

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

Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości

Centralna Stacja Prób

BE 10

Główny wykonawca

Wykonawcy mgr inż. K.Majdan, inż. K.Wojda, tech.tech. H.Michniewicz
J.Antczak

Konsultant

Nr zlecenia
5965

Badania atestacyjne bloku sprzężenia
zwrotnego PFU-1 (2 szt.) wg programu
nr 8508185 pod nadzorem PRS.

Zleceniodawca ABB ZAMECH Ltd Spółka z o.o. Elbląg, ul.Stoczniowa 2

Pracę rozpoczęto dnia 90.11.21
Kierownik CSP

zakończono dnia 90.12.20
Kierownik OBN

N/2 K.Wojda
mgr inż. K.Majdan

St. Budzyński
dr inż. St.Budzyński

Praca zawiera:

Rozdzielnik - ilość egz:

stron

Egz. 1 BOINTE

rysunków

Egz. 2 ZAMECH

fotografii

Egz. 3 ZAMECH

tabel

Egz. 4 ZAMECH

tablic

Egz. 5 OBN

załączników

Egz. 6

Nr rejestr. 6601

Analiza deskryptorowa

BLOK SPRZĘŻENIA ZWROTNEGO : BADANIA

Analiza dokumentacyjna

Praca zawiera wyniki i opis badań bloku sprzężenia zwrotnego PFU-1.

Tytuły poprzednich sprawozdań

UKD

PIAP-21/88 10000

1. Wstęp

Przedmiot i cel badań

Przedmiotem badań były 2 szt. bloku sprzężenia zwrotnego typu PFU-1 o nr nr 1 i 2, przeznaczone do pracy w układzie sterowania skokiem steru strumieniowego.

Celem badań było sprawdzenie parametrów w/w wyrobów na zgodność z wymaganiami Warunków Technicznych Prób i Odbioru zatwierdzonych przez PRS.

2. Dokumenty stanowiące podstawę badań

- Warunki Techniczne Prób i Odbioru nr 8508185
- Blok sprzężenia zwrotnego PFU-1. Opis techniczny nr 8487165
- Schemat ideowy PFU-1 nr rys. 2487169
- Schemat montażowy PFU-1 nr rys. 2508173
- Umowa nr 217/90/U z dn. 22.10.90 r.

3. Dokumenty związane

- Polski Rejestr Statków. Próby środowiskowe wyposażenia statków 1982, Gdańsk, Publikacja PRS nr 11/P
- Polskie normy: PN-79/E-08106, PN-80/M-42020.

4. Warunki otoczenia w trakcie badań

- temperatura otoczenia $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- ciśnienie atmosferyczne 960 - 1060 hPa
- wilgotność względna 45 - 75 %

5. Aparatura użyta do badań

Badania wykonano przy użyciu następującej aparatury kontrolno-pomiarowej i stanowisk stałych:

- komora klimatyczna f-my ILKA
- komora solankowa
- komora pyłoszczelności

- wstrząsarka wibracyjna TIRA VIB
- wstrząsarka udarowa SPS-80 nr 3-16-0216
- woltomierz cyfrowy z omomierzem V-543 PN-8980
- częstotściomierz PFL-21 nr PN-8730
- zasilacz tranzystorowy typ 5353 nr PN8731 i PN8732
- megaomierz IMI-1 nr 101110
- próbnik przebicia typ TP51 nr PN-6418
- rezystor dekadowy typ DRG-16 nr NC6961, NC7494, NC7509, NC7513
- cewka do wytwarzania pola magnetycznego - wykonanie własne PIAP
- autotransformator PN-6886
- oscyloskop DB-510A PN-8896.

6. Wyniki badań

6.1. Sprawdzenie zgodności wykonania z dokumentacją

Sprawdzenie wykonano zg. z p.4.1 WTPi0.

Podczas oględzin okiem nieuzbrojonym stwierdzono poprawność montażu mechanicznego i elektrycznego, a wygląd wyrobów nie budził zastrzeżeń. Każdy blok posiadał zamocowaną w sposób trwały tabliczkę znamionową zawierającą następujące dane:

- symbol wytwórcy: ZAMECH
- oznaczenie typu: PFU-1
- nr fabryczny: nr 1 (2)
- rok produkcji: 1990
- znak zakładowej kontroli jakości SKE190
- miejsce na stempel Towarzystwa Klasyfikacyjnego ATEST

Wynik sprawdzenia pozytywny.

6.2. Sprawdzenie wymiarów gabarytowych

Sprawdzenie wykonano zg z p.4.2 WTPi0 za pomocą suwmiarki na zgodność z dokumentacją techniczną rys.3 WTPi0.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

6.3. Próba wygrzewania przy zasilaniu znamionowym - 48 godzinna

Próbie przeprowadzono zg. z p.4.3 WTPi0. Badane wyroby zasilania napięciem +15 V w warunkach normalnych otoczenia przez okres 48 godzin.

Po upływie tego czasu wykonano następujące próby:

1. pomiar rezystancji izolacji i próba wytrzymałości elektrycznej wg pkt 4.4. WTPi0
2. próby funkcjonowania bloku PFU-1

ad.1

Pomiar rezystancji izolacji wykonano w ten sposób, że zwarto ze sobą wszystkie zaciski listwy zaciskowej badanego bloku i podłączono do nich oraz do masy urządzenia próbnik o napięciu stałym 600 V. Pomierzona wartość rezystancji dla obydwu bloków PFU-1 była większa od 50 MΩ .

Następnie wykonano sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej izolacji przykładając napięcie stałe 600 V pomiędzy zwarte zaciski listew zaciskowych a obudowę wyrobów.

Podczas trwania próby nie zauważono przebicia izolacji w żadnym z badanych bloków PFU-1.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

ad.2

Próby funkcjonowania bloków wykonano w układzie pomiarowym przedstawionym na rys.1 WTPi0 zg. z pkt 4.5.2 - 4.5.7 WTPi0. Obydwa bloki były wcześniej wyregulowane.

- 2.1. Sprawdzenie częstotliwości i napięcia wyjściowego generatora

Sprawdzenie wykonano zg. z pkt 4.5.2 WTPi0. Na zaciskach 2 i 12 pomierzono napięcie i częstotliwość oraz za pomocą oscyloskopu sprawdzono sinusoidalny kształt sygnału. Pomiar powtórzono dla zacisków nr 2 i 14.

Wyniki pomiarów zamieszczono w tabeli 1

- 2.2. Sprawdzenie zerowania toru pomiarowego

Sprawdzenie wykonano zg. z p.4.5.3 WTPi0. Na zacisku nr 4 zmierzono wartość napięcia zerowania toru pomiarowego. Wynik zamieszczono w tabeli 1

- 2.3. Sprawdzenie działania sygnalizacji skoku zerowego

Sprawdzenie wykonano zg. z p.4.5.4 WTPi0. Badanie polegało na sprawdzeniu czy pali się lampka na płycie czołowej bloku oraz czy występuje zwarcie między zaciskami nr 7 i 8 przy ustawionym 0 napięcia na zacisku nr 4. Następnie przełączniki S1 i S2 przełączano kolejno w pozycję "2" i obserwowano czy lampka gaśnie, a także czy jest rozwarcie między zaciskami nr 7 i 8. Wyniki sprawdzenia zamieszczono w tabeli 1

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.4. Sprawdzenie wzmocnienia sprzężenia zwrotnego

Sprawdzenie wykonano zg. z pkt 4.5.5 WTPiO. Pomędzy zaciskami nr 2 i 4 mierzono wartości napięć dla różnych kombinacji ustawienia przełączników S1 i S2. Wyniki zamieszczono w tabeli 1
Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.5. Sprawdzenie wzmocnienia wzmacniacza pomiarowego

Sprawdzenie wykonano zg. z pkt 4.5.6 WTPiO. Sprawdzenie polegało na pomierzeniu napięcia pomiędzy zaciskami nr 2 i 5 dla różnych kombinacji ustawienia przełączników S1 i S2. Wyniki zanotowano w tabeli 1

Wynik sprawdzenia pozytywny.

2.6. Sprawdzenie obwodu kontroli i alarmu

Sprawdzenie wykonano zg. z pkt 4.5.7 WTPiO. W celu wykonania tego sprawdzenia przełączniki S1, S2 ustawiono w pozycji "1". Sprawdzenie polegało na pomiarze rezystancji pomiędzy zaciskami nr 9 i 10 przy założonych ustawieniach przełączników S3 i S4 dokonujących zwarcia i rozwarcia między zaciskami 12 i 14. Wyniki sprawdzenia zanotowano w tabeli 1

Wynik sprawdzenia pozytywny.

6.4. Próby środowiskowe

6.4.1. Próba wytrzymałości i odporności na suche gorąco stałe

Próbie przeprowadzono zg. z pkt 4.6.2 WTPiO. Badane, niepracujące, wyroby umieszczono w komorze klimatycznej typu LLKA, w której na okres 6 godzin wytworzono temperaturę $+70^{\circ}\text{C}$ i $\text{RH} = 20\%$.

Następnie temperaturę obniżono do warunków normalnych i po 2 godz. reklimatyzacji wykonano sprawdzenia wg pkt 4.5.2 - 4.5.7 WTPiO.

Wyniki sprawdzeń zawiera tabela 1

W dalszej kolejności pracujące wyroby poddano działaniu temperatury $+55^{\circ}\text{C}$ i $\text{RH} = 20\%$ przez okres 2 godz., po czym wykonano sprawdzenia wg pkt 4.5.2 - 4.5.7 WTPiO.

Po wykonaniu powyższych sprawdzeń, których wyniki zamieszczono w tabeli 1, obniżono temperaturę w komorze do warunków normalnych i wykonano próbę wytrzymałości elektrycznej wg pkt 4.4 WTPiO. Wynik sprawdzenia wytrzymałości elektrycznej izolacji oraz prób funkcjonalnych pozytywny.

6.4.2. Próba wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe

Próbie przeprowadzono zg. z pkt 4.6.3 WTPiO. Niepracujące wyroby umieszczono w komorze klimatycznej typu ILKA, w której wytworzono temperaturę $+40^{\circ}\text{C}$ i wilgotność $\text{RH} = 95\%$. Badane wyroby przetrzymano w komorze w tych warunkach przez okres 4 dób, po czym zmierzono rezystancję izolacji i wytrzymałość elektryczną izolacji zg. z pkt 4.4 WTPiO. Następnie temperaturę i wilgotność obniżono do warunków normalnych i po 1 godz. reklimatyzacji wykonano sprawdzenia wg pkt 4.5.2 - 4.5.7 WTPiO. Wyniki sprawdzeń zawiera tabela 1
Wynik sprawdzenia pozytywny.

6.4.3. Sprawdzenie wytrzymałości i odporności na zimno

Badane pracujące bloki PFU-1 umieszczono w komorze typu ILKA i poddano działaniu temperatury -10°C przez okres 2 godz., po czym wykonano sprawdzenia działania wyrobów wg pkt 4.4, 4.5.2-4.5.7 WTPiO. Wyniki sprawdzeń zamieszczono w tabeli 1. Następnie wyroby odłączono od zasilania i poddano działaniu temperatury -50°C przez okres 8 godz. Po 2-godzinnym okresie reklimatyzacji w warunkach normalnych wykonano sprawdzenia wg pkt 4.4, 4.5.2-4.5.7 WTPiO. Wyniki sprawdzeń zawiera tabela 1
Wynik sprawdzenia pozytywny.

6.5. Próba wytrzymałości na wibracje sinusoidalne

Próbie wytrzymałości przeprowadzono zgodnie z przepisami PRS "Próby środowiskowe wyposażenia statków 1982 Gdańsk" p.3.6 - jak dla wyrobu klasy A, w zakresie częstotliwości wg tabeli 1.
Badane wyroby zamocowano kolejno na stole wstrząsarki wibracyjnej typu TIRA VIB w sposób sztywny i poddano drganiom wg tabeli 1 w celu wstępnego pomiaru częstotliwości efektów wibracyjnych. Podczas trwania próby nie zauważono wystąpienia efektów wibracyjnych. Następnie niepracujące wyroby poddano próbie wytrzymałości w czasie 2 godz. dla każdego z trzech wzajemnie prostopadłych położań. Po próbie wykonano sprawdzenia funkcjonalne zg. z pkt 4.5.2 - 4.5.7 WTPiO. Wyniki sprawdzeń zamieszczono w tabeli 1
Wynik sprawdzenia pozytywny.

6.6. Próba wytrzymałości i odporności na udary mechaniczne wielokrotne

Próbie przeprowadzono zg. z przepisami PRS "Próby środowiskowe wyposażenia statków 1982 Gdańsk" p.3.11.

Badane wyroby w stanie gotowości do pracy zamocowano w sposób sztywny do stołu wstrząsarki udarowej typ SPS-80 i poddano udom w liczbie > 20 przy przyspieszeniu 5 g.

Podczas trwania próby wykonano sprawdzenia funkcjonalne wg pkt 4.5.2 - 4.5.7 WTPi0. Wyniki zamieszczono w tabeli 1

Następnie wyroby wyłączono i poddano udom w liczbie po 1000 dla każdego z trzech wzajemnie prostopadłych położeń i przyspieszeniu 10 g. Po próbie wykonano sprawdzenia wg pkt 4.5.2 - 4.5.7 WTPi0. Wyniki sprawdzeń zawiera tabela 1

Wynik sprawdzenia pozytywny.

6.7. Próba odporności na działanie zewnętrznych pól magnetycznych

Sprawdzenie przeprowadzono wg pkt 4.6.9 WTPi0.

Badane wyroby umieszczano kolejno wewnątrz cewki indukcyjnej, gdzie kolejno wytwarzano zmienne i stałe pole magnetyczne o natężeniu 400 A/m i częstotliwości 50 Hz.

Podczas działania odpowiedniego pola magnetycznego wykonywano sprawdzenia funkcjonalne wyrobów wg pkt 4.5.2 - 4.5.7 WTPi0. Wyniki pomiarów zawiera tabela 1

Wynik sprawdzenia pozytywny.

6.8. Sprawdzenie stopnia ochrony obudowy

Sprawdzenie wykonano dla stopnia ochrony obudowy IP56 zgodnie z PN-79/E-08106. Badane wyroby z zadławionymi przepustami umieszczono w komorze pyłoszczelności wykonanej wg PN-79/E-08106 i przeprowadzono badania dla stopnia IP5X.

Do próbie, podczas oględzin nie stwierdzono talku wewnątrz obudowy.

Następnie wykonano badanie wg normy j.w. dla stopnia ochrony IPX6.

Badane wyroby z zadławionymi przepustami oblewano ze wszystkich stron obudowy strugą wody ze znormalizowanej dyszy wg rys.5 w/w normy.

Po próbie, w wyniku oględzin nie stwierdzono wody wewnątrz obudowy.

Wynik sprawdzenia dla obydwu wyrobów pozytywny.

6.9. Sprawdzenie wytrzymałości na atmosferę korozyjną

Próbę wykonano zg. z pkt 4.6.8 WTPiO oraz pkt 3.13 PSWS.

Badany wyrób o nr 2/90 umieszczono w komorze solankowej, gdzie rozpylano solankę przez okres 4 dób. Przez 2/3 czasu próby badany wyrób był w stanie zamknięcia obudowy, a w pozostałej 1/3 czasu - w stanie otwarcia. Po próbie wyrób opłukano w wodzie bieżącej, następnie w wodzie destylowanej i po 1 h regeneracji dokonano oględzin okiem nieuzbrojonym.

Stwierdzono:

- ślady korozji na powierzchni zewnętrznej bloku, w szczególności na krawędziach i połączeniach spawanych,
- korozję pierścienia zaciskowego okienka od diody PITCH (lampki sygnalizacyjnej)
- korozję dławików (przepustów)

Część elektroniczna wyrobu oraz listwa zaciskowa wykazały odporność na działanie mgły solnej. Wynik sprawdzenia części elektronicznej - pozytywny. Wynik sprawdzenia obudowy - negatywny.

7. Orzeczenie

Na podstawie wyników badań pełnych prototypów w wykonaniu morskim dwóch sztuk bloków sprzężenia zwrotnego typu PFU-1 o nr 1 i 2 stwierdza się, że w/w wyroby spełniają wymagania Warunków Technicznych Prób i Odbioru Bloku Sprzężenia Zwrotnego PFU-1 nr 8508185 zatwierdzonych przez PRS Gdańsk, z wyjątkiem wytrzymałości na atmosferę korozyjną obudowy urządzenia.

8. Zalecenia

W związku z negatywnym wynikiem próby wytrzymałości na atmosferę korozyjną obudowy bloku PFU-1 zaleca się przeanalizowanie i ew.zaostwienie kontroli procesu technologicznego nakładania pokryć galwanicznych:

- odpowiednie grubości farb podkładowych oraz odpowiednią grubość lakieru młotkowego zewnętrznego.

Ponadto zaleca się zastąpić dławiki stalowe kadmowane dławikami z odpowiednich tworzyw, w uzgodnieniu z PRS.

Tabela nr 1

Warunki próby	Nr wyrobu	Wartość napięcia pomiędzy zaciskami		Wartość częstotliwości pomiędzy zaciskami		Wart.nap.zerowania pomiędzy zaciskami $U_z/V/$ 2,4	Działanie sygnalizacji	Wart.napięcia sprzężenia zwrotnego		Wart.nap.wzmocnienia pomiarowego		Działanie obwodu kontroli i alarmu
		$U/V/$	$\delta/‰/$	$f/Hz/$	$\delta/‰/$			$U/V/$	$\delta/‰/$	$U/V/$	$\delta/‰/$	
		2,12	2,14	2,12	2,14			S1 = 1	S1 = 2	S1 = 2	S1 = 1	
+20[°C]	1	2,075	2,056	5020	5020	0,005	+	-5,0054	5,0023	-8,0060	8,1300	+
	2	1,9706	1,9803	5046	5046	-0,007	+	-5,0684	5,0043	-8,0069	8,1350	+
+55[°C]	1	1,9898	1,9787	5008	5008	-0,0356	+	-5,0149	4,8706	-7,8061	8,0756	+
		4,1	3,7	0,2	0,2	0,18		-2,6	2,4	0,6		
	2	1,9195	1,9068	5082	5082	-0,0678	+	-5,0602	4,8998	-7,7956	8,1140	+
		2,6	3,7	-0,7	-0,7	1,0		2,2	2,6	0,3		
OK +20[°C] po +70[°C]	1	2,036	2,0240	5016	5016	-0,0043	+	-5,0535	4,9812	-7,9630	8,1209	+
		1,8	1,5	0,1	0,1	0,9		0,4	0,5	0,1		
	2	1,9658	1,9559	5075	5075	-0,0452	+	-5,0802	4,9812	-7,9948	8,1130	+
		0,2	1,3	-0,5	-0,5	0,2		0,4	0,2	0,3		

Tabela nr 1 c.d.

Warunki próby	Nr wyrobu	Wartość napięcia pomiędzy zaciskami		Wartość częstotliwości pomiędzy zaciskami		Wart.nap.zerowania pomiędzy zaciskami	Działanie sygnalizacji	Wart.napięcia sprzężenia zwrotnego		Wart.nap.wzmocnienia pomiarowego		Działanie obwodu kontroli i alarmu
		$\frac{U}{V} / \delta / \%$		$\frac{f}{Hz} / \delta / \%$				$\frac{U}{V} / \delta / \%$		$\frac{U}{V} / \delta / \%$		
		2,12	2,14	2,12	2,14			$U_2/V / 2,4$	S1 = 1 S2 = 1	S1 = 2 S2 = 1	S1 = 2 S2 = 1	
+ 20°C po 4 dobach wilgoci	1	2,0658	2,0554	5014	5014	-0,0021	+	-5,0643	5,0441	-8,0096	8,0812	+
		0,4	0,1	0,1	0,1			-1,2	-0,8	-0,1	0,6	
	2	1,9820	1,9782	5052	5052	-0,0081	+	-5,0430	5,0430	-8,0921	8,0103	+
		-0,6	0,1	-0,1	-0,1			0,5	-0,7	-1,1	1,5	
- 10°C	1	2,1203	2,1114	5002	5002	0,0021	+	-5,1508	5,1152	-8,2096	8,2008	+
		-2,1	-2,7	0,3	0,3			-2,9	-2,3	-2,5	-0,8	
	2	2,0120	2,0040	4,9730	4,9731	0,0011	+	-4,9750	5,1635	-8,2796	7,9630	+
		-2,1	-1,2	1,4	1,4			1,8	3,2	-3,4	2,1	
+ 20°C po -50°C	1	2,0596	2,0495	5017	5017	-0,0007	+	-5,0734	5,0318	-8,0820	8,0929	+
		0,8	0,3	0,1	0,1			1,3	0,6	-0,9	0,45	
	2	1,9858	1,9775	5043	5043	0,0290	+	-5,0883	5,0322	-8,0670	8,1325	+
		0,8	0,2	0,1	0,1			-0,4	-0,6	-0,8	0,1	

Tabela nr 1 c.d.

Warunki próby	Nr wyrobu	Wartość napięcia pomiędzy zaciskami		Wartość częstotliwości pomiędzy zaciskami		Wart.nap.zerowania pomiędzy zaciskami	Działanie sygnalizacji	Wart.napięcia sprzężenia zwrotnego		Wart.nap.wzmocnienia pomiarowego		Działanie obwodu kontrolnego i alarmu	
		$\frac{U}{V} / \delta / \%$		$\frac{f}{Hz} / \delta / \%$				$\frac{U_z}{V} / \delta / \%$	$U / V / \delta / \%$	$U / V / \delta / \%$	$U / V / \delta / \%$		$U / V / \delta / \%$
		2,12	2,14	2,12	2,14				S1 = 1 S2 = 1	S1 = 2 S2 = 1	S1 = 2 S2 = 1		S1 = 1 S2 = 2
Spr. odporności od stałych pól magn. 400[A/m]	1	2,0529	2,0432	5021	5021	0,0021	+	-5,0700	5,0090	-8,0499	8,0966	+	
		-1,1	-0,6	0,1	0,1			1,3	0,1	0,5	-0,4		
	2	1,9783	1,9695	5053	5053	0,0278	+	-5,0629	5,0170	-8,0420	8,0800	+	
		-0,4	0,5	-0,1	-0,1			0,1	-0,3	-0,4	0,6		
Spr. odporności od zmiennych pól magn. 400[A/m]	1	2,0550	2,0452	5015	5015	-0,0086	+	-5,0796	5,0179	-8,0657	8,1067	+	
		-1,0	-0,6	-0,1	-0,1			1,5	0,3	0,7	-0,3		
	2	1,9794	1,9701	5052	5052	0,0280	+	-5,0918	5,0220	-8,040	8,1250	+	
		0,5	-0,5	0,1	0,1			0,5	0,4	0,4	-0,1		
Spr. po próbie wytr. na wibracje	1	2,0564	2,0452	5009	5009	0,0294	+	-5,0690	5,0163	-8,0499	8,0824	+	
		-0,9	-0,5	-0,2	-0,2			1,3	0,3	0,6	-1,3		
	2	1,9742	1,9658	5071	5071	0,0021	+	-5,0790	5,0040	-8,0512	8,1530	+	
		0,2	-0,7	0,5	0,5			0,2	-0,00	0,6	0,2		

Tabela nr 1 c.d.

Warunki próby	Nr wyrobu	Wartość napięcia pomiędzy zaciskami		Wartość częstotliwości pomiędzy zaciskami		Wart.nap.zerowania pomiędzy zaciskami	Działanie sygnalizacji	Wart.napięcia sprzężenia zwrotnego		Wart.nap.wzmocnienia pomiarowego		Działanie obwodu kontroli i alarmu
		$\frac{U}{V}$ δ /%/	$\frac{U}{V}$ δ /%/	f /Hz/ δ /%/	f /Hz/ δ /%/			U_z /V/ 2,4	S1 = 1 S2 = 1	S1 = 2 S2 = 1	S1 = 2 S2 = 1	
spr. odporn. na udary	1	2,0580	2,0470	5009	5009	0,0025	+	-5,0756	5,0120	-8,0567	8,1470	+
		-0,8	-0,4	-0,2	-0,2			1,4	0,2	0,6	0,2	
	2	1,9752	1,9658	5068	5068	0,0021	+	-5,0560	4,9997	-8,0614	8,0120	+
		0,2	-0,1	0,4	0,4			-0,2	-0,1	0,7	-1,5	
spr. wytrzymał. na udary	1	2,0607	2,0500	5007	5007	0,0029	+	-5,0745	5,0240	-8,0633	8,0909	+
		-0,7	-0,3	-0,3	-0,3			1,4	0,4	0,7	-0,8	
	2	1,9753	1,9658	5068	5068	0,0024	+	-5,0285	4,9986	-8,0500	8,0690	+
		0,2	-0,7	0,4	0,4			-0,8	-0,1	0,5	-0,8	

legenda:

 δ /%/ - wartość błędu w odniesieniu do warunków normalnych

+ - poprawny stan zwarcia lub rozwarcia obwodu

 U_z - napięcie zerowania (dopuszczalna wartość ± 250 mV)

23