

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

Ośrodek Automatyki Elektrycznej

Zespół Budowy Analogowych Urządzeń Systemowych

Główny wykonawca

mgr inż. Stefan Kosztowski

Wykonawcy

mgr inż. Stefan Kosztowski
doc. dr inż. Jacek Korytkowski

Konsultant

Nr zlecenia 1141

Opracowanie pakietów wejść temperaturowych ATU, ATR dla stacji zbierania danych obiektowych EFTRONIK-A.

Etap 4a.
Wykonanie przedprototypu pakietu ATU, ATR wraz z badaniami.

Zleceniodawca MERA-PNEFAL

Pracę rozpoczęto dnia 03.07.1989

zakończono dnia 14.08.1989

Kierownik Zespołu

Kierownik Ośrodka

doc dr inż. J. Korytkowski

dr inż. B. Kontrymowicz

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 26

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 PNEFAL

fotografii

Egz. 3 PNEFAL

tabel

Egz. 4 OAE-2

tablic

Egz. 5 OAE-2

załączników 2

Egz. 6

Nr rejestr. 6325

Analiza deskrytorowa

~~URZADZENIA~~ ~~SYSTEMU~~ ~~REGULACJI~~, ~~PRZEDPROTOTYP~~
AUTOMATYCZNEJ
MODEL TECHNICZNY; TEMPERATURA

Analiza dokumentacyjna

Opracowanie zawiera protokoły i wnioski z badań przedprototypów pakietu wejść temperaturowych ATU do czujnika termoelementowego oraz pakietu ATR do czujnika termorezystancyjnego dla stacji zbierania danych obiektowych EFTRONIK-A.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Opracowanie pakietu wejść temperaturowych ATU, ATR dla stacji zbierania danych obiektowych EFTRONIK-A.

Etap 2. Badanie modeli.

Nr rej. 6222.

621.3-533.6 Regulacja wielkości
termicznych

UKD

PIAP 41/88 10000

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

Ośrodek Automatyki Elektrycznej

Zespół Budowy Analogowych Urządzeń Systemowych

Główny wykonawca

mgr inż. Stefan Kosztowski. *MS*

Wykonawcy

mgr inż. Stefan Kosztowski
doc.dr inż. Jacek Korytkowski

Konsultant

Nr zlecenia 1141

Opracowanie pakietów wejść temperaturowych ATU, ATR dla stacji zbierania danych obiektowych EFTRONIK-A.

Etap 4a.
Wykonanie przedprototypu pakietu ATU, ATR wraz z badaniami.

Zleceniodawca MERA-PNEFAL

Pracę rozpoczęto dnia 03.07.1989

zakończono dnia 14.08.1989

Kierownik Zespołu

Kierownik Ośrodka

sup Fickler
doc dr inż. J.Korytkowski

B. Kontrymowicz
dr inż. B.Kontrymowicz

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron 26

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 PNEFAL

fotografii

Egz. 3 PNEFAL

tabel

Egz. 4 OAE-2

tablic

Egz. 5 OAE-2

załączników 2

Egz. 6

Nr rejestr. 6325

Analiza deskryptorowa

URZADZENIA SYSTEMU REGULACJI, PRZEDPROTOTYP.

Analiza dokumentacyjna

Opracowanie zawiera protokoły i wnioski z badań przedprototypów pakietu wejść temperaturowych ATU do czujnika termoelementowego oraz pakietu ATR do czujnika termorezystancyjnego dla stacji zbierania danych obiektowych EFTRONIK-A.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Opracowanie pakietu wejść temperaturowych ATU, ATR dla stacji zbierania danych obiektowych EFTRONIK-A.

Etap 2. Badanie modeli.

Nr rej. 6222.

h

Spis treści

1. Podstawa wykonania badań.
2. Zakres i sposób wykonania badań.
3. Wyniki i wnioski z badań przedprototypu pakietu ATU.
4. Wyniki i wnioski z badań przedprototypu pakietu ATR.

Załącznik Nr 1.

Protokół badań przedprototypu pakietu ATU.

Załącznik Nr 2.

Protokół badań przedprototypu pakietu ATR.

1. Podstawa wykonania badań

Podstawą wykonania badań jest umowa wdrożenia pomiędzy NERA-PIAP a wdrażającą NERA-PNEFAL obejmująca opracowanie pakietów wejść temperaturowych dla stacji ETRONIK-A. Przedmiotem badań są przedprototypy pakietów wejść temperaturowych ATU oraz ATR wykonane w ramach etapu 4a wymienionej umowy.

2. Zakres i sposób wykonania badań

Badania przedprototypów pakietów ATU, ATR wykonano w oparciu o następujące dokumenty:

- Norma Zakładowa NERA-PNEFAL - ZN-86-014/300,
- Norma Zakładowa /projekt/. Pakiet wejść temperaturowych ATU,
- Norma Zakładowa /projekt/. Pakiet wejść temperaturowych ATR.

Na podstawie wyżej wymienionych dokumentów ustalono następujący zakres badań:

- Sprawdzenie poboru prądów zasilania,
- Sprawdzenie błędów podstawowych,
- Sprawdzenia błędów dodatkowych,
 - - wywołanych zmianami temperatury,
 - - wywołanych zmianami napięć zasilania,
 - - wywołanych napięciami 250V, 50Hz na barierze izolacyjnej.
- Sprawdzenia składowej szumowej w sygnale wyjściowym,
- Sprawdzenie częstotliwości granicznej,
- Sprawdzenie tłumienia napięcia zakłócającego 250V, 50Hz na barierze izolacyjnej,

- Rozszerzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji.
- Opisy sposobu wykonania badań przedprototypów pakietów
MPE, ATR zamocowane są w przedmiotowych Kosztach Szkieletowych.

3. Wyniki i wnioski z badań przedprototypu pakietu ATU

Na podstawie badań uzyskano następujące wyniki :

- maksymalne prądy zasilenia

$$I_{/+20\%} = 65mA \quad ; \quad I_{/+15\%} = 13,1mA \quad ; \quad I_{/+12\%} = 12,6mA$$

$$I_{/+5\%} = 3,7mA$$

- największy błąd podstawowy

$$\delta = 0,28\%$$

- największy błąd dodatkowy od zmian temperatury otoczenia

$$\delta_{\theta} = 0,14 / 10^{\circ}C$$

- największy błąd od zmian napięcia zasilania

$$\delta_{U} = 0,05\%$$

- największy błąd od napięcia 250V/50Hz na barierze izolacyjnej

$$\delta_{p} = 0,05\%$$

- największy składowa zmiana w sygnale wyjściowym

$$12mV \text{ p-p}$$

- częstotliwość tłumienia -3dB

$$0,9Hz$$

- współczynnik tłumienia napięcia zakłócającego 250V, 50Hz na barierze izolacyjnej

$$12,2 \cdot 10^7 \text{ V/V}$$

Wyniki badań należy uznać za pozytywne.

W stosunku do modelu z przedprototypie wprowadzono:

- niezależne wyjście aktywne oraz uproszczony separator,
- układ kompensacji prądów polaryzacji wzmacniacza pomiarowego $I_p \leq 0,5mA$
- ulepszony układ kompensacji spójny odciążenia termopary,
- zasilanie części obwodowej +3V.

4. Wyniki i wnioski z badań przedprototypu pakietu ATK.

Na podstawie badań uzyskano następujące wyniki :

- maksymalne prądy zasilania

$$I_{/+2A/} = 88mA, I_{/575/} = 16mA, I_{/-15/} = 9,3mA$$

$$I_{/+5/} = 3,9mA$$

- największy błąd podstawowy

$$\delta = 0,29\%$$

- największy błąd dodatkowy od zmian temperatury otoczenia

$$\delta_t = 0,25\%/10^{\circ}C$$

- największy błąd od zmian napięcia zasilania

$$\delta_u = 0,11\%$$

- największy błąd od napięcia 250V, 50Hz na barierze izolacyjnej

$$\delta_b = 0,05\%$$

- największe składowe zmienne w sygnale wyjściowym

w paśmie 100Hz 20mVpp

w paśmie 100kHz 10mVpp

- czułość tłumienia = 3dB

$$0,2dB$$

- współczynnik tłumienia napięcia zakłócającego 250V, 50Hz na barierze izolacyjnej

$$12 \cdot 10^6 \text{ V/V}$$

Wynik badań należy uznać za pozytywny.

Wnioski z badań przedprototypów są następujące:

Realizacja najniższego zakresu temperatury 0...40°C

dla czujnika Pt100 wymaga następujących korekt:

1. Na schemacie ideowym oraz na pakiecie ITR należy wprowadzić równolegle z wejściami wzmacniaczy U101 oraz U201 rezystory NLT 0,125W 100kΩ ±10% oraz należy zwiększyć wartości kondensatorów C101 oraz C201 do 22nF;
2. W p.3.4.6.1 projektu Formy Zakładowej należy uzupełnić: "Błąd śródokowy od zmian temperatury otoczenia dla zakresu temperaturowego 0...40°C nie większy niż 0,4%/°C";
3. W p.3.4.10.1 projektu Formy Zakładowej należy zmienić częstotliwość graniczną tłumienia 3-decybelowego na 0,15Hz oraz należy zmienić wartość czasu ustalania się odpowiedni na 2 s.

10

Wzrostek 2 str. 1

Protokół badań przedprodukcyjnych pakietu 200

Wzrostek 200

Doc. dr inż. Jacek Korytkowski

Warszawa, sierpień 1989 r.

11

1. Przedmiot badań

Przedmiotem badań jest przedprototyp pakietu ATR wejść temperaturowych stacji ETRONIK-A.

Pakiet ten jest zgodny z dokumentacją konstrukcyjną B-490-2202.- Pakiet wejść temperaturowych ATR.

Występują nieznaczne różnice wynikające z wykonaniem schematu drukowanego metodą rysowania ręcznego i przeniesienia oraz wykonania niezbędnych poprawek.

Zakresy obrotu kanałów pakietu mają oznaczenie 93, są przystosowane do czujnika Pt100 na zakres 0...40°C.

W pakiecie tym poddano badaniom metrologicznym kanał 1 i 2.

2. Zakres badań

Przedprototyp poddano następującym badaniom :

- sprawdzenie poboru prądów zasilania,
- sprawdzenie błędów podstawowych,
- sprawdzenie błędów dodatkowych
 - wysłanych wiadomości temperatury,
 - wysłanych wiadomości napięć zasilania,
 - wysłanych napięć 250V, 50Hz na barierze izolacyjnej.
- sprawdzenie składowej zmiennej w sygnale wyjściowym,
- sprawdzenie częstotliwości granicznej $\pm 3dB$,
- sprawdzenie tłumienia napięcia zakłócającego 250V, 50Hz na barierze izolacyjnej.

10
- 10

3. Sposób wykonania badań

Badanie wykonane wg projektu normy "Karna Zakładowa /projekt/. Pakiet wejść temperaturowych ATR".

Sprawdzenie poboru prądów zasilania

Warunki badania

Napięcia zasilania: $U_{/+24/} = 26,4V$; $U_{/+15/} = 15,75V$; $U_{/-15/} = 15,75V$ $U_{/+5/} = 5,25V$ Temperatura otoczenia: $22^{\circ}C$ Rezystancje obciążenia: $2k\Omega$ Rezystancje czujników: R_{max}

Funkcja	$U_{/+24/}$	$I_{/+24/}$	$U_{/+15/}$	$I_{/+15/}$	$U_{/-15/}$	$I_{/-15/}$	$U_{/+5/}$	$I_{/+5/}$
"pomiar"	26,4V	68mA	15,75V	16mA	15,75V	9,3mA	5,25V	3,9mA
"zerowanie"	26,4V	65mA	15,75V	10mA	15,75V	9,2mA	5,25V	2,1mA
"skalowanie"	26,4V	67mA	15,75V	16mA	15,75V	9,3mA	5,25V	2,1mA

Wynik badania: pozytywny.

Największe wartości prądów zasilania nie przekraczają:

 $I_{/+24/} = 68mA$, $I_{/+15/} = 16mA$, $I_{/-15/} = 9,3mA$, $I_{/+5/} = 3,9mA$.

14

Sprawdzenie błędów podstawowych

Warunki badania:

Napięcia zasilania: +24V, +15V, -15V, +5V

Temperatura otoczenia: 22°C

Rezystencyjne obciążenia: 2 kΩ

$$U_{we} = \frac{U_p - U_z}{U_s - U_z}$$

Kanal	1					2				
	0%	25%	50%	75%	100%	0%	25%	50%	75%	100%
U_p V	1,945	3,950	5,948	7,946	9,941	1,982	4,004	6,006	7,998	9,984
U_z V	1,944	1,950	1,948	1,950	1,949	1,983	1,984	1,984	1,983	1,986
U_s V	9,949	9,951	9,950	9,951	9,949	9,983	9,984	9,982	9,983	9,984
U_{we}	-0,0005	0,2499	0,4998	0,7494	0,9996	-0,0001	0,2525	0,5029	0,7519	1,0000
δ %	-0,05	-0,01	-0,02	-0,06	-0,10	-0,01	+0,25	+0,29	+0,19	0,00

Wynik badania: pozytywny.

Największy błąd podstawowy nie przekracza 0,29%.

Sprawdzenie błędów dodatkowych od zmiany temperatury etalenu

Warunki badania:

$$U_{we} = \frac{U_p - U_z}{U_s - U_z}$$

Napięcie zasilania: +24V; +15V; -15V; +5V.

Rezystancja obciążenia: 2 kΩ

Temperatura +22°C

Kanal	1			2		
R _{cz}	0%	50%	100%	0%	50%	100%
U _p V	1,898	5,902	9,897	1,869	5,916	9,905
U _z V	1,901	1,899	1,900	1,872	1,876	1,878
U _s V	9,908	9,905	9,908	9,903	9,905	9,904
U _{we}	-0,0004	0,5000	0,9986	-0,0004	0,5032	1,0001
δ %	-0,04	0,00	-0,14	-0,04	+0,32	+0,01

Temperatura +5°C

Kanal	1			2		
R _{cz}	0%	50%	100%	0%	50%	100%
U _p V	1,990	5,948	9,906	1,839	5,880	9,897
U _z V	2,018	2,018	2,017	1,834	1,835	1,846
U _s V	9,943	9,945	9,950	9,885	9,884	9,890
U _{we}	-0,0035	0,4958	0,9944	-0,0006	0,5025	1,0009
δ %	-0,35	-0,42	-0,56	+0,06	+0,25	+0,09

Wynik badania: pozytywny

Błąd dodatkowy od wpływu temperatury etalenu we pnieńcu 0,25%/10°C. o zakresie do +5°C.

Warunki badania:

$$U_{we} = \frac{U_p - U_z}{U_s - U_z}$$

Temperatura + 57°C

Kanal	1			2		
Rcz	0%	50%	100%	0%	50%	100%
U _p V	1,860	5,922	9,942	1,894	5,974	9,931
U _z V	1,820	1,826	1,819	1,883	1,890	1,887
U _s V	9,902	9,908	9,905	9,923	9,936	9,922
U _{we} +	0,0049	0,5068	1,0046	0,0014	0,5076	1,0014
δ %	+0,49	+0,68	+0,46	+0,14	+0,76	+0,11

Wynik badania: pozytywny

BTgd dodatkowy od wpływu temperatury otoczenia
w zakresie do + 55°C nie przekracza 0,20%/W°C

97

Załącznik 2, str. 8

Sprawdzenie błędów dodatkowych od napięcia zasilającego

Warunki badania:

$$U_{we} = \frac{U_p - U_z}{U_s - U_z}$$

Temperatura otoczenia: 22°C

Rezystancja obciążenia: 2 kΩ

Napięcie zasilania: +22,8V; +14,25V; -14,25V; +4,75V.

Kanal	1			2		
R _{cz}	0%	50%	100%	0%	50%	100%
U _p V	1,954	5,957	9,950	1,988	6,011	9,993
U _z V	1,959	1,961	1,965	1,986	1,986	1,991
U _s V	9,958	9,962	9,951	9,988	9,989	9,987
U _{we}	-0,0006	0,4994	0,9998	0,0002	0,5029	1,0008
δ %	-0,06	-0,06	-0,02	+0,02	0,29	+0,08

Napięcie zasilania: +26,4V; +15,75V; -15,75V; +5,25V.

Kanal	1			2		
R _{cz}	0%	50%	100%	0%	50%	100%
U _p V	1,941	5,939	9,934	1,970	5,996	9,971
U _z V	1,944	1,940	1,942	1,970	1,974	1,980
U _s V	9,947	9,941	9,942	9,973	9,970	9,973
U _{we}	-0,0004	0,4998	0,9990	0,0000	0,5030	0,9997
δ %	+0,04	-0,02	-0,10	0,00	0,30	-0,03

Wynik badania: pozytywny,

Najwyższy błąd dodatkowy od napięcia zasilającego nie przekroczył 0,11%.

Sprawdzenie błędów dodatkowych od napięcia 250V, 50Hz
na barierze izolacyjnej

Warunki badania:

$$U_{we} = \frac{U_p - U_z}{U_s - U_z}$$

Napięcia zasilania: +24V, +15V, -15V, +5V

Rezystancje obciążenia: 2 kΩ

Temperatura otoczenia: 22°C

Brah napięcia zasilającego

Kanal	1			2		
	0%	50%	100%	0%	50%	100%
U_p V	1,960	5,960	9,946	1,980	6,010	9,987
U_z V	1,964	1,965	1,963	1,977	1,984	1,987
U_s V	9,965	9,964	9,960	9,985	9,986	9,990
U_{we}	-0,0005	0,4994	0,9982	0,0004	0,5031	0,9996
δ %	-0,05	-0,06	-0,18	+0,04	+0,31	-0,04

Napięcie zasilające 250V, 50Hz

Kanal	1			2		
	0%	50%	100%	0%	50%	100%
U_p V	2,043	6,030	10,010	1,978	6,003	9,986
U_z V	2,047	2,046	2,046	1,978	1,975	1,983
U_s V	10,027	10,026	10,025	9,983	9,982	9,982
U_{we}	-0,0005	0,4992	0,9981	0,0000	0,5031	0,9999
δ %	-0,05	-0,08	-0,19	0,00	+0,31	-0,01

Wynik badania: pozytywny.

Błąd dodatkowy od napięcia na barierze izolacyjnej
250V, 50Hz nie przekracza 0,05%.

Sprawdzenie słabodowej zmiennej Zatygnuli 2 str. 10
~~w sygnale wyjściowym~~
 Warunki badania:

Napięcia zasilania: +24V; +15V; -15V; +5V

Temperatura otoczenia: 22°C

Rezystancja obciążenia > 200kΩ

Kanal	1			2		
Rez lub funkcja	100%	V ₂	V _s	100%	V ₂	V _s
Słabodowa zmienna w pasmie 100Hz	45mV _{pp}	15mV _{pp}	15mV _{pp}	20mV _{pp}	20mV _{pp}	20mV _{pp}
Słabodowa zmienna w pasmie 100kHz	10mV _{pp}	10mV _{pp}	10mV _{pp}	10mV _{pp}	10mV _{pp}	10mV _{pp}

1									

Wynik badania: pozytywny

Wartości międzykanałowa słabodowej zmiennej w pasmie
 do 100Hz nie przekracza 20mV_{pp} a w pasmie
 100kHz 10mV_{pp}.

Sprawdzenie częstotliwości granicznej

Warunki badania:

Napięcie zasilania: +24V, +15V, -15V, +5V

Rezystancja obciążenia: 2 kΩ

Temperatura otoczenia: 22°C

Częstotliwość składowej zmiennej sygnału fwe

Amplituda składowej zmiennej sygnału wyjściowego
Awy

Kanał	1									
fwe	0,05Hz	0,1Hz	0,2Hz	0,3Hz	0,4Hz	0,5Hz				
Awy	5,1V	4,2V	3,6V	3,1V	2,5V	2,0				
Amplituda tłumienia					3 dB	3,6V	dla			
częstotliwości		0,2Hz								

Kanał	2									
fwe	0,05Hz	0,1Hz	0,2Hz	0,3Hz	0,4Hz	0,5Hz				
Awy	5,1V	4,8V	3,6V	3,0V	2,3V	1,9V				
Amplituda tłumienia					3 dB	3,6V	dla			
częstotliwości		0,2Hz								

Wynik badania: warunkowo pozytywny
Częstotliwość tłumienia 3 dB 0,2Hz.

Należy zliczycować wymaganiach częstotliwości granicznej do wartości 0,15 Hz co wynika z rozróżnienia parametrów elementów RC.

Sprawdzenie tłumienia napięcia zmiennego Zadanie 2 str. 2
~~W 250V, 50Hz, na banku izolacyjnej~~
 Warunki badania

Napięcia zmienna: +24V; +15V; -15V; +5V

Rezystancja obciążenia: 2 kΩ

Temperatura otoczenia: 22°C

Napięcie zmiennego wspólne 250V, 50Hz

Kanał	1	2
Roz.	0% 100%	0% 100%
Sztuczne zmienna 50Hz przy braku napięcia zmiennego	20mV _{pp} 20mV _{pp}	20mV _{pp} 20mV _{pp}
Sztuczne zmienna 50Hz przy obecności napięcia 250V, 50Hz	30mV _{pp} 30mV _{pp}	30mV _{pp} 30mV _{pp}

Współczynnik tłumienia napięcia zmiennego wspólnego

$$k = \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot 250V}{0,03V} \cdot \frac{8V}{0,015V} = 12 \cdot 10^6 \text{ V/V}$$

Wynik badania: pozytywny

Współczynnik tłumienia napięcia zmiennego wspólnego nie mniejszy od $12 \cdot 10^6 \text{ V/V}$

Wnioski z badań

Realizacja najniższego zakresu temperaturowego 0...40°C dla czynnika Pt100 wymaga następujących korekt:

1. Na schemacie sterowym oraz na panelu AT R należy wprowadzić równoległe z wejściem wzmacniacza U101 oraz U201 rezystory MET 0,125W 100k \pm 10% oraz należy zwiększyć wartości kondensatorów C101 oraz C201 do 22nF;

2. Wp. 3.4.8.1 projektu Normy Zakładowej należy uzupełnić:

„Błąd dodatkowy od zmian temperatury otoczenia dla zakresu temperaturowego 0...40°C nie większy niż 0,4%/10°C;

3. Wp. 3.4.10.1 projektu Normy Zakładowej należy zmniejszyć częstotliwość graniczną tłumienia 3-decybelowego na 0,15Hz oraz należy zmniejszyć wartość czasu ustalania się odpowiedni na 2 s.

Warszawa, sierpień 1989.

Protokół badań przedprototypu pakietu ATU

Badania wykonał:

mgr inż. Stefan Kosztowski

Warszawa, sierpień 1989 r.

1. Przedmiot badań

Przedmiotem badań jest przedprototyp pakietu ATU wejść temperaturowych stacji EPTRONIL-A.

Pakiet ten jest zgodny z dokumentacją konstrukcyjną B-490-B209 Pakiet wejść temperaturowych ATU.

Każdy obwód kanałów mają oznaczenie 62, są przystosowane do czujnika termoelementowego typu K na zakres $50 \dots 150^{\circ}\text{C}$.

W pakiecie tym poddano badaniom metrologicznym kanał 1 i 2.

2. Zakres badań

Przedprototyp poddano następującym badaniom:

- Sprawdzenie poboru prądówasilnia,
- Sprawdzenie błędów podstawowych,
- Sprawdzenie błędów dodatkowych
 - - wywołanych zmianami temperatury,
 - - wysokich napięciem 250V, 50Hz na barierze izolacyjnej.
- Sprawdzenie składowej zmiennej w sygnale wyjściowym,
- Sprawdzenie czułości granicznej 3dB,
- Sprawdzenia tłumienia napięcia zaktócającego 250V, 50Hz na barierze izolacyjnej.

3. Sposób wykonania badań

Badania wykonano wg projektu normy "Norma Zakładowa /projekt/ Pakiet wejść temperaturowych ATU".

Nr kanału: 1 i 2

1. Sprawdzenie poboru prądów zasilania

$$U_{+24} = 26,4V ; U_{+15} = +15,75V ; U_{-15} = -15,75V ; U_{+5} = +5,25V$$

$$I_{+24} = 6,5mA \quad I_{+15} = 13,1mA \quad I_{-15} = 12,6mA \quad I_{+5} = 3,7mA$$

Wykres badania porównawczy

2. Sprawdzenie realizowanych funkcji:

Stwierdzono prawidłową pracę kanału 1 w stanach:
"zerowanie", "skalowanie", "pomiar".

Stwierdzono prawidłową pracę kanału 2 w stanach:
"zerowanie", "skalowanie", "pomiar".

3. Sprawdzenie błędów podstawowych.

Kanał 1

$$U_2 = 4,998V$$

$$U_5 = 9,998V$$

U_t	%	0	25	50	75	100
U_p	V	1,994	3,980	5,976	7,980	9,988
δ	%	-0,06	-0,23	-0,28	-0,23	-0,13

Wykres badania porównawczy

Kanał 2

$$U_2 = 4,995V$$

$$U_5 = 9,994V$$

U_t	%	0	25	50	75	100
U_p	V	1,990	3,983	5,980	7,985	9,990
δ	%	-0,06	-0,14	-0,18	-0,12	-0,05

Wykres badania porównawczy

A. Sprawdzenie błędów dodatkowych

A.1. Sprawdzenie błędów dodatkowych od zmian temperatury
KANAL 1

Temperatura	U_t	%	0	50	100
$U_z = 20^\circ\text{C}$ $U_s = 9,990$	U_p	%	1,986	5,973	9,982
	δ	%	-0,05	-0,21	-0,10
$U_z = 55^\circ\text{C}$ $U_s = 9,950$	U_p	%	1,920	5,920	9,923
	δ	%	-0,44	-0,41	-0,34
$U_z = 5^\circ\text{C}$ $U_s = 9,994$	U_p	%	2,000	5,997	10,006
	δ	%	+0,06	0	+0,09
	δ_t	%/10°C	-0,14	+0,14	+0,12

Nyplik badawcze powyższy

KANAL 2.

Temperatura	U_t	%	0	50	100
$U_z = 20^\circ\text{C}$ $U_s =$	U_p	%	1,995	5,986	9,997
	δ	%	-0,07	-0,20	-0,07
$U_z = 55^\circ\text{C}$ $U_s =$	U_p	%	1,904	5,885	9,896
	δ	%	-0,36	-0,51	-0,31
$U_z = 5^\circ\text{C}$ $U_s =$	U_p	%	2,007	6,002	10,007
	δ	%	-0,04	-0,13	-0,10
	δ_t	%/10°C	-0,08	-0,09	-0,07

Nyplik badawcze powyższy.

4.2. Sprawdzenie błędów dodatkowych od zmian napięcia

Zasilanie
KANAL 1

U_2	U_2	%	0	50	100
$U_2 = 1,970 \pm 15V + 24V$ $U_3 = 9,975 \pm 5V$	U_p	V	1,965	5,967	9,970
	δ	%	-0,06	-0,07	-0,06
$U_2 = 1,972 \pm 16V + 26,4V$ $U_3 = 9,978 \pm 5,25V$	U_p	V	1,968	5,970	9,972
	δ	%	-0,05	-0,12	-0,07
$U_2 = 1,974 \pm 14V + 22,8V$ $U_3 = 9,980 \pm 4,75V$	U_p	V	1,971	5,970	9,975
	δ	%	-0,04	-0,09	-0,06
	δ_{U_2}	%	+0,02	-0,05	-0,04

Wynik badania pozytywny

KANAL 2

U_2	U_2	%	0	50	100
$U_2 = 1,990 \pm 15V + 24V$ $U_3 = 9,987 \pm 5V$	U_p	V	1,985	5,977	9,982
	δ	%	-0,06	-0,14	-0,06
$U_2 = 1,988 \pm 16V + 26,4V$ $U_3 = 9,985 \pm 5V$	U_p	V	1,982	5,974	9,976
	δ	%	-0,07	-0,16	-0,11
$U_2 = 1,992 \pm 14V + 22,8V$ $U_3 = 9,990 \pm 4,75V$	U_p	V	1,987	5,980	9,985
	δ	%	-0,07	-0,14	-0,06
	δ_{U_2}	%	-0,04	-0,02	-0,05

Wynik badania pozytywny

4.3. Sprawdzenie drógów dodatkowych wyłożonym napisaniem
250V, 50Hz na bierne i izolacyjnej.

KANAL 1

U zmienne	U _E	%	0	50	100
U ₂ = 1,990 ^{0V} U ₅ = 9,990	U _p	V	1,985	5,970	9,980
U ₂ = 1,991 ^{250V} U ₅ = 9,990	U _p	V	1,986	5,972	9,985
	δ	%	0	+0,04	-0,09

Wynik badania porównywalny

KANAL 2

U zmienne	U _E	%	0	50	100
U ₂ = 1,988 ^{0V} U ₅ = 9,989	U _p	V	1,981	5,975	9,980
U ₂ = 1,985 ^{250V} U ₅ = 9,990	U _p	V	1,983	5,977	9,984
	δ	%	+0,03	+0,03	+0,05

Wynik badania porównywalny.
5. Sprawdzenie ścieżki zmiennej i szeregu napięciowego

KANAL	1			2		
	100%	U ₂	U ₅	100%	U ₂	U ₅
U _~	12	12	12	10	10	10
δ%	0,15	0,15	0,15	0,125	0,125	0,125

Wynik badania dla KANALU 1

Wynik badania dla KANALU 2

6. Sprawdzenie częstotliwości granicznej kanału str. 7

Częstotliwość graniczna dla kanału 1 1,1 MHz

Wynik badania KANALU 1 pozytywny

Częstotliwość graniczna dla kanału 2 0,9 MHz

Wynik badania KANALU 2 pozytywny

7. Sprawdzenie tłumienia napięcia zasilającego

250V, 50Hz na domenie inwercyjnej

KANAL		1		2	
U_{\pm}	%	0	100	0	100
U_{\sim}	mV _{pp}	11	11	14	14
TŁUMIENIE	V/V	$15,5 \cdot 10^7$	$15,5 \cdot 10^7$	$12,2 \cdot 10^7$	$12,2 \cdot 10^7$

Wynik badania KANALU 1 pozytywny

Wynik badania KANALU 2 pozytywny

8. Sprawdzenie asymetrii składowej i zbieżności

Wynik badania pozytywny

9. Wnioski z badań

Przedprototyp pakietu ATU pracuje w systemie badania z sygnalem pozytywnym.

W stosunku do modelu w przedprototypie wprowadzono:

- istnowące sygnały aktywne z pakietu
- oraz wprowadzony układ separacji.
- układ kompensacji prądów potężności
- zmniejszenie pomiarów ($I_p \leq 0,5 \mu A$)
- lepszy układ kompensacji prądu,
- odniesienie temperatury
- zasilanie obwodów +24V

Badania wykonane

S. Kostowski

30