

442
PRZEMYSŁOWY INSTYTUT AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

Ośrodek Badań Niezawodności i Jakości

Grupa Problemowa d/s Kompatybilności Elektromagnetycznej

Główny wykonawca

Wykonawcy mgr inż. Cz. Godzisz, tech. T. Jagóra

Konsultant

Nr zlecenia
5020

Badania odporności układu sterowania
IRp-6 na zakłócenia impulsowe
nanosekundowe.

Zleceniodawca MERA ZAP, ul. Krotoszyńska 35, Ostrów Wlkp.

Pracę rozpoczęto dnia 91.02.05
Kierownik Gr.Pr.

Cz. Godzisz
mgr inż. Cz. Godzisz

zakończono dnia 91.02.20
Kierownik OBN

St. Budzyński
dr inż. St. Budzyński

Praca zawiera:

stron 10

rysunków 1

fotografii

tabel

tablic 2

załączników

Rozdzielnik - ilość egz:

Egz. 1 BOINTE

Egz. 2 ZAP

Egz. 3 OBN

Egz. 4 ZAP

Egz. 5

Egz. 6

Nr rejestr. 6605

Nie udostępniać bez zgody Zleceniodawcy.

Analiza deskryptorowa

AUTOMATYKA PRZEMYSŁOWA: ROBOTY + KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA:
ROBOT IRp-6. BADANIA.

Analiza dokumentacyjna

Sprawozdanie zawiera wyniki badań zakłócalności impulsowej nano-
sekundowej zmodernizowanego robota IRp-6. Badania przeprowadzono
metodami określonymi w PN-86/E-06600. Sformułowano wnioski i za-
lecenia dotyczące montażu i dalszych badań.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Badania specjalne KEM robota IRp-6.

sprawozdanie PIAP nr rej. 6153 /1988 r.

UKD

PIAP 41/88 10000

2

S P I S T R E Ś C I

	str.
1. Przedmiot i zakres badań	1
2. Warunki badań	1
3. Wyniki pomiarów	3
4. Wyniki dodatkowych prób	7
5. Ocena wyników	7
6. Zalecenia	9
7. Wnioski końcowe	10

1. Przedmiot i zakres badań

Celem badań zakłócalności robota IRp-6 było określenie odporności na zakłócenia impulsowe nanosekundowe egzemplarza robota z częścią manipulacyjną produkcji ZHC, sterowaną zmodernizowaną szafą sterowniczą z panelem programowania WINUEL. Modernizacja szafy polegała na zastąpieniu kasety i pakietów PROWAY kasetą i pakietami WINUEL oraz pamięci kasetowej pamięcią masową typu RAM-karta.

Za zgodą Zleceniodawcy badania ograniczono do badań zakłócalności dla zakłóceń impulsowych nanosekundowych 5/50 ns wg PN-86/E-06600. Ograniczenie to wynikało z następujących przesłanek:

- wyniki dotychczasowych badań KEM robotów wykazały, że pomiary zakłócalności impulsowej nanosekundowej umożliwiają obiektywną ocenę rozwiązań konstrukcyjnych robota zmodernizowanego i robota dotychczas produkowanego (sprawozdanie PIAP nr 6153/88) - Badania specjalne KEM robota IRp-6);
- egzemplarz zmodernizowanego robota IRp-6 nie posiada jeszcze w pełni uruchomionego oprogramowania (przykładowo obsługi zapisu programu użytkowego na RAM karcie, obsługi we/wy obiektowych) oraz opracowanej dokumentacji, stąd wyniki badań tego egzemplarza nie mogą być traktowane jako badania prototypu. Wnioski i zalecenia z badań mogą być wprowadzone do opracowywanej dokumentacji prototypu.

Ze względu na brak dokumentacji na pakiety i panel programowania sformułowane zalecenia ograniczono do obwodów zasilania i okablowania szafy.

2. Warunki badań

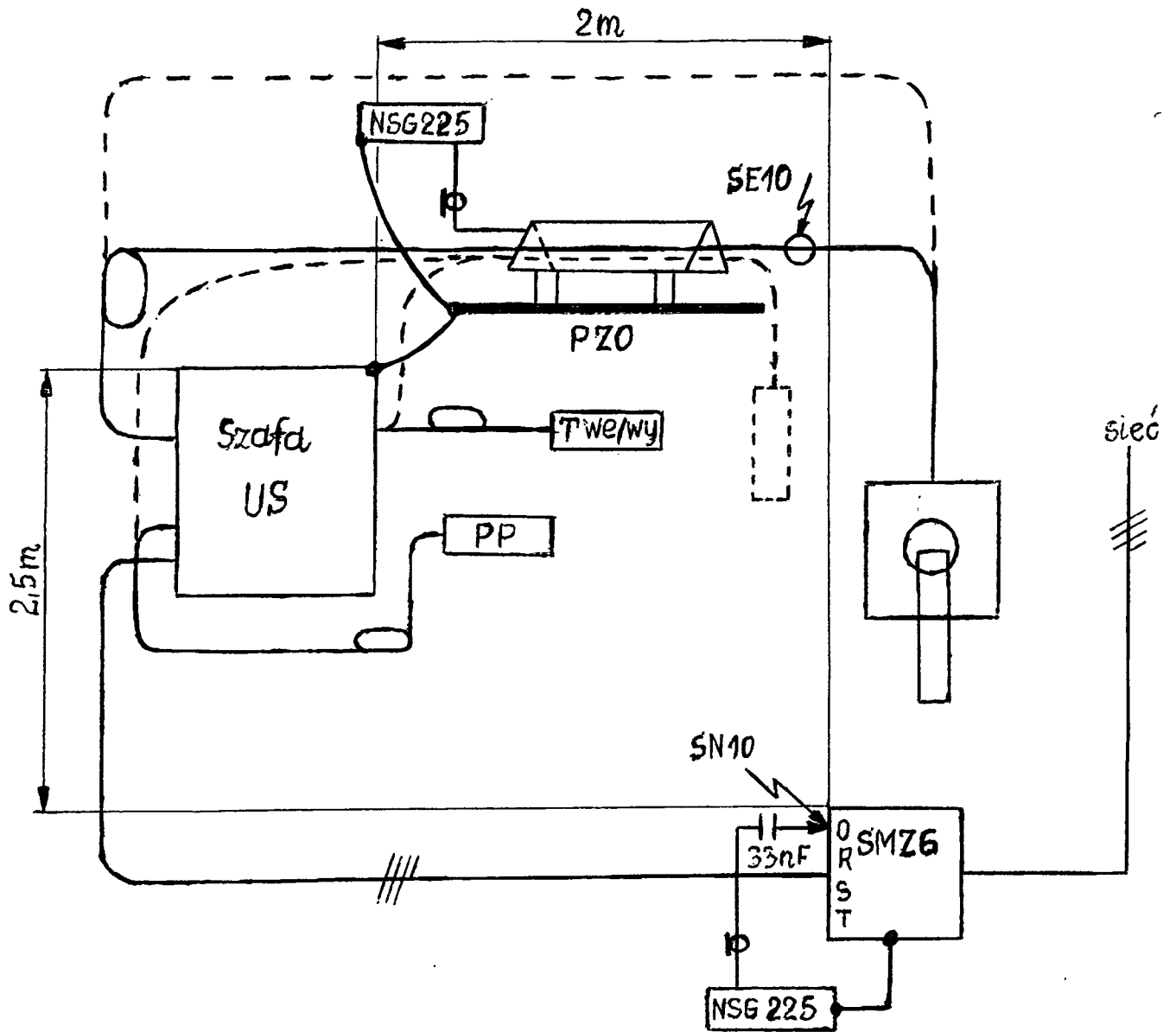
Badania robota przeprowadzono na stanowisku badawczym ZAP.

Usytuowanie urządzeń pokazano na rys.1.

Program testowy, opracowany przez Zleceniodawcę, zawierał punkt kontrolnego pozycjonowania oraz programy ruchów pojedynczych osi w dopuszczalnych zakresach ruchu stosowane przy uruchamianiu robota.

Czas realizacji pełnego cyklu programu wynosił ok. 110 s.

Badania przeprowadzono z obciążonym robotem.



Rys.1. Usytuowanie urządzeń robota w czasie badań
PP - panel programowania, Twe/wy - tester we/wy

Robot zasilano przez sieć sztuczną typ SMZ6 (INCO, adaptacja ZAP). Przy zakłócaniu obwodu sieciowego robota zakłócenia wprowadzano na kolejne przewody kabla zasilającego (R,S,T,0) poprzez pojemność sprzęgającą 33 nF (metoda symulacji SN10). Zakłócenia kabli do manipulatora, panelu programowania i we/wy (przyłączonego testera we/wy) zrealizowano klamrą pojemnościową typ SCHAFFNER (metoda symulacji SE10). Źródłem zakłóceń impulsowych był symulator typ NSG225 SCHAFFNER. Płaszczyznę ziemi odniesienia dla klamry pojemnościowej połączono z obudową szafy sterowniczej.

Panel programowania był umieszczony na zewnątrz szafy ok. 0,4 m nad podłogą. Nadmiary kabli były zwinięte w płaskie pętle, zgodnie z zaleceniem PN-86/E-06600.

Czas narażania zakłóceniami i obserwacji objawów zakłóceń robota ustalono na trzy pełne cykle programu testowego i wynosił on ok. 330 s (5,5 min).

Obserwacje objawów zakłóceń obejmowały:

- manipulator - poprawność wykonywania zaprogramowanych ruchów, pozycjonowanie w punkcie kontrolnym, płynność ruchów w tym drgania lub uderzenia końcówki narzędzia
- szafa - obserwacja elementów sygnalizacyjnych na pulpicie operatorskim, elementów sygnalizacyjnych na pakietach, sterownikach osi
- panel programowania - poprawność wyświetlanych komunikatów i stanów elementów sygnalizacyjnych, zdolność reakcji na działania obsługowe operatora
- tester we/wy przyłączony do obwodów we/wy szafy - stany lampek sygnalizacyjnych na wyjściach.

3. Wyniki pomiarów

Wyniki pomiarów zakłócalności robota (bez zmian w układach) przedstawiono w tabl.1, po wprowadzeniu zmian w tabl.2.

W tablicach wprowadzono skrótowe oznaczenia objawów zakłóceń:

(-) oznaczenie ogólne, bez objawów zakłóceń

- dla manipulatora:

DM - drgania manipulatora (narzędzia) w czasie narażania zakłóceniami, objawiającymi się również stukami

- dla szafy:

LSPwym - miganie lampek sygnaliz. na pakiecie wyjść (również lampek na testerze wyjść) w takt zakłóceń

OVERCURRE(X) - chwilowe zapalenia się lampki przekroczenia prądu w sterowniku silnika osi (X) w trakcie wykonywania ruchów

- dla panelu programowania:

- BK - błędne komunikaty, zwykle oprócz normalnego komunikatu o realizowanej instrukcji w pierwszym wierszu pojawienie się dodatkowych informacji w obu wierszach nie przewidzianych w tym trybie pracy panelu
- LS(-) (-/+) - niekontrolowane wymaszenie, zapalenie lub chwilowe wysterowanie lampek sygnalizacyjnych panelu
- BO - blokada obsługi przycisków panelu, panel pod wpływem zakłóceń przechodził w stan braku reakcji na przyciski (np. STOP) przywrócenie stanu poprawnego wymagało chwilowego odłączenia panelu od szafy lub wyłączenia i załączenia zasilania sieciowego robota

Wyniki pomiarów zakłócalności podane w tabl.2 dotyczą robota z następującymi zmianami wprowadzonymi w szafie:

- Z1 - na listwie zaciskowej krosującej obwody zasilania 24 V przyłączono kondensator odsprężający 0,1 μ F (pomiędzy zaciski +, -)
- Z2 - rozłączono połączenie między biegunem -24 V zasilacza i biegunem -5 V zasilacza sterowników silników. Wprowadzono połączenie bieguna (-) wyjścia prostownika zasilającego obwody silników z zaciskiem ochronnym. W rezultacie tych zmian z zaciskiem ochronnym są połączone biegun -24 V i -Up obwodu zasilającego silniki.

Tabl.1. Zakłócalność zmodernizowanego robota IRp-6 (impulsy nanosekundowe 5/50 ns)

Amplituda i polaryzacja impulsów (kV)	Obwód zakłócany	Objawy zakłóceń		
		manipulator realizujący program	panel programowania	szafa
±0,5 ±1,0 ±2,0 +4,0 -4,0	SIEĆ			
	RSTO	-	-	-
	RSTO	-	-	-
	R	-	-	-
	STO	-	-	LSP wym
	R	-	BK	-"-
	ST	-	-	-"-
	O	-	BK, LS _i +/-	-"-
	RS	-	-	-"-
	T	-	BK, LS-	-"-
O	-	LS -/+	-"-	
±0,5 ±1,0 ±2,0	kable do manip.	-	-	-
		-	-	-
		-	BK, LS-, B0	LSP wym
±0,5 ±1,0 +2,0 -2,0	kabel we/wy	-	-	LSP wym
		-	-	-"-
		DM	BK, LS+/-, B0	j.w. oraz OVERCURR
		DM	LS-	-"-
±0,5 +1,0 -1,0	kabel do panelu progr.	-	BK, LS+/-, B0	-
		-	BK, LS+/-	-
		-	BK, LS+/-, B0	-

OVERCURR - chwilowa sygnalizacja przeciążeń dla sterowników w osiach φ , θ , α .

Tabl.2. Zakłócalność zmodernizowanego robota IRp-6 z wprowadzonymi zmianami Z1 i Z2 (impulsy nanosekundowe 5/50 ns)

Amplituda i polaryzacja impulsów kV	Obwód zakłócany	Objawy zakłóceń		
		manipulator realizujący program	panel programów	szafa
	SIEĆ			
+0,5	RSTO	-	-	-
+1,0	RSTO	-	-	-
+2,0	RSTO	-	-	-
+4,0	RSTO	-	-	LSP wym
-4,0	RSTO	-	-	LSP wym, większa intensywność
+0,5	kable do manipulatora	-	-	-
+1,0		-	-	-
+2,0		-	-	LSP wym
+0,5	kabel we/wy	-	-	-
+1,0		-	-	LSP wym
+2,0		DM	BO	j.w, OVERCJRR
-2,0		DM	-	"-

4. Wyniki dodatkowych prób

1. Stwierdzono, że fakt migania lampki sygnalizacyjnej pakietu wyjściowego nie jest związany z wysterowaniem wyjścia. Przy obciążeniu wyjścia rezystorem 22 ohm nie obserwuje się migania lampki tego obciążonego wyjścia.

Należy przypomnieć, że program testowy nie obejmował obsługi we/wy obiektowych. Pomiar zakłócalności określił tylko wpływ zakłóceń na bierny stan wyjść. Dla wejść pomiar przeprowadzono dla obu stanów wejść - aktywnego i biernego.

2. Dla wyjaśnienia drogi zakłócenia manipulatora (drżania) od we/wy obiektowych przeprowadzono szereg prób.

Stwierdzono, że drżania występują:

- przy odłączonych kablach od pakietów we i wy
- j.w. odłączonym obwodzie zasilania 24 V przy złączu SZR we/wy.

Na podstawie powyższych prób można wnioskować, że zakłócenia z obwodów we/wy oddziałują przez pojemnościowe sprzężenia montażowe. Przeprowadzone oględziny potwierdziły fakt występowania wspólnych tras kabli obwodów we/wy, kabli łączących pakiety i sterowniki silników, obwodów zasilania sterowników silników. Fakt ten występuje w przestrzeni pomiędzy kasetą i sterownikami silników.

3. Dla wyjaśnienia niskiej odporności panelu programowania przeprowadzono oględziny rozwiązań konstrukcyjnych. Stwierdzono, że obwody zasilania 24 V i przycisku "stop awaryjny" są wprowadzone na płytkę elektroniki jako przejściowe ścieżki. Próby odsprężenia tych obwodów kondensatorami nie przyniosły radykalnej poprawy. Ze względu na brak dokumentacji panelu programowania i pakietu obsługującego interfejs do panelu programowania, dalszych zmian i prób nie przeprowadzono.

5. Ocena wyników

1. Odporność robota na zakłócenia impulsowe nanosekundowe 5/50 ns:

a) od strony sieci zasilającej

Po wprowadzeniu zmian Z1 i Z2 uzyskano poziom odporności 4 kV (SN10) Uzyskany poziom jest wyższy od poziomu osiąganego w dotychczasowych rozwiązaniach IRp-6 i wymaganego w ZN dla IRp-6 (2 kV).

Według wymagań PN-86/E-06600 badany egzemplarz może być zaliczony do wykonania W3 "o wysokiej odporności na zakłócenia".

b) oddziaływujące na kabel do manipulatora

Po wprowadzeniu zmian Z1 i Z2 uzyskano poziom odporności 2 kV (SE10). Osiągnięty poziom jest wyższy od uzyskiwanego i wymaganego w dotychczasowym wykonaniu IRp-6 (1 kV). W oparciu o wymagania PN badany egzemplarz może być również zaliczony do wykonania W3 "o wysokiej odporności na zakłócenia".

c) oddziaływujące na kabel (obwody) wejścia/wyjścia obiektowe

W badanym egzemplarzu osiągnięto poziom 1 kV (SE10). Jest to poziom wymagany w dotychczasowym wykonaniu IRp-6. Według PN badany egzemplarz może być zaliczony do wykonania W2 "o podwyższonej odporności". Przy wyższym poziomie zakłóceń występują chwilowe zakłócenia sterowania silników objawiające się drganiem manipulatora i chwilowymi OVERCURRE sterowników silnika.

d) oddziaływujących na kabel do panelu programowania

W badanym egzemplarzu osiągnięto poziom odporności poniżej 0,5 kV (SE10). Jest to poziom niższy od wymaganego w dotychczasowych rozwiązaniach IRp-6 (1 kV), jak i wymaganego dla programowanych sterowników o podwyższonej odporności wg projektu IEC 65A/C0/1998 (0,5 kV).

Niski poziom odporności wynika z zakłócania się układów panelu programowania, blokady obsługi przycisków.

Nie stwierdzono zakłóceń w realizacji programu testowego przy poziomie zakłóceń 1 kV.

2. Należy zaznaczyć, że poziomy odporności dotyczą tylko zakłóceń impulsowych nanosekundowych określonych na podstawie badań egzemplarza z niepełnym uruchomionym oprogramowaniem. Dotyczy to głównie oprogramowania umożliwiającego zapisanie programu użytkowego (nauczonego) na RAM-karcie oraz umożliwiającego zaprogramowanie obsługi we/wy obiektowych.

Na podstawie analizy uzyskanych wyników można sformułować następujące wnioski:

- należy podwyższyć odporność panelu programowania do poziomu co najmniej 1 kV, konieczne wyeliminować zjawisko blokowania obsługi przycisków;
- należy wyeliminować drgania manipulatora przy zakłócaniu we/wy przy poziomie 2 kV.

Umożliwi to uzyskanie dla całego robota poziomu odporności W3 jak dla wykonania "o wysokim poziomie odporności" wg PN-86/E-06600.

M

6. Zalecenia

1. Wprowadzić połączenie ujemnego bieguna napięcia wyjściowego prostownika do szyny ochronnej (na zaciskach listwy krosowej Up).
Usunąć połączenie pomiędzy zasilaczem sterownika osi i zasilaczem 24 V (biegunami ujemnymi zasilacza -24 V -5 V)
2. Wprowadzić połączenie ujemnego bieguna obwodu zasilania 24 V z szyną ochronną, bezpośrednio z listwy zacisków krosowych tego obwodu, zamiast z bieguna ujemnego zasilacza -24 V
3. Wydzielić ze wspólnej wiązki przewody obwodów zasilania kasety WINUEL, poprowadzić je oddzielną trasą
4. Wprowadzić kondensatory ceramiczne o pojemności 0,1 μF na zaciskach wyjściowych zasilaczy
5. Skrócić kable łączące sterowniki osi (pakiety) ze sterownikami silników. Odseparować je od kabli obwodów we/wy
6. Rozważyć możliwość wydzielenia kabli obwodów we/wy i prowadzenia ich trasą odseparowaną odległościowo od kabli innych obwodów. (przykładowo powyżej górnej krawędzi kasety)
7. Przy okablowaniu obwodów łączących szafę z manipulatorem i obwodów w manipulatorze zachować zasady stosowane dotychczas w robotach IRp-6 (pary skręcane, ekranowanie, grupowanie obwodów o podobnym charakterze sygnałów)
8. W panelu programowania usunąć z płytki obwody 24 V i STOP AWAR, poprowadzić je parami skręcanymi w ekranach bezpośrednio od złącza do przetwornicy i przycisku. Wprowadzić kondensatory odsprężające (ceramiczne rzędu 33 nF do 100 nF) w tych obwodach
9. Przeprowadzić analizę oprogramowania panelu na okoliczność blokowania obsługi przycisków, zakłócania się stanów lampek sygnalizacyjnych
10. Przy finalizowaniu oprogramowania należy zwrócić uwagę na poprawną obsługę lampki sygnalizacyjnej RAM oraz we/wy obiektowych. W czasie badań wystąpiły dwa przypadki utraty programu użytkowego
11. Skuteczność ekranu na kablu lub wiązce zależy od poprawnego wykonania jego połączenia z listwą ochronną. Połączenie to powinno być najkrótsze. Proponuje się rozważyć wprowadzenie specjalnej listwy ochronnej pod kasetą do krótkich połączeń ekranów kabli i wiązek wprowadzanych na pakiety kasety.

7. Wnioski końcowe

1. Wyniki badania zmodernizowanego robota IRp-6 wskazują, że możliwe jest osiągnięcie dla robota poziomu odporności W3 (wykonanie o wysokim poziomie odporności na zakłócenia wg PN-86/E-06600), poziomu odporności wyższego niż w dotychczasowych rozwiązaniach (p.p.6). Wymaga to poprawy odporności panelu programowania i zlikwidowania zjawiska zakłócania manipulatora (drgań manipulatora) przy zakłócaniu we/wy obiektowych (p.p.5.1.c). Poprawa odporności powinna wystąpić po wprowadzeniu zaleceń p.p.6).
2. Ponieważ Zleceniodawca nie dysponował dokumentacją panelu programowania i pakietem jego obsługi, zaproponowane w zaleceniach środki mogą być nie wystarczające. Proponuje się przeprowadzić badania i poprawę odporności panelu programowania pracującego samodzielnie (bez współpracy z szafą). W tym przypadku program testowy wewnętrzny panelu musi zapewnić również obsługę interfejsu pracującego przy zwartych na sobie TxD i RxD. Zakres tych badań powinien objąć sprawdzenie zakłócalności panelu na zakłócenia impulsowe nanosekundowe, dużej energii oraz na wyładowania elektryczności statycznej ESD.
3. Należy przeprowadzić badania pełne prototypu zmodernizowanego robota IRp-6. W dokumentacji konstrukcyjnej prototypu należy uwzględnić zmiany zaproponowane w niniejszym sprawozdaniu.
4. Proponuje się rozważyć problematykę bezpieczeństwa obsługi w trybie uczenia robota z panelu programowania. W obecnym rozwiązaniu istnieje zagrożenie uruchomienia robota z panelu operacyjnego szafy bez wiedzy obsługującego panel programowania. W związku z tym proponuje się, w oparciu o wymagania podane w dokumencie IEC 44/SC/122 Electrical equipment of industrial machines. Part 1: General requirements (revision publ. IEC 204-1), przeprowadzić analizę rozwiązań i wybrać najlepsze.