cm². Powietrze.
Data : 91.08.22. Temperatura ot. : 19 C. Cisnienie : 759 mmHg

Czestotliwosc f0 = 5.36903239D+03 dla cisnienia 5.00000000D-03

Postac rownania : d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x
gdzie : x=f-f0

a = 9.3345483D-04
b = 6.1141336D-08
c = 3.5090617D-11
d = -1.3933114D-14

Wzory obliczeniowe :

Pobl. = a*(f-f0) + b*(f-f0)**2 + c*(f-f0)**3 + d*(f-f0)**4

Del.P = ((P-Pobl.) / z) * 100%

z-donna granica zakresu

Wspolczynniki w postaci hexadecymalnej
dla arytmetyki miernika :

f0 = 0DA7C842
a = 76F4R317
b = 69834CCF
c = 5E9A5485
d = D2FAFF25

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Czestotliwosc | I | P obliczone | I | Delta P wzq w % |
|---|------------|---|--------------|---|----------------|---|---------------|---|-----------------|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | | I | | I | |
| I | P | I | T | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del.P |
| ! | 5.0000D-03 | ! | 1.862533D-01 | ! | 5.36903239D+03 | ! | 5.0000000D-03 | ! | 0.000000D-01 |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.828294D-04 | ! | 5.469580D+03 | ! | 9.950888D-02 | ! | -4.109830D-02 |
| ! | 2.0000D-01 | ! | 1.793675D-04 | ! | 5.575146D+03 | ! | 2.002773D-01 | ! | 2.320671D-02 |
| ! | 4.0000D-01 | ! | 1.730370D-04 | ! | 5.779111D+03 | ! | 4.000973D-01 | ! | 8.145776D-03 |
| ! | 6.0000D-01 | ! | 1.673370D-04 | ! | 5.975965D+03 | ! | 6.000210D-01 | ! | 1.757925D-03 |
| ! | 8.0000D-01 | ! | 1.621848D-04 | ! | 6.165806D+03 | ! | 7.997020D-01 | ! | -2.494043D-02 |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.574686D-04 | ! | 6.350477D+03 | ! | 1.000268D+00 | ! | 2.246152D-02 |
| ! | 1.2000D+00 | ! | 1.531558D-04 | ! | 6.529279D+03 | ! | 1.199926D+00 | ! | -6.232187D-03 |

Tabl. 5

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Bad. VII

Przemyslowy Instytut Automatyki i Pomiarow
PIAP
02-222 w-wa, Al. Jerozolimskie 202

Czujnik cisn. absolut. Zakres: 0-1,2 kg/cm². Powietrze.
Data : 91.08.23. Temperatura ot. : 20 C. Cisnienie : 764 mmHg

Czestotliwosc f0 = 5.37304226D+03 dla cisnienia 5.00000000D-03

Postac rownania : d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x
gdzie : x=f-f0.

a = 9.3393079D-04
b = 6.1917036D-08
c = 3.4372580D-11
d = -1.3838109D-14

Wzory obliczeniowe :

Pobl. = a*(f-f0) + b*(f-f0)**2 + c*(f-f0)**3 + d*(f-f0)**4

Del.P = ((P-Pobl.) / z) * 100%

z - gorna granica zakresu

Wspolczynniki w postaci hexadecymalnej
dla arytmetyki miernika :

f0 = 0DA7E856
a = 76F4D308
b = 69847740
c = 5F972C15
d = D2F94903

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Czestotliwosc | I | P obliczone | I | Delta P wzg w % |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|-----------------|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | | I | | I | |
| I | P | I | T | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del.P |
| ! | 5.0000D-03 | ! | 1.861143D-04 | ! | 5.373042D+03 | ! | 5.000000D-03 | ! | 0.000000D-01 |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.827005D-04 | ! | 5.473439D+03 | ! | 9.942086D-02 | ! | -4.846400D-02 |
| ! | 2.0000D-01 | ! | 1.792403D-04 | ! | 5.579102D+03 | ! | 2.003508D-01 | ! | 2.935643D-02 |
| ! | 4.0000D-01 | ! | 1.729264D-04 | ! | 5.782807D+03 | ! | 4.000630D-01 | ! | 5.273600D-03 |
| ! | 6.0000D-01 | ! | 1.672347D-04 | ! | 5.979620D+03 | ! | 6.000814D-01 | ! | 6.812835D-03 |
| ! | 8.0000D-01 | ! | 1.620949D-04 | ! | 6.169226D+03 | ! | 7.996172D-01 | ! | -3.203575D-02 |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.573820D-04 | ! | 6.353967D+03 | ! | 1.000324D+00 | ! | 2.709316D-02 |
| ! | 1.2000D+00 | ! | 1.530755D-04 | ! | 6.532724D+03 | ! | 1.199912D+00 | ! | -7.370162D-03 |

Tabl. 6

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.

Zakres :

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Bad. VIII

Czujnik ciśn. absolut. Zakres: 0-1.2 kg/cm². Powietrze.
Data : 91.08.23. Temperatura ot. : 20 C. Ciśnienie : 764 mmHg

Częstotliwość $f_0 = 5.373039300D+03$ dla ciśnienia $5.00000000D-03$

Postać równania : $d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x$
gdzie : $x = f - f_0$

$a = 9.34097380D-04$
 $b = 6.1035167D-08$
 $c = 3.57294500D-11$
 $d = -1.43806580D-14$

Wzory obliczeniowe :

$P_{obl.} = a*(f - f_0) + b*(f - f_0)**2 + c*(f - f_0)**3 + d*(f - f_0)**4$

$Del.P = ((P - P_{obl.}) / P) * 100\%$

z - górna granica zakresu

Współczynniki w postaci hexadecymalnej
dla arytmetyki miernika :

$f_0 = 0DA7E850$
 $a = 76F4DC36$
 $b = 69831270$
 $c = 5E9D23C8$
 $d = D381878A$

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Częstotliwość | I | P obliczone | I | Delta P | wzrost w % | I |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|---------------|------------|---|
| I | wzrostowe | I | mierzony | I | | I | | I | | | I |
| I | P | I | T | I | $f = 1/T$ | I | P obl. | I | Del.P | | I |
| ! | 5.0000D-03 | ! | 1.861144D-04 | ! | 5.373039D+03 | ! | 5.000000D-03 | ! | 0.000000D-01 | ! | ! |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.327016D-04 | ! | 5.473406D+03 | ! | 9.940152D-02 | ! | -5.008168D-02 | ! | ! |
| ! | 2.0000D-01 | ! | 1.792409D-04 | ! | 5.579084D+03 | ! | 2.003434D-01 | ! | 2.873433D-02 | ! | ! |
| ! | 4.0000D-01 | ! | 1.729249D-04 | ! | 5.782857D+03 | ! | 4.001142D-01 | ! | 9.558066D-03 | ! | ! |
| ! | 6.0000D-01 | ! | 1.672367D-04 | ! | 5.979549D+03 | ! | 6.000164D-01 | ! | 1.369073D-03 | ! | ! |
| ! | 8.0000D-01 | ! | 1.620950D-04 | ! | 6.169222D+03 | ! | 7.996566D-01 | ! | -7.873630D-02 | ! | ! |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.573844D-04 | ! | 6.353870D+03 | ! | 1.000313D+00 | ! | 2.627067D-02 | ! | ! |
| ! | 1.2000D+00 | ! | 1.530785D-04 | ! | 6.532596D+03 | ! | 1.199913D+00 | ! | 7.313266D-03 | ! | ! |

Tablica 7

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Bad XI

Przemyslowy Instytut Automatyki i Pomiarow
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Czujnik cisl. absolut. Zakres: 0 1.2 kG/cm², Powietrze.
Data : 91.08.26. Temperatura ot. : 20 C. Cisnienie : 757 mmHg

Czestotliwosc f0 = 5.36441259D+03 dla cisnienia 5.00000000D-03

Postac rownania : d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x
gdzie : x=f-f0

a = 9.3249858D-04
b = 6.4157430D 08
c = 2.8978108D-11
d = -1.0799607D-14

Wzory obliczeniowe :

Pobl. = a*(f-f0) + b*(f-f0)**2 + c*(f-f0)**3 + d*(f-f0)**4

Del.P = ((P-Pobl.) / z) * 100%

z - gorna granica adresu

Wspolczynniki w postaci hexadecymalnej
dla arytmetyki miernika :

f0 = 0DA7A34C
a = 76F472EB
b = 6989C6EB
c = 5DFEE4E6
d = D2C28C65

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Czestotliwosc | I | P obliczone | I | Delta P wzq w % |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|-----------------|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | f | I | | I | |
| I | P | I | T | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del.P |
| ! | 5.0000D-03 | ! | 1.864137D-04 | ! | 5.364413D+03 | ! | 5.000000D-03 | ! | 0.000000D-01 |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.829740D-04 | ! | 5.465190D+03 | ! | 9.966213D-02 | ! | -2.827338D-02 |
| ! | 2.0000D-01 | ! | 1.795147D-04 | ! | 5.570574D+03 | ! | 2.002069D-01 | ! | 1.731420D-02 |
| ! | 4.0000D-01 | ! | 1.731698D-04 | ! | 5.774679D+03 | ! | 4.000668D-01 | ! | 5.590852D-03 |
| ! | 6.0000D-01 | ! | 1.674571D-04 | ! | 5.971679D+03 | ! | 5.999550D-01 | ! | -3.762611D-03 |
| ! | 8.0000D-01 | ! | 1.622851D-04 | ! | 6.161995D+03 | ! | 7.998900D-01 | ! | -9.206623D-03 |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.575661D-04 | ! | 6.346543D+03 | ! | 1.000124D+00 | ! | 1.038422D-02 |
| ! | 1.2000D+00 | ! | 1.532444D-04 | ! | 6.525574D+03 | ! | 1.199963D+00 | ! | -3.087078D-03 |

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Bad. XII

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Czujnik ciśn. absolut. Zakres: 0-1.211/cm². Powietrze.
Data : 91.08.26. Temperatura ot. : 20 C. Ciśnienie : 757 mmHg

Częstotliwość f0 = 5.36437518D+03 dla ciśnienia 5.00000000D-03

Postać równania : d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x
gdzie : x=f-f0

- a = 9.3317580D-04
- b = 6.1767270D-08
- c = 3.1700094D-11
- d = -1.1795656D-14

Wzory obliczeniowe :

$$Pobl. = a*(f-f_0) + b*(f-f_0)**2 + c*(f-f_0)**3 + d*(f-f_0)**4$$

$$Del. P = ((P - Pobl.) / z) * 100\%$$

z - górna granica zakresu

Współczynniki w postaci hexadecymalnej
dla arytmetyki miernika :

- f0 = 00A7A300
- a = 76F4A05E
- b = 6984A4EA
- c = 5E8B6B22
- d = D20470DC

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Częstotliwość | I | P obliczone | I | Delta P | I | wzq w % |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|---------------|---|---------|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | | I | | I | | I | |
| I | P | I | T | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del.P | I | |
| ! | 5.0000D-03 | ! | 1.864150D-04 | ! | 5.364375D+03 | ! | 5.000000D-03 | ! | 0.000000D-01 | ! | |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.829797D-04 | ! | 5.465087D+03 | ! | 9.963960D-02 | ! | -3.015902D-02 | ! | |
| ! | 2.0000D-01 | ! | 1.795172D-04 | ! | 5.570497D+03 | ! | 2.002283D-01 | ! | 1.910748D-02 | ! | |
| ! | 4.0000D-01 | ! | 1.731719D-04 | ! | 5.774609D+03 | ! | 4.000696D-01 | ! | 5.823162D-03 | ! | |
| ! | 6.0000D-01 | ! | 1.674590D-04 | ! | 5.971611D+03 | ! | 5.999276D-01 | ! | -6.054853D-03 | ! | |
| ! | 8.0000D-01 | ! | 1.622852D-04 | ! | 6.161991D+03 | ! | 7.999235D-01 | ! | -6.397651D-03 | ! | |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.575677D-04 | ! | 6.346478D+03 | ! | 1.000106D+00 | ! | 8.857803D-03 | ! | |
| ! | 1.2000D+00 | ! | 1.532455D-04 | ! | 6.525477D+03 | ! | 1.199967D+00 | ! | -2.764299D-03 | ! | |

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Bad. I

Czujnik ciśn. absolut. Zakres: 0-5 kg/cm². Powietrze.
Data : 91.08.06. Temperatura ot. : 25 C. Ciśnienie : 756 mmHg

Częstotliwość f0 = 7.81858995D+03 dla ciśnienia 1.00000000D-02

Postać równania : d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x
gdzie : x=f-f0

a = 5.7136022D-01
b = 3.005440D-07
c = 1.2266197D-10
d = -7.241205D-14

$P = d \cdot (f - f_0)^4 + c \cdot (f - f_0)^3 + b \cdot (f - f_0)^2 + a \cdot (f - f_0)$

$\Delta P, \% = ((P - P_{\text{obli.}}) / P) \cdot 100\%$

Uwaga: na granicy zakresu

Współczynniki w postaci normalizowanej
dla a) b) c) d) i f0

f0 = 00F454E3
a = 77BE397B
b = 6BCC940F
c = 60B6DE4B
d = D5A30ED2

| I | Ciśnienie | I | Okres | I | Częstotliwość | I | F obliczone | I | Delta P w % |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|---------------|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | | I | | I | |
| I | P | I | T | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del.P |
| ! | 1.0000D-02 | ! | 1.279003D-04 | ! | 7.818590D+03 | ! | 1.000000D-02 | ! | 0.000000D-01 |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.276442D-04 | ! | 7.834277D+03 | ! | 9.972290D-02 | ! | -5.553021D-03 |
| ! | 5.0000D-01 | ! | 1.265222D-04 | ! | 7.903751D+03 | ! | 4.994135D-01 | ! | -1.175334D-02 |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.251593D-04 | ! | 7.989818D+03 | ! | 1.000053D+00 | ! | 1.070756D-03 |
| ! | 1.5000D+00 | ! | 1.238428D-04 | ! | 8.074753D+03 | ! | 1.500368D+00 | ! | 7.366740D-03 |
| ! | 2.0000D+00 | ! | 1.225707D-04 | ! | 8.158557D+03 | ! | 2.000328D+00 | ! | 6.582311D-03 |
| ! | 2.5000D+00 | ! | 1.213403D-04 | ! | 8.241285D+03 | ! | 2.500148D+00 | ! | 2.960341D-03 |
| ! | 3.0000D+00 | ! | 1.201507D-04 | ! | 8.327881D+03 | ! | 3.000274D+00 | ! | -1.455478D-02 |
| ! | 3.5000D+00 | ! | 1.189758D-04 | ! | 8.408437D+03 | ! | 3.499364D+00 | ! | -1.274010D-02 |
| ! | 4.0000D+00 | ! | 1.178720D-04 | ! | 8.483779D+03 | ! | 4.001160D+00 | ! | 2.325700D-02 |
| ! | 4.5000D+00 | ! | 1.167880D-04 | ! | 8.562524D+03 | ! | 4.499755D+00 | ! | -4.916100D-02 |
| ! | 5.0000D+00 | ! | 1.157312D-04 | ! | 8.640712D+03 | ! | 4.999100D+00 | ! | -1.217000D-02 |

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Pod. II

Przemyslowy Instytut Automatyki i Pomiarow
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Czujnik cisl. absolut. Zakres: 0-5 kG/cm², Powietrze.
Data : 91.08.06. Temperatura ot. : 25 C. Cisnienie : 756 mmHg

Czestotliwosc f0 = 7.81851048D+03 dla cisnienia 1.00000000D-02

Postac rownania : d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x
gdzie : x=f-f0

- a = 5.70965510-03
- b = 7.19904740-07
- c = 2.75333170-11
- d = -7.96560490-15

Wzrost obliczenia w % :

$$Pobl. = a(f-f_0)^4 + b(f-f_0)^3 + c(f-f_0)^2 + d(f-f_0)$$

$$\text{Del. P} = ((f - Pobl.) / f) * 100\%$$

z-godne granice zakresu

Wzrostywnosc i Del. P. w % dla nast. wartosci f:

- f0 = 10747415
- a = 70965510E-03
- b = 68E16C76
- c = 50F20D25
- d = D26F7F3F

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Czestotliwosc | I | P obliczone | I | Delta P waz w % |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|-----------------|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del. P |
| ! | 1.0000D-02 | ! | 1.279016D-04 | ! | 7.818510D+03 | ! | 1.000000D-02 | ! | 0.000000D-01 |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.276455D-04 | ! | 7.834197D+03 | ! | 9.766835D-02 | ! | -6.646268D-03 |
| ! | 5.0000D-01 | ! | 1.265229D-04 | ! | 7.903708D+03 | ! | 4.995103D-01 | ! | -9.813967D-03 |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.251605D-04 | ! | 7.989741D+03 | ! | 1.000111D+00 | ! | 2.222739D-03 |
| ! | 1.5000D+00 | ! | 1.238440D-04 | ! | 8.074622D+03 | ! | 1.500282D+00 | ! | 3.650413D-03 |
| ! | 2.0000D+00 | ! | 1.225729D-04 | ! | 8.158410D+03 | ! | 2.000198D+00 | ! | 3.966333D-03 |
| ! | 2.5000D+00 | ! | 1.213422D-04 | ! | 8.241156D+03 | ! | 2.499994D+00 | ! | -1.225297D-04 |
| ! | 3.0000D+00 | ! | 1.201507D-04 | ! | 8.322907D+03 | ! | 2.999794D+00 | ! | -4.135357D-03 |
| ! | 3.5000D+00 | ! | 1.189754D-04 | ! | 8.403686D+03 | ! | 3.499530D+00 | ! | -7.450062E-03 |
| ! | 4.0000D+00 | ! | 1.178734D-04 | ! | 8.483678D+03 | ! | 4.001220D+00 | ! | 4.407090E-03 |
| ! | 4.5000D+00 | ! | 1.167559D-04 | ! | 8.562635D+03 | ! | 4.500450D+00 | ! | 5.675545E-03 |
| ! | 5.0000D+00 | ! | 1.157100D-04 | ! | 8.640667E+03 | ! | 4.999751D+00 | ! | -4.990800E-02 |

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Bad. III

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Czujnik ciśn. absolut. Zakres: 0-5 kG/cm². Powietrze.
Data : 91.08.06. Temperatura ot. : 25 C. Ciśnienie : 756 mmHg

Częstotliwość: $f_0 = 7.818276530+03$ dla ciśnienia $1.000000000D-02$

Postać równania : $d \cdot x^4 + c \cdot x^3 + b \cdot x^2 + a \cdot x$
gdzie : $x = f - f_0$

$a = 5.70123620-05$
 $b = 1.13427200-07$
 $c = -1.32151400-11$
 $d = 1.54424800-14$

Wzrosty ciśnienia : [nieczytelne]

$P_{obl.} = a \cdot (f - f_0)^4 + b \cdot (f - f_0)^3 + c \cdot (f - f_0)^2 + d \cdot (f - f_0) + f_0$

$Del. P = (P - P_{obl.}) / P \cdot 100\%$

Zmierzony w warunkach zakłóceń.

Współczynniki w postaci hexadecymalnej
i w arytmetyce miernika :

$f_0 = 0DF4525F$
 $a = 79BAEDDF$
 $b = 6BEE2BA8$
 $c = DCE88034$
 $d = 53881865$

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Częstotliwość | I | P obliczone | I | Delta P w % |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | | I | | I | |
| I | P | I | T | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del.P |
| ! | 1.0000D-02 | ! | 1.279051D-04 | ! | 7.818297D+03 | ! | 1.0000000D-02 | ! | 0.0000000D-01 |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.276480D-04 | ! | 7.834044D+03 | ! | 9.994120D-02 | ! | -1.178443D-03 |
| ! | 5.0000D-01 | ! | 1.265250D-04 | ! | 7.903576D+03 | ! | 4.997085D-01 | ! | -5.840801D-03 |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.251636D-04 | ! | 7.989543D+03 | ! | 9.998552D-01 | ! | -2.907366D-03 |
| ! | 1.5000D+00 | ! | 1.238471D-04 | ! | 8.074472D+03 | ! | 1.500346D+00 | ! | 6.930562D-03 |
| ! | 2.0000D+00 | ! | 1.225757D-04 | ! | 8.158224D+03 | ! | 2.000107D+00 | ! | 2.139760D-03 |
| ! | 2.5000D+00 | ! | 1.213445D-04 | ! | 8.241000D+03 | ! | 2.500125D+00 | ! | 2.512990D-03 |
| ! | 3.0000D+00 | ! | 1.201529D-04 | ! | 8.322729D+03 | ! | 2.999783D+00 | ! | -4.353507D-03 |
| ! | 3.5000D+00 | ! | 1.189977D-04 | ! | 8.403574D+03 | ! | 3.499603D+00 | ! | -7.949101D-03 |
| ! | 4.0000D+00 | ! | 1.178761D-04 | ! | 8.483484D+03 | ! | 4.000073D+00 | ! | 1.455129D-03 |
| ! | 4.5000D+00 | ! | 1.167881D-04 | ! | 8.562516D+03 | ! | 4.500493D+00 | ! | 9.887549D-03 |
| ! | 5.0000D+00 | ! | 1.157345D-04 | ! | 8.640466D+03 | ! | 4.999785D+00 | ! | -4.901410D-03 |

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Bad. IV

Przemyslowy Instytut Automatyki i Pomiarow
PIAF
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Czujnik cisl. absolut. Zakres: 0-5 kG/cm². Powietrze.
Data : 91.08.06. Temperatura ot. : 25 C. Cisnienie : 756 mmHg

Czestotliwosc f0 = 7.81804593D+03 dla cisnienia 1.00000000D-02

Postac rownania : d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x
gdzie : x=f-f0

a = 5.746581D-03
b = 3.7251503E-07
c = 1.1348347D-10
d = -5.6933355D-14

Koef. obli. na owe :

$$P_{obl.} = a * (f - f_0) + b * (f - f_0)^2 + c * (f - f_0)^3 + d * (f - f_0)^4$$

$$\text{Del. P} = (P - P_{obl.}) / P * 100\%$$

Wspolny koef. skalowania dla wyznaczenia
dla wybranych miarow

f0 = 00F4505E
a = 7988529C
b = 68C88793
c = 5FF70DFB
d = 05848403

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Czestotliwosc | I | P obliczone | I | Delta P waz w % |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|-----------------|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | | I | | I | |
| I | P | I | T | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del.P |
| ! | 1.0000D-02 | ! | 1.279092D-04 | ! | 7.818046D+03 | ! | 1.000000D-02 | ! | 0.000000D-01 |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.276531D-04 | ! | 7.833731D+03 | ! | 9.975610D-02 | ! | -1.387799D-03 |
| ! | 5.0000D-01 | ! | 1.265315D-04 | ! | 7.903170D+03 | ! | 4.994004D-01 | ! | -1.201616D-02 |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.251686D-04 | ! | 7.989224D+03 | ! | 1.000039D+00 | ! | 7.879851D-04 |
| ! | 1.5000D+00 | ! | 1.238515D-04 | ! | 8.074186D+03 | ! | 1.500456D+00 | ! | 9.153115D-03 |
| ! | 2.0000D+00 | ! | 1.225793D-04 | ! | 8.157984D+03 | ! | 2.000236D+00 | ! | 4.722629D-03 |
| ! | 2.5000D+00 | ! | 1.213486D-04 | ! | 8.240721D+03 | ! | 2.499889D+00 | ! | -2.220887D-02 |
| ! | 3.0000D+00 | ! | 1.201636D-04 | ! | 8.322473D+03 | ! | 2.999734D+00 | ! | -5.374500D-02 |
| ! | 3.5000D+00 | ! | 1.190016D-04 | ! | 8.403248D+03 | ! | 3.499637D+00 | ! | -7.377052D-02 |
| ! | 4.0000D+00 | ! | 1.178805D-04 | ! | 8.483167D+03 | ! | 3.999590D+00 | ! | -1.377386D-02 |
| ! | 4.5000D+00 | ! | 1.167795D-04 | ! | 8.562174D+03 | ! | 4.499538D+00 | ! | 1.161757D-02 |
| ! | 5.0000D+00 | ! | 1.157306D-04 | ! | 8.640160D+03 | ! | 4.999700D+00 | ! | 2.001701D-02 |

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Bad. V

Przemyslowy Instytut Automatyki i Pomiarow
PIAF
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Czujnik cisl. absolut. Zakres: 0-5 k5/cm2. Powietrze.
Data : 91.08.06. Temperatura ot. : 25 C. Cisnienie : 756 mmHg

Czestotliwosc f0 = 7.81794202D+03 dla cisnienia 1.00000000D-02

Postac rownania : d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x
gdzie : x=f-f0

a = 5.7101198D-03
b = 4.0091575D-07
c = 7.2714403D-11
d = -3.5890794D-14

Wzrost obliczeniowy :

Pobl. = a*(f-f0)+b*(f-f0)**2+c*(f-f0)**3+d*(f-f0)**4

Del.P = ((P-Pobl.)/z)*100%

z - granica zakresu

Wspolczynniki w postaci uogodczywalnej
dla arytmetyki dziesiętnej :

f0 = 02F44027
a = 792513F4
b = 6BD6F8B8
c = 5FA02A3D
d = D4A19747

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Czestotliwosc | I | P obliczone | I | Delta P waz w % |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|-----------------|
| I | wzroscowe | I | mierzony | I | | I | | I | |
| I | P | I | T | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del.P |
| ! | 1.0000D-02 | ! | 1.279109D-04 | ! | 7.817942D+03 | ! | 1.000000D-02 | ! | 0.000000D-01 |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.276548D-04 | ! | 7.833626D+03 | ! | 9.965796D-02 | ! | -6.854531D-03 |
| ! | 5.0000D-01 | ! | 1.265320D-04 | ! | 7.903139D+03 | ! | 4.994353D-01 | ! | -1.151727D-02 |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.251686D-04 | ! | 7.989224D+03 | ! | 1.000124D+00 | ! | 2.479318D-03 |
| ! | 1.5000D+00 | ! | 1.238519D-04 | ! | 8.074160D+03 | ! | 1.500389D+00 | ! | 7.804797D-03 |
| ! | 2.0000D+00 | ! | 1.225799D-04 | ! | 8.157944D+03 | ! | 2.000126D+00 | ! | 2.521876D-03 |
| ! | 2.5000D+00 | ! | 1.213488D-04 | ! | 8.240706D+03 | ! | 2.499967D+00 | ! | -6.602053D-04 |
| ! | 3.0000D+00 | ! | 1.201568D-04 | ! | 8.322459D+03 | ! | 2.999800D+00 | ! | -4.014757D-03 |
| ! | 3.5000D+00 | ! | 1.190018D-04 | ! | 8.403234D+03 | ! | 3.499651D+00 | ! | -7.000104D-03 |
| ! | 4.0000D+00 | ! | 1.178808D-04 | ! | 8.483146D+03 | ! | 3.999988D+00 | ! | -2.341530D-04 |
| ! | 4.5000D+00 | ! | 1.167924D-04 | ! | 8.562201D+03 | ! | 4.500624D+00 | ! | 1.051018D-02 |
| ! | 5.0000D+00 | ! | 1.157387D-04 | ! | 8.640152D+03 | ! | 4.997699D+00 | ! | -6.056795D-03 |

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Bad. VI

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Czujnik ciśn. absolut. Zakres: 0-5 kg/cm². Powietrze.
Data : 91.08.07. Temperatura ot. : 24 C. Ciśnienie : 755.5 mmHg

Częstotliwość $f_0 = 7.81805204D+03$ dla ciśnienia $1.00000000D-02$

Postać równania : $d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x$
gdzie : $x=f-f_0$

$a = 5.7151852D-03$
 $b = 3.9155993D-07$
 $c = 7.7061556D-11$
 $d = -3.4999079D-14$

Wzrosty obliczeniowe :

$P_{obl.} = a*(f-f_0) + b*(f-f_0)**2 + c*(f-f_0)**3 + d*(f-f_0)**4$

$\Delta P = ((P - P_{obl.}) / z) * 100\%$

z - górna granica zakresu

Współczynniki w postaci dziesiętnej
dla arytmetyki macierzy

$f_0 = 0DF450AA$
 $a = 798E4672$
 $b = 6BD23796$
 $c = 5FA975CC$
 $d = D49D9E09$

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Częstotliwość | I | P obliczone | I | Delta P w % |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|---------------|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | | I | | I | |
| I | P | I | T | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del. P |
| ! | 1.0000D-02 | ! | 1.279091D-04 | ! | 7.818052D+03 | ! | 1.000000D-02 | ! | 0.000000D-01 |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.276530D-04 | ! | 7.833737D+03 | ! | 9.973777D-02 | ! | -5.255060D-03 |
| ! | 5.0000D-01 | ! | 1.265316D-04 | ! | 7.903164D+03 | ! | 4.993134D-01 | ! | -1.375921D-02 |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.251686D-04 | ! | 7.989224D+03 | ! | 1.000109D+00 | ! | 2.190993D-03 |
| ! | 1.5000D+00 | ! | 1.238520D-04 | ! | 8.074153D+03 | ! | 1.500490D+00 | ! | 9.817976D-03 |
| ! | 2.0000D+00 | ! | 1.225805D-04 | ! | 8.157904D+03 | ! | 2.000102D+00 | ! | 2.047989D-03 |
| ! | 2.5000D+00 | ! | 1.213492D-04 | ! | 8.240681D+03 | ! | 2.500040D+00 | ! | 7.949479D-04 |
| ! | 3.0000D+00 | ! | 1.201574D-04 | ! | 8.322417D+03 | ! | 2.999769D+00 | ! | -4.634330D-03 |
| ! | 3.5000D+00 | ! | 1.190026D-04 | ! | 8.403178D+03 | ! | 3.499496D+00 | ! | -1.009348D-02 |
| ! | 4.0000D+00 | ! | 1.178811D-04 | ! | 8.483124D+03 | ! | 4.000027D+00 | ! | 5.491503D-04 |
| ! | 4.5000D+00 | ! | 1.167925D-04 | ! | 8.562194D+03 | ! | 4.500753D+00 | ! | 1.512700D-02 |
| ! | 5.0000D+00 | ! | 1.157393D-04 | ! | 8.640108D+03 | ! | 4.979633D+00 | ! | -7.332762D-03 |

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Bad. VII

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Czujnik ciśn. absolut. Zakres: 0-5 kG/cm². Powietrze.
Data : 91.08.07. Temperatura ot. : 24 C. Ciśnienie : 755.5 mmHg

Częstotliwość $f_0 = 7.81791146D+03$ dla ciśnienia $1.00000000D-02$

Postać równania : $d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x$
gdzie : $x=f-f_0$

$a = 5.7156110D-03$
 $b = 3.6652199D-07$
 $c = 8.3861728D-11$
 $d = -3.8484812D-14$

Wzory obliczeniowe :

$P_{obl.} = a*(f-f_0) + b*(f-f_0)**2 + c*(f-f_0)**3 + d*(f-f_0)**4$

$Del.P = ((P - P_{obl.}) / z) * 100\%$

z - górna granica zakresu

Współczynniki w postaci hexadecimalnej
dla arytmetyki mierzona

$f_0 = 0DF44F4A$
 $a = 798E4A0E$
 $b = 68D0960A$
 $c = 5FB869F4$
 $d = D4AD51F7$

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Częstotliwość | I | P obliczone | I | Delta P w % |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|---------------|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | | I | | I | |
| I | P | I | T | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del.P |
| ! | 1.0000D-02 | ! | 1.279114D-04 | ! | 7.817911D+03 | ! | 1.000000D-02 | ! | 0.000000D-01 |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.276553D-04 | ! | 7.833576D+03 | ! | 9.974050D-02 | ! | -5.200405D-03 |
| ! | 5.0000D-01 | ! | 1.265338D-04 | ! | 7.903027D+03 | ! | 4.993500D-01 | ! | -1.302596D-02 |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.251709D-04 | ! | 7.989077D+03 | ! | 1.000088D+00 | ! | 1.761977D-03 |
| ! | 1.5000D+00 | ! | 1.238541D-04 | ! | 8.074016D+03 | ! | 1.500521D+00 | ! | 1.043684E-02 |
| ! | 2.0000D+00 | ! | 1.225826D-04 | ! | 8.157765D+03 | ! | 2.000121D+00 | ! | 2.433823D-03 |
| ! | 2.5000D+00 | ! | 1.213516D-04 | ! | 8.240518D+03 | ! | 2.499943D+00 | ! | -1.141253D-03 |
| ! | 3.0000D+00 | ! | 1.201599D-04 | ! | 8.322244D+03 | ! | 2.999657D+00 | ! | -6.868575D-03 |
| ! | 3.5000D+00 | ! | 1.190044D-04 | ! | 8.403051D+03 | ! | 3.499743E+00 | ! | -5.151196D-03 |
| ! | 4.0000D+00 | ! | 1.178835D-04 | ! | 8.482951D+03 | ! | 4.000083D+00 | ! | 1.660447D-03 |
| ! | 4.5000D+00 | ! | 1.167957E-04 | ! | 8.561959D+03 | ! | 4.500524D+00 | ! | 1.049571D-02 |
| ! | 5.0000D+00 | ! | 1.157420D-04 | ! | 8.639706D+03 | ! | 4.999720E+00 | ! | -8.752728D-03 |

Tabl. 16

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres:

Przemyslowy Instytut Automatyki i Pomiarow
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Bad. X

Czujnik cisl. absolut. Zakres: 0-5 kG/cm². Powietrze.
Data : 91.08.08. Temperatura ot. : 25 C. Cisnienie : 753.5 mmHg

Czestotliwosc f0 = 7.81739809D+03 dla cisnienia 1.00000000D-02

Postac rownania : d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x
gdzie : x=f-f0

a = 5.7157948D-03
b = 3.8154597D-07
c = 9.4532890D-11
d = -4.5058075D-14

wzrosty odliczeniowe :

Pol1. = a*(f-f0) + b*(f-f0)**2 + c*(f-f0)**3 + d*(f-f0)**4

Del.P = (P-Pol1.)/z * 100%

z = 753.5

Wspolczynniki w postaci hexadecimalnej
dla arytmetyki miernika :

f0 = 0DF4432F
a = 79BB4B8F
b = 6BCCD747
c = 5FCFE149
d = D4CAEC6C

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Czestotliwosc | I | P obliczone | I | Delta P wzq w % | I |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|-----------------|---|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | f | I | P | I | Del.P | I |
| I | P | I | T | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del.P | I |
| ! | 1.0000D-02 | ! | 1.279198D-04 | ! | 7.817398E+03 | ! | 1.000000D-02 | ! | 0.000000D-01 | ! |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.276640D-04 | ! | 7.833062D+03 | ! | 9.962443D-02 | ! | -7.525820D-03 | ! |
| ! | 5.0000D-01 | ! | 1.265424D-04 | ! | 7.902490D+03 | ! | 4.991841D-01 | ! | -1.635044D-02 | ! |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.251793D-04 | ! | 7.988605D+03 | ! | 1.000203D+00 | ! | 4.075872D-03 | ! |
| ! | 1.5000D+00 | ! | 1.238614D-04 | ! | 8.073540D+03 | ! | 1.500484D+00 | ! | 9.691166D-03 | ! |
| ! | 2.0000D+00 | ! | 1.225890D-04 | ! | 8.157339D+03 | ! | 2.000234D+00 | ! | 4.694688D-03 | ! |
| ! | 2.5000D+00 | ! | 1.213578D-04 | ! | 8.240097D+03 | ! | 2.499932D+00 | ! | -1.368026D-03 | ! |
| ! | 3.0000D+00 | ! | 1.201655D-04 | ! | 8.321856D+03 | ! | 2.999691D+00 | ! | -6.199493D-03 | ! |
| ! | 3.5000D+00 | ! | 1.190101D-04 | ! | 8.402648D+03 | ! | 3.499519D+00 | ! | -9.630043D-03 | ! |
| ! | 4.0000D+00 | ! | 1.178882D-04 | ! | 8.482613D+03 | ! | 4.000075D+00 | ! | 1.512087D-03 | ! |
| ! | 4.5000D+00 | ! | 1.167973D-04 | ! | 8.561695D+03 | ! | 4.500748D+00 | ! | 1.533398D-02 | ! |
| ! | 5.0000D+00 | ! | 1.157457D-04 | ! | 8.639230D+03 | ! | 4.999612D+00 | ! | -7.767075D-03 | ! |

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Bad. XI

Czujnik cisn. absolut. Zakres: 0-5 kG/cm². Powietrze.
Data : 91.08.08. Temperatura ot. : 25 C. Cisnienie : 753.5 mmHg

Czestotliwosc f0 = 7.81737976D+03 dla cisnienia 1.00000000D-02

Postac rownania : d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x
gdzie : x=f-f0

- a = 5.7174007D-03
- b = 3.7936729D-07
- c = 5.0392355D-11
- d = -2.0339421D-14

Wzrosty obliczeniowe :

$$P_{obl.} = a(f-f_0)^4 + b(f-f_0)^3 + c(f-f_0)^2 + d(f-f_0) + f_0$$

$$\Delta P = ((P - P_{obl.}) / P) * 100\%$$

zgodna granica zakresu

Wspolczynnik w postaci tablicy walenej
dla arytmetyki miernika :

- f0 = 0D44809
- a = 79E85A55
- b = 6BCBBD7
- c = 5FC6C68A
- d = D485AC2F

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Czestotliwosc | I | P obliczone | I | Delta P | I | uzq w %I |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|---------------|---|----------|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | I | I | I | I | I | I | I |
| I | P | I | T | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del.P | I | I |
| ! | 1.0000D-02 | ! | 1.279201D-04 | ! | 7.817380D+03 | ! | 1.000000D-02 | ! | 0.000000D-01 | ! | ! |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.276653D-04 | ! | 7.832982D+03 | ! | 9.930023D-02 | ! | -1.402335D-02 | ! | ! |
| ! | 5.0000D-01 | ! | 1.265429D-04 | ! | 7.902458D+03 | ! | 4.992451D-01 | ! | -1.512758D-02 | ! | ! |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.251793D-04 | ! | 7.988541D+03 | ! | 1.000166D+00 | ! | 3.320309D-03 | ! | ! |
| ! | 1.5000D+00 | ! | 1.238624D-04 | ! | 8.073475D+03 | ! | 1.500476D+00 | ! | 9.544397D-03 | ! | ! |
| ! | 2.0000D+00 | ! | 1.225897D-04 | ! | 8.157292D+03 | ! | 2.000327D+00 | ! | 6.558244D-03 | ! | ! |
| ! | 2.5000D+00 | ! | 1.213584D-04 | ! | 8.240056D+03 | ! | 2.500008D+00 | ! | 1.528780D-04 | ! | ! |
| ! | 3.0000D+00 | ! | 1.201664D-04 | ! | 8.321794D+03 | ! | 2.999551D+00 | ! | -8.992715D-03 | ! | ! |
| ! | 3.5000D+00 | ! | 1.190108D-04 | ! | 8.402599D+03 | ! | 3.499360D+00 | ! | -1.281992D-02 | ! | ! |
| ! | 4.0000D+00 | ! | 1.178878D-04 | ! | 8.482642D+03 | ! | 4.000314D+00 | ! | 6.301889D-03 | ! | ! |
| ! | 4.5000D+00 | ! | 1.167994D-04 | ! | 8.561688D+03 | ! | 4.500716D+00 | ! | 1.434540D-02 | ! | ! |
| ! | 5.0000D+00 | ! | 1.157457D-04 | ! | 8.639530D+03 | ! | 4.999596D+00 | ! | -8.065541D-03 | ! | ! |

Tabl. 18

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Bad. XIV

Przemyslowy Instytut Automatyki i Pomiarow
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jeruzolimskie 202

Czujnik cisl. absolut. Zakres: 0-5 kg/cm². Powietrze.
Data : 91.08.09. Temperatura ot. : 25 C. Cisnienie : 756 mmHg

Czestotliwosc f0 = 7,81836377D+03 dla cisnienia 1.00000000D-02

Postac rownania : d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x
gdzie : x=f-f0

a = 5.7600654D-03
b = 4.2247903D-07
c = 4.8705332D-12
d = 1.3572057D-14

Wzrosty obliczeniowa

Pobl. = a*(f-f0) + b*(f-f0)**2 + c*(f-f0)**3 + d*(f-f0)**4

Del.P = (P-Pobl.) / P * 100%

Granice granic

Wzrosty obliczeniowa

e = 009132E9
a = 795309E9
b = 68E2D113
c = 5BAD5B7E
d = 52527484

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Czestotliwosc | I | P obliczone | I | Delta P waz w % | I |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|-----------------|---|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | | I | | I | | I |
| I | P | I | T | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del.P | I |
| ! | 1.0000D-02 | ! | 1.279040D-04 | ! | 7.818364D+03 | ! | 1.000000D-02 | ! | 0.000000D-01 | ! |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.276483D-04 | ! | 7.834025D+03 | ! | 9.950014D-02 | ! | -1.001716D-02 | ! |
| ! | 5.0000D-01 | ! | 1.265262D-04 | ! | 7.903501D+03 | ! | 4.990372D-01 | ! | -1.929524D-02 | ! |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.251621D-04 | ! | 7.989639D+03 | ! | 1.000079D+00 | ! | 1.587343D-03 | ! |
| ! | 1.5000D+00 | ! | 1.238448D-04 | ! | 8.074622D+03 | ! | 1.500621D+00 | ! | 1.244325D-02 | ! |
| ! | 2.0000D+00 | ! | 1.225722D-04 | ! | 8.158457D+03 | ! | 2.000498D+00 | ! | 9.987733D-03 | ! |
| ! | 2.5000D+00 | ! | 1.213413D-04 | ! | 8.241217D+03 | ! | 2.499986D+00 | ! | -2.777096E-04 | ! |
| ! | 3.0000D+00 | ! | 1.201492D-04 | ! | 8.322985D+03 | ! | 2.999434D+00 | ! | -1.134363D-02 | ! |
| ! | 3.5000D+00 | ! | 1.189733D-04 | ! | 8.403835D+03 | ! | 3.499175D+00 | ! | -1.452426D-02 | ! |
| ! | 4.0000D+00 | ! | 1.178694D-04 | ! | 8.483966D+03 | ! | 4.000375D+00 | ! | 1.516116D-03 | ! |
| ! | 4.5000D+00 | ! | 1.167907D-04 | ! | 8.563059D+03 | ! | 4.500940D+00 | ! | 1.984905D-02 | ! |
| ! | 5.0000D+00 | ! | 1.157285D-04 | ! | 8.640914D+03 | ! | 4.999460D+00 | ! | -1.042372D-02 | ! |

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Przemyslowy Instytut Automatyki i Pomiarow
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Bad. XV

Czujnik cisl. absolut. Zakres: 0-5 kG/cm². Powietrze.
Data : 91.08.09. Temperatura ot. : 25 C. Cisnienie : 756 mmHg

Czestotliwosc f0 = 7.81836377D+03 dla cisnienia 1.00000000D-02

Postac rownania : d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x
gdzie : x=f-f0

- d = 5.7764025D-03
- b = 3.7641287D-07
- c = 1.6193963D-10
- a = -8.7317042D-14

wzrosty obliczeniowe :

$$Pobl. = a*(f-f_0) + b*(f-f_0)**2 + c*(f-f_0)**3 + d*(f-f_0)**4$$

$$Del.P = ((P - Pobl.) / z) * 100\%$$

z - gorna granica zakresu

Wspolczynniki w postaci hexadecimalnej
dla arytmetyki miernika :

- 40 = 00F45207
- a = 79B8A639
- b = 68B49C3A
- c = 60B20DF3
- d = D5B4DD3C

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Czestotliwosc | I | P obliczone | I | Delta P wzg w %I | I |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|------------------|---|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | I | I | I | I | I | I |
| I | P | I | T | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del.P | I |
| ! | 1.0000D-02 | ! | 1.279058D-04 | ! | 7.818254D+03 | ! | 9.369925D-03 | ! | -1.262676D-02 | ! |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.276506D-04 | ! | 7.833284D+03 | ! | 9.896012D-02 | ! | -2.083916D-02 | ! |
| ! | 5.0000D-01 | ! | 1.265289D-04 | ! | 7.903333D+03 | ! | 4.991076D-01 | ! | -1.788457D-02 | ! |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.251654D-04 | ! | 7.989428D+03 | ! | 1.000205D+00 | ! | 4.116463D-03 | ! |
| ! | 1.5000D+00 | ! | 1.238482D-04 | ! | 8.074401D+03 | ! | 1.500648D+00 | ! | 1.299543D-02 | ! |
| ! | 2.0000D+00 | ! | 1.225758D-04 | ! | 8.158217D+03 | ! | 2.000346D+00 | ! | 6.742958D-03 | ! |
| ! | 2.5000D+00 | ! | 1.213448D-04 | ! | 8.240979D+03 | ! | 2.499898D+00 | ! | -2.049844D-03 | ! |
| ! | 3.0000D+00 | ! | 1.201527D-04 | ! | 8.322743D+03 | ! | 2.999754D+00 | ! | -9.201005D-03 | ! |
| ! | 3.5000D+00 | ! | 1.189972D-04 | ! | 8.403559D+03 | ! | 3.499420D+00 | ! | -1.16305D-02 | ! |
| ! | 4.0000D+00 | ! | 1.178752D-04 | ! | 8.483549D+03 | ! | 4.000040D+00 | ! | 8.103959D-04 | ! |
| ! | 4.5000D+00 | ! | 1.167855D-04 | ! | 8.562707D+03 | ! | 4.501074D+00 | ! | 2.181736D-02 | ! |
| ! | 5.0000D+00 | ! | 1.157325D-04 | ! | 8.640615D+03 | ! | 4.999466D+00 | ! | -1.070107D-02 | ! |

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Bad. XVIII

Przemyslowy Instytut Automatyki i Pomiarow
PIAF
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Czujnik cisl. absolut. Zakres: 0-5 kG/cm². Powietrze.
Data : 91.08.12. Temperatura ot. : 23.5 C. Cisnienie : 751.5 mmHg

Czestotliwosc f0 = 7.81753865D+03 dla cisnienia 1.00000000D-02

Postac rownania : d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x
gdzie : x=f-f0

a = 5.7134119D-03
b = 3.9580061D-07
c = 7.2141005D-11
d = -2.9730693D-14

zary polimerizacji

Pobl = a*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x

Del.P = ((P-Pobl.) / z) * 100%

z-gorna granica zakresu

Wzrosty, czyli w polosci, w kierunku dolnym
dla automatyki waznosc 1

CO = 0DF1401F
A = 79B83792
B = 68D-93FB
C = 5F9EA439
D = 04842EFO

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Czestotliwosc | I | P obliczone | I | Delta P waz w % |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|-----------------|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | | I | | I | |
| I | P | I | T | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del.P |
| ! | 1.0000D-02 | ! | 1.279175D-04 | ! | 7.817539D+03 | ! | 1.000000D-02 | ! | 0.000000D-01 |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.276620D-04 | ! | 7.833185D+03 | ! | 9.948839D-02 | ! | -1.025270D-02 |
| ! | 5.0000D-01 | ! | 1.265392D-04 | ! | 7.902609D+03 | ! | 4.994148D-01 | ! | -1.172797D-02 |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.251762D-04 | ! | 7.988739D+03 | ! | 1.000078D+00 | ! | 1.536887D-03 |
| ! | 1.5000D+00 | ! | 1.238593D-04 | ! | 8.073677D+03 | ! | 1.500482D+00 | ! | 9.651157D-03 |
| ! | 2.0000D+00 | ! | 1.225873D-04 | ! | 8.157452D+03 | ! | 2.000243D+00 | ! | 4.875351D-03 |
| ! | 2.5000D+00 | ! | 1.213568D-04 | ! | 8.240165D+03 | ! | 2.499850D+00 | ! | -3.003615D-03 |
| ! | 3.0000D+00 | ! | 1.201647D-04 | ! | 8.321898D+03 | ! | 2.999634D+00 | ! | 6.700625D-03 |
| ! | 3.5000D+00 | ! | 1.190096D-04 | ! | 8.402633D+03 | ! | 3.499725D+00 | ! | -5.511773D-03 |
| ! | 4.0000D+00 | ! | 1.178569D-04 | ! | 8.482563D+03 | ! | 4.000104D+00 | ! | 2.08-150D-03 |
| ! | 4.5000D+00 | ! | 1.168016D-04 | ! | 8.561527D+03 | ! | 4.500537D+00 | ! | 1.079751D-02 |
| ! | 5.0000D+00 | ! | 1.157487D-04 | ! | 8.639406D+03 | ! | 4.999711D+00 | ! | -5.79355D-03 |

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Bad. XIV

Przemyslowy Instytut Automatyki i Pomiarow
PIAF
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Czujnik cisl. absolut. Zakres: 0-5 k5/cm2. Powietrze.
Data : 91.08.12. Temperatura ot. : 23.5 C. Cisnienie : 751.5 mmHg

Czestotliwosc f0 = 7.81755087D+03 dla cisnienia 1.00000000D-02

Postac rownania : $d \cdot x^4 + c \cdot x^3 + b \cdot x^2 + a \cdot x$
gdzie : $x = f - f_0$

a = 5.7160611D-03
b = 3.8379836D-07
c = 9.211049D-11
d = -4.0990714D-14

Wzory obliczeniowe :

$P_{obl.} = a \cdot (f - f_0)^4 + b \cdot (f - f_0)^3 + c \cdot (f - f_0)^2 + d \cdot (f - f_0)$

$Del.P = ((P - P_{obl.}) / P) \cdot 100\%$

z-gorna granica zakresu

Wzory obliczeniowe dla czestotliwosci i cisnienia
dla zadanego zakresu

f0 = 00F44038
a = 799B1771
b = 62CE3CDB
c = 3FCBF091
d = D4889B13

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Czestotliwosc | I | P obliczone | I | Delta P w % |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|---------------|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | | I | | I | |
| I | P | I | T | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del.P |
| ! | 1.0000D-02 | ! | 1.279173D-04 | ! | 7.817551D+03 | ! | 1.000000D-02 | ! | 0.000000D-01 |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.276623D-04 | ! | 7.833172D+03 | ! | 9.938666D-02 | ! | -1.229141D-02 |
| ! | 5.0000D-01 | ! | 1.265393D-04 | ! | 7.902671D+03 | ! | 4.593860D-01 | ! | -1.230460D-02 |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.251764D-04 | ! | 7.988726D+03 | ! | 1.000123D+00 | ! | 2.503356D-03 |
| ! | 1.5000D+00 | ! | 1.238594D-04 | ! | 8.073671D+03 | ! | 1.500554D+00 | ! | 1.110324D-02 |
| ! | 2.0000D+00 | ! | 1.225878D-04 | ! | 8.157419D+03 | ! | 2.000131D+00 | ! | 2.629585D-03 |
| ! | 2.5000D+00 | ! | 1.213570D-04 | ! | 8.240151D+03 | ! | 2.499843D+00 | ! | -3.149910D-03 |
| ! | 3.0000D+00 | ! | 1.201650D-04 | ! | 8.321891D+03 | ! | 2.999705D+00 | ! | -5.911375D-03 |
| ! | 3.5000D+00 | ! | 1.190099D-04 | ! | 8.402662D+03 | ! | 3.499701D+00 | ! | -5.987206D-03 |
| ! | 4.0000D+00 | ! | 1.178390D-04 | ! | 8.482556D+03 | ! | 4.000193D+00 | ! | 3.264109D-03 |
| ! | 4.5000D+00 | ! | 1.168021D-04 | ! | 8.561490D+03 | ! | 4.500441D+00 | ! | 8.837488D-03 |
| ! | 5.0000D+00 | ! | 1.157488D-04 | ! | 8.639398D+03 | ! | 4.997742D+00 | ! | -5.179321D-03 |

Do miernika Nr.
Przyr. Nr.
Zakres :

Bad. XX

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Czujnik cisn. absolut. Zakres: 0-5 kG/cm². Powietrze.

Data : 91.08.13. Temperatura ot. : 22.7 C. Cisnienie : 756 mmHg

Czestotliwosc f0 = 7.81853493D+03 dla cisnienia 1.00000000D-02

Postac rownania : d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x
gdzie : x=f-f0

a = 5.7188382D-03
b = 3.7022024D-07
c = 1.2721604D-10
d = -6.7034224D-14

Wzrosty obliczeniowe :

$f_{obl} = a_0 + a_1 \cdot (f - f_0) + a_2 \cdot (f - f_0)^2 + a_3 \cdot (f - f_0)^3 + a_4 \cdot (f - f_0)^4$

$\Delta P = ((P - P_{obl}) / z) \cdot 100\%$

z - górna granica zakresu

Wzrosty obliczeniowe dla P = 1.00000000D-02

f0 = 7818.53493
a = 5.7188382E-03
b = 3.7022024E-07
c = 1.2721604E-10
d = -6.7034224E-14

| I | Cisnienie | I | Drzes | I | Czestotliwosc | I | P obliczone | I | Delta P wz. w % |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|-----------------|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | | I | | I | |
| I | P | I | T | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del, P |
| ! | 1.0000D-02 | ! | 1.279012D-04 | ! | 7.818535D+03 | ! | 1.000000D-02 | ! | 0.000000D-01 |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.276458D-04 | ! | 7.834179D+03 | ! | 9.955493D-02 | ! | -8.919266D-03 |
| ! | 5.0000D-01 | ! | 1.265240D-04 | ! | 7.903639D+03 | ! | 4.994517D-01 | ! | -1.098730D-02 |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.251612D-04 | ! | 7.989696D+03 | ! | 1.000272D+00 | ! | 5.444619D-03 |
| ! | 1.5000D+00 | ! | 1.238458D-04 | ! | 8.074557D+03 | ! | 1.500264D+00 | ! | 5.239365D-03 |
| ! | 2.0000D+00 | ! | 1.225740D-04 | ! | 8.158337D+03 | ! | 2.000118D+00 | ! | 2.373720D-03 |
| ! | 2.5000D+00 | ! | 1.213436D-04 | ! | 8.241061D+03 | ! | 2.499912D+00 | ! | -1.761830D-03 |
| ! | 3.0000D+00 | ! | 1.201522D-04 | ! | 8.322777D+03 | ! | 2.999789D+00 | ! | -4.227422D-03 |
| ! | 3.5000D+00 | ! | 1.189979D-04 | ! | 8.403517D+03 | ! | 3.499723D+00 | ! | -5.555477D-03 |
| ! | 4.0000D+00 | ! | 1.178772D-04 | ! | 8.483405D+03 | ! | 4.000229D+00 | ! | 4.591185D-03 |
| ! | 4.5000D+00 | ! | 1.167967D-04 | ! | 8.562326D+03 | ! | 4.500263D+00 | ! | 5.266734D-03 |
| ! | 5.0000D+00 | ! | 1.157362D-04 | ! | 8.640339D+03 | ! | 4.999836D+00 | ! | -3.480212D-03 |

Do miernika Nr.
Przycisk Nr.
Zakres :

Bad. XXIII

Przemyslowy Instytut Automatyki i Pomiarow
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Czujnik cisl. absolut. Zakres: 0-5 kG/cm². Powietrze.
Data : 91.08.13. Temperatura ot. : 23.5 C. Cisnienie : 756 mmHg

Czestotliwosc f0 = 7.81842490D+03 dla cisnienia 1.00000000D-02

Postac rownania : d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x
gdzie : x=f-f0

a = 5.7221645D-03
b = 3.5240987D-07
c = 1.3723144D-10
d = -6.8270527D-14

Wzrost ob. czujnika

Popl. = a*(f-f0) + b*(f-f0)**2 + c*(f-f0)**3 + d*(f-f0)**4

Del.P = ((P-Popl.) / z) * 100%

z - gorna granica zakresu

Wspolczynniki w postaci hexadecymalne
dla arytmetyki miernika :

f0 = 0DF45366
a = 79B390FE
b = 6BC06B7A
c = 6096E337
d = 0599BB47

| I | Cisnienie | I | Okres | I | Czestotliwosc | f | P | otliczone | I | Delta P | wzg w % | I |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|-----------|---------------|---------|---------|---|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | | I | | | I | | | I |
| I | P | I | T | I | F=1/T | I | | P obl. | I | Del.P | | I |
| ! | 1.0000D-02 | ! | 1.279030D-04 | ! | 7.818425D+03 | ! | 1.000000D-02 | ! | 0.000000D-01 | ! | | ! |
| ! | 1.0000D-01 | ! | 1.276480D-04 | ! | 7.834044D+03 | ! | 9.946083D-02 | ! | -1.080492D-02 | ! | | ! |
| ! | 5.0000D-01 | ! | 1.265268D-04 | ! | 7.903464D+03 | ! | 4.992800D-01 | ! | -1.442827D-02 | ! | | ! |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.251636D-04 | ! | 7.989543D+03 | ! | 1.000291D+00 | ! | 5.839732D-03 | ! | | ! |
| ! | 1.5000D+00 | ! | 1.238477D-04 | ! | 8.074433D+03 | ! | 1.500422D+00 | ! | 8.459436D-03 | ! | | ! |
| ! | 2.0000D+00 | ! | 1.225760D-04 | ! | 8.158204D+03 | ! | 2.000123D+00 | ! | 2.462473D-03 | ! | | ! |
| ! | 2.5000D+00 | ! | 1.213452D-04 | ! | 8.240952D+03 | ! | 2.499734D+00 | ! | -1.300396D-03 | ! | | ! |
| ! | 3.0000D+00 | ! | 1.201538D-04 | ! | 8.322666D+03 | ! | 2.999663D+00 | ! | -6.756300E-03 | ! | | ! |
| ! | 3.5000D+00 | ! | 1.189990D-04 | ! | 8.403432D+03 | ! | 3.499645D+00 | ! | -7.108837D-03 | ! | | ! |
| ! | 4.0000D+00 | ! | 1.178779D-04 | ! | 8.483354D+03 | ! | 4.000299D+00 | ! | 5.985700E-03 | ! | | ! |
| ! | 4.5000D+00 | ! | 1.167913D-04 | ! | 8.563282D+03 | ! | 4.500368D+00 | ! | 7.377750E-03 | ! | | ! |
| ! | 5.0000D+00 | ! | 1.157375D-04 | ! | 8.640257D+03 | ! | 4.999760D+00 | ! | -4.801947D-03 | ! | | ! |

Do miernika Nr:
Przycisk Nr.
Zakres :

Bad. XXIV

Przemyslowy Instytut Automatyki i Pomiarow
PIAP
02-222 W-wa, Al. Jerozolimskie 202

Czujnik cisl. absolut. Zakres: 0-5 kG/cm². Powietrze.
Data : 91.08.14. Temperatura ot. : 22.5 C. Cisnienie : 759 mmHg

Czestotliwosc f0 = 7.81918907D+03 dla cisnienia 1.00000000D+02

Postac rownania : d*x**4 + c*x**3 + b*x**2 + a*x
gdzie : x=f-f0

d = 5.7345E-03
c = 3.379E-04
b = 1.9001310E-01
a = -1.0251976E-01

$$P_{oblicz.} = a * (f - f_0)^4 + b * (f - f_0)^3 + c * (f - f_0)^2 + d * (f - f_0) + P_0$$

$$\Delta P, \% = ((P - P_{oblicz.}) / P) * 100\%$$

Wzrostka obliczeniowa

Wzrostka obliczeniowa

a = 5.7345E-03
b = 3.379E-04
c = 1.9001310E-01
d = -1.0251976E-01

| I | Cisnienie | I | Cikres | I | Czestotliwosc | I | P obliczone | I | Delta P waz w % |
|---|------------|---|--------------|---|---------------|---|--------------|---|-----------------|
| I | wzorcowe | I | mierzony | I | | I | | I | |
| I | F | I | T | I | F=1/T | I | P obl. | I | Del. P |
| ! | 1.0000D+02 | ! | 1.278935D+04 | ! | 7.819130D+03 | ! | 1.000000E+02 | ! | 0.000000E+00 |
| ! | 1.0000D+01 | ! | 1.276360D+04 | ! | 7.834760D+03 | ! | 9.936739D+01 | ! | -1.267710D+02 |
| ! | 5.0000D+00 | ! | 1.265149D+04 | ! | 7.904217D+03 | ! | 4.789009D+01 | ! | -2.10836D+02 |
| ! | 1.0000D+00 | ! | 1.251574D+04 | ! | 7.980757D+03 | ! | 1.000000E+02 | ! | 0.000000E+00 |
| ! | 1.5000D+00 | ! | 1.242317D+04 | ! | 8.075151D+03 | ! | 1.500453D+00 | ! | 9.084481D+03 |
| ! | 2.0000D+00 | ! | 1.225660D+04 | ! | 8.158670D+03 | ! | 1.999881D+00 | ! | -2.772431D+03 |
| ! | 2.5000D+00 | ! | 1.213349D+04 | ! | 8.241652D+03 | ! | 2.499977D+00 | ! | -2.416885D+03 |
| ! | 3.0000D+00 | ! | 1.201440D+04 | ! | 8.324345D+03 | ! | 3.000000E+00 | ! | 0.000000E+00 |
| ! | 3.5000D+00 | ! | 1.189900D+04 | ! | 8.40663D+03 | ! | 3.500000E+00 | ! | 0.000000E+00 |
| ! | 4.0000D+00 | ! | 1.178150D+04 | ! | 8.48891D+03 | ! | 4.000000E+00 | ! | 0.000000E+00 |
| ! | 4.5000D+00 | ! | 1.167160D+04 | ! | 8.57129D+03 | ! | 4.500000E+00 | ! | 0.000000E+00 |
| ! | 5.0000D+00 | ! | 1.15723D+04 | ! | 8.65377D+03 | ! | 4.999888E+00 | ! | -2.55443D+03 |

Model czajnik. ciśn. absd.; zakr. pom. $0 \div 1,2 \text{ kg/cm}^2$

Tablica 25

| Ciśnienie absol. popr. kg/cm^2 | Częstotliwość f [Hz] w temperaturze otoczenia | | | Błędy dodatkowe temper. Δt w % / 10°C w temp. otoczenia | | | Wartość średnia |
|--|--|-------------|--------------|--|------------------|-------|--------------------|
| | 19°C (IV) | 50°C (V) | 50°C (VI) | 50°C (V; IV) | 50°C (VI; IV) | | |
| | 0,005 | 5369,032 | 5369,012 | 5369,058 | -0,001 | 0,001 | |
| 0,1 | 5469,580 | 5469,670 | 5469,735 | 0,005 | 0,009 | | 0,007 |
| 0,2 | 5575,146 | 5575,392 | 5575,454 | 0,014 | 0,018 | | 0,016 |
| 0,4 | 5779,111 | 5779,562 | 5779,635 | 0,026 | 0,030 | | 0,028 |
| 0,6 | 5975,965 | 5976,665 | 5976,693 | 0,040 | 0,042 | | 0,041 |
| 0,8 | 6165,806 | 6166,878 | 6166,958 | 0,062 | 0,066 | | 0,064 |
| 1,0 | 6350,472 | 6351,727 | 6351,427 | 0,072 | 0,072 | | 0,072 |
| 1,2 | 6529,299 | 6530,830 | 6530,821 | 0,088 | 0,088 | | 0,088 |

M

$$\Delta f_2 = 1160,267$$

Model czajń. ciśn. absol.; zakres pom. 0 ÷ 1,2 kg/cm²

Tablica 26

| Ciśnienie absol. popr. kg/cm ² | Częstotliwość f [Hz] w temperaturze otoczenia | | | Błędy dodatk. temper. Δt w % / 10°C w temp. otoczenia | | Wartość średnia |
|--|--|-------------|------------|--|------------------|--------------------|
| | 20°C (VIII) | 5°C (IX) | 5°C (X) | 5°C (IX; VIII) | 5°C (X; VIII) | |
| 0,005 | 5373,039 | 5373,703 | 5373,267 | 0,038 | 0,013 | 0,025 |
| 0,1 | 5473,406 | 5473,930 | 5473,681 | 0,030 | 0,016 | 0,023 |
| 0,2 | 5579,084 | 5579,367 | 5579,090 | 0,016 | 0,000 | 0,008 |
| 0,4 | 5782,857 | 5782,871 | 5782,764 | 0,001 | -0,005 | -0,002 |
| 0,6 | 5979,549 | 5979,531 | 5979,345 | -0,001 | -0,012 | -0,007 |
| 0,8 | 6169,222 | 6169,229 | 6169,070 | 0,000 | -0,009 | -0,005 |
| 1,0 | 6353,870 | 6353,531 | 6353,361 | -0,019 | -0,029 | -0,024 |
| 1,2 | 6532,596 | 6532,041 | 6531,862 | -0,032 | -0,042 | -0,037 |

HM

$\Delta f_2 = 1159,557$

Model czujn. ciśn. absol.; zakr. pom. 0 ÷ 5 kG/cm²

Tabela 27

| Ciśnienie absol. popr. kg/cm ² | Częstotliwość f (Hz) w temperaturze otoczenia | | | | | | Błędy dodatk. temperatur. Δt w % / 10°C w temperaturze otoczenia | | | | Wartość średnia |
|--|--|----------------|--------------|--------------|-----------------|------------------|--|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| | 24°C (VII) | 45°C (VIII) | 45°C (IX) | 25°C (XI) | 50,5°C (XII) | 50,5°C (XIII) | 45°C (VIII; VII) | 45°C (IX; -VII) | 50,5°C (XII; XI) | 50°C (XIII; XI) | |
| | 0,01 | 7817,91 | 7814,58 | 7814,35 | 7817,38 | 7813,26 | 7813,25 | -0,193 | -0,206 | -0,196 | |
| 0,1 | 7833,59 | 7830,33 | 7830,00 | 7832,98 | 7829,09 | 7829,03 | -0,189 | -0,208 | -0,186 | -0,188 | -0,193 |
| 0,5 | 7903,03 | 7900,02 | 7899,84 | 7902,46 | 7898,96 | 7898,89 | -0,174 | -0,185 | -0,167 | -0,170 | -0,174 |
| 1,0 | 7989,08 | 7986,32 | 7986,17 | 7988,54 | 7985,40 | 7985,35 | -0,160 | -0,169 | -0,150 | -0,152 | -0,158 |
| 1,5 | 8074,02 | 8071,59 | 8071,47 | 8073,48 | 8070,77 | 8070,75 | -0,141 | -0,148 | -0,129 | -0,130 | -0,137 |
| 2,0 | 8157,77 | 8155,89 | 8155,74 | 8157,29 | 8155,11 | 8155,12 | -0,109 | -0,118 | -0,104 | -0,103 | -0,109 |
| 2,5 | 8240,52 | 8239,37 | 8239,28 | 8240,06 | 8238,47 | 8238,51 | -0,067 | -0,072 | -0,076 | -0,074 | -0,072 |
| 3,0 | 8322,24 | 8321,71 | 8321,66 | 8321,79 | 8321,16 | 8321,18 | -0,031 | -0,036 | -0,030 | -0,029 | -0,032 |
| 3,5 | 8403,05 | 8402,77 | 8402,71 | 8402,60 | 8402,71 | 8402,77 | -0,016 | -0,020 | 0,005 | 0,008 | -0,006 |
| 4,0 | 8482,95 | 8482,87 | 8482,83 | 8482,64 | 8482,92 | 8482,97 | -0,005 | -0,007 | 0,002 | 0,016 | 0,002 |
| 4,5 | 8561,96 | 8562,04 | 8562,01 | 8561,69 | 8562,18 | 8562,24 | -0,005 | -0,003 | 0,023 | 0,026 | 0,014 |
| 5,0 | 8639,91 | 8640,35 | 8640,38 | 8639,63 | 8640,57 | 8640,60 | -0,025 | -0,027 | 0,045 | 0,046 | 0,036 |

27

Model czujn. ciśn. absol.; zakr. pom. $0 \div 5 \text{ kg/cm}^2$

Tablica 28

| Ciśnienie absol. popr. kg/cm^2 | Częstotliwość f [Hz] w temperaturze otoczenia | | | | | | Błędy dodatk. temperat. Δt w $\%/10^\circ\text{C}$ w temperaturze otoczenia | | | | Wartość średnia |
|--|--|--------------|---------------|----------------|--------------|---------------|--|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| | 25°C (XV) | 5°C (XVI) | 5°C (XVII) | 22,7°C (XX) | 5°C (XXI) | 5°C (XXII) | 5°C (XXIII; XXIV) | 5°C (XXV; XXVI) | 5°C (XXVII; XXVIII) | 5°C (XXIX; XXX) | |
| | 0,01 | 7818,25 | 7821,55 | 7821,58 | 7818,54 | 7821,12 | 7821,05 | 0,201 | 0,202 | 0,177 | |
| 0,1 | 7833,88 | 7837,10 | 7837,14 | 7834,18 | 7836,70 | 7836,62 | 0,196 | 0,198 | 0,173 | 0,168 | 0,184 |
| 0,5 | 7903,33 | 7906,25 | 7906,28 | 7903,64 | 7905,82 | 7905,78 | 0,178 | 0,179 | 0,150 | 0,147 | 0,164 |
| 1,0 | 7989,43 | 7991,85 | 7991,93 | 7989,70 | 7991,45 | 7991,53 | 0,147 | 0,152 | 0,120 | 0,126 | 0,137 |
| 1,5 | 8074,40 | 8076,37 | 8076,46 | 8074,56 | 8075,98 | 8076,07 | 0,120 | 0,125 | 0,098 | 0,104 | 0,112 |
| 2,0 | 8158,22 | 8159,83 | 8159,91 | 8158,34 | 8159,42 | 8159,53 | 0,098 | 0,103 | 0,074 | 0,082 | 0,089 |
| 2,5 | 8240,98 | 8242,28 | 8242,35 | 8241,06 | 8241,90 | 8241,98 | 0,079 | 0,083 | 0,058 | 0,063 | 0,071 |
| 3,0 | 8322,74 | 8323,64 | 8323,70 | 8322,78 | 8323,29 | 8323,36 | 0,055 | 0,058 | 0,035 | 0,040 | 0,047 |
| 3,5 | 8403,56 | 8404,19 | 8404,27 | 8403,52 | 8403,78 | 8404,00 | 0,038 | 0,043 | 0,018 | 0,033 | 0,033 |
| 4,0 | 8483,55 | | | 8483,41 | | | | | | | |
| 4,5 | 8562,71 | | | 8562,33 | | | | | | | |
| 5,0 | 8640,62 | | | 8640,34 | | | | | | | |

912

| Wyniki pomiarów | | | | | | Warunki otoczenia | | Uwagi |
|-----------------|------|------------------------|----------|-----------|----------------------------------|-------------------|----------------------------|-------|
| Parametry | | Częstotliwość f (Hz) | | | | Temperatura [°C] | Ciśnienie barometr. [mmHg] | |
| | | $f_{0,005}$ | f_1 | $f_{1,2}$ | $\Delta f = f_{1,2} - f_{0,005}$ | | | |
| Badanie | I | 5363,814 | 6346,084 | 6525,056 | 1161,242 | 21 | 757 | |
| | II | 5363,805 | 6346,080 | 6525,039 | 1161,234 | | | |
| | III | 5368,675 | 6350,222 | 6529,047 | 1160,372 | | | |
| | IV | 5369,032 | 6350,472 | 6529,299 | 1160,015 | 19 | 759 | |
| | VII | 5373,042 | 6353,967 | 6532,724 | 1159,682 | | | |
| | VIII | 5373,039 | 6353,870 | 6532,596 | 1159,557 | 20 | 764 | |
| | XI | 5364,413 | 6346,543 | 6525,524 | 1161,111 | | | |
| | XII | 5364,375 | 6346,478 | 6525,477 | 1161,102 | | | |

Zestawienie obliczeń

| Parametry | $f_{0,005}$ | f_1 | $f_{1,2}$ | $\Delta f = f_{1,2} - f_{0,005}$ | |
|---------------------------------|-------------------|----------|-----------|----------------------------------|--------|
| Wartość początk. Hz | 5363,814 | 6346,084 | 6525,056 | 1161,242 | |
| Wart. min. Hz | 5363,805 | 6346,080 | 6525,039 | 1159,557 | |
| Wart. max. Hz | 5373,042 | 6353,967 | 6532,724 | 1161,242 | |
| Odchylenie od wart. początk. Hz | +9,228 | +7,883 | +7,668 | +0,000 | |
| | -0,009 | -0,004 | -0,017 | -1,685 | |
| | % | +0,172 | +0,147 | +0,143 | +0,000 |
| Rozrzut (wart. max - min) Hz | $f_{0,005}$ | -0,000 | -0,000 | -0,031 | |
| | % | +0,795 | +0,679 | +0,660 | +0,000 |
| | Δf_{pocz} | -0,001 | -0,000 | -0,001 | -0,145 |
| Wart. średnie Hz | 9,337 | 7,887 | 7,685 | 1,685 | |
| | % | 0,172 | 0,147 | 0,143 | 0,031 |
| | Δf_{pocz} | 0,796 | 0,679 | 0,661 | 0,145 |
| Wart. średnie Hz | 5367,244 | 6349,215 | 6528,095 | 1160,539 | |
| | +5,798 | +4,752 | +4,629 | +0,703 | |
| | -3,439 | -3,135 | -3,056 | -0,982 | |
| Odchylenie od wart. średniej Hz | % | +0,108 | +0,089 | +0,086 | +0,013 |
| | $f_{sr 0,005}$ | -0,064 | -0,058 | -0,057 | -0,018 |
| | % | +0,500 | +0,409 | +0,399 | +0,061 |
| Rozrzut (wart. max - min) Hz | Δf_{sr} | -0,296 | -0,270 | -0,263 | -0,085 |
| | 9,337 | 7,887 | 7,685 | 1,685 | |
| | % | 0,172 | 0,147 | 0,143 | 0,031 |
| Rozrzut (wart. max - min) Hz | $f_{sr 0,005}$ | 0,796 | 0,679 | 0,662 | 0,146 |
| | Δf_{sr} | | | | |

11/11

| Parametry | | Wyniki pomiarów | | | | Warunki otoczenia | | Uwagi |
|-----------|-------|--------------------|----------|----------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------|
| | | Częstotliwość [Hz] | | | | Tempera- tura [°C] | Ciśnienie barometr. [mm Hg] | |
| | | $f_{0,01}$ | f_1 | f_5 | $\Delta f_2 = f_5 - f_{0,01}$ | | | |
| Badanie | I | 7818,590 | 7989,818 | 8640,712 | 822,122 | 25 | 756 | |
| | II | 7818,510 | 7989,741 | 8640,667 | 822,157 | | | |
| | III | 7818,297 | 7989,543 | 8640,466 | 822,169 | | | |
| | IV | 7818,046 | 7989,224 | 8640,160 | 822,114 | 25 | 756 | |
| | V | 7817,942 | 7989,224 | 8640,152 | 822,210 | | | |
| | VI | 7818,052 | 7989,224 | 8640,108 | 822,056 | 24 | 755,5 | |
| | VII | 7817,911 | 7989,077 | 8639,906 | 821,995 | | | |
| | X | 7817,398 | 7988,605 | 8639,630 | 822,232 | 25 | 753,5 | |
| | XI | 7817,380 | 7988,541 | 8639,630 | 822,250 | | | |
| | XIV | 7818,364 | 7989,639 | 8640,914 | 822,550 | 25 | 756 | |
| | XV | 7818,254 | 7989,428 | 8640,615 | 822,361 | | | |
| | XVIII | 7817,539 | 7988,739 | 8639,406 | 821,867 | 23,5 | 751 | |
| | XIX | 7817,551 | 7988,726 | 8639,398 | 821,847 | | | |
| | XX | 7818,535 | 7989,896 | 8640,339 | 821,804 | 22,7 | 756 | |
| | XXIII | 7818,425 | 7989,543 | 8640,257 | 821,832 | 23,5 | 756 | |
| | XXIV | 7819,189 | 7990,258 | 8640,936 | 821,747 | 22,5 | 759 | |

Zestawienie obliczeń

| Parametry | $f_{0,01}$ | f_1 | f_5 | $\Delta f_2 = f_5 - f_{0,01}$ |
|---|------------|----------|----------|-------------------------------|
| Wartość początk. Hz | 7818,590 | 7989,818 | 8640,712 | 822,122 |
| Wartość min. Hz | 7817,380 | 7988,541 | 8639,398 | 821,847 |
| Wart. max. Hz | 7819,189 | 7990,258 | 8640,936 | 822,550 |
| Odchylenie od wart. początk. Hz | +0,599 | +0,440 | +0,224 | +0,428 |
| | -1,210 | -1,277 | -1,314 | -0,275 |
| % początk. | +0,0077 | +0,0056 | +0,0029 | +0,0055 |
| | -0,0155 | -0,0163 | -0,0168 | -0,0035 |
| % Δf_2 pocz. | +0,0729 | +0,0535 | +0,0273 | +0,0520 |
| | -0,1472 | -0,1553 | -0,1598 | -0,0335 |
| Rozrzut (wart. max. - min.) % % $f_{0,01}$ | 1,809 | 1,717 | 1,538 | 0,703 |
| | 0,0232 | 0,0219 | 0,0197 | 0,0090 |
| % % Δf_2 pocz. | 0,2200 | 0,2088 | 0,1871 | 0,0855 |
| | | | | |
| Wart. średnia Hz | 7818,124 | 7989,327 | 8640,137 | 822,082 |
| Odchylenie od wart. średn. Hz | +1,065 | +0,931 | +0,799 | +0,468 |
| | -0,744 | -0,786 | -0,739 | -0,235 |
| % średn. | +0,0136 | +0,0119 | +0,0102 | +0,0060 |
| | -0,0095 | -0,0101 | -0,0095 | -0,0030 |
| % Δf_2 | +0,01298 | +0,1132 | +0,0972 | +0,0569 |
| | -0,0905 | -0,0956 | -0,0899 | -0,0286 |
| Rozrzut (wart. max. - min.) % % $f_{0,01}$ | 1,809 | 1,717 | 1,538 | 0,703 |
| | 0,0231 | 0,0220 | 0,0197 | 0,0090 |
| % % Δf_2 pocz. | 0,2201 | 0,2089 | 0,1871 | 0,0855 |
| | | | | |

15