

**PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP**

Al. Jerozolimskie 202

02-222 Warszawa

Telefon 23-70-81

Zakład Pomiaru Parametrów Przepływu

071

A

Główny wykonawca mgr inż. Jan Goska

Wykonawcy mgr inż. Józef Chrostny
mgr inż. Marek Maciąg

Konsultant mgr inż. Sylwin Osipow

Nr zlecenia 1130

CPBR 7.2.

Cel 78 podpunkt B

PRZEPŁYWOMIERZE TURBINOWE /TYPOSZEREG/ pk.3
Opracowanie, budowa i badania laboratoryjne
mierników elektronicznych przepływomierzy
turbiniowych - zestaw podstawowy /sumująco-
wskazujący/

Zleceniodawca Zrzeszenie MERA

Pracę rozpoczęto dnia 88.11.01

Kierownik Pracowni

Dyrektor d/s. Pomiarów

zakończono dnia 88.12.15

Kierownik Zakładu

mgr inż. Marek Maciąg

dr inż. Jan Winiecki

mgr inż. St. Kołodziejski

Praca zawiera:

stron 10

rysunków 3

fotografii

tabel

tablic

załączników

Rozdzielnik - ilość egz:

Egz. 1 **BOINTE**

Egz. 2 **ZRZESZENIE MERA**

Egz. 3 **DPQ**

Egz. 4 **DPQ**

Egz. 5

Egz. 6

Nr rejestr. 6211

Analiza deskryptorowa

Przepływomierze turbinowe.

Opracowanie, budowa i badania laboratoryjne mierników przepływomierzy.

Analiza dokumentacyjna

Praca zawiera :

- Wstęp
- Omówienie przedmiotu pracy tj. budowy miernika elektronicznego
- Opis badań laboratoryjnych
- Załączniki : rysunek złożeniowy, schematy

Tytuły poprzednich sprawozdań

1. Przepływomierze turbinowe /typoszereg/ - opracowanie koncepcji, wstępnych wymagań ZTE. Nr rej. PIAP-6097
2. Przepływomierze turbinowe /typoszereg/ pk. 2.
Opracowanie, budowa i badania laboratoryjne modeli wybranych wielkości typoszeregu czujników /PT6, PT15, PT50, PT80/.
Nr rej. PIAP-6175.

311118

681.12.001.6(7) PRZEPŁYWOMIERNIKI - Rozwój

117

70

UKD

681.12.001.6(7)

PRZEPŁYWOMIERNIKI - Rozwój

PIAP-252/83-6000

SPIS TREŚCI

1.	Wstęp	1
1.1.	Cel pracy	
1.2.	Podstawa wykonania pracy	1
1.3.	Zakres opracowania	
2.	Opis konstrukcji miernika elektronicznego przepływomierza turbinowego	2
2.1.	Obudowa miernika elektronicznego i wzmacniacza wstępnego	2
2.2.	Budowa układu elektronicznego miernika przepływomierza	2
2.3.	Opis schematu elektronicznego	3
2.4.	Opis schematu elektronicznego wzmacniacza wstępnego	5
3.	Wstępne badania laboratoryjne	6
3.1.	Sprawdzenie toru zliczania objętości	7
3.2.	Sprawdzenie toru sygnału analogowego 0-2014-20mA	7
3.3.	Sprawdzenie sygnałów impulsowych miernika i sygnałów wejściowych ze wzmacniacza wstępnego	9
3.4.	Sprawdzenie maksymalnej częstotliwości pracy liczydła	9
4.	Wnioski	10

W s t ę p

1.1. Cel pracy

Celem pracy jest opracowanie i wdrożenie do produkcji typoszeregu przepływomierzy turbinowych do cieczy dla potrzeb gospodarki krajowej i eksportu.

1.2. Podstawa wykonania pracy

Praca realizowana jest w ramach CPBR kierunek 7.2. Elementy i systemy automatyki, cel Nr 78. Rodzina nowoczesnych przepływomierzy, podpunkt B "Przepływomierze turbinowe, typoszereg". Niniejszą pracę wykonano w ramach punktu kontrolnego Nr 3, według harmonogramu umowy Nr 9/272/86, zawartej między Zrzeszeniem MERA — jako koordynatorem, a PIAP — jako wykonawcą. Zlecenie wewnętrzne PIAP — numer 1130.

1.3. Zakres opracowania

Praca w ramach punktu kontrolnego Nr 3 obejmowała:

- opracowanie konstrukcji miernika elektronicznego przepływomierza turbinowego;
- budowę miernika elektronicznego przepływomierza turbinowego ze wzmacniaczem wstępnym nadbudowanym na turbinowym czujniku przepływu;
- badania laboratoryjne.

Opracowanie zawiera wstęp, opis budowy miernika elektronicznego, wyniki pomiarów, wnioski, rysunek obudowy i schematy elektroniczne.

2. Opis konstrukcji miernika elektronicznego przepływomierza turbinowego

2.1. Obudowa miernika elektronicznego i wzmacniacza wstępnego

Obudowa miernika elektronicznego przepływomierza turbinowego przedstawiona jest na rysunku złożeniowym.

Obudowa przystosowana jest do zabudowania w tablicy. Zastosowany sposób mocowania zapewnia łatwy montaż i pewne połączenie z tablicą.

Zamknięcie utrudnia możliwość dostępu do wnętrza i manipulacji przez niepowołane do tego osoby.

Stopień ochrony obudowy IP 54 zapewnia pyłoszczelność i bryzgoszczelność, umożliwia pracę miernika w pomieszczeniach, gdzie występuje zawilgocenie i zapylenie.

Wzmacniacz wstępny nakręcany jest za pomocą uszczelnionego połączenia gwintowego na tuleję ekranującą cewkę pomiarową czujnika turbinowego.

Obudowa wzmacniacza wykonana jest w formie rozkręcanej puszkii, w której znajduje się płytki drukowana.

Stopień ochrony obudowy IP 64 zapewnia odporność na zalanie wodą.

2.2. Budowa układu elektronicznego miernika przepływomierza

Układ elektroniczny miernika przepływomierza zbudowany jest całkowicie na jednej płytce drukowanej, z wyjątkiem transformatora sieciowego, który mocowany jest bezpośrednio do szkieletu obudowy. Połączenia z obwodami zewnętrznymi t.j. czujnikiem turbinowym oraz innymi układami przetwarzającymi, odbywają się przy pomocy listwy zaciskowej, dostępnej po odkręceniu tylnej ścianki obudowy.

Dzięki zlokalizowaniu wszystkich układów funkcjonalnych na jednej płytce, połączenia wewnętrzne sprowadzone są do minimum. Zapewnia to niską pracochłonność montażu. Wszystkie elementy regulacyjne (potencjometry) zlokalizowane są obok siebie, dla ułatwienia zestrojenia.

Zastosowane do budowy układu elementy są w większości produkcji krajowej. Wyjątkiem są liczydła elektromechaniczne produkcji NRD (firma Massi).

Wzmacniacz wstępny umieszczony jest w hermetycznej puszcze mocowanej bezpośrednio do czujnika. Zbudowany jest na małej płytce drukowanej zaopatrzonej w dwa zaciski wejściowe do podłączenia cewki pomiarowej i dwa zaciski wyjściowe do przyłączenia obwodu wejściowego miernika elektronicznego.

Elementy zastosowane do budowy są wytwarzane przez przemysł krajowy z wyjątkiem wzmacniacza operacyjnego B 176 i potencjometru nastawnego. Kosztom nieznacznego pogorszenia parametrów istnieje możliwość wyeliminowania importu z KS, tych dwóch elementów.

2.3. Opis schematu elektronicznego miernika przepływomierza

Schemat elektroniczny miernika przepływomierza przedstawia rys.1, a wzmacniacza wstępnego - rys.2.

Zasilacz sieciowy zawiera umieszczony poza płytką drukowaną - transformator TR 1 z przeciwsobnym uzwojeniem wtórnym, który wraz z prostownikiem na diodach D7 - D10 wytwarza napięcie dodatnie i ujemne +24V, -24V potrzebne do zasilania obwodów miernika.

Napięcia te są następnie filtrowane, a do zasilania toru analogowego dodatkowo stabilizowane. Do stabilizacji napięcia dodatniego wykorzystuje się stabilizator UL 7723 lub jego odpowiednik produkcji CSRS - MAA 723. Napięcie ujemne, stabilizowane jest za pomocą diody Zenera D 11.

Sygnał wejściowy ze wzmacniacza wstępnego ma postać impulsów prądu płynącego przez rezystor R4. Taka postać sygnału zapewnia dużą odporność na zakłócenia. Zmiany prądu płynącego przez rezystor R4 powodują zmiany napięcia, które przez rezystor R1 przenoszone jest na wejście komparatora MAC-111. Na wyjściu komparatora formowany jest impuls prostokątny. Impulsy z tego wyjścia doprowadzane są do układu wyjścia impulsowego optoizolacyjnego, zbudowanego na bramce U4D tranzystora T5 i optoizolatorze 1502. Impulsy z wyjścia mogą być wykorzystywane do współpracy z innymi urządzeniami pomiarowymi zliczającymi lub przetwarzającymi. Impulsy z wyjścia komparatora U1 sterują również tor zliczania objętości i tor analogowy.

Tor zliczania objętości ma dzielnik programowany w zakresie 1 - 9999, pozwalający na ustawienie dowolnej wielkości podziału, odpowiadającej wielkości stałej przetwarzania, czujnika turbinowego w zakresie liczb całkowitych. Dzielnik ten jest zbudowany na układach MCY74518 (U2 i U3).

Po pojawieniu się na wyjściach liczników stanów zaprogramowanych za pomocą diod BAVP18, na wejściu 1 bramki U4A pojawia się stan wysoki powodujący wyzwolenie impulsu generowanego w układzie multiwibratora monostabilnego zbudowanego na układach U4A i U4B. Czoło tego impulsu przez układ różniczkujący C2, R8 i diodę D3 zeruje stan liczników. Impulsy z wyjścia 4 układu U4B przez rezystor R11 wysterowują wzmacniacz mocy złożony z tranzystorów T1 i T2 pobudzający liczydło elektromechaniczne rejestrujące każdą naliczoną jednostkę objętości np. 1 l., 10 l. lub 100 l., w zależności od średnicy rurociągu.

Z kolektora tranzystora T2 sterowany jest optoizolator IS01. Po stronie odbiorczej tego optoizolatora znajduje się klucz tranzystorowy, który może sterować pracą innych urządzeń pomiarowych, zliczających, lub przetwarzających.

Tor zliczania objętości jest wyposażony w układ automatycznego zerowania i blokady podczas załączenia napięcia zasilającego, zbudowany na bramce U4C.

Tor analogowy wytwarza sygnał prądu stałego, proporcjonalny do wielkości strumienia objętości, a więc częstotliwości impulsów z czujnika turbinowego.

Impulsy z wyjścia komparatora U1 przez rezystor R18 pobudzają multiwibrator monostabilny U5 o wysokiej stałości czasu trwania impulsu i amplitudy, dzięki wysokiej stabilności napięcia zasilania uzyskiwanego z układu 7809 (MAA723). Impulsy wyjściowe z układu po dwukrotnym całkowaniu przez elementy R21, C6 i R22 oraz C7 sterują wejściem wtórnika napięciowego zbudowanego na wzmacniaczu operacyjnym U6.

Wtórnik ten zasila lokalny miernik strumienia objętości i steruje układ przetwarzania napięcia na prąd zbudowany na wzmacniaczu operacyjnym U7 i tranzystorze T4.

Układ przetwarzający może pracować w zakresie 0-5 mA, 0-20 mA i 4-20 mA.

Zmiana trybu pracy wiąże się z regulacją potencjometrami POT1 - POT5 i zwarcie lub rozwarciem rezystora R29.

2.4. Opis schematu elektronicznego wzmacniacza wstępnego.

Schemat wzmacniacza wstępnego sygnału z czujnika turbinowego przedstawia rys. 1. Sygnał z cewki pomiarowej o przebiegu sinusoidalnym doprowadzony jest do zacisków wejściowych wzmacniacza operacyjnego U1 przez rezystory R3 i R4. Kondensator C1 filtruje zakłócenia zawierające harmoniczne o wysokich częstotliwościach. Potencjał odniesienia na wejściu nieodwracającym 3 ustala dzielnik rezystorowy R5, R6. Wzmacniacz operacyjny ma wprowadzone ujemne sprzężenie zwrotne przez elementy R1 i C2.

To sprzężenie zwrotne jest silniejsze dla wyższych częstotliwości dzięki działaniu pojemności. Właściwość ta eliminuje zakłócenia o krótkim czasie trwania lub wysokich częstotliwościach. Napięcie sygnału z czujnika wzrasta wraz z częstotliwością i zmniejszenie wzmocnienia wzmacniacza nie zakłóca współpracy tych dwóch elementów.

Sygnał ze wzmacniacza U1 doprowadzony do układu progowego z histerezą (układ Schmidta) zbudowanego z bramek U2A i U2B. Sygnał prostokątny z układu Schmidta doprowadzony do układu multiwibratora monostabilnego zbudowanego na bramkach U2C i U2D.

Impulsy z wyjścia bramki U2D sterują klucz tranzystorowy T1, który zwierza do masy rezystor R12, powodując krótkotrwały wzrost prądu w obwodzie zasilania, który odbierany jest przez układ miernika jako impuls wejściowy. To krótkotrwałe obniżenie się napięcia nie występuje w obwodzie zasilania. Układu wzmacniacza operacyjnego i układu bramek logicznych, dzięki włączeniu diody separującej D1 i kondensatora filtrującego C6.

Dioda D2 zapewnia ochronę układu przed skutkami odwrotnego spolaryzowania napięcia zasilającego.

3. Wstępne badania laboratoryjne

Badania wykonano przyłączając na wejście wzmacniacza wstępnego uzwój wtórny transformatora separującego, zasilanego po stronie pierwotnej z dekadowego generatora sinusoidalnego. Wartość częstotliwości mierzono częstotściomierzem cyfrowym.

Sygnały prądu stałego na wyjściu analogowym mierzono cyfrowym miernikiem prądu. Czas trwania i amplitudę sygnałów impulsowych mierzono za pomocą oscyloskopu. Za podstawę do oceny przyjęto poziom wymagań przyjęty w założeniach technicznych oraz przygotowywanym projekcie Normy Zakładowej.

3.1. Sprawdzenie toru zliczania objętości

Na wejściu ustawiono częstotliwość sygnału 200 Hz, 100 Hz, 50 Hz, 20 Hz i 10 Hz. Ilość impulsów wejściowych kontrolowano licznikiem elektronicznym. Dzielnik w czasie prób miał ustawiony podział 20. Przy zliczaniu liczby ≥ 1000 jednostek liczydła odczytywano liczbę impulsów wejściowych.

Wyniki zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

f(Hz)	N liczba jednostek	n liczba impulsów	Różnica $n - N \cdot K$
200	1010	20201	1
100	1005	20108	8
50	1001	20030	10
20	1000	20004	4
10	1000	20002	2

Wielkość różnicy w żadnym przypadku nie przekracza wielkości podziału $K=20$ nastawionego w dzielniku impulsów.

3.2. Sprawdzenie toru sygnału analogowego 0-20 mA i 4-20 mA

Częstotliwość sygnału wejściowego i odpowiadającą mu wartość prądu sygnału analogowego podano w tablicy 2.

Pomiary wykonano dla rezystancji obciążenia maksymalnej t.j. 500 Ω

i minimalnej t.j. zwarcia. W żadnym przypadku odchyłka sygnału nie przekracza 0,6% w stosunku do wielkości wyliczonej teoretycznie.

Wyjście analogowe 0-20 mA

Tabela 2

Hz	0 Ω	180 Ω	510 Ω
200	19,96 mA	20,00 mA	20,08 mA
150	14,97 mA	15,00 mA	15,06 mA
100	9,98 mA	10,00 mA	10,04 mA
50	4,99 mA	5,00 mA	5,02 mA
25	2,49 mA	2,50 mA	2,51 mA
10	2,00 mA	2,00 mA	2,00 mA
0	0 mA	0 mA	0 mA

Wyjście analogowe 4-20 mA

Tabela 3

Hz	0 Ω	180 Ω	510 Ω
200	19,96 mA	20,00 mA	20,07 mA
150	15,97 mA	16,00 mA	16,06 mA
100	11,98 mA	12,00 mA	12,05 mA
50	7,99 mA	8,00 mA	8,03 mA
25	5,99 mA	6,00 mA	6,03 mA
20	6,59 mA	6,60 mA	5,59 mA
0	3,99 mA	4,00 mA	4,01 mA

3.3. Sprawdzenie sygnałów impulsowych miernika i sygnałów wyjściowych ze wzmacniacza wstępnego

Poziom sygnału dla poszczególnych punktów i czas trwania zestawiono w tabeli 4 dla zasilania obwodów zewnętrznych napięciem 15V.

Tabela 4

Rodzaj sygnału	Poziom H wysoki (V)	Poziom L niski (V)	Czas trwania impulsu
sygnał wejściowy	14	8	30 μ S
sygnał wyjściowy o częstotliwości impulsów czujnika	15	7,6	30 μ S
sygnał wyjściowy o częstotliwości pracy liczydła	15	7,6	15 m S

Poziomy i czasy trwania są zgodne z wartościami przyjętymi w projekcie Normy Zakładowej.

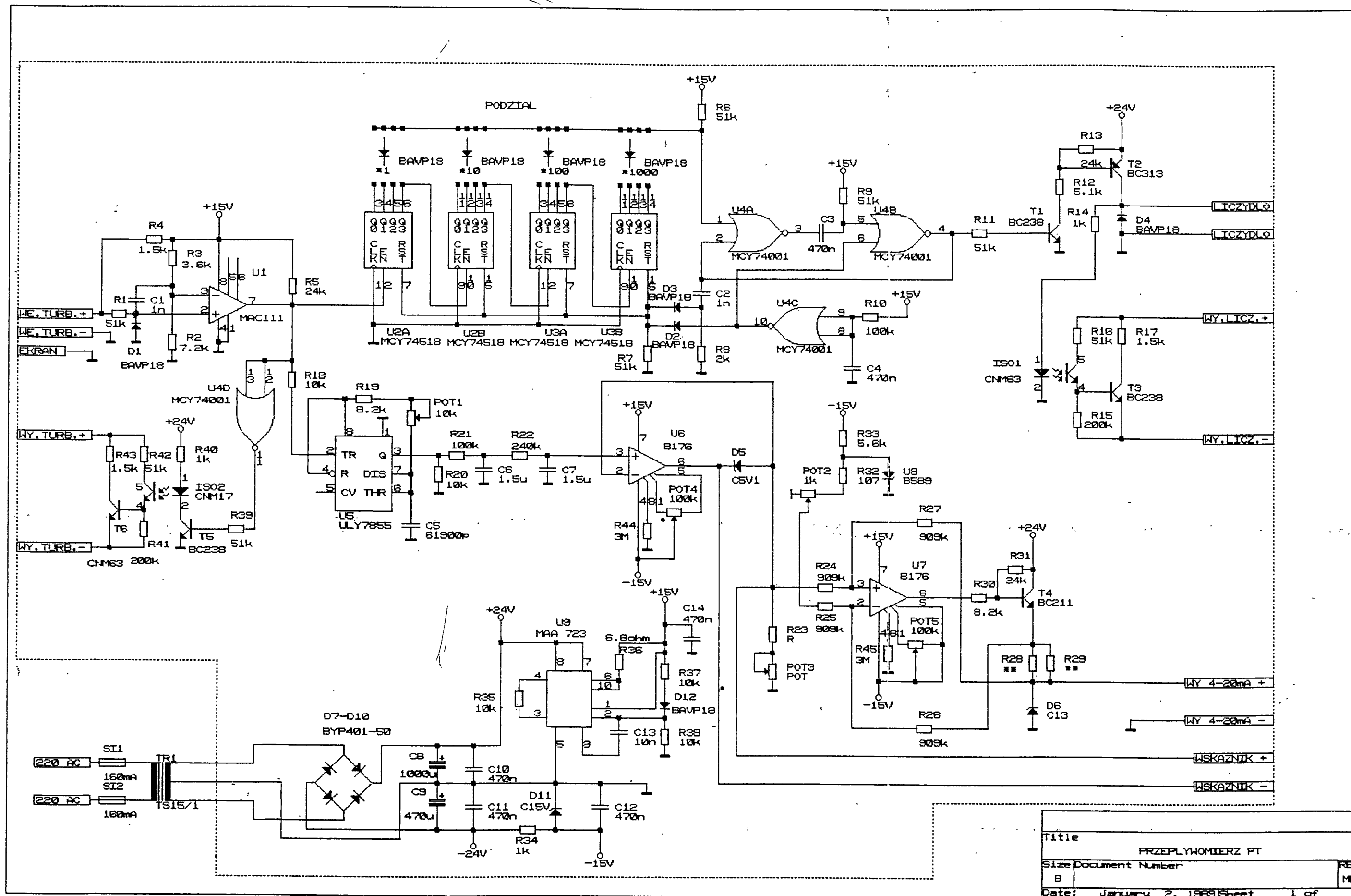
3.4. Sprawdzenie maksymalnej częstotliwości pracy liczydła

Przy zwiększaniu częstotliwości pracy obserwowano pracę liczydła zliczającego. Przy częstotliwości impulsów wejściowych 310 Hz, co odpowiada 15,5 Hz częstotliwości skoków liczydła obserwowano zakłócenie pracy. Ponieważ w przewidywanym zakresie zastosowań liczydło będzie pracować z maksymalną częstotliwością nie większą niż 10 Hz, to wynik należy uznać za zadowalający. Dalsze podniesienie częstotliwości pracy można zwiększyć przez zastosowanie układu RC tłumiącego przepięcia.

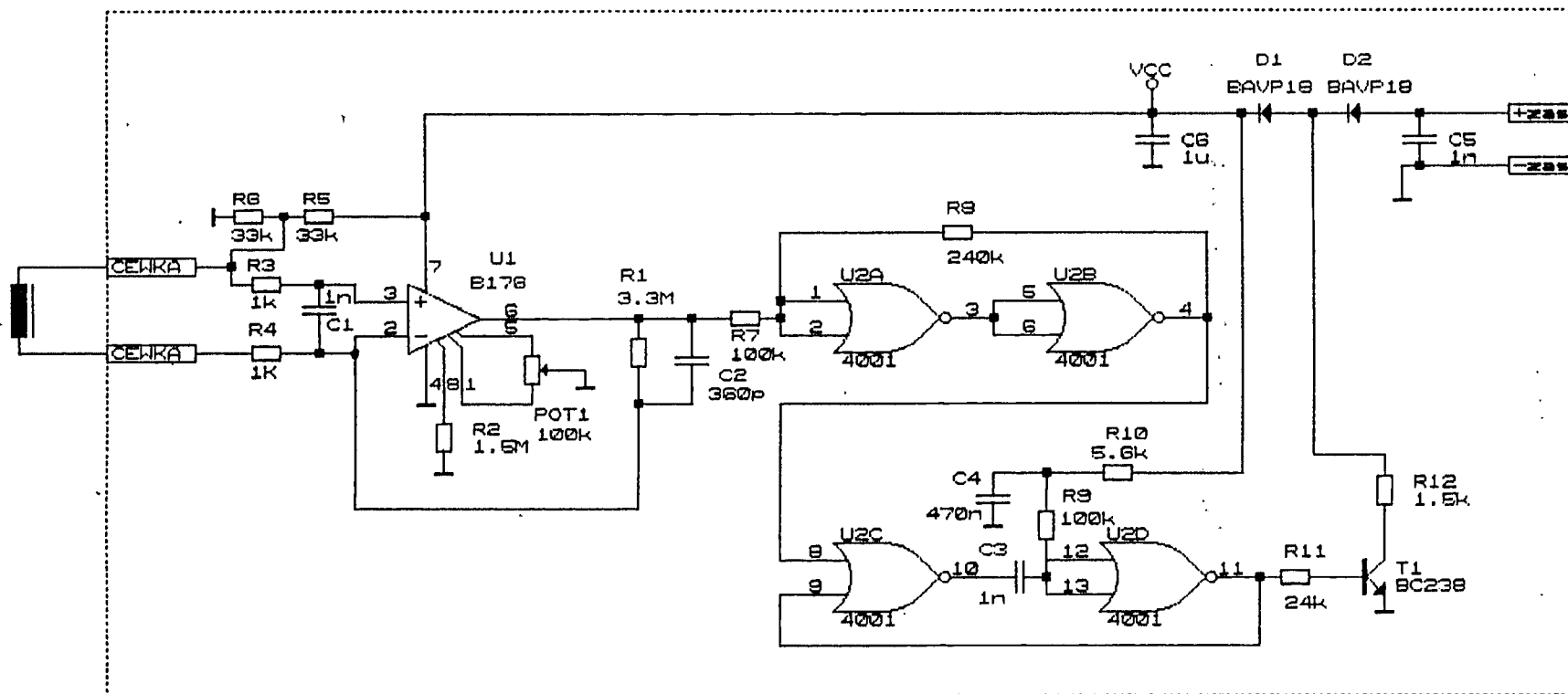
4. Wnioski

Przeprowadzone próby laboratoryjne mierników ze wzmacniaczami wstępnymi wykazują, że spełniają one podstawowe założenia techniczne określone w poprzednich opracowaniach.

Pełne badania będące przedmiotem następnego punktu kontrolnego dostarczą kompletnej opinii na temat przydatności do wdrożenia i konieczności wprowadzenia ewentualnych poprawek.



0



ZASILANIE MCY64001

VCC WYPR.14
GND WYPR.7

Title		
WZMACNIACZ WSTEPNY		
Size	Document Number	REV
A		MM
Date:	January 6, 1989	Sheet 1 of 1

15

Rys. 1