

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

ZESPÓŁ AUTOMATYKI ELEKTRONICZNEJ
PRACOWNIA REGULATORÓW ELEKTRONICZNYCH

442

BE-10-
Pietk

Główny wykonawca mgr inż. Zbigniew Pietrusiński

Wykonawcy mgr inż. Elżbieta Jachczyk, mgr inż. Andrzej Cichy,
mgr inż. Grzegorz Kazimierski,
techn. Michał Zychowicz

Konsultant doc. dr inż. J. Korytkowski

Nr zlecenia 1215

Opracowanie mikroprocesorowego
regulatora parametrycznego MRP-41.

Etap II. Projekt wstępny

Zleceniodawca
Zakład Automatyki ELAM-Wrocław

Pracę rozpoczęto dnia 27.03.91

zakończono dnia 15.09.91.

Kierownik Pracowni

Kierownik Zespołu

mgr inż. Z. Pietrusiński

doc. dr inż. J. Korytkowski

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron

Egz. 1

rysunków

Egz. 2

fotografii

Egz. 3

tabel

Egz. 4

tablic

Egz. 5

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 6691

Analiza deskryptorowa

REGULATORY ELEKTRONICZNE + MIKROKOMPUTERY : MODEL + BADANIA

~~Analiza dokumentacyjna~~

Praca zawiera opis budowy oraz program i wyniki badań mikroprocesorowego regulatora parametrycznego MRP-41.

Zamieszczono również wydruki programów wraz z komentarzami oraz skróconą dokumentacją.

Tytuły poprzednich sprawozdań

1. Opracowanie mikroprocesorowego regulatora parametrycznego MRP-41. Opracowanie założeń techniczno-ekonomicznych.
Luty 1990r.

Spis treści

1. Wstęp.
2. Opis modelu regulatora MRP-41.
3. Obsługa pulpitu operatorskiego.
4. Podstawowe parametry techniczne.
5. Program badań.
5. Badania modelu.
7. Wydruki programów.
8. Skrócona dokumentacja konstrukcyjna modelu.

1. Wstęp

Drugi etap prac nad mikroprocesorowym regulatorem parametrycznym MRP-41 obejmuje wykonanie i badanie modelu regulatora. Rozwiązanie konstrukcyjne modelu jest w dużym stopniu zbliżone do ostatecznej wersji realizacji regulatora tak, że badania modelu umożliwiają sprawdzenie koncepcji rozwiązania układowego i konstrukcyjnego aparatu.

Oprogramowanie modelu zostało opracowane przede wszystkim z myślą o umożliwieniu sprawdzenia poprawności działania modelu, kontroli realizacji jego funkcji i parametrów. W znacznie mniejszym stopniu uwzględniono w nim bloki programowe poświęcone sprawdzeniu realizacji funkcji czysto programowych. Pełna realizacja oprogramowania i testowania jego funkcji jest przewidziane w następnym etapie prac nad regulatorem MRP-41.

2. Opis modelu regulatora MRP-41.

Regulator MRP-41 jest aparatem tablicowym (lub pulpitem) o wymiarach płyty czołowej 144 x 72mm i głębokości zabudowy 280mm. Wymiary okna w tablicy pod zabudowę regulatora wynoszą 138,5 x 68,5mm.

Podstawowe elementy elektroniczne regulatora umieszczone są na pięciu płytkach drukowanych:

- płytce pulpitu operatorskiego PO,
- płytce mikroprocesora MP,
- płytce wejść/wyjść dyskretnych DS,
- płytce wejść/wyjść analogowych AS,
- płytce tylnej OB.

Na płytce pulpitu operatorskiego umieszczone są wszystkie elementy wskazująco-manipulacyjne (diody led, wyświetlacze 8-segmentowe i klawisze manipulacyjne), elementy elektroniczne układu sterowania wskaźników i czytania klawiszy oraz złącza dla połączenia z płytką mikroprocesora.

Płytką mikroprocesora zawiera wszystkie najważniejsze układy mikroprocesorowe, a więc mikroprocesor Z80A,, pamięć EPROM typu 27256, pamięć CMOSRAM typu 6264, programowalny układ czasowy

Z80CTC oraz związane z nimi układy sterujące. Pamięć CMOS chroniona jest batryjnie przed zanikiem zasilania i układowo, za pomocą obwodu generacji i kontroli hasła programowego, przed wadliwym wpisem informacji w wypadku zakłócenia pracy procesora. Płytkę mikroprocesora zawiera także mikroprzełączniki nastaw struktury funkcjonalnej regulatora dostępne po wysunięciu pulpitu i związanej z nim płytki mikroprocesora z obudowy. Połączenie płytki mikroprocesora z płytkami wejść/wyjść dyskretnych i analogowych zrealizowane jest za pomocą dwóch wiązek przewodów zakończonych łączówkami (typu flatcable). Płytkę wejść/wyjść analogowych związana jest konstrukcyjnie za pomocą łączówki ELTRA z płytą tylną, a za pomocą jednej z wyż/wym wiązek przewodów flatcable z płytką mikroprocesora. Zawiera ona przetwornik analogowo-cyfrowy typu ICL7109 f-my Intersil, układ wzmacniacza pomiarowego, klucze elektroniczne, układy filtracji i pseudoseparacji analogowych sygnałów wejściowych oraz dwa tory analogowych sygnałów wyjściowych. Te ostatnie zrealizowane zostały w oparciu o licznik programowalny 8253, w którym sygnały cyfrowe zostają przetworzone na sygnały impulsowe z modulowaną szerokością. Sygnały te po przejściu przez obwód optoelektronicznej separacji zostają odfiltrowane i przetworzone na analogowy sygnał wyjściowy. Płytkę wejść/wyjść analogowych zawiera również układ zasilania dla napięć +5V oraz $\pm 15V$. Płytkę wejść/wyjść dyskretnych związana jest konstrukcyjnie (podobnie jak płytkę wejść/wyjść analogowych) za pomocą łączówki ELTRA z płytą tylną, a za pomocą wiązki flatcable z płytką mikroprocesora. Zawiera ona 3 wejścia i 5 wyjść dyskretnych. Dwa wyjścia dyskretne (wyjścia odchyłki regulacji) są wyjściami przekaźnikowymi, a pozostałe 3 są kluczami elektronicznymi (open collector). Klucze elektroniczne zawierają układy zabezpieczające przed zwarcieniem lub błędną polaryzacją napięcia zasilającego obwody wyjściowe. Wszystkie wejścia i wyjścia dyskretne zawierają układy separacji galwanicznej. Płytkę wejść/wyjść dyskretnych zawiera także układ zasilania dla

napięcia +24V.

Płytki wejść/wyjść analogowych i dyskretnych zawierają gniazda dla umiejscowienia dodatkowych płytek funkcjonalnych zgodnie ze specyfikacją zamawiającego.

Będą to

- płytka wejść parametrycznych (termoelement, termorezystor lub potencjometr) dołączana do płytki wejść/wyjść analogowych;
- płytka wyjść trójstawnych (wyjścia tyrystorowe lub przekaźnikowe) dołączana do płytki wejść/wyjść dyskretnych;
- płytka interfejsu (RS-232C lub RS 485) dołączana do płytki wejść wyjść dyskretnych.

Płytką tylną zawiera zespół zacisków sygnałów obiektowych, łączówkę interfejsu, dwie łączówki dla połączenia z płytkami AS i DS oraz 2 zaciski zasilania sieciowego i zacisk uziemiający. Transformator zasilający konstrukcyjnie związany jest z obudową, a jego wszystkie wyprowadzenia dołączone są do płyty tylnej OB.

3. Obsługa pulpitu operatorskiego.

Pulpit regulatora MRP-41 pracuje w trzech podstawowych trybach:

1. Realizacji funkcji odczytu wielkości mierzonych, przetworzonych, wyjściowych oraz realizacji sterowania przyrostowego.
2. Realizacji funkcji programowania parametrów regulacyjnych oraz pomocniczych.
3. Realizacji funkcji serwisowych tzn. odczyt pamięci EPROM oraz RAM.

Po włączeniu napięcia zasilania regulator przechodzi do pracy w trybie 1.0.

3.1. Tryb 1.0. kontroli wielkości podstawowych regulatora.

Wyświetlane są następujące wielkości:

- w polu X1 wartość wejściowa X1, cztery cyfry 0 - 100%
- w polu VALUE jedna z wartości wskazanej przez pole SEL
- w polu SEL symbol wielkości wyświetlanej w polu VALUE.

Przewidziane są następujące wielkości oraz odpowiadające im symbole pola SEL:

E - odchyłka regulacji (uchyby)

- P - wartość zadania wewnętrzna (SP)
 - 0 - sygnał wyjściowy regulatora (OUT)
 - 2 - sygnał wejściowy X2
 - 3 - sygnał wejściowy X3
 - 4 - sygnał wejściowy X4
- dioda ALM sygnalizuje zgłoszenie alarmu. Migające świecenie informuje o zgłoszeniu przynajmniej jednego nowego alarmu nieoglądanego(nieskwitowanego). Świecenie ciągłe świadczy o występowaniu minimum jednego skwitowanego alarmu.
 - dioda M sygnalizuje aktualny rodzaj pracy:
 - zgaszona - sterowanie automatyczne (A),
 - zapalona - sterowanie ręczne (M),
 - dioda EXT sygnalizuje rodzaj wartości zadanej:
 - zgaszona - wartość zadana wewnętrzna,
 - zapalona - wartość zadana zewnętrzna,
 - bargraf E% odzwierciedla wartość odchyłki regulacji,
 - bargraf Y% odzwierciedla wartość wyjściową,
 - diody PRG IN zgaszone.
- Przyjmowane są następujące polecenia:
- klawisz SEL zmiana wielkości wyświetlanej w polu VALUE oraz zmiana odpowiadającego jej symbolu pola SEL. Jednokrotne naciśnięcie klawisza SEL powoduje przejście do wyświetlania następnej wartości. Zmiany odbywają się w kolejności podanej powyżej w cyklu zamkniętym tzn. E,P,0,2,3,4,E,P...itd.
 - klawisz A/M zmiana rodzaju pracy. Jednokrotne naciśnięcie powoduje przejście do alternatywnego rodzaju pracy tzn. z A do M lub z M do A. Zmiana sygnalizowana jest diodą M.
 - klawisze A/M+dGD zmiana rodzaju wartości zadanej. Jednokrotne naciśnięcie powoduje przejście do alternatywnego rodzaju wartości zadanej tzn. z wewnętrznej na zewnętrzną lub odwrotnie. Zmiana sygnalizowana jest diodą EXT.
 - klawisz ALM, wyświetlenie kodu alarmu. Po naciśnięciu klawisza alarm wyświetlany jest w polu X1 na dwóch prawych cyfrach. Pozostałe cyfry oraz pola SEL i VALUE są wygaszone. Po zwolnieniu klawisza następuje powrót do trybu, w jakim pracował pulpit przed naciśnięciem ALM.

- klawisz dG, sterowanie przyrostowe w górę wartością zadana (SP), gdy w polu SEL wybrane jest P lub sygnałem wyjściowym (OUT) dla rodzaju pracy M, gdy wybrane jest 0.
- klawisze dG+dGD, sterowanie przyrostowe szybkie w górę SP lub OUT,
- klawisze SEL+PRG wciśnięte przez minimum 3 sek., przejście pulpitu do pracy w trybie 2.0. programowania.

Tryb 1.1. wygaszenia wyświetlaczy cyfrowych pól SEL, X1, VALUE. Pulpit przechodzi w ten stan, jeśli operator w ciągu 2 minut nie wciśnie żadnego klawisza. W tym trybie czynne są bargrafy E%, Y% oraz diody ALM, PRG, IN, EXT, M. Powrót do poprzedniego trybu następuje w momencie naciśnięcia dowolnego klawisza. Wygaszenie wyświetlaczy występuje we wszystkich trybach pracy pulpitu.

3.2. Tryb 2.0. programowania, wyboru grupy parametrów. W regulatorze MRP-41 parametry rozdzielono na osiem grup oznaczonych na bargrafie uchybu następującymi symbolami:

- X1 - parametry toru sygnału wejściowego X1
- X2 - parametry toru sygnału wejściowego X2
- X3 - parametry toru sygnału wejściowego X3
- X4 - parametry toru sygnału wejściowego X4
- SAE - poziomy sygnalizacji przekroczenia uchybu
- PID - parametry regulacyjne
- Y - poziomy sygnalizacji i ograniczenia sygnału wyjściowego
- SWS - wartość sygnału (przesunięcia) X5.

W trybie tym dokonujemy wyboru grupy klawiszami przyrostowymi. Wyświetlane są następujące informacje:

- na bargrafie sygnału wyjściowego wartość OUT,
- na bargrafie uchybu świeci dioda "0" oraz migająco dioda wskazująca na wybraną grupę parametrów, (wartość uchybu nie jest wyświetlana),
- dioda M sygnalizuje aktualny rodzaj pracy,
- dioda EXT sygnalizuje rodzaj wartości zadanej,

- dioda ALM sygnalizuje zgłoszenie alarmu,
- dioda PRG sygnalizuje tryb programowania,
- dioda IN zgaszona,
- pola X1, Sel, VALUE wygaszone,

Przyjmowane są polecenia:

- klawisz dG, zmiana grupy parametrów w górę bargrafu E%, pojedyncze naciśnięcie powoduje zmianę grupy na pierwszą sąsiednią,
- klawisz dD, zmiana grupy parametrów w dół bargrafu E%, pojedyncze naciśnięcie powoduje zmianę grupy na pierwszą sąsiednią,
- klawisz A/M, zmiana rodzaju pracy,
- klawisz A/M+dGD zmiana rodzaju wartości zadanej,
- klawisz ALM wyświetlenie kodu alarmu,
- klawisze SEL+PRG wciśnięte przez minimum 3 sek., powrót pulpitu do pracy w trybie 1.0.
- klawisz SEL, przejście do trybu 2.1. wyboru parametru w grupie.

3.3. Tryb 2.1. programowania, wyboru parametru w grupie.

Wyświetlane są następujące informacje:

- na bargrafie sygnału wyjściowego wartość OUT,
- na bargrafie uchybu świeci dioda "0" oraz dioda wskazująca na wybraną grupę parametrów (świecenie ciągłe), (wartość uchybu nie jest wyświetlana),
- dioda M sygnalizuje aktualny rodzaj pracy,
- dioda EXT sygnalizuje rodzaj wartości zadanej,
- dioda ALM sygnalizuje zgłoszenie alarmu,
- dioda PRG sygnalizuje tryb programowania,
- dioda IN zgaszona,
- w polu SEL migająco wyświetlany jest numer wybranego parametru,
- w polu VALUE wyświetlana jest aktualna wartość wybranego parametru,
- pole X1 wygaszone,

Przyjmowane są polecenia:

- klawisz dG, zmiana numeru parametru w górę, pojedyncze naciśnięcie powoduje zwiększenie numeru o jeden.
- klawisz dD, zmiana numeru parametru w dół, pojedyncze naciśnięcie powoduje zmniejszenie numeru o jeden.
- klawisz A/M, zmiana rodzaju pracy.
- klawisze A/M-dGD zmiana rodzaju wartości zadanej.
- klawisz ALM, wyświetlenie kodu alarmu.
- klawisze SEL+PRG wciśnięte przez minimum 3 sek., powrót pulpitu do pracy w trybie 1.0.
- klawisz SEL, przejście do trybu 2.0 wyboru grupy parametrów.
- klawisz PRG, przejście do trybu 2.2 zmianu wybranego parametru.

3.4. Tryb 2.2. zmiany parametru. Jest to tryb główny programowania w którym dokonujemy ustalenia wartości wszystkich zmienianych parametrów. Wyświetlane są następujące informacje:

- na bargrafie sygnału wyjściowego wartość OUT,
- na bargrafie uchybu świeci dioda "0" oraz dioda wskazująca na wybraną grupę parametrów (świecenie ciągłe), (wartość uchybu nie jest wyświetlana),
- w polu SEL wyświetlany jest numer wybranego parametru (świecenie ciągłe),
- w polu VALUE wyświetlana jest stara wartość wybranego parametru.
- w polu X1 wyświetlana jest nowa, zmieniana wartość wybranego parametru, inicjalizowana starą wartością,
- dioda IN sygnalizuje tryb zmiany parametru,
- dioda PRG sygnalizuje tryb programowania,
- dioda M sygnalizuje aktualny rodzaj pracy,
- dioda EXT sygnalizuje rodzaj wartości zadanej,
- dioda ALM sygnalizuje zgłoszenie alarmu,

W trybie tym zmiana wartości parametru dokonywana jest w sposób tzw. zegarkowy. Nowa wartość ustalana jest poprzez zmianę wartości każdej cyfry oddzielnie. Migająca kropka wskazuje na cyfrę, której wartość zamierzamy zmieniać.

Przyjmowane są polecenia:

- klawisz dGD wybór zmienianej cyfry pola X1,
- klawisz dG, zmiana wartości wybranej cyfry w górę,
- klawisz dD, zmiana wartości wybranej cyfry w dół,
- klawisz A/M, zmiana rodzaju pracy,
- klawisze A/M+dGD zmiana rodzaju wartości zadanej,
- klawisze ALM, wyświetlanie kodu alarmu.
- klawisze SEL+PRG wciśnięte przez minimum 3 sek., powrót pulpitu do pracy w trybie 1.0.
- klawisz SEL, przejście do trybu 2.0 wyboru grupy parametrów.
- klawisz PRG powoduje wpis nowej wartości z pola X1 do pola VALUE i jednocześnie zapamiętanie jej w pamięci CMOS. Po wpisie następuje automatyczny powrót do trybu 2.1. wyboru parametru.

3.5. Tryb 3.0. , serwis. W trybie tym wyświetlane są wartości dwóch kolejnych wybranych komórek pamięci systemu mikroprocesorowego regulatora. Pulpit pracuje w tym trybie tylko przy pozycji ON mikroprzełącznika SERWIS.

Wyświetlane są następujące wielkości :

- w polu X1 wartość adresu wyświetlanego słowa pamięci w postaci hexa.
- w polu VALUE dwa bajty pamięci spod adresu pola X1, starszy bajt po lewej stronie, a po kropce z prawej strony młodszy bajt. Oba bajty przedstawione są w postaci hexa.
- w polu SEL symbol S,
- dioda ALM sygnalizuje zgłoszenie alarmu,
- dioda M sygnalizuje aktualny rodzaj pracy,
- dioda EXT sygnalizuje rodzaj wartości zadanej,
- bargraf E% odzwierciedla wartość odchyłki regulacji,
- bargraf Y% odzwierciedla wartość wyjściową,
- diody PRG IN zgaszone.

W trybie tym zmiana wartości adresu dokonywana jest w sposób tzw. zegarkowy. Nowa wartość ustalana jest poprzez zmianę wartości każdej cyfry oddzielnie. Migająca kropka wskazuje na cyfrę, której wartość zamierzamy zmieniać.

Przyjmowane są następujące polecenia:

- klawisz A/M zmiana rodzaju pracy,

- klawisze A/M+dGD zmiana rodzaju wartości zadanej.
- klawisz ALM, wyświetlenie kodu alarmu,
- klawisz dGD wybór zmienianej cyfry pola X1,
- klawisz dG, zmiana wartości wybranej cyfry w górę,
- klawisz dD, zmiana wartości wybranej cyfry w dół.

4. Podstawowe parametry techniczne

4.1. Wejścia analogowe

Ilość wejść 5

4.1.1. Wejścia analogowe X1

Wejście dostosowane jest do przyjmowania jednego z następujących sygnałów :

- wejście z termoelementu,
- wejście z czujnika rezystancyjnego,
- wejście z nadajnika potencjometrycznego,
- standardowy sygnał prądowy 0.....20mA, 4.....20mA lub napięciowy 0....10V, 2....10V.

4.1.2. Wejścia analogowe X2, X3, X4

- wejście standardowe prądowe 0....20mA, 4....20mA, lub
- wejście standardowe napięciowe 0....10V, 2...10V.

4.1.3. Wejście analogowe X5 przeznaczone dla sprzężenia od pozycjonera członu wykonawczego (lub innego sygnału informacyjnego) 4....20mA.

4.2. Wejścia dyskretne

Ilość wejść 3

Rodzaj sygnału :

- Poziom L napięcie $-25V < U_D < 4,8V$,
lub rezystancja $R_D < 600\Omega$
- Poziom H napięcie $12V < U_D < +25V$
lub rezystancja $R_D > 10k\Omega$

4.3. Wyjścia analogowe

Ilość wyjść 2

standardowy zakres zmian sygnału 4.....20mA,

Dopuszczalne obciążenie $R_{obc} < 500\Omega$

- 4.4. Wyjścia krokowe lub trójpołożeniowe
 Dwa wyjścia dwustanowe OUT +k i OUT -k
 Rodzaj wyjść - wyjścia przekaźnikowe 24DC 2,5A; lub 220V AC, 0,5A ,
 - lub wyjścia tyrystorowe 5.....100VA, 220V 50Hz.
- 4.5. Wyjścia dyskretne
 Ilość wyjść 5
- 4.5.1. Wyjście sygnalizacji awarii Out D1
 klucz elektroniczny (open kolektor) 24V, 100mA.
- 4.5.2. Wyjścia sygnalizacji przekroczenia dopuszczalnych wartości uchybu regulacji OUT D2, OUT D3 ,
 Wyjścia przekaźnikowe 24V DC, 2,5A; lub 220V AC, 0,5A.
- 4.5.3. Wyjścia dyskretne OUT D4 i OUT D5
 klucz elektroniczny (open kolektor) 24V, 100mA.
- 4.6. Zasilanie zewnętrznych przetworników pomiarowych dwuprzewodowych
 $22V \pm 2V, I_{obc} < 100 \text{ mA}$.
- 4.7. Dokładność wejść analogowych
 - Przetwarzanie odbywa się z rozdzielczością 12 bitów,
 - Błąd podstawowy wejść analogowych standardowych 0,25%,
 - Błędy dodatkowe 0,16%,
 - Pełzanie zera 0,16%.
- 4.8. Dokładność wyjść analogowych
 Błąd podstawowy wyjść analogowych 0,6%,
 Błędy dodatkowe 0,4%,
 Pełzanie zera 0,4%.
- 4.9. Tłumienie składowej zmiennej 50Hz zawartej w sygnale wejściowym
 > 40 dB
 Tłumienie składowej wspólnej > 50 dB.
- 4.10. Zawartość składowej zmiennej w sygnale wyjściowym nie powinna przekraczać
 0,25%.
- 4.11. Zasilanie
 Napięcie zasilania 220V ; 50Hz
 Pobór mocy ok.15W
- 4.12. Normalne warunki użytkowania
 - temperatura otoczenia - 5.....:50°C

- wilgotność względna	- 30.....80%
- ciśnienie atmosferyczne	- 1013 \pm 15%
- napięcie zasilające	- 220V \pm 15% +10%
- częstotliwość napięcia zasilającego	- 50Hz \pm 1Hz
- wartość współczynnika zniekształceń nieliniowych napięcia zasilającego	- nie większa od 5%
- pole magnetyczne stałe i zmienne (50Hz)	- 0 do 400 A/m
- wibracje	- do 0,3g w zakresie częstotliw. 5-80Hz
- udary i wstrząsy	- brak
- zapylenie	- nieznaczące
- położenie pracy	- dowolne
- zawartość składowej przemiennej 50Hz w sygnałach wejściowych	- do 10% zakresu danego kanału.

5. Program badań

5.1. Zakres badań

- a) Sprawdzenie poboru prądu
- b) Sprawdzenie funkcji
- c) Pomiar błędu podstawowego wejść analogowych
- d) Pomiar błędu podstawowego wyjść analogowych
- e) Sprawdzenie wejść dyskretnych
- f) Sprawdzenie wyjść dyskretnych
- g) Pomiar błędu dodatkowego wejść analogowych od wpływu zmian napięcia zasilania
- h) Pomiar błędu dodatkowego wejść analogowych od wpływu zmian temperatury
- i) Pomiar błędu dodatkowego wyjść analogowych od wpływu zmian napięcia zasilania
- j) Pomiar błędu dodatkowego wyjść analogowych od wpływu zmian temperatury
- k) Pomiar błędu dodatkowego wyjść analogowych od zmian rezystancji obciążenia
- l) Pomiar tłumienia składowej zmiennej zawartej w sygnale wejściowym
- m) Pomiar składowej zmiennej w sygnale wyjściowym

n) Pomiar pełzania zera wejść analogowych

o) Pomiar pełzania zera wyjść analogowych

5.2. Opis badań

5.2.1. Sprawdzenie poboru prądu.

Sprawdzenie poboru prądu przeprowadza się drogą pomiaru prądu zasilania pobieranego z sieci 220V;50Hz w trakcie pracy pakietu przy znamionowych napięciach zasilających i znamionowym obciążeniu na wyjściach.

Dla modelu sprawdza się również wartości prądów pobieranych z wewnętrznych układów zasilania tj.: +5V; +15V; -15V; +22V.

Pobór prądu powinien być zgodny z wymaganiami p.4.11.

5.2.2. Sprawdzenie funkcji.

Sprawdzenie funkcji przeprowadza się w celu jakościowego sprawdzenia poprawności działania poszczególnych podzespołów funkcjonalnych.

Sprawdzenie funkcji obejmuje:

- sprawdzenie układu alarmu i restartu,
- sprawdzenie wyświetlaczy cyfrowych i bargrafów,
- sprawdzenie przycisków pulpitu operatorskiego,
- sprawdzenie przełączników kodowania struktury.

5.3. Pomiar błędu podstawowego wejść analogowych.

Pomiar przeprowadza się w warunkach odniesienia, przy stałych wartościach wielkości wpływowych, dla wszystkich wejść analogowych. Pomiary wykonuje się dla następujących wartości sygnału wejściowego: 0%, 12,5%, 25%, 37,5%, 50%, 75%, 87,5%, 100%.

5.4. Pomiar błędu podstawowego wyjść analogowych.

Pomiar przeprowadza się w warunkach odniesienia dla obu wyjść analogowych. Pomiary wykonuje się dla następujących wartości sygnału wyjściowego: 0%, 12,5%, 25%, 37,5%, 50%, 62,5%, 75%, 87,5%, 100% standardowego zakresu zmian wewnętrznego sygnału cyfrowego.

5.5. Sprawdzenie wejść dyskretnych

Sprawdzenie przeprowadza się w warunkach odniesienia, przy stałych wartościach wielkości wpływowych, dla wszystkich 3 wejść dyskretnych.

Pomiary przeprowadza się zarówno dla wejściowych sygnałów napięciowych jak i rezystancyjnych.

5.6. Sprawdzenie wyjść dyskretnych

Sprawdzenie przeprowadza się w warunkach odniesienia, przy stałych wartościach wielkości wpływowych, dla wszystkich 5 wyjść dyskretnych.

Dla wyjść OUT D1, OUT D4, OUT D5 (wyjścia w formie kluczy elektronicznych), oprócz prawidłowego rozróżniania sygnałów logicznych "L" i "H" należy określić maksymalną wartość prądu obciążenia w stanie "H", dla której nie działa jeszcze układ zabezpieczający oraz wartość zwarciovą przy zerowym obciążeniu $R_{obc} = 0$.

5.7. Pomiar błędu dodatkowego wejść analogowych od wpływu zmian temperatury.

Pomiar należy przeprowadzić przez wyznaczenie błędów wejść analogowych dla następujących wartości sygnałów wejściowych: 0%, 25%, 50%, 75%, 100%.

Pomiar przeprowadza się przy temperaturach 20° i 60°C.

Procedura przeprowadzania pomiarów jest analogiczna jak w p.5.3.

Wartość błędu dodatkowego od temperatury określa się w przeliczeniu na każde 10°C zmiany temperatury otoczenia.

Wyniki pomiarów powinny być zgodne z wymaganiami p.4.7.

5.8. Pomiar błędu dodatkowego wejść analogowych od wpływu zmian napięcia zasilania.

Pomiar należy przeprowadzić przez wyznaczenie błędów wejść analogowych dla następujących wartości sygnałów wejściowych: 10%, 25%, 50%, 75%, 100%.

Pomiar przeprowadza się trzykrotnie:

a) dla nominalnej wartości napięcia zasilającego 220V;50Hz,

b) przy zwiększeniu wartości napięcia zasilającego o 5% w stosunku do wartości nominalnej,

c) przy zmniejszeniu wartości napięcia zasilającego o 15% w stosunku do wartości nominalnej.

Procedura pomiarów jest analogiczna jak w p.5.3.

Wyniki pomiarów powinny być zgodne z wymaganiami p.4.7.

5.9. Pomiar błędu dodatkowego wyjść analogowych od wpływu temperatury.

Pomiar polega na wyznaczeniu błędów wyjść analogowych przy następujących wartościach sygnałów wyjściowych: 0%, 25%, 50%, 75%, 100%.

Pomiar przeprowadza się przy temperaturach 20°C i 60°C.

Procedura przeprowadzania pomiarów jest analogiczna jak w p.5.4.

Wartość błędu dodatkowego od temperatury określa się w przeliczeniu na każde 10°C zmiany temperatury otoczenia.

Wyniki pomiarów powinny być zgodne z p.4.8.

5.10. Pomiar błędu dodatkowego wyjść analogowych od wpływu zmian napięcia zasilania.

Pomiar polega na wyznaczeniu błędów wyjść analogowych przy następujących wartościach sygnałów wyjściowych:

0%, 25%, 50%, 75%, 100%.

Pomiar przeprowadza się trzykrotnie:

a) dla nominalnej wartości napięcia zasilającego 220V;50Hz,

b) przy zwiększeniu wartości napięcia zasilającego o 5% w stosunku do wartości nominalnej,

c) przy zmniejszeniu o 15% wartości napięcia zasilającego w stosunku do wartości nominalnej.

Procedura przeprowadzania pomiarów jest analogiczna jak w p.5.4.

Wyniki pomiarów powinny być zgodne z wymaganiami p.4.8.

5.11. Pomiar błędu dodatkowego wyjść analogowych od zmian rezystancji.

Pomiar polega na wyznaczeniu błędów wyjść analogowych przy następujących wartościach rezystancji obciążenia:

- przy nominalnej rezystancji obciążenia 500Ω,

- przy rezystancji dwukrotnie mniejszej - 250Ω,

- przy minimalnej wartości rezystancji obciążenia oki. 1Ω .

Procedura przeprowadzania pomiarów jest analogiczna jak w p.5.4.

Wyniki pomiarów powinny być zgodne z wymaganiami p.4.8.

5.12. Pomiar tłumienia składowej zmiennej zawartej w sygnale wejściowym.

Tłumienie składowej zmiennej w sygnale wejściowym mierzy się przy podaniu na wejście sygnału ok.50% wartości zawierającego ok.10% - 30% składowej zmiennej 50Hz.

Wartość tłumienia wylicza się na podstawie obserwowanych fluktuacji sygnału przetworzonego przez regulator na wartość cyfrową.

Analogicznie mierzy się tłumienie sygnału wspólnego, wprowadzając wspólny sygnał zakłócający kolejno pomiędzy wyprowadzenie We(+), i masę oraz WE(-) i masę.

Amplituda sygnału zakłócającego nie powinna przekraczać 30Vpp. Wyniki pomiarów powinny być zgodne z wymaganiami p.4.9.

5.13 Pomiar składowej zmiennej w sygnale wyjściowym.

Wartość składowej zmiennej należy zmierzyć dla 3 wartości sygnału wyjściowego ok.0%, ok.50% i ok.100% przy rezystancji obciążenia 500Ω oraz 100Ω.

Wyniki pomiarów powinny być zgodne z wymaganiami p.4.10.

6. Badania modelu

6.1. Przedmiot i cel badań

Badaniom podlegał 1 egz. modelu mikroprocesorowego regulatora parametrycznego MRP-41 wykonany zgodnie z dokumentacją modelową.

Badania miały na celu stwierdzenie prawidłowości rozwiązania układowego regulatora a w szczególności, poprawności działania części wskazująco manipulacyjnej (wyświetlacze cyfrowe, bargrafy, przyciski manipulacyjne, przełączniki), układu mikroprocesorowego oraz układów wejść i wyjść obiektowych.

Wnioski z badań powinny być pomocne przy weryfikacji dokumentacji modelowej i opracowaniu dokumentacji do prototypu.

6.1 Wyniki badań

6.1.1. Sprawdzenie poboru prądu.

Sprawdzenie przeprowadzono zgodnie z p.5.2.1.

Wyniki pomiarów

Źródło zasilania	+5V	+15V	-15V	+22V	220V 50Hz
Pobór prądu	0.8 ÷ 1.0 A	< 15 mA	< 15 mA	< 100 mA	~ 14 W

Pobór mocy z napięcia zasilającego 220V; 50Hz nie przekracza 15W co jest zgodne z wymaganiami p.4.11. Pobór prądu z innych napięć zasilających jest zgodny z przewidywaniami i świadczy o poprawnej pracy aparatu.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

6.1.2. Sprawdzenie funkcji

Sprawdzenie przeprowadzono zgodnie z p.5.2.2.

Wszystkie podzespoły funkcjonalne pracowały poprawnie.

Bargafy i wyświetlacze cyfrowe świeciły wystarczająco jasno. Stwierdzono że jednoczesne zaswiecenie wszystkich elementów świecących na pulpicie powoduje wzrost poboru prądu o około 300mA ze źródła zasilania 5V. Moc tracona wewnątrz aparatu wzrasta o około 2W.

W trakcie badań dokonano pewnych korekt układowych polegających na wprowadzeniu dodatkowych diod (nie przewidzianych w dokumentacji modelowej) dla eliminacji wzajemnego wpływu przełączników kodowania struktury. Spełniły one całkowicie swoje zadanie.

Stwierdzono poprawną pracę układu alarmu i restartu.

Sprawdzono poprawne działanie układu pamięci CMOS RAM, a w szczególności:

- możliwość wpisu i odczytu danych bez przekłamań w całym zakresie pojemności pamięci (od 0C000H do 0DFFFH),
- poprawność działania układu rozpoznawania "hasła programowego" - opuszczenie hasła (OUT 02H) uniemożliwiało wpis do pamięci.

Napięcie kontrolne przetwornika a/c miało poprawną wartość, a

jego wielkość przetworzona na wartość cyfrową mieściła się w przewidywanych granicach.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

6.1.3. Pomiar błędu podstawowego wejść analogowych.

Pomiar przeprowadzono wg punktu 5.3 .

Wyniki pomiarów podane są w tabeli 1.

Wartość błędu podstawowego wyznaczono jako różnicę pomiędzy wartością rzeczywistą sygnału po przetworzeniu, a wartością teoretyczną, odniesioną do zakresu standardowego sygnału po przetworzeniu tj. 4095D.

Z tabeli wynika, że wartość błędu podstawowego jest zgodna z p.4.7 i nie przekracza 0,25%.

Wynik badania pozytywny.

6.1.4. Pomiar błędu podstawowego wyjść analogowych.

Pomiar przeprowadzono wg p.5.4.

Wyniki pomiarów podane są w tabeli 2.

Wartość błędu podstawowego wyznaczono jako różnicę, pomiędzy wartością rzeczywistą sygnału wyjściowego, a wartością teoretyczną, odniesioną do zakresu standardowego sygnału wyjściowego tj.16mA.

Z tabeli 2 wynika, że wartość błędu podstawowego jest zgodna z wymaganiami p.4.8 i nie przekracza 0,4%.

Wynik badania pozytywny.

6.1.5. Sprawdzenie wejść dyskretnych.

Sprawdzenie przeprowadzono wg p.5.5.

Wynik pomiarów :

Kwalifikacja sygnału w regulatorze	Rodzaj sygnału	Nr wejścia		
		1	2	3
"0" sygnał "L"	U [V]	≤ 8	$\leq 8,5$	≤ 8
	R [k Ω]	$\leq 4,2$	$\leq 4,6$	$\leq 4,7$
"1" sygnał "H"	U [V]	$\geq 8,5$	≥ 9	≥ 9
	R [k Ω]	$\geq 4,3$	$\geq 4,7$	$\geq 4,8$

Wyniki pomiarów są zgodne z wymaganiami p.4.2.

Wynik badania pozytywny.

6.1.6. Sprawdzenie wyjść dyskretnych.

Sprawdzenie przeprowadzono zgodnie z p.5.6.

Wynik pomiarów:

Nr wyjścia		1	2	3	4	5
stan H	stan wyjścia	H	H	H	H	H
	max prąd obc.	—	-	-	—	—
	prąd zwarcia	—	-	-	—	—
stan L	stan wyjścia	L	L	L	L	L
	max. prąd obc.	130 mA	-	-	140 mA	130 mA
	prąd zwarcia	11 mA	-	-	12 mA	12 mA

Wyniki pomiarów są zgodne z wymaganiami p.4.5.

Wynik badania pozytywny.

6.1.7. Pomiar błędu dodatkowego wejść analogowych od wpływu zmian temperatury.

Pomiary przeprowadzono zgodnie z p.5.7.

Wyniki pomiarów podane są w tabeli 3.

Z tabeli wynika, że wartość błędu dodatkowego wejść analogowych od wpływu zmian temperatury nie przekracza $0,16\%/10^{\circ}\text{C}$ co zgodne jest z wymaganiami p.4.7.

Wynik badania pozytywny.

6.1.8. Pomiar błędu dodatkowego wejść analogowych od wpływu zmian napięcia zasilania.

Pomiar przeprowadzono zgodnie z p.5.8.

Wyniki pomiarów podane są w tabeli 4.

Z tabeli wynika, że wartość błędu dodatkowego wejść analogowych od wpływu zmian napięcia zasilania nie przekracza $0,16\%/10^{\circ}\text{C}$ co jest zgodne z wymaganiami p.4.7.

Wynik badania pozytywny.

6.1.9. Pomiar błędu dodatkowego wyjść analogowych od wpływu temperatury.

Pomiar przeprowadzono zgodnie z p.5.9.

Wyniki pomiarów podane są w tabeli 5.

Z tabeli wynika, że wartość błędu dodatkowego wyjść analogowych od wpływu zmian temperatury nie przekracza $0,4\%/10^{\circ}\text{C}$ co zgodne jest z wymaganiami p.4.8.

Wynik badania pozytywny.

6.1.10. Pomiar błędu dodatkowego wyjść analogowych od wpływu zmian napięcia zasilania.

Pomiar przeprowadzono zgodnie z p.5.10.

Wyniki pomiarów podane są w tabeli 6.

Z tabeli wynika, że wartość błędu dodatkowego wyjść analogowych od wpływu zmian napięcia zasilania nie przekracza $0,4\%$ co zgodne jest z wymaganiami p.4.8.

6.1.11. Pomiar błędu dodatkowego wyjść analogowych od wpływu zmian rezystancji obciążenia.

Pomiar przeprowadzono zgodnie z p.5.11.

Wyniki pomiarów podane są w tabeli 7.

Z tabeli wynika, że wartość błędu dodatkowego wyjść analogowych od wpływu zmian rezystancji obciążenia nie przekracza $0,4\%$ co zgodne jest z wymaganiami p.4.8.

Wynik badania pozytywny.

6.1.12. Pomiar tłumienia składowej zmiennej w sygnale wejściowym.

Pomiar przeprowadzono zgodnie z p.5.12. Tłumienie składowej zmiennej w sygnale wejściowym wynosiło odpowiednio:

Kanał	1	2	3	4	5
Współczynnik tłumienia składowej zmiennej	>500	>500	>500	>500	>500
Tłumienie składowej wspólnej	>2000	>2000	>2000	>2000	>2000

Z pomiarów wynika, że tłumienie składowej zmiennej w sygnale wejściowym było nie mniejsze niż 40dB, a tłumienie składowej wspólnej nie mniejsze niż 50dB, co zgodne jest z wymaganiami p.4.9.

6.1.13. Pomiar zawartości składowej zmiennej w sygnale wyjściowym.

Pomiar przeprowadzono zgodnie z p.5.13.

Pomierzona wartość składowej zmiennej wynosiła maksymalnie 0.20% i nie przekraczała 0,25% zakresu zmian sygnału, co jest zgodne z wymaganiami p.4.10.

6.3. Wnioski

Ogólna ocena badań jest pozytywna.

Wszystkie próby dały wyniki zgodne z założeniami.

W czasie uruchamiania i testowania regulatora wykryto szereg usterek, które zostały usunięte oraz wprowadzono kilka zmian w stosunku do pierwotnego projektu, z których najistotniejszą jest wprowadzenie dodatkowych diod do układu przełączników kodowania struktury funkcjonalnej.

Aczkolwiek praca po wprowadzeniu diod nie budzi zastrzeżeń to jednak diody i przełączniki zajmują sporo miejsca, a ich montaż i testowanie podraża koszty produkcji. Istnieje możliwość rezygnacji z przełączników (za wyjątkiem przełącznika serwis) i zastąpienie ich funkcji drogą programowego kodowania struktury, co nie wydaje się być bardziej uciążliwa dla użytkowników niż kodowanie za pomocą przełączników. Sprawa ta

wymaga rostrzygnięcia przez zamawiającego.

Zdaniem wykonawcy rezygnacja z przełączników wydaje się uzasadniona. Trudno powiedzieć czy przełączniki bardziej odpowiadają gustom i upodobaniom klientów, a bez wątpienia komplikują produkcję i podrażają koszty. W nowoczesnych konstrukcjach raczej się od nich odchodzi.

TABELA 1

WYNIKI POMIARÓW BŁĘDU PODSTAWOWEGO WEJŚĆ ANALOGOWYCH

SYGNAL WEJŚCIOWY		0%	12,5%	25%	37,5%	50%	62,5%	75%	87,5%	100%
WE A1	Wartość W [H]	0002	0201	0401	0600	0800	09FF	0BFF	0DFE	0FFE
	δ [%]	0.050	0.025	0.025	0.00	0.00	0.00	0.025	0.025	0.025
	δ_{max} [%]									
WE A2	Wartość W [H]	0001	01FE	03FE	05FF	07FE	09FC	0BFB	0DF9	0FF9
	δ [%]	0.025	0.050	0.050	0.025	0.050	0.075	0.100	0.150	0.150
	δ_{max} [%]									
WE A3	Wartość W [H]	0002	0200	03FF	0600	0800	09FF	0BFE	0DFC	0FFB
	δ [%]	0.050	0.00	0.025	0.00	0.00	0.00	0.025	0.075	0.100
	δ_{max} [%]									
WE A4	Wartość W [H]	0005	0205	0406	0607	0807	0A09	0C08	0E09	1008
	δ [%]	0.12	0.12	0.15	0.175	0.175	0.22	0.20	0.22	0.20
	δ_{max} [%]									
WE A5	Wartość W [H]	0002	0200	0400	05FF	07FF	09FE	0BFD	0CFC	0FFD
	δ [%]	0.050	0.00	0.00	0.025	0.025	0.025	0.050	0.075	0.050
	δ_{max} [%]									
WE AK1	Wartość W [H]	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	δ [%]									
	δ_{max} [%]									
WE AK2	Wartość W [H]	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	δ [%]									
	δ_{max} [%]									

TABELA 2

WYNIKI POMIARÓW BŁĘDU PODSTAWOWEGO
WYJŚĆ ANALOGOWYCH

WARTOŚĆ SYGNAŁU DYSKRETNEGO		$\phi\phi\phi\phi$	$\phi2\phi\phi$	$\phi4\phi\phi$	$\phi6\phi\phi$	$\phi8\phi\phi$	$\phi9FFH$	$\phi8FFH$	\phiDFFH	\phiFFFH
WY A 1	$I_{wy} [mA]$	4.006	6.009	8.016	10.014	12.015	14.005	16.004	18.005	19.994
	$\delta [‰]$	0.04	0.056	0.10	0.088	0.094	0.031	0.025	0.031	0.037
WY A 2	$I_{wy} [mA]$	4.025	6.025	8.024	10.025	12.020	14.017	16.010	18.001	20.000
	$\delta [‰]$	0.156	0.156	0.145	0.156	0.125	0.106	0.062	0.00	0.00

TABELA 5

WYNIKI POMIARÓW BŁĘDU DODATKOWEGO WYJŚĆ ANALOGOWYCH
O WPLYWU ZMIAN TEMPERATURY

WARTOŚĆ SYGNAŁU DYSKRETNEGO			$\phi\phi\phi\phi$	$\phi2\phi\phi$	$\phi4\phi\phi$	$\phi6\phi\phi$	$\phi8\phi\phi$	$\phi9FFH$	$\phi8FFH$	\phiDFFH	\phiFFFH
WY A 1	$I_{wy} [mA]$	20°C	4.006	6.009	8.016	10.014	12.015	14.005	16.004	18.005	19.994
		60°C	3.927	5.923	7.935	9.925	11.935	13.930	15.931	17.925	19.932
	$\delta/10^\circ C [‰]$	0.123	0.133	0.127	0.139	0.125	0.117	0.109	0.125	0.097	
WY A 2	$I_{wy} [mA]$	20°C	4.025	6.025	8.024	10.025	12.020	14.017	16.010	18.001	20.000
		60°C	3.974	5.966	7.972	9.973	11.980	13.966	15.972	17.971	19.965
	$\delta/10^\circ C [‰]$	0.080	0.092	0.083	0.081	0.062	0.079	0.059	0.045	0.055	

TABELA 3

WYNIKI POMIARÓW BŁĘDU DODATKOWEGO WEJŚĆ ANALOGOWYCH
OD WPŁYWU ZMIAN TEMPERATURY

SYGNAŁ WEJŚCIOWY		0%	25%	50%	75%	100%	
WEA1	WARTOŚĆ W [LH]	20°C	0002	0401	0800	0BFF	0FFE
		60°C	0003	0406	080A	0C0B	100F
	$\delta/10^\circ\text{C}$ [%]	+0,006	+0,03	+0,06	+0,075	+0,112	
WEA2	WARTOŚĆ W [LH]	20°C	0001	03FE	07FE	0BFB	0FF9
		60°C	0005	0405	080A	0C0D	100E
	$\delta/10^\circ\text{C}$ [%]	0,025	0,045	0,075	0,112	0,125	
WEA3	WARTOŚĆ W [LH]	20°C	0002	03FF	0800	0BFE	0FFB
		60°C	0004	0407	080B	0C0E	1011
	$\delta/10^\circ\text{C}$ [%]	+0,012	+0,05	+0,066	+0,10	+0,13	
WEA4	WARTOŚĆ W [LH]	20°C	0005	0406	0807	0C08	1008
		60°C	0007	040F	0815	0C1A	1022
	$\delta/10^\circ\text{C}$ [%]	+0,012	+0,055	+0,088	+0,13	+0,15	
WEA5	WARTOŚĆ W [LH]	20°C	0002	0400	07FF	0BFD	0FFD
		60°C	0005	0402	080D	0C0E	1011
	$\delta/10^\circ\text{C}$ [%]	+0,018	+0,012	+0,088	+0,11	+0,125	

TABELA 4

WYNIKI POMIARÓW BŁĘDU DODATKOWEGO WEJŚĆ ANALOGOWYCH
OD WPŁYWU ZMIAN NAPIĘCIA ZASILANIA

WARTOŚĆ SYGNAŁU WEJŚCIOWEGO		0%	25%	50%	75%	100%	
WEA1	WARTOŚĆ W [LH]	Nap. znam	0002	0401	0800	0BFF	OFFE
		+5%	0001	0400	07FF	0BFD	OFFE
		-15%	0002	0400	0800	0BFE	OFFE
	$\delta_{max} [\%]$		0.025	0.025	0.025	0.050	0.00
WEA2	WARTOŚĆ W [LH]	Nap. znam	0001	03FE	07FE	0BFB	OFF8
		+5%	0001	03FE	07FD	0BFA	OFF7
		-15%	0000	03FD	07FC	0BFA	OFF7
	$\delta_{max} [\%]$		0.025	0.025	0.050	0.025	0.025
WEA3	WARTOŚĆ W [LH]	Nap. znam	0002	03FF	0800	0BFE	OFF9
		+5%	0002	03FF	07FE	0BFE	OFFB
		-15%	0002	03FF	07FF	0BFD	OFFB
	$\delta_{max} [\%]$		0.00	0.00	0.050	0.025	0.050
WEA4	WARTOŚĆ W [LH]	Nap. znam	0005	0406	0807	0C08	1008
		+5%	0004	0405	0806	0C07	1007
		-15%	0004	0404	0805	0C07	1007
	$\delta_{max} [\%]$		0.025	0.050	0.050	0.025	0.025
WEA5	WARTOŚĆ W [LH]	Nap. znam	0002	0400	07FF	0BFD	OFFD
		+5%	0002	0401	0800	0BFE	OFFE
		-15%	0002	0401	0800	0BFE	OFFD
	$\delta_{max} [\%]$		0.00	0.025	0.025	0.025	0.025

TABELA 6

WYNIKI POMIARÓW BŁĘDU DODATKOWEGO WYJŚĆ ANALOGOWYCH
OD WPŁYWU ZMIAN NAPIĘCIA ZASILANIA

WARTOŚĆ SYGNAŁU DYSKRETNEGO		0%	25%	50%	75%	100%	
WYA 1	$J_{wy} [uA]$	Nap. znam.	4.006	8.016	12.015	16.004	19.994
		+5%	4.020	8.030	12.040	16.030	20.040
		-15%	3.981	7.982	11.970	15.964	19.938
	$\delta_{max} [\%]$	0.156	0.212	0.281	0.20	0.35	
WYA 2	$J_{wy} [uA]$	Nap. znam.	4.025	8.024	12.020	16.010	20.000
		+5%	4.035	8.040	12.040	16.040	20.026
		-15%	4.004	7.992	11.980	15.959	19.941
	$\delta_{max} [\%]$	0.131	0.200	0.250	0.319	0.37	

TABELA 7

WYNIKI POMIARÓW BŁĘDU DODATKOWEGO WYJŚĆ ANALOGOWYCH
OD WPŁYWU ZMIAN TEMPERATURY

WARTOŚĆ SYGNAŁU DYSKRETNEGO		0%	25%	50%	75%	100%	
WYA 1	$J_{wy} [uA]$	$R_{ob} = 10 \Omega$	4.009	8.018	12.021	16.013	20.010
		$R_{ob} = 250 \Omega$	4.006	8.002	12.006	15.986	19.992
		$R_{ob} = 500 \Omega$	4.000	7.994	11.996	15.973	19.982
	$\delta_{max} [\%]$	0.056	0.150	0.156	0.250	0.175	
WYA 2	$J_{wy} [uA]$	$R_{ob} = 10 \Omega$	4.028	8.033	12.031	16.027	20.011
		$R_{ob} = 250 \Omega$	4.022	8.022	12.008	16.005	19.982
		$R_{ob} = 500 \Omega$	4.016	8.017	11.998	15.990	19.974
	$\delta_{max} [\%]$	0.075	0.100	0.206	0.231	0.231	

7. WYDRUKI PROGRAMÓW

8. SKRÓCONA DOKUMENTACJA KONSTRUKCYJNA.