

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

074

A

Główny wykonawca

Wykonawcy ~~mgr inż. A. Socha~~, tech.tech. T.Jagóra, H.Pasiński

Konsultant inż. Cz.Bakalarski

Nr zlecenia

U-24.03.01.C1

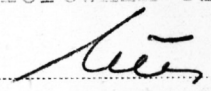
Złożone roboty przemysłowe. Urządzenia zabezpieczające robota przed wyrządzeniem krzywdy człowiekowi.

Et.3 - Badania prototypu prostego urządzenia z barierą promieniowania podczerwonego.

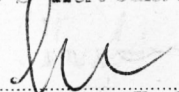
Zleceniodawca problem węzłowy 06.1

Pracę rozpoczęto dnia 15.I.82

Kierownik CSP

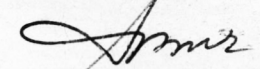

mgr inż. E.Trepczyński

Z-ca Dyrektora
d/s Automatyki


p.o. dr inż. T.Gałązka

zakończono dnia 15.II.82

Kierownik OBN


dr inż. St.Budzyński

Praca zawiera:

stron 6

rysunków

fotografii

tabel

tablic

załączników 1

Rozdzielnik - ilość egz:

Egz. 1 BOINTE

Egz. 2 OAE

Egz. 3 OBN

Egz. 4 OAE

Egz. 5

Egz. 6

Nr rejestr. 4785

1

Analiza deskryptorowa

ROBOTY PRZEMYSŁOWE: CZUJNIKI ZBLIŻENIOWE.

Analiza dokumentacyjna

Praca zawiera wyniki badań urządzenia UZ1 zabezpieczającego robota przed wyrządzeniem krzywdy człowiekowi.

Tytuły poprzednich sprawozdań

1. Opracowanie założeń oraz wybór koncepcji i projektu modelu nr rej. 2735
2. Wykonanie i badanie modelu. nr rej. 2859
3. Wykonanie modelu użytkowego. nr rej. 4581
4. Dokumentacja prototypu prostego urządzenia z barierą promieniowania podczerwonego. Program badań prototypu. nr rej. 4626.

UKD

MERA-PIAP/TW 331/78 5000

2

1. Wstęp

W ramach realizacji zlecenia U-24.03.01.C1 wykonano badania prototypu urządzenia zabezpieczającego robota przed wyrządzeniem krzywdy człowiekowi, oznaczonego symbolem UZ-1.

Ponieważ urządzenie UZ1 zostało przekazane do badań ze znacznym opóźnieniem w stosunku do planowanego terminu oraz z uwagi na fakt, że w trakcie badań zachodziła konieczność powtórzenia niektórych prób, program badań pełnych prototypu został zrealizowany tylko częściowo. Wykaz wykonanych sprawdzeń /prób/ zawiera pkt 3 nin. sprawozdania.

2. Program badań

Badania urządzenia UZ1 były przeprowadzone zgodnie z następującymi dokumentami:

1. Złożone roboty przemysłowe. Urządzenia zabezpieczające robota przed wyrządzeniem krzywdy człowiekowi. Program badań prototypu. nr rej. 4626.
2. PN 73/E-04550 Wyroby elektrotechniczne. Próby środowiskowe.

3. Wykaz wykonanych sprawdzeń /prób/

- 3.1. Spr. częstotliwości impulsów
- 3.2. Spr. kształtu impulsów
- 3.3. Spr. poboru prądu
- 3.4. Spr. zakresu działania i wpływu oświetlenia zewnętrznego
- 3.5. Spr. wytrzymałości na suche gorąco
- 3.6. Spr. wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe.

4. Wyniki badań

4.1. Sprawdzenie częstotliwości impulsów

Sprawdzenie częstotliwości impulsów nadajnika przeprowadzono przy pomocy częstotliciemierza cyfrowego wg pkt 2.4.2 Programu badań prototypu. Pomiaru dokonano po okresie 30 minut od chwili zakończenia badanego urządzenia.

Nr wyrobu	f zmierzona /Hz/	f wymagana /Hz/
1	1538	1250 ±150
2	1651	1250 ±150

Wynik sprawdzenia negatywny.

4.2. Sprawdzenie kształtu impulsów

Sprawdzenie kształtu impulsów nadajnika przeprowadzono przy pomocy oscyloskopu wg pkt 4.2.5 Programu badań prototypu.

Współczynnik wypełnienia impulsów obu badanych wyrobów wynosi 0,3.

Wymagany współczynnik wypełnienia impulsów wynosi $0,25 \pm 0,5$.

Wynik sprawdzenia pozytywny.

4.3. Sprawdzenie poboru prądu

Sprawdzenie poboru prądu przeprowadzono przy pomocy multimetru elektronicznego V640 wg pkt 4.2.8 Programu badań prototypu po okresie 30 minut od chwili załączenia badanego wyrobu. Pomiaru dokonano po pojawieniu się sygnału stopu awaryjnego.

Nr wyrobu	I zmierzone /mA/	I dopuszczalne /mA/
1	+220, -20	+150, -50
2	+240, -20	+150, -50

Wynik sprawdzenia negatywny.

4.4. Sprawdzenie zakresu działania i wpływu oświetlenia zewnętrznego

Sprawdzenia zakresu działania i wpływu oświetlenia zewnętrznego przeprowadzono wg pktów 4.2.9 i 4.2.10 Programu badań prototypu. Pomiar oświetlenia przeprowadzono przy pomocy luksomierza dostarczonego przez OAE dla trzech punktów kątownika, do którego przymocowane były diody elektroluminescencyjne i fototranzystory. Czujnik luksomierza był przykładany zawsze w identyczny sposób kolejno do trzech fototranzystorów.

Pomiary dokonywane były przy świetle dziennym. Urządzenie badane umieszczone było podczas pomiarów zawsze w tym samym miejscu i na tej samej wysokości względem podłogi.

Osoba przesuwająca w kierunku badanego urządzenia krążek odbijający promieniowanie ubrana była w biały fartuch.

Wartości podane w tabelach nin.sprawozdania są średnimi arytmetycznymi z pięciu kolejnych pomiarów. Literą "A" oznaczono odległości między tarczą odbijającą promieniowanie a środkowym fototranzystorem przy której występuje sygnał stopu awaryjnego. Literą "B" oznaczono odległość, przy której występuje ciągły sygnał akustyczny.

4.4.1. Sprawdzenie zakresu działania i wpływu oświetlenia zewnętrznego po formalnym przekazaniu urządzenia UZ1 nr 1 do badań

Nr wyrobu	Nr szyny z elementami fotoelektr.	A /cm/	B /cm/	Oświetlenie zewnętrzne /lx/	T °C	Uwagi	B/A
1	I	75	84	103	15	* brak miejsca na ustalenie dokładnej wartości odległości B	1,2
		78	88	183			1,13
		91	105	330			1,16
		95	120	450			1,27
		105	139	853			1,32
		≥ 250	≥ 250	4066			
	II	67	75	36	15		1,13
	73	82	71	1,12			
	82	95	170	1,16			

Urządzenie nie spełnia pktu 2.1 wymagań, który mówi, że dla oświetlenia zewnętrznego w granicach od 0 do 2000 lx odległość A powinna wynosić 75 - 100 cm, a odległość B powinna wynosić 100 - 200 cm. Wynik sprawdzenia negatywny.

4.4.2. Sprawdzenie wytrzymałości na suche gorąco

Sprawdzenie zakresu działania i wpływu oświetlenia zewnętrznego po próbie wytrzymałości na suche gorąco

Nr wyrobu	Nr szyny z elementami fotoelektr.	A /cm/	B /cm/	Oświetlenie zewnętrzne /lx/	T °C	Uwagi B/A
1	I	61	72	305	14	1,18
	II	57	67	330		1,17

Wynik sprawdzenia negatywny.

4.4.3. Sprawdzenie zakresu działania i wpływu oświetlenia zewnętrznego UZ1 ^{nr 1} po regulacji i UZ1 nr 2 po formalnym przekazaniu do badań

Nr wyrobu	Nr szyny z elementami fotoelektr.	A /cm/	B /cm/	Oświetlenie zewnętrzne /lx/	T °C	Uwagi B/A
1	I	75	82	210	16	1,09
		74	90	297		1,22
79		110	390	1,39		
1	II	63	71	170	16	1,13
		68	79	283		1,16
66		82	396	1,25		
2	I	74	106	126	16	1,43
		85	119	260		1,40
90		145	364	1,52		
2	II	68	98	120	16	1,46
		77	103	247		1,34
83		125	369	1,50		

Porównanie wyników pomiarów z pkt 2.1 wymagań daje wynik negatywny. Ponieważ konstruktor urządzenia UZ1 stwierdził, że wymagania dot. tego urządzenia zostaną zmienione stosownie do wyników pomiarów przystąpiono do dalszych badań.

4.5. Sprawdzenie wytrzymałości na suche gorąco

4.5.1. Sprawdzenie zakresu działania i wpływu oświetlenia zewnętrznego po próbie wytrzymałości na suche gorąco

Nr wyrobu	Nr szyny z elementami fotoelektr.	A /cm/	B /cm/	Oświetlenie zewnętrzne /lx/	T °C	Uwagi B/A
1	I	93	> 250 [≡]	117	17	x brak miejsca na ustalenie dokładnej wartości odległości B
		87	121	290		
1	II	72	89	108	17	
		93		246		
2	I	80	124	154	17	
		99	> 250 [≡]	267		
2	II	76	114	132	17	
		93	> 250 [≡]	263		

Wynik sprawdzenia negatywny.

4.5.2. Sprawdzenie zakresu działania i wpływu oświetlenia zewnętrznego przeprowadzone w celu sprawdzenia powtarzalności charakterystyki urządzenia

Nr wyrobu	Nr szyny z elementami fotoelektr.	A /cm/	D /cm/	Oświetlenie zewnętrzne /lx/	T °C	Uwagi B/A
1	I	88	124	186	16	= brak miejsca na ustalenie dokładnej wartości
		97		190		
79	273					
2	I	74	116	305	18	
		92	162	123		
		92	133	130		
		105	> 250 ^{III}	336		
	II	105	> 250 ^{III}	366		
		82	149	103		
		76	110	110		
		92	> 250 ^{III}	327		
96	> 250 ^{III}	380				

Podczas badania urządzenia UZ1 nr 1 występowało zjawisko pojawiania się sygnału stopu awaryjnego i sygnału akustycznego, mimo braku przeszkód w odległości większej od 200 cm od badanego urządzenia. Stwierdzono, że wystarczy lekko popukać w obudowę urządzenia, lub poruszać wiązką przewodów łączących elementy fotoelektryczne z urządzeniem aby zjawisko to zanikało.

Stwierdzono, że urządzenie UZ1 nr 1 nie nadaje się do dalszych badań. Porównanie wyników pomiarów urządzenia UZ1 nr 2 z pkt 2.1 wymagań daje wynik negatywny.

4.6. Sprawdzenie wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe

4.6.1. Sprawdzenie zakresu działania i wpływu oświetlenia zewnętrznego po próbie wytrzymałości na wilgotne gorąco stałe

Nr wyrobu	Nr szyny z elementami fotoelektr.	A /cm/	Oświetlenie zewnętrzne /lx/	T °C
2	I	57	60	19
		58	77	
		60	90	
		57	130	
		59	150	
		60	165	
		58	210	
		67	270	
		68	320	
		59	630	
		72	1700	
		70	3700	
	II	57	660	19
		52	1140	
		66	3860	

Porównanie wyników pomiarów ze zmiennym przez OAE pkt 2.1 wymagań daje wynik negatywny sprawdzenia.

5. Wykaz aparatury pomiarowej

- 5.1. Zasilacz typ P303 nr 097
- 5.2. Luksomierz nr 22314
- 5.3. Multimetr V 640 nr 04673
- 5.4. Częstościomierz cyfrowy PFL21 nr 40815
- 5.5. Oscyloskop OS 150.

6. Orzeczenie

Na podstawie wyników pomiarów stwierdzamy, że wszystkie wykonane sprawdzenia, realizowane w ramach badań pełnych urządzenia zabezpieczającego robota przed wyrządzeniem krzywdy człowiekowi dały wynik negatywny, oprócz sprawdzenia kształtu impulsów nadajnika.

W związku z powyższym uważamy, że obydwa egzemplarze urządzenia zabezpieczającego robota przed wyrządzeniem krzywdy człowiekowi, oznaczone symbolem UZ1, nie spełniają wymagań sformułowanych w programie badań prototypu i wymagań normy PN-75/E-0450, dot. prób środowiskowych.

Dalsze kontynuowanie badań przy aktualnym stanie technicznym UZ1 nie ma sensu, gdyż charakterystyka urządzenia /odległość między przeszkodą odbijającą promieniowanie a badanym układem w funkcji oświetlenia zewnętrznego/ jest przypadkowa i każda następna próba da wynik negatywny.

Uwaga:

Analizę wyników badań przeprowadzonych w OCH, wykonaną przez OAE, zawiera załącznik nr 1 do nin. sprawozdania.

Wnioski OAE z wyników badań

1. Uwagi ogólne

Fakt uzyskania negatywnych wyników nie dyskwalifikuje, zdaniem konstruktora, całego urządzenia oraz możliwości jego późniejszego ewentualnego zastosowania /ewentualnego, ponieważ w chwili obecnej nie ma zamówienia ani zlecenia na kontynuowanie pracy ze względu na ograniczenie prac przy robotach przemysłowych/.

Jednym z istotnych czynników, który uniemożliwił doprowadzenie pracy do właściwego zakończenia jest znacznie skrócony czas badań - zamiast początkowo planowanych 3 miesięcy badania wykonano w ciągu miesiąca dla jednego egzemplarza prototypu i ok. 3 tygodni dla drugiego. Przyczyną jest opóźnienie wykonania przez ZD.

Rozporządzając brakującymi dwoma miesiącami można by niewątpliwie ustalić, które elementy ulegały zmianom przy próbach wytrzymałości na gorąco, a także czy przyczyną rozrzutu wyników pomiaru jest niestabilność parametrów układu czy też wpływ trudno uchwytnych czynników przy badaniach, jak różny rozkład oświetlenia całego pomieszczenia laboratorium, pozycji, miejsca i rodzaju ubrania osoby badającej, a także ewentualnie innych, znajdujących się w pobliżu osób.

Należy też zaznaczyć, że zawarte w Programie badań dane dot. oceny wyników badań są założone przez konstruktora dopiero przy opracowywaniu dokumentacji prototypu. Wynika to z bardzo krótkiego - ok. 1 miesiąca - czasu pozostałego do wykonania badań modelu. Jest to też zgodne z wnioskami komisji przyjmującej model wraz z badaniami, gdzie stwierdzono m.in. "W trakcie opracowywania dokumentacji prototypu muszą być określone ścisłe parametry techniczne". Jest jasne, że wartości tych parametrów mogą być w pewnych przypadkach zmienione na inne wartości możliwe do przyjęcia z punktu widzenia wymagań i konstrukcji.

2. Uwagi szczegółowe

2.1. Częstotliwość impulsów i pobór prądu

Nie są to parametry posiadające istotne znaczenie z punktu widzenia pracy układu. Większy o ok. 90 mA od założonego pobór prądu nie ma znaczenia z punktu widzenia obciążenia zasilacza robota, przewidzianego do zasilania układu zabezpieczającego.

2.2. Wpływ oświetlenia zewnętrznego

Pomiary nie dały wyraźnej odpowiedzi jak urządzenie pracuje przy oświetleniu zewnętrznym w granicach 0...2000lx, wykonano bowiem 5 pomiarów przy oświetleniu zewnętrznym 103...853lx, a następnie szósty pomiar dla oświetlenia 4066 lx, a więc przeszło dwukrotnie silniejszego od założonej wartości 2000 lx. Przy oświetleniu 4066 lx nie zdołano ustalić odległości zadziałania ze względu na zbyt małe wymiary sali, w której dokonywano pomiarów; w każdym razie odległość ta przekraczała bardzo znacznie przyjęty przedział. Brak natomiast pomiarów dla oświetlenia 2000 lx jak i dla 0 lx, czyli zupełnej ciemności.

Na podstawie dokonanych pomiarów można wysunąć następujące wnioski:

- A. Wpływ oświetlenia zewnętrznego na sygnał stopu awaryjnego jest większy od początkowo założonego, ponieważ dla szyny I zmienia się od 75 do 105 cm przy oświetleniu zmieniającym się w granicach 103...853 lx /dla szyny II zmiana jest 67...82 cm przy oświetleniu 36...170 lx/, a więc ok. 12 razy mniej od przyjętej górnej granicy/, podczas gdy przyjęta wartość wynosiła 75...100 cm dla oświetlenia 0...2000 lx. Ekstrapolując zależność odległości A od natężenia światła /rys.1/ dla natężeń 0 oraz 2000 lx otrzymuje się zmianę odległości zadziałania, przy której następuje zatrzymanie robota 62...125 cm. Przyjmując górną granicę natężenia światła 1000 lx otrzymuje się granice zadziałania 62...110 cm. Drogą zmiany czułości można łatwo przesunąć obie granice jednocześnie w dół bądź w górę, można jednak przyjąć, że stosunek obu wartości pozostanie nie zmieniony.
- B. Sygnał alarmu akustycznego /wartość "B"/ występuje przy odległości B zaledwie 1,13 ... 1,32 razy większej niż wartość A /stop awaryjny/ podczas, gdy powinien występować przy odległości B ok. dwukrotnie większej od odległości A stopu awaryjnego. Jest to kwestia odpowiedniego ustawienia wartości progowej.

2.3. Wytrzymałość na gorąco suche i wilgotne

Po próbie wytrzymałości na gorąco stwierdzono spadek czułości: odległości zarówno występowania stopu awaryjnego /A/, jak i sygnału akustycznego /B/ spadły o ok. 35 %, czyli więcej od przyjętej wartości dopuszczalnej. Niewątpliwie przyczyną jest tu zmiana parametrów któregoś z elementów półprzewodnikowych /względnie kilku z nich/, wynikająca z niedostatecznego wystarzenia w procesie produkcyjnym.

Należy sądzić, że sprawa zatrzymałaby się po kilku próbach wytrzymałości, a właściwą metodą jest ustalenie jakie parametry, którego, wzgl. których elementów uległy zmianie i określenie odpowiedniej technologii starzenia tego elementu; znaczne skrócenie czasu badań nie pozwoliło na dokonanie tego rodzaju ustaleń. Podobnie przedstawia się sprawa badań po próbie na wilgotne gorąco stałe - stwierdza się zmniejszenie czułości. Należy zaznaczyć, że jedynie po próbie wytrzymałości na gorąco wilgotne przeprowadzono badanie w pełnym zakresie oświetlenia zewnętrznego; wykonano pomiary przy natężeniach światła 1700 lx i 3700 lx. Stwierdzono /rys.2/, że odległość A wzrasta o ok. 25 % przy wzroście natężenia światła od praktycznie zera do nawet prawie 4000 lx.

3. Zakres wykonanych badań

Wykonane badania obejmują większość podstawowych badań pełnych przewidzianych dla prototypu /Program badań/prototypu, sprawozdania nr rej. 4626, str.9/.

Ze względu na brak czasu i trudności techniczne nie wykonano następujących badań:

- spr. poziomu emitowanych zakłóceń radioelektrycznych,
- spr. odporności na zakłócenia elektromagnetyczne,
- spr. działania w warunkach podwyższonej temperatury,
- spr. wytrzymałości na narażenia występujące w czasie transportu,
- spr. odporności na wibracje.

4. Zreasumowanie wyników

Uzyskane wyniki potwierdzają zasadność przyjętej metody oraz układu. Należy wyróżnić dwa rodzaje rozrzutu danych pomiarowych w stosunku do założonych wartości oraz różne przyczyny powodujące ten rozrzut.

A. Kolejne wyniki pomiarów dokonywanych w zasadzie w tych samych warunkach otoczenia przy zmieniającej się odległości krążka pomiarowego odbijającego promieniowanie.

Przyjęta metoda pomiaru jest prosta ale prymitywna i nie eliminuje wpływu szeregu czynników ubocznych jak różny i podlegający pewnym zmianom rozkład oświetlenia całego pomieszczenia hali laboratoryjnej, pozycji miejsca i rodzaju ubrania osoby badającej, a także i ewentualnych innych, znajdujących się w pobliżu osób. Brak czasu nie pozwolił na przeprowadzenie dokładnych badań oddziaływania wymienionych i innych czynników wpływowych.

11

Dodatkowym czynnikiem posiadającym z założenia istotny wpływ na wyniki pomiarów jest oświetlenie zewnętrzne. Wiadomo, że przy jednakowym, określonym natężeniu światła w otoczeniu elementów fotoelektrycznych może być różne natężenie światła padającego na sam fototranzystor - w zależności od kąta padania i stopnia rozproszenia. Także znaczenie posiada oświetlenie zewnętrzne krążka oświetlanego podczerwienią.

Niewątpliwie najważniejszą metodą badań byłoby wykonanie i zastosowanie urządzenia, w którym odbijający się krążek, wzgl. inny element, nawet manekin człowieka, przesuwany byłby zdalnie np. przy pomocy linek, a całość umieszczona byłaby w pomieszczeniu zaciemnionym od światła dziennego i oświetlonym sztucznie w ściśle określony i kontrolowany sposób np. przez zmianę napięcia zasilania nieruchomych żarówek.

Wszystkie wymienione czynniki, nowe w stosunku do dotychczasowej praktyki badań w MERA PIAP, powinny być dokładnie przebadane, przeanalizowane i uwzględnione. W tym celu zaplanowano na okres 3 miesięcy 1100 godz. dla OBN i 450 godz. dla OAE, czyli przez cały czas 2 1/2 osoby z OBN i 1 osoba z OAE.

B. Wpływ badań wytrzymałości na suche i wilgotne gorąco

Po badaniach tych stwierdzono wyraźny, większy od założonego, spadek czułości; nastąpiło zmniejszenie odległości zadziałania stopu awaryjnego o ok. 30 % /zamiast dopuszczalnych zmian 25 % spowodowanych wszystkimi czynnikami/. Zbliżony wpływ wywiera badanie wytrzymałości na wilgotne gorąco. Trudno jest zresztą ściśle stwierdzić, wobec wyżej omówionych wpływów przypadkowych, czy zmiany są spowodowane wyłącznie wpływem przeprowadzonych badań wytrzymałości, czy też innymi czynnikami, w tym głównie innym rozkładem oświetlenia całej hali pomiarowej. Badania wytrzymałości należałoby przeprowadzić kilkakrotnie, po każdej próbie należy pomierzyć dokładnie szereg parametrów wewnętrznych układu /napięcie, częstotliwość i kształt impulsów/ przy bardzo ściśle zachowanych warunkach pracy układu, który powinien być umieszczany zawsze w jednakowym miejscu takiego samego pomieszczenia o niezminionej konfiguracji wnętrza. Pomieszczenie powinno być zaciemnione od światła zewnętrznego i ewentualnie oświetlone sztucznie w niezmienny sposób. Należy unikać obecności ludzi w pomieszczeniu, w którym prowadzone są badania.

Dla dokładnego przebadania układu elektronicznego można umieścić ten ostatni na zewnątrz pomieszczenia, w którym znajdują się elementy fotoelektryczne i optoelektryczne, a połączenie zrealizować

zować przy pomocy przedłużonych przewodów.

5. Zalecenia na przyszłość

W przypadku zaistnienia potrzeby produkcji urządzenia zabezpieczającego należy pracę kontynuować.

Harmonogram należy zacząć od etapu "Dalsze badania prototypu i weryfikacja dokumentacji", na który należy przewidzieć co najmniej 3 do 4 miesięcy; brakujące 2 miesiące na wykonanie do końca pełnych badań prototypu wraz z wyjaśnieniem niejasności opisanych wyżej, a następnie co najmniej 1 do 2 miesięcy na poprawę dokumentacji. Dalsze etapy będą zgodne z etapami występującymi normalnie przy wdrażaniu do produkcji.

Otwartą sprawą jest możliwość wykorzystania urządzenia do zabezpieczenia całkowicie innych od robotów urządzeń. Mogą to być zarówno obiekty muzealne czy sakralne, jak i urządzenia niebezpieczne dla człowieka, np. promieniujące.

W takim przypadku konstrukcja, obudowa, sposób zasilenia, zasięg, sposób sygnalizacji musiałyby ulec zmianie stosownie do wymagań użytkownika.

Opracował:

doc.dr inż. Stanisław Wydźga