

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

440

BE 10

Główny wykonawca mgr inż. Marek Maciąg

Wykonawcy mgr inż. Jan Goska
mgr inż. Marek Kowalski
mgr inż. Tadeusz Moliński

Konsultant

Nr zlecenia S 1400

Poziomierz z cyfrowym wskaźnikiem
poziomu i bbbjętości.

- Etap 1. opracowanie konstrukcji poziomomierza
- dokumentacja konstrukcyjna poziomomierza
 - adaptacja konduktometrycznego czujnika poziomu
 - wykonanie 1 egz. prototypu
 - badania laboratoryjne
 - weryfikacja dokumentacji.

Zleceniodawca PIAP

Pracę rozpoczęto dnia 93.07.01

zakończono dnia 93.12.15

Kierownik Zakładu
Pomiaru Parametrów Przepływu

Dyrektor d/s
Badawczo - Rozwojowych

mgr inż. Wojciech Winiarski

dr inż. Jan Jabłkowski

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron

Egz. 1 DPQ

rysunków

Egz. 2 BOINTE

fotografii

Egz. 3

tabel

Egz. 4

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 7022

Analiza deskryptorowa

Poziomomierze z cyfrowym wskazaniem poziomu i objętości cieczy.

Analiza dokumentacyjna

Praca zawiera opis konstrukcji Poziomomierza KP,
dokumentację konstrukcyjną oraz wyniki badań laboratoryjnych.

Tytuły poprzednich sprawozdań

UKD

PIAP 41/88 10000

SPIS TREŚCI

1. Podstawa pracy.
2. Przedmiot i zakres pracy.
3. Zasada działania Poziomomierza KP.
4. Opis układu elektronicznego.
5. Badania laboratoryjne.
6. Dokumentacja konstrukcyjna.
7. Weryfikacja dok. konstrukcyjnej.

1. Podstawa pracy.

Podstawą wykonania pracy jest zlecenie PIAP nr S 1400
Poziomomierz z cyfrowym wskaźnikiem poziomu i objętości cieczy.

2. Przedmiot i zakres pracy.

Przedmiotem pracy było opracowanie poziomomierza dla cieczy przewodzących elektrycznie wskazującego poziom cieczy oraz objętość jaką zajmuje w zbiorniku (z uwzględnieniem charakterystyki wypełnienia zbiornika).

Zakres pracy obejmował:

1. Opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej poziomomierza z cyfrowym wskaźnikiem poziomu i objętości.
2. Adaptację konduktometrycznego czujnika poziomu (dokumentacja konstrukcyjna).
3. Wykonanie jednego egzemplarza. prototypu.
4. Wykonanie badań laboratoryjnych prototypu.

W trakcie realizacji pracy opracowano miernik Poziomomierza KP, dokonano adaptacji konduktometrycznego czujnika poziomu, wykonano prototyp Poziomomierza KP, wykonano jego badania laboratoryjne w lab. DPQ, oraz opracowano dokumentację konstrukcyjną nr 8228 i dokonano jej weryfikacji.

3. Zasada działania Poziomomierza KP.

Sonda ruchoma (konduktometrycznego czujnika poziomu) sprzężona z bębnum pomiarowym szukając kontaktu elektrycznego z cieczą nadąża za poziomem lustra cieczy. Zmieniająca się rezystancja potencjometru połączonego z bębnum pomiarowym zamieniana jest na sygnał prądowy 4-20 mA odpowiadający zakresowi pomiarowemu czujnika. Sygnał ten doprowadzany jest przewodem YPMY 2*0.35 ekranowanym do wejścia miernika Poziomomierza KP. W mierniku prądowy sygn. wejściowy zamieniany jest przez 12-to bitowy przetwornik a/c na sygnał cyfrowy, który przetwarzany jest następnie przez mikroprocesorowy układ przeliczający. W pamięci EEPROM miernika można zapisać max. 20-to odcinkową charakterystykę objętości zbiornika w funkcji poziomu lustra cieczy. Punktom załamania charakterystyki przyporządkowane są rzeczywiste stany przetwornika a/c odpowiadające wysokości lustra cieczy uzyskane w procesie wzorcowania urządzenia. Obliczone wartości poziomu cieczy są stale porównywane z czterema wartościami poziomu zapisanymi w EEPROM z których dwie określają poziomy minimalne zaś pozostałe maksymalne. Przekroczenie tych wartości (dla poziomów minimalnych - w dół, dla maksymalnych - w górę) powoduje załączenie odpowiedniego przekaźnika oraz zaświecenie się odpowiedniej diody sygnalizacyjnej LED umieszczonej na płycie czołowej miernika. Istnieje też możliwość sygnalizacji dźwiękowej, która może być kasowana przyciskiem. Przy ponownym przekroczeniu jednej z czterech nastaw progowych sygnalizacja dźwiękowa jest załączana ponownie. Miernik jest wyposażony w wyjście prądowe 4-20 mA (na życzenie 0-5 lub 0-20 mA) odpowiadające wartości poziomu cieczy. Wartość poziomu cieczy (w mm lub cm), wartość poziomu wyrażona w % poziomu maksymalnego oraz objętość cieczy (w dm^3 lub m^3) prezentowana jest na wyświetlaczu 2*16.

4. Opis układu elektronicznego.

4.1. Konduktometryczny czujnik poziomu.

Konduktometryczny czujnik poziomu dla Poziomomierza KP jest zmodernizowaną wersją czujnika Przepływomierza PS-LMK (dok. PIAP nr 8204)

Zmiany dotyczyły głównie konstrukcji bębna pomiarowego i związane były ze znacznym rozszerzeniem zakresu pomiarowego.

4.2. Miernik Poziomomierza KP.

Układ elektroniczny miernika został umieszczony w obudowie BOPLA IC5000 spełniającej wymagania IP54, przeznaczonej do zabudowy naściennej.

Na płycie czołowej umieszczony jest wyświetlacz LCD 2*16 znaków, pięć diod sygnalizacyjnych LED oraz (w niektórych wykonaniach) przycisk kasujący sygnalizację dźwiękową (beeper).

Układ miernika składa się z następujących bloków:

- zasilacza dostarczającego napięcia +12V i stabilizowanego +5V do zasilania mikroprocesorowego układu przeliczającego, odseparowanych galwanicznie napięć +15V i -15V do zasilania wyjściowego obwodu prądowego oraz odseparowanych galwanicznie od poprzednich napięć +12V i -12V zasilających obwody wejściowe miernika.
- układu wejściowego przetwarzającego wejściowy sygnał prądowy 4-20 mA na sygnał cyfrowy
- układu wyjścia prądowego informującego o poziomie cieczy.
- bloku przekaźników sygnalizacyjnych
- bloku wizualizacji wyników.

Wejściowy sygnał analogowy 4-20 mA przetwarzany jest przez

12-to bitowy przetwornik a/c na sygnał cyfrowy podawany przez blok optoizolatorów do mikroprocesorowego układu przeliczającego. Wartościom przetworzonego sygn. wejściowego przyporządkowane są rzeczywiste wartości poziomu cieczy (uzyskane w trakcie wzorcowania), którym z kolei przyporządkowane są wartości objętości cieczy wynikające z charakterystyki zbiornika. Do pamięci EEPROM miernika można wpisać 20-to odcinkową charakterystykę zbiornika. Do wprowadzania charakterystyki czujnika, zbiornika oraz opisanych poniżej innych danych służy program TANK.EXE. Umożliwia on na przesłanie z komputera typu PC poprzez łącze RS232 do miernika następujących danych:

- nr czujnika
- nr miernika
- 4-ech nastaw progowych sterujących przekaźnikami oraz diodami sygnalizacyjnymi LED ($H < H_1$, $H < H_2$, $H > H_3$, $H > H_4$)
- wartości maksymalnej poziomu cieczy (określającej także 20 mA prądu wyjściowego oraz 100% wskazania poziomu cieczy)
- jednostki w której jest wyświetlana wartość poziomu cieczy (mm lub cm)
- jednostki w której wyświetlana jest wartość objętości cieczy (dm^3 lub m^3)
- liczbę cyfr wyświetlanych po przecinku (0 lub 1)
- tryb pracy beepera
- 20-to odcinkowej ch-ki czujnika i zbiornika podawanej w postaci - stan przetwornika a/c - poziom - objętość -

Program TANK umożliwia także archiwizację wprowadzonych parametrów na dyskietkach. Wprowadzenie powyższych danych do pamięci nieulotnej miernika (lub ich zmiana) możliwe jest po przestawieniu zwory na płytce drukowanej oraz podaniu prawidłowego hasła. Zabezpieczenia te uniemożliwiają zmianę danych przez osoby niepowołane.

Wartość sygnału wejściowego (cyfrowego) przeliczana jest na podstawie wprowadzonej charakterystyki czujnika oraz zbiornika na odpowiadające jej wartości poziomu oraz objętości mierzonej cieczy. Wartość poziomu cieczy jest stale porównywana z nastawami progowymi i w przypadku przekroczenia zadanych wartości następuje zadziałanie odpowiedniego przekaźnika oraz zaświecenie diody sygnalizacyjnej LED.

Na umieszczonym na płycie czołowej wyświetlaczu 2*16 znaków przedstawiane są:

- wartość poziomu cieczy
- wartość w % H_{max}
- wartość objętości cieczy
- sygnalizacja stanu alarmowego oraz trybu pracy beepera.

Wyjściowy sygnał prądowy proporcjonalny do poziomu cieczy może pracować w jednym z trybów:

- 0 - 20mA dla $R_{obc} = 0 - 500 \text{ Ohm}$
- 4 - 20mA j.w.
- 0 - 5mA dla $R_{obc} = 0 - 2000 \text{ Ohm}$

Sygnalizacyjne wyjścia przekaźnikowe związane z nastawami progowymi posiadają obciążalność 2A / 250V AC.

Na życzenie zamawiającego może być zainstalowany dodatkowo sygnalizator dźwiękowy (beeper) związany z nastawami progowymi. W takim przypadku na płycie czołowej umieszczony jest dodatkowy przycisk umożliwiający chwilowe wyłączenie sygnalizacji dźwiękowej (do momentu wystąpienia ponownego przekroczenia).

5. Badania laboratoryjne.

Badania laboratoryjne Poziomomierza KP przeprowadzono w laboratorium wodnym DPQ na zbiorniku C. Zbiornik ten jest wyposażony

w wodowskaz oraz tabele wzorcowania (objętość w funkcji wysokości słupa cieczy).

Do miernika Poziomomierza KP została wprowadzona charakterystyka zbiornika oraz stany przetwornika a/c dla wartości poziomu cieczy w punktach wzorcowania.

Pomiary wykonywano dla zakresu zmian poziomu cieczy 1000 mm co było związane z własnościami stanowiska.

Przy większych zakresach pomiarowych (dla większych średnic bębna pomiarowego) dokładność wskazań poziomu cieczy nie powinna

być gorsza niż $0.1\% H_{\max}$.

Odczyty z wodowskazu zarówno przy wzorcowaniu jak i przy badaniach wykonywano z dokładnością $\pm 0.25\text{mm}$.

Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 1.

Wynika z nich , że przy pomocy Poziomomierza KP można uzyskać dokładność odczytu poziomu cieczy lepszą niż $\pm 1\text{mm}$ dla zakresu pomiarowego 1m. Wskazania objętości odpowiadają wprowadzonej charakterystyce. Błąd wyjścia analogowego nie przekracza 0.1%. Skokowe zmiany wskazań poziomu i objętości cieczy związane są z rozdzielczością wielobrotowego nadajnika potencjometrycznego oraz przetwornika a/c.

Jako poziom minimalny w zbiorniku przyjęto 10mm co spowodowane było konstrukcją wylewu .

Zaobserwowane rozrzuty wskazań związane są z dyskretnymi zmianami nadajnika potencjometrycznego (związanymi z jego budową) oraz dyskretnymi zmianami wyjścia przetwornika a/c. Dla zakresu pomiarowego 1000mm wartość jednego bitu wyrażona w mm wynosi ok 0.3mm dla 10000mm ok 3mm. Zmiany związane ze skokowymi zmianami rezystancji nadajnika oraz szumami własnymi przetwornika a/c można ocenić na 2 do 3 bitów co odpowiada rozrzutom ok $\pm 1\text{mm}$ dla zakresu pomiarowego 1000mm.

Wyniki badań Poziomomierza KP. Tabela 1.

| H zbiornik | H miernik | V zbiornik | V miernik | ΔH | ΔV | I _{wy} | I _t | |
|---------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
| mm | mm | dm ³ | dm ³ | mm | dm ³ | mA | mA | % |
| 1000 | 1000 | 754.9 | 754.9 | 0 | 0 | 20.00 | 20.00 | 0.0 |
| 970 | 969.6 | 732.2 | 731.9 | -0.4 | -0.3 | 19.51 | 19.52 | -0.05 |
| 950 | 950.4 | 717.0 | 717.3 | +0.4 | +0.3 | 19.20 | 19.20 | 0.0 |
| 920 | 920.5 | 694.2 | 694.4 | +0.5 | +0.2 | 18.72 | 18.72 | 0.0 |
| 900 | 900.4 | 679.1 | 679.4 | +0.4 | +0.3 | 18.40 | 18.40 | 0.0 |
| 870 | 869.9 | 656.4 | 656.3 | -0.1 | -0.1 | 17.91 | 17.92 | -0.05 |
| 800 | 800 | 606.3 | 603.3 | 0 | 0 | 16.80 | 16.80 | 0.0 |
| 830 | 830.1 | 626.1 | 626.2 | +0.1 | +0.1 | 17.28 | 17.28 | 0.0 |
| 780 | 780.2 | 588.2 | 588.3 | +0.2 | +0.1 | 16.48 | 16.48 | 0.0 |
| 750 | 750.4 | 565.5 | 565.8 | +0.4 | +0.3 | 16.00 | 16.0 | 0.0 |
| 720 | 720 | 542.7 | 542.8 | 0 | +0.1 | 15.51 | 15.52 | -0.05 |
| 650 | 650.4 | 489.7 | 490 | +0.4 | +0.3 | 14.40 | 14.40 | 0.0 |
| 630 | 630.1 | 474.6 | 474.7 | +0.1 | +0.1 | 14.08 | 14.08 | 0.0 |
| 580 | 579.9 | 4.369 | 436.8 | -0.1 | -0.1 | 13.27 | 13.28 | -0.05 |
| 500 | 500.4 500.8 | 376.5 376.5 | 376.8 377.1 | +0.4 +0.8 | +0.3 +0.6 | 12.00 12.01 | 12.00 | -0.05 |
| 430 | 429.6 | 323.8 | 323.5 | -0.4 | -0.3 | 10.87 | 10.88 | -0.05 |
| 400 | 400.4 | 301.2 | 301.5 | +0.4 | +0.3 | 10.40 | 10.40 | 0.0 |
| 330 | 330.2 | 248.3 | 248.5 | +0.2 | +0.2 | 9.28 | 9.28 | 0.0 |
| 310 | 310.4 | 233.2 | 233.5 | +0.4 | +0.3 | 8.96 | 8.96 | 0.0 |
| 250 | 249.6 | 187.9 | 187.6 | -0.4 | -0.3 | 7.99 | 8.0 | -0.05 |
| 210 | 210.5 | 157.8 | 158.2 | +0.5 | +0.4 | 7.36 | 7.36 | 0.0 |
| 200 | 200.4 | 150.3 | 150.3 | +0.4 | 0 | 7.20 | 7.20 | 0.0 |
| 120 | 120.5 | 90.1 | 90.5 | +0.5 | +0.4 | 5.92 | 5.92 | 0.0 |
| 100 | 100.4 | 75.1 | 75.4 | +0.4 | +0.3 | 5.60 | 5.60 | 0.0 |
| 70 | 69.9 | 52.6 | 52.5 | -0.1 | -0.1 | 5.11 | 5.12 | -0.05 |
| 28 | 27.8 27.4 | 21.1 21.1 | 21 20.7 | -0.2 -0.6 | -0.1 -0.6 | 4.44 4.43 | 4.45 | -0.05 -0.1 |
| 10 | 10.4 | 7.6 | 7.9 | +0.4 | +0.3 | 4.16 | 4.16 | 0.0 |
| 10 | 10.0 | 7.6 | 7.6 | 0 | 0 | 4.16 | | 0.0 |

W tabeli przedstawiono odczytane wartości średnie bądź najdłuższej utrzymujące się na wyświetlaczu.

6. Dokumentacja konstrukcyjna.

W trakcie realizacji pracy opracowano dokumentację Poziomomierza KP nr 8228 oraz opracowano nowy bęben pomiarowy czujnika konduktometrycznego (dla zakresu pomiarowego do 8000 mm).

7. Weryfikacja dokumentacji konstrukcyjnej.

Po wstępnych badaniach zmieniono źródło napięcia odniesienia dla przetwornika a/c. Zamieniono układ stabilizatora MAA723 na dwa źródła referencyjne LM336 o znacznie lepszych parametrach termicznych. Opracowano nową płytkę zasilacza. Badania w laboratorium DPQ wykonano z poprawioną wersją układu Poziomomierza KP.