

074

**DOKUMENT WZORCOWY****ZESPÓŁ INTELIGENTNYCH SYSTEMÓW MOBILNYCH**  
Nazwa ONB/ZNB

A

Główny wykonawca

**Prof. Andrzej Masłowski**

Wykonawcy:

Mgr inż. Adam Andrzejuk

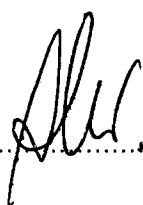
Mgr inż. Piotr Szynkarczyk

Mgr inż. Lech Szumilas

**MOBILNY ROBOT INTERWENCYJNO-INSPEKCYJNY****ETAP VII**BADANIA PROTOTYPÓW PODSYSTEMÓW ROBOTA ORAZ  
WERYFIKACJA DOKUMENTACJI  
/DOT. ELEKTRONICZNYCH PODSYSTEMÓW ROBOTA/*(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)*

Zleceniodawca

KBN

KIEROWNIK ZESPOŁU  
Inteligentnych Systemów Mobilnych  
prof. dr hab. inż. Andrzej Masłowski

Pracę zakończono dnia 31.01.1998

Nr arch. 7538

Nr zlecenia

1719C, 9651C

1

## Analiza deskryptorowa

Roboty interwencyjne, roboty inspekcyjne, roboty mobilne.

## Abstrakt

Praca zawiera opis wykonanych w niniejszym etapie badań prototypów elektronicznych podsystemów robota interwencyjno-inspekcyjnego oraz weryfikacji dokumentacji.

## Tytuły poprzednich sprawozdań

- I. Opracowanie szczegółowych założeń.
- II. Przeprowadzenie analizy oferty rynkowej producentów elementów i podzespołów robota.
- III. Opracowanie dokumentacji wstępnej prototypu robota interwencyjno-inspekcyjnego.
- IV. Zakupy dostępnych w ofercie handlowej elementów i podsystemów robota interwencyjno inspekcyjnego
- VI. Wykonanie prototypów podsystemów robota

## Rozdzielnik

Egz. 1 .....

Egz. 2 .....

Egz. 3 .....

## SPIS TREŚCI

<b>1. WSTĘP .....</b>	<b>3</b>
<b>2. BADANIA KOMPUTERA ROBOTA MOBILNEGO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. BADANIA KOMPUTERA PULPITU STEROWNICZEGO .....</b>	<b>4</b>
<b>4. BADANIA PODSYSTEMU ZBIERANIA INFORMACJI Z CZUJNIKÓW ODLEGŁOŚCI.....</b>	<b>4</b>
4.1 BADANIA DOKŁADNOŚCI CZUJNIKÓW.....	5
4.2 BADANIA WZAJEMNEGO ZAKŁÓCANIA SIĘ CZUJNIKÓW.....	6
4.3 BADANIA WPLYWU NAPIĘCIA ZASILANIA NA WSKAZANIA CZUJNIKÓW .....	6
<b>5. BADANIA PODSYSTEMU ZBIERANIA INFORMACJI Z KAMER .....</b>	<b>7</b>
<b>6. BADANIE PODSYSTEMU KOMUNIKACJI RADIOWEJ .....</b>	<b>8</b>
<b>7. BADANIA PODSYSTEMU ZASILANIA.....</b>	<b>9</b>
<b>8. BADANIA PODSYSTEMU STEROWANIA I WIZUALIZACJI .....</b>	<b>11</b>
<b>9. BADANIA PODSYSTEMU NAPĘDU ROBOTA.....</b>	<b>11</b>
<b>10. WNIOSKI.....</b>	<b>11</b>
<b>ZAŁĄCZNIK NR 1 .....</b>	<b>12</b>

## 1. WSTĘP

W niniejszym zadaniu badawczym wykonano badania następujących prototypów podsystemów elektronicznych mobilnego robota interwencyjno-inspekcyjnego:

- a) komputera robota,
- b) komputera pulpitu,
- c) podsystemu zbierania informacji z czujników odległości,
- d) podsystemu zbierania informacji z kamer,
- e) podsystemu komunikacji radiowej,
- f) podsystemu zasilania,
- g) podsystemu sterowania,
- h) podsystemu wizualizacji.

Na podstawie otrzymanych wyników dokonano weryfikacji dokumentacji, a w niektórych przypadkach, co zostało opisane w poniższym sprawozdaniu, wymieniono podsystemy na takie, które spełniają zarówno wymagania przyszłych użytkowników jak i założone parametry techniczne robota interwencyjno-inspekcyjnego. Ze względu na to, że wszystkie podsystemy działają pod kontrolą oprogramowania stanowiącego system operacyjny robota oraz, że występują wzajemne zależności pomiędzy poszczególnymi podsystemami, wykonanie kompleksowych badań wszystkich podsystemów będzie możliwe dopiero w etapie 9 realizowanego projektu p.t. „Badania prototypu robota”.

## 2. BADANIA KOMPUTERA ROBOTA MOBILNEGO

W przypadku komputera pokładowego robota mobilnego, wszelkie badania dotyczące parametrów technicznych zostały wykonane i są gwarantowane przez firmę OR Industrial Computers. Badania wykonane przez Wykonawcę projektu miały na celu sprawdzenie współdziałania komputera z modułami wyjść cyfrowych VMIO-10 i VMIO-17, modułami wejść cyfrowych VMIO-16, oraz modułami przetworników analogowo-cyfrowych VADC-20.

Po zainstalowaniu wszystkich kart do komputera nie zostały zarejestrowane żadne konflikty sprzętowe. W celu dokonania dalszych badań niezbędne było zainstalowanie na komputerze oprogramowania zawierającego system operacyjny QNX oraz kompilator języka C++.

W czasie instalacji systemu operacyjnego w wersji 4.22 ujawnił się brak pełnej kompatybilności komputera w wersji VME z typowymi komputerami PC, na których wymieniony system operacyjny pracował bez zarzutu. Powodowało to niestabilną pracę komputera, błędy w trakcie włączania komputera oraz trudności z instalacją oprogramowania. Aby zapewnić w pełni stabilną pracę systemu, po konsultacji z producentem komputera, zakupiono najnowszą wersję systemu operacyjnego. Po wymianie oprogramowania komputer pracuje w pełni stabilnie.

Po instalacji oprogramowania wykonano testy pamięci, dysku twardego, stacji dyskietek oraz prędkości komputera. Wszystkie testy wypadły pomyślnie.

Kolejnym etapem badań komputera było sprawdzenie poprawności konfiguracji sprzętowej zainstalowanych przetworników. W tym celu przeprowadzono analizę ustawień fabrycznych dotyczących przerwań oraz przestrzeni adresowej poszczególnych modułów. W modułach wejść-wyjść cyfrowych fabryczne ustawienia przerwań zostały ustawione na IRQ 2. Takie ustawienia powodowałyby niejako równoległe działanie wszystkich kart, co jest niedopuszczalne. W związku z tym dokonano zróżnicowania przerwań od IRQ 2 do 6 oraz przestrzeni adresowej od A08 do A15.

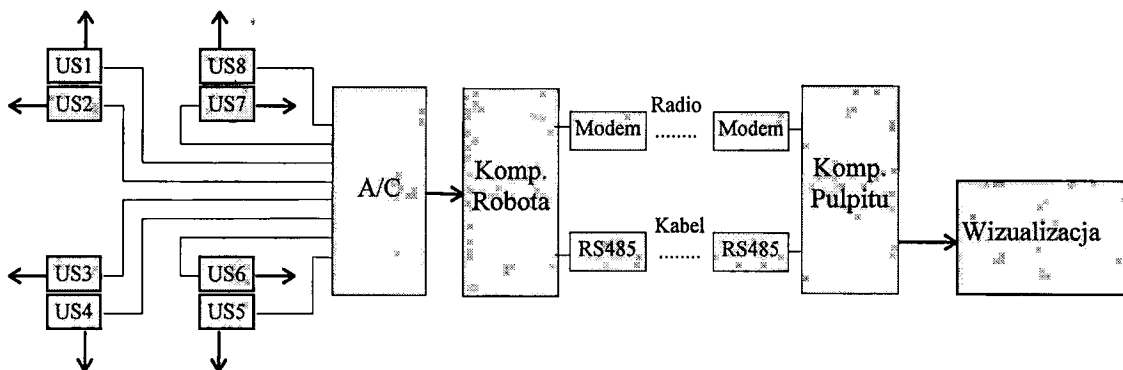
Dalsze badania poprawności działania poszczególnych kart przetworników oraz komputera pokładowego robota będą możliwe dopiero po zakończeniu etapu tworzenia oprogramowania robota.

### 3. BADANIA KOMPUTERA PULPITU STEROWNICZEGO

Badania komputera pulpitu sterowniczego przeprowadzono w sposób analogiczny do badań komputera pokładowego robota. Podobnie jak w przypadku komputera pokładowego robota, badania te zakończyły się wynikiem pozytywnym.

### 4. BADANIA PODSYSTEMU ZBIERANIA INFORMACJI Z CZUJNIKÓW ODLEGŁOŚCI

Rys. 4.1 przedstawia podsystem zbierania informacji z czujników odległości. Sygnał analogowy z czujników ultradźwiękowych przetwarzany jest w przetworniku analogowo cyfrowym i przesyłany w postaci cyfrowej drogą radiową lub kablową do komputera pulpitu sterowniczego, gdzie jest interpretowany i przedstawiany w formie graficznej na monitorze pulpitu. Na aktualnym etapie realizacji projektu możliwe było przeprowadzenie badań samych czujników odległości, natomiast cały tor pomiarowy będzie można sprawdzić dopiero po zakończeniu etapu oprogramowania robota.



Rys. 4.1 Podsystem zbierania informacji z czujników odległości

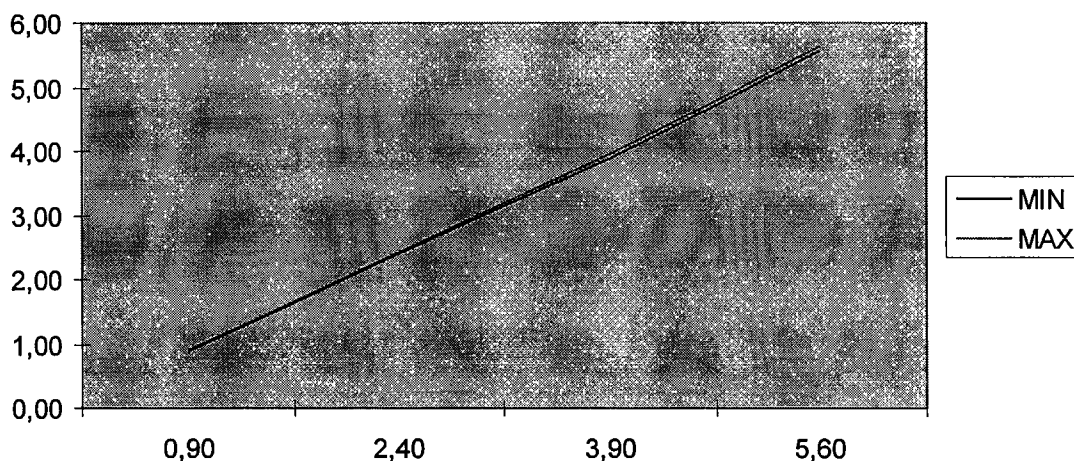
W ramach badań dokonano sprawdzenia dokładności czujników odległości, zakresu ich działania, kąta rozwarcia wiązki, wzajemnego zakłócania się czujników oraz wpływu napięcia zasilania na wskazania czujników. Parametry odporności na wpływy atmosferyczne oraz mechaniczne są gwarantowane przez producenta czujników.

#### 4.1 BADANIA DOKŁADNOŚCI CZUJNIKÓW

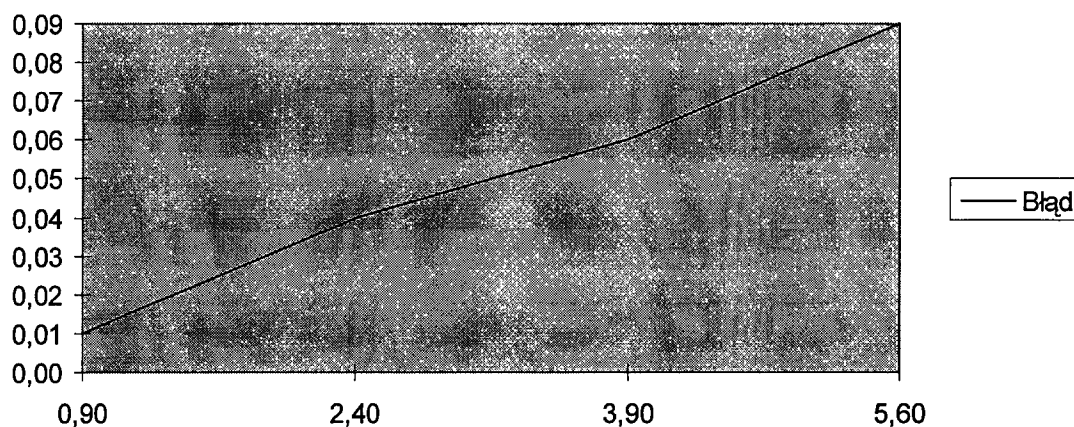
L.p -	Odległość rzeczywista [m.]	Wskazanie Min [m]	Wskazanie Max [m]	Margines Błędu [m]
1	0,90	0,90	0,91	0,01
2	2,40	2,39	2,43	0,04
3	3,90	3,88	3,94	0,06
4	5,60	5,55	5,64	0,09

Tabl. 4.1 Pomiary dokładności wskazań czujnika ultradźwiękowego

W ramach badań czujnika ultradźwiękowego wykonano pomiar wskazań otrzymywanych z czujnika w czasie 2 minut dla 4 różnych odległości od przeszkody. Rejestrowano wartość największą i najmniejszą występującą w tym czasie na analogowym wyjściu czujnika. Doświadczenie to pozwoliło określić margines błędu oraz zmianę jego wielkości w funkcji odległości mierzonej. Wyniki pomiarów zostały zestawione w tablicy 4.1.



Rys. 4.2. Wielkość marginesu błędu w funkcji odległości



Rys. 4.3. Wzrost błędów wskazań czujnika w funkcji odległości

Rysunek 4.2 i 4.3 przedstawia zmiany błędu w funkcji mierzonej odległości. Jak widać dla odległości 5.6 m błąd wskazań czujnika ultradźwiękowego jest mniejszy niż 1 cm i zmniejsza się wraz z odległością. Minimalna odległość dokładnego pomiaru wynosi 20 mm. Maksymalny zasięg pomiarowy czujnika wynosi 10 m, a jego przekroczenie sygnalizowane jest zaświeceniem odpowiedniej diody LED na obudowie czujnika.

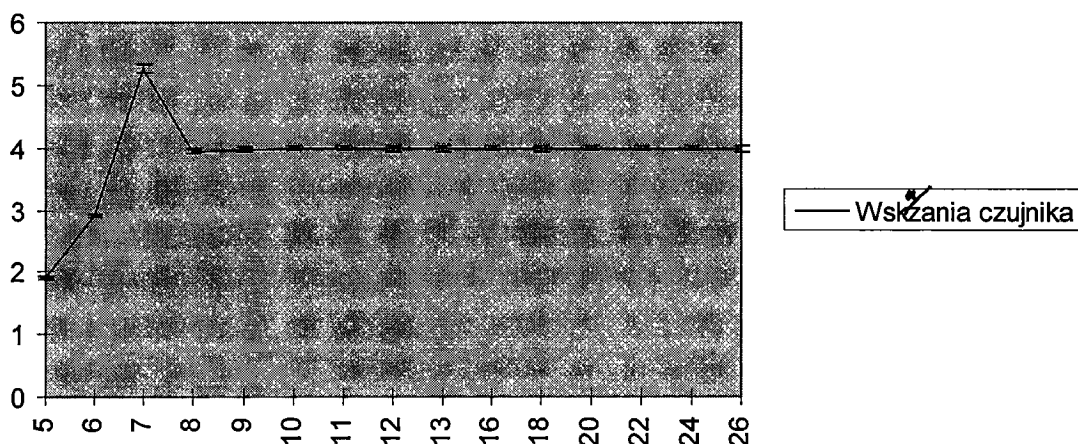
Ze względu na to, że istotne pole widzenia czujników ze względu na sterowanie robota wynosi 6 m oraz, że kąt rozwarcia wiązki czujnika wynosi 14 stopni (korytarz był zbyt wąski co powodowało błędy wskazań czujnika), nie wykonano pomiarów dla odległości większych niż 6 m.

#### 4.2 BADANIA WZAJEMNEGO ZAKŁÓCANIA SIĘ CZUJNIKÓW

Przeprowadzono badania mające na celu sprawdzenie wzajemnego zakłócania się czujników ultradźwiękowych. Wykonano szereg pomiarów dla zmiennej konfiguracji czujników względem siebie i okazało się, że zakłócenia występują jedynie w przypadku gdy czujniki skierowane są dokładnie w tym samym kierunku. Aby temu zapobiec wystarczy odchylenie czujników o 2 stopnie. Wpływ sztucznych ech, powstających głównie w małych pomieszczeniach, o ścianach słabo absorbujących fale dźwiękowe, można wyeliminować całkowicie jedynie przez zastosowanie urządzenia wyzwalającego i dokonującego odczytów z czujników w sposób sekwencyjny z opóźnieniem minimum 4 ms.

#### 4.3 BADANIA WPŁYWU NAPIĘCIA ZASILANIA NA WSKAZANIA CZUJNIKÓW

Ponieważ w instalacji robota mobilnego mogą występować pewne wahania napięcia, spowodowane możliwością doładowywania akumulatorów, oraz bardzo dużą mocą pobieraną przez silniki, przeprowadzono badania mające na celu określenie wpływu zmian napięcia zasilającego na dokładność wskazań czujników.



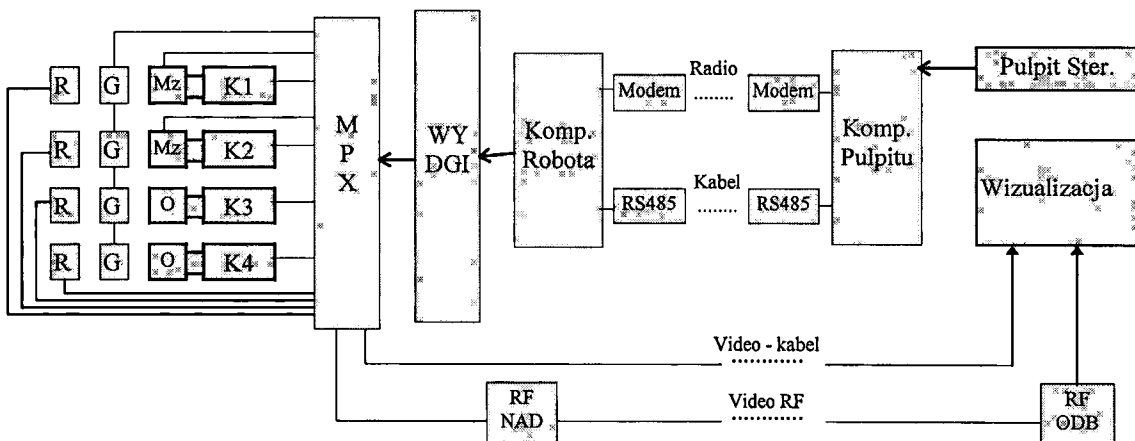
Rys. 4.4. Wskazania czujnika w funkcji zmian napięcia zasilania czujnika

Jak pokazano na rysunku 4.4 powyżej napięcia zasilania równego 8 V, błędy pomiarów nie zależą od zmian napięcia.

## 5. BADANIA PODSYSTEMU ZBIERANIA INFORMACJI Z KAMER

Rys. 5.1 przedstawia podsystem zbierania informacji z kamer. Na pulpicie sterującym istnieje możliwość regulacji następujących parametrów podsystemu:

- wybór odbioru obrazu z jednej z 4 kamer,
- włączenia reflektora doświetlającego dla danej kamery,
- dla kamer wyposażonych w motorzoom:
  - regulacja ostrości (ang. focus),
  - regulacja zbliżenia (ang. zoom),
  - regulacja przesłony (ang. iris).



Rys.5.1 Podsystem zbierania informacji z kamer

### Wyjaśnienie symboli rysunku

R	- reflektor sprzężony z daną kamerą	MPX	- multiplekser
G	- grzałka sprzężona z daną kamerą	WY DGI	- wyjścia cyfrowe
Mz	- motorzoom	RF	- urządzenie do radiowej komunikacji sygnałów wideo
O	- obiektyw o dużej głębi ostrości		
K1..K4	- kamery CCD		

Sygnal sterujący otrzymywany z pulpitu przetwarzany jest przez komputer pulpitu i przesyłany drogą kablową lub radiową do komputera pokładowego robota, a następnie przez karty wyjść cyfrowych do multipleksera. W urządzeniu tym cyfrowe sygnały sterujące są dekodowane i zamieniane na sygnały wykonawcze dla odpowiednich urządzeń.

Na aktualnym etapie realizacji projektu możliwe było przeprowadzenie badań kamer, grzałek, reflektorów, multipleksera oraz transmisji sygnału wideo przez kabel, natomiast cały tor będzie można sprawdzić dopiero po zakończeniu etapu oprogramowania robota.

W przypadku kamer TRIQ przeprowadzono badania mające na celu sprawdzenie zmian otrzymywanego obrazu w zależności od oświetlenia zewnętrznego. Kamery te zgodnie z założeniami reagują na zmiany oświetlenia, przełączając się w tryb czarno-biały (przy



pogorszeniu oświetlenia). Sprawdzono również możliwość doświetlenia obrazu w podczerwieni. Otrzymane wyniki były zadowalające.

Również w przypadku kamer TRIQ, zaopatrzonych w obiektyw umożliwiający zdalną regulację przesłony, ostrości i zbliżenia, przeprowadzono testy pozwalające na określenie optymalnego napięcia sterowania silnikami obiektywu, aby szybkość zmian nastawianych parametrów była najwłaściwsza dla operatora systemu. Napięcie to określono na 10 V.

W przypadku modułów CCD dokonano pomiarów pola widzenia kamery i okazało się, że obiektywy dostarczone przez producenta nie spełniają stawianych przez nas wymagań. Obiektywy te zapewniały pole widzenia zaledwie 0.4 m w odległości 1 m od kamery. W związku z powyższym dokonaliśmy zamiany modułów CCD na takie w których pole widzenia wynosi 1.5 m w odległości 1 m od kamery.

Następnie sprawdzona została transmisja sygnału wideo przez kabel o długości 100m. Czułość zastosowanego monitora okazała się wystarczająca, a sygnał z kamer na tyle silny, że nie istnieje konieczność stosowania dodatkowych wzmacniaczy sygnału. Obraz na monitorze był czysty i stabilny, co gwarantuje duży komfort wykonywania teleoperacji. Aby sprawdzić odporność transmisji kablowej na zakłócenia, równoległe z kablem wideo ułożono kabel sieciowy, przez który płyną prąd o natężeniu 23 A (220V, 50Hz). Nie zauważono nawet najmniejszego wpływu na otrzymywany obraz z kamer.

Ze względu na typ zastosowanych kamer oraz konieczności zdalnego sterowania ich nastawami za pomocą komputera PC w standardzie VME, konieczne było zastosowanie urządzenia pozwalającego na realizację w/w funkcji. Ponieważ na rynku nie istnieją seryjnie produkowane urządzenia tego typu, zlecone zostało opracowanie projektu, wykonanie oraz badania urządzenia tego typu firmie IDEA. Opis urządzenia zawarty jest w załączniku nr 1 do niniejszego sprawozdania.

## **6. BADANIE PODSYSTEMU KOMUNIKACJI RADIOWEJ**

W robocie zastosowano dwa niezależne tory transmisji radiowej: tor danych i tor sygnałów wideo. Dodatkowo razem z torem wizji możliwa jest jednostronna transmisja dźwięku z robota do pulpitu sterowniczego.

Badania obejmowały sprawdzenie zasięgu obu torów transmisji zarówno w terenie zabudowanym jak i w otwartej przestrzeni. Badania przeprowadzono wewnątrz budynku PIAP. Otrzymane wyniki zarówno dla toru danych jak i wideo są bardzo zbliżone i wynoszą w terenie zamkniętym ok. 70 m oraz ok. 1 km w terenie otwartym. Należy jednak zwrócić uwagę na bardzo duży wpływ materiałów z jakich jest wykonany budynek (przeszkody) oraz rodzaju zabudowy. W wykonanym przez nas doświadczeniu sygnał stawał się zbyt słaby aby można go było prawidłowo interpretować po przejściu 7 ścian działowych i różnicy poziomów równej dwóm piętrům. Ze względu na to, że określenie „teren zabudowany” jest w tym znaczeniu bardzo trudny do zdefiniowania (liczba przeszkód, ich grubość, materiał z jakiego są wykonane, wzajemne ich usytuowanie) nie jest możliwe dokładne określenie maksymalnych odległości przy których transmisja odbywa się bezbłędnie. Wyniki doświadczenia zostały

zaprezentowane przyszłym użytkownikom systemu i zostały ocenione jako bardzo dobre.

Podczas badań nie stwierdzono zakłóceń wywołanych jednoczesną pracą podsystemu radiowej transmisji danych i wideo.

Wykonano badania potwierdzające skuteczność kodowania przesyłanej informacji, której bez zaawansowanego sprzętu nie daje się przechwycić i odczytać.

Przeprowadzono badania potwierdzające brak wpływu działania telefonów komórkowych na jakość i zakłócenia transmisji.

Przeprowadzono dodatkowe badania z zastosowaniem anten o zysku 3dB (do radiowej transmisji danych) i anteny kierunkowej o zysku 8 dB (do radiowej transmisji wideo). W przypadku sygnału wideo nastąpiło zwiększenie zasięgu o 10 m w terenie zamkniętym (przy dodatkowych dwóch ścianach działowych). W przypadku transmisji danych, wymiana anteny spowodowała znaczne pogorszenie osiągniętych, co spowodowało konieczność wykonania dodatkowych badań anteny. Testy przeprowadzono na specjalistycznym urządzeniu Communication Monitor Wavetek 4015 Stabilock firmy Wavelock. Wykazały one, że antena nie posiada rezonansu w zakresie częstotliwości 880-920 MHz co jest wynikiem uszkodzenia anteny. Ponadto w odległości 1.3m od złącza antenowego została wykryta pewna, bliżej nieokreślona nieprawidłowość mogąca być np. zwarcie przewodu. Po przedstawieniu wyników badań producentowi, antena została wymieniona na wolną od wad. Badania z wykorzystaniem sprawnej anteny pokazały, że w tym przypadku również jest możliwe zwiększenie zasięgu o dystans podobny do uzyskanego z anteną o większym zysku do transmisji sygnału wideo.

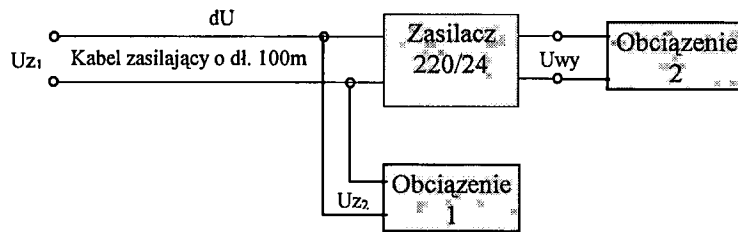
## 7. BADANIA PODSYSTEMU ZASILANIA

Robot interwencyjno-inspekcyjny przystosowany jest do zasilania napięciem 220V. W pulpicie sterowniczym napięcie to jest przetwarzane w standardowych zasilaczach na napięcia +12, -12 +5V. Parametry tych zasilaczy zostały sprawdzone i są gwarantowane przez producenta.

Napięcie 220V drogą kablową przesyłane jest do bazy mobilnej robota. W początkowej wersji systemu na pokładzie bazy mobilnej miały się znaleźć zasilacze z 220V/24V pozwalające na całkowite zasilanie robota oraz ładowanie akumulatorów. Zastosowanie dwóch silników napędowych o mocy emitowanej 1 KM (2x736 W) (maksymalna moc pobierana przez oba silniki jednocześnie jest równa 1872 W) i mając na uwadze ograniczenia postawione na gabaryty bazy mobilnej, nie ma możliwości umieszczenia tam zasilaczy o łącznej mocy przekraczającej 2000W. Spowodowało to konieczność weryfikacji pierwotnej koncepcji zasilania układu. W związku z powyższym zdecydowano się na zastosowanie zasilania buforowego bazy mobilnej. Idea polega na tym, że robot zasilany jest głównie z akumulatorów, które drogą kablową są jedynie doładowywane. Ograniczeniem takiego rozwiązania jest brak możliwości uruchomienia robota bez zainstalowanych akumulatorów, jednak korzyści płynące z ograniczenia masy i rozmiarów robota są bardzo duże. Należy bowiem pamiętać, że maksymalny pobór prądu pobieranego przez robota będzie zdarzał się jedynie w sytuacjach

nadzwyczajnych, a jak wykazują doświadczenia przeprowadzone przez nas na innych robotach tego typu, w warunkach normalnej eksploatacji pobór prądu jest mniejszy niż 40% obciążenia maksymalnego. W takiej sytuacji zastosowanie zasilacza 220/24V o mocy 750W będzie pokrywało bilans energetyczny wszystkich urządzeń oraz doładowywanie akumulatorów. Opcjonalnie przewidziane jest miejsce na zastosowanie dodatkowego zasilacza 750W.

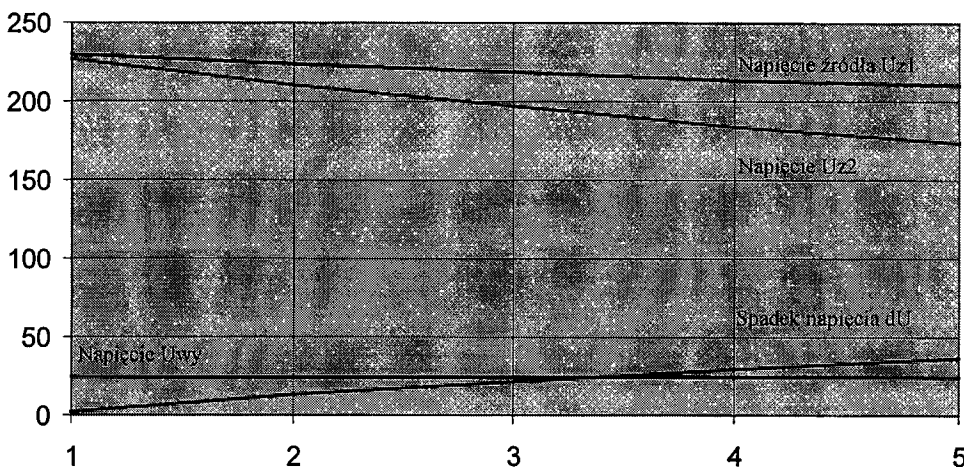
Ze względu na to, że zasilacze zostały przebadane przez producenta przeprowadzono jedynie testy mające na celu sprawdzenie spadku napięcia w kablu zasilającym o długości 100m oraz wpływu spadku napięcia na stabilność pracy zasilaczy.



Rys. 7.1 Schemat układu pomiarowego i wyjaśnienie symboli

L/p.	Obciążenie 1 [W]	$U_{z1}$ [V]	$U_{z2}$ [V]	$U_{wy}$ [V]	$dU$ [V]
1	0	229,5	227	24,18	2,5
2	1000	223	210	24,19	13
3	2000	218	196,5	24,19	21,5
4	3000	213,5	184	24,20	29,5
5	4000	210	173	24,20	37

Tabl. 7.1 Pomiary spadków napięcia na kablu dla zmiennego obciążenia 1



Rys. 7.2 Wykres zmian  $U_{z1}$ ,  $U_{z2}$ ,  $dU$  oraz  $U_{wy}$  w funkcji zmian Obciążenia 1

Jak widać na powyższym wykresie przy obciążeniu 4000W spadki napięć na kablu nie mają wpływu na napięcie wyjściowe i stabilność pracy zasilaczy. W powyższym teście zasilacze były obciążane mocą ok. 100W. Nie zachodziła bowiem potrzeba badania

jakości stabilizacji napięcia  $U_{wy}$  w funkcji zmian obciążenia 2, ponieważ parametr ten jest gwarantowany przez producenta zasilaczy.

## **8. BADANIA PODSYSTEMU STEROWANIA I WIZUALIZACJI**

Badania podsystemu sterowania i wizualizacji obejmowały głównie zagadnienia ergonomii pulpitu sterowniczego, poprawności rozmieszczenia lampek kontrolnych oraz dźwigni joysticka i przełączników sterujących, a w przypadku podsystemu wizualizacji rozmieszczenia symboli graficznych i napisów informacyjnych, ich czytelności, a także rozmieszczenia na pulpicie sterującym monitorów do wizualizacji obrazu otrzymywanego z kamer oraz wizualizacji danych otrzymywanych z komputera. W badaniach uczestniczyli zarówno przyszli użytkownicy systemu jak również pracownicy realizujący temat. Badania poprawności funkcjonowania podsystemu sterowania będą możliwe dopiero w etapie 9 p.t. „Badania prototypu robota”.

## **9. BADANIA PODSYSTEMU NAPĘDU ROBOTA**

Badanie podsystemu napędu robota możliwe będzie dopiero w etapie p.t. „Badania prototypu robota”.

## **10. WNIOSKI**

W wyniku przeprowadzonych badań dokonano weryfikacji sprzętu wadliwego oraz nie spełniającego wymagań stawianych w projekcie. Było tak w przypadku dodatkowej anteny do transmisji drogą radiową danych sterujących, oraz w przypadku dwóch modułów kamer CCD, których pole widzenia nie pozwalałoby na swobodne sterowanie robota mobilnego. Dzięki badaniom czujników ultradźwiękowych stwierdzono prawdopodobną potrzebę zastosowania urządzenia, które pozwoli na sekwencyjne włączanie czujników i dokonywanie otrzymywanych z nich odczytów. Pozwoli to całkowicie wyeliminować wpływ wzajemnego zakłócania się sensorów. Badania komputerów wykazały brak kompatybilności z systemem operacyjnym QNX w wersji 4.22, co spowodowało konieczność dokonania aktualizacji oprogramowania.

Na bieżącym etapie projektu wystąpiła również zmiana koncepcji zasilania bazy mobilnej robota, spowodowana zastosowaniem silników znacznie większej mocy niż planowano to na wstępie.

Należy podkreślić, że wszystkie operacje wymiany sprzętu, zmiany koncepcji lub też reklamacji urządzeń wcześniej zakupionych, nie pociągnęły za sobą znacznych nakładów finansowych ze strony Wykonawcy projektu.

## Załącznik nr 1

**MULTIPLEXER DO CZTERECH KAMER CCD**

**INSTRUKCJA  
UŻYTKOWANIA**

Wykonawca: IDEA  
ul. Ceglowska 64  
01-809 Warszawa  
tel. 0601 36 33 86

Zamawiający: PIAP  
Zespół Inteligentnych Systemów Mobilnych  
Al. Jerozolimskie 202  
02-486 Warszawa  
tel. 863 76 59

Warszawa, 26 styczeń 1998

**Spis Treści:**

	str.
1. Założenia	2
2. Dane techniczne	4
2.1. Dane techniczne wejściowe	4
2.2. Dane techniczne wyjściowe	6
3. Opis złącz	8
4. Wymiary	13

## 1. Założenia

Multiplexer do czterech kamer CCD jest urządzeniem, które ma w założeniach spełnić szereg parametrów elektronicznych oraz mechanicznych. Urządzenie to służy do sterowania czterema kamerami CCD. Sygnały sterujące pracą multiplexera są generowane przez komputer przemysłowy klasy IBM PC Pentium wykonany w standardzie 3U. Zespół kamer złożony jest z dwóch kamer typu TRIQ 2012P oraz dwóch kamer typu FPCC-38/4.3. Kamery te są zasilane przez multiplexer. Impulsy sterujące, dotyczące wyboru jednej z kamer, a także dotyczące wyboru jednej z funkcji sterujących (stan wysoki na jednym z wejść sterujących), są generowane przez zainstalowany w komputerze moduł opto-izolowanych wyjść cyfrowych. Każde z tych wyjść jest zrealizowane jako klucz tranzystorowy. Każde z nich otrzymuje oddzielne zasilanie, które może być przez tranzystor w stopniu końcowym podane na wyjście karty. Zasilanie każdego klucza tranzystorowego jest również funkcją multiplexera. Zabezpieczenie przed możliwością wyboru więcej niż jednej kamery w danej chwili jest realizowane programowo na poziomie komputera.

Sterowanie kamerami polega na:

- wyborze która z czterech kamer CCD ma aktualnie przesyłać obraz do linii przesyłowej,
- wyborze linii przesyłowej: przesyłanie obrazu kablem lub drogą radiową,
- w przypadku dwóch kamer dodatkowo sterowanie ich obiektywami w zakresie:
  - ◊ powiększenia (ang. zoom)
  - ◊ ostrości (ang. focus)
  - ◊ przesłony (ang. iris)
- we wszystkich czterech kamerach: możliwość włączenia/wyłączenia reflektora oświetlającego pole obserwacji aktualnie włączonej kamery.



Założone parametry elektroniczne obejmowały wymogi napięciowe i prądowe stawiane zarówno po stronie wejściowej, jak i po stronie wyjściowej urządzenia. Zasilanie urządzenia jest dostarczane w postaci napięcia stałego 12 V. Założenia te zostały w pełni spełnione (niektóre nawet z pewnym zapasem). Dane liczbowe w postaci porównania spodziewanych obciążeń i możliwości urządzenia są dokładnie omówione w rozdziale drugim p.t. „Dane techniczne”.

Założenia w zakresie parametrów mechanicznych dotyczyły głównie wymiarów zewnętrznych urządzenia. Powstały multiplexer spełnia te wymogi jako karta o wymiarach standardowych, przystosowana do mocowania w kasecie VME 3U. Karta ta posiada płytę czołową w wykonaniu przemysłowym o oznaczeniu PC-3U-8. Ponadto założenia obejmowały środowisko pracy urządzenia:

- zakres temperatur pracy : -40 do +80 st. C
- wilgotność względna : do 95%
- odporność na wstrząsy : wysoka

Jakość podzespołów użytych do budowy multiplexera oraz technologia wykonania urządzenia gwarantuje spełnienie w/w parametrów.

Wykonane zostały badania multiplexera w wyniku których stwierdzono funkcjonalną poprawność działania urządzenia oraz zgodność jego parametrów elektronicznych i mechanicznych z parametrami założonymi.

## 2. Dane techniczne

*Zasilanie:* 12 V DC, 1,6...8 A

Prąd pobierany przez urządzenie zależy od wybranej funkcji, w szczególności max. 8 A może być pobierane przez reflektor oświetlający pole widzenia aktualnie wybranej kamery.

### 2.1. Dane techniczne wejściowe

Wszystkie cztery kamery są zasilane przez cały czas. Głównym powodem tego stanu rzeczy jest konieczność utrzymywania odpowiedniej temperatury pracy kamer w przypadku operowania w warunkach obniżonej temperatury zewnętrznej. Z tej samej linii zasilającej korzystają termostaty ogrzewające kamery.

*Wybór jednej z czterech kamer:* stan wysoki (12 V prądu stałego) na jednym z trzech wejść sterujących. Brak sterowania (stan 000) oznacza wybór kamery Cam1.

***UWAGA: musi być spełniony warunek zaistnienia tylko jednego stanu wysokiego spośród trzech wejść sterujących w danej chwili.***

*Pobory prądu na wejściach sterujących multiplexera przy wyborze poszczególnych kamer:*

Cam1: 0 mA

Cam2: 50 mA

Cam3: 50 mA

Cam4: 90 mA

*Zapalenie reflektora:*

stan wysoki (12 V DC, 50 mA) na wejściu multiplexera, sterującym reflektorami.

Zapala się tylko jeden reflektor, oświetlając pole widzenia aktualnie wybranej kamery.

*Wybór linii przesyłowej:*

stan niski (0 V) - wybór drogi radiowej

stan wysoki (12V DC, 20 mA) - wybór drogi kablowej.

W przypadku kamer Cam1 i Cam2 możliwe jest sterowanie ich obiektywami w zakresie regulacji: powiększenia (ang. zoom), ostrości (ang. focus) i przesłony (ang. iris). Do tego celu służą cztery wejścia multiplexera. Pierwsze decyduje o kierunku zmian (zwiększanie/zmniejszanie). Pozostałe trzy to odpowiednio sterowanie zmianami poszczególnych nastaw obiektywu. Sterowanie danym obiektywem jest możliwe w czasie kiedy dana kamera jest wybrana jako aktualnie pracująca.

*Wybór kierunku zmian (zwiększanie/zmniejszanie):*

zwiększanie - stan niski (0 V) na wejściu sterującym,

zmniejszanie - stan wysoki (12 V DC, 40 mA) na wejściu sterującym.

*Sterowanie silnikami obiektywu (zoom, iris, focus):*

Podanie napięcia na odpowiednie złącze (zoom, iris, focus) powoduje zmianę danego parametru obiektywu w kierunku zgodnym ze wskazywanym przez stan wejście wyboru kierunku zmian (opis powyżej).

W czasie działania silnika obiektywu pobierane jest ok. 150 mA, 10 V DC. Zasilanie to jest dostarczane przez wyjścia multiplexera na odpowiednie klucze tranzystorowe w karcie wyjść z komputera.

## 2.2. Dane techniczne wyjściowe

*Zasilanie kluczy tranzystorowych dla wyboru kamer (Cam2, Cam3, Cam4), włączenia/wyłączenia reflektora (Ref), wyboru linii przesyłowej (droga radiowa - RF, kabel - Kabel), wybór kierunku zmian (+/-):*

12 V DC, w sumie na wszystkie wyjścia max. ok. 8 A (w rzeczywistości multiplexer nie pobiera tu nigdy więcej niż ok. 200 mA).

*Zasilanie kluczy tranzystorowych dla sterowania silnikami obiektywu (zoom, iris, focus):*

10 V DC, w sumie na wszystkie wyjścia max. ok. 8 A (w rzeczywistości silniki obiektywów nie pobierają tu nigdy więcej niż ok. 150 mA).

10 V DC jest wytwarzane przez multiplexer z zasilającego go 12 V DC. Obniżenie napięcia zasilającego silniki obiektywów kamer jest konieczne ze względu na ustalenie odpowiedniej (wygodnej dla operatora) prędkości zmian zoom, iris lub focus.

*Zasilanie wybranego reflektora:*

12 V DC, max. 8 A (prąd zależy od mocy użytych reflektorów, zakłada się użycie reflektorów o mocy ok. 50 W, więc prąd nie powinien przekraczać 4,2 A).

*Zasilanie kamer i ich termostatów:*

12 V DC, max. 8 A (prąd wynika z zasilania czterech kamer CCD i ich termostatów o maksymalnej sumarycznej mocy  $2 \times 7 + 2 \times 2,7 + 4 \times 2,5 = 29,4$  W, co daje max. prąd ok. 2,5 A - dane pochodzą z dokumentacji technicznej kamer i termostatów dostarczonej przez zamawiającego).

*Sterowanie silnikami obiektywu (zoom, iris, focus):*

10 V DC, max. 1 A (w rzeczywistości silniki obiektywów nie pobierają tu nigdy więcej niż ok. 150 mA). 10 V DC jest wytwarzane przez multiplexer z zasilającego go napięcia 12 V DC. Obniżenie napięcia zasilającego silniki obiektywów kamer jest konieczne ze względu na ustalenie odpowiedniej (wygodnej dla operatora) prędkości zmian zoom, iris lub focus.

*Złącza linii przesyłowych:*

Dwa złącza typu BNC 75Ω. Do jednego z nich, w zależności od wyboru linii przesyłowej, przekazywany jest sygnał video z jednej wybranej z czterech kamer.

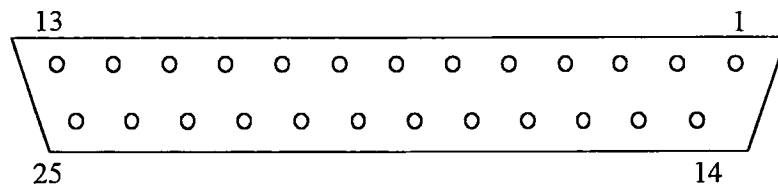
### 3. Opis złącz

Na płycie czołowej urządzenia znajdują się wszystkie złącza multiplexera. Są to kolejno:

1. Złącze DB25-F w którym zgrupowane są styki związane z przyjmowaniem sygnałów sterujących pracą kamer i reflektorów.
2. Złącze DB25-M w którym zgrupowane są styki związane z komunikacją z kamerami (sterowanie, zasilanie i pobieranie sygnałów video).
3. Dwa złącze typu BNC  $75\Omega$ , na jedno z nich, w zależności od wyboru linii przesyłowej, przekazywany jest sygnał video z jednej wybranej z czterech kamer.
4. Wiązka przewodów zasilających (12V, 8A):
  - 4 przewody do zasilania reflektorów
  - 1 przewód zasilający + 12 V DC
  - 1 przewód masowy 0 V DC (GND)

Przewody te są wyprowadzone przez otwór w płycie czołowej i są wyposażone w odpowiednie złącza do połączenia ich z dalszym ciągiem okablowania.

Ad. 1) Złącze DB25-F - wejścia sterujące



Rys. 1. Widok złącza DB25-F od strony płyty czołowej.

Opis złącza wejść sterujących:

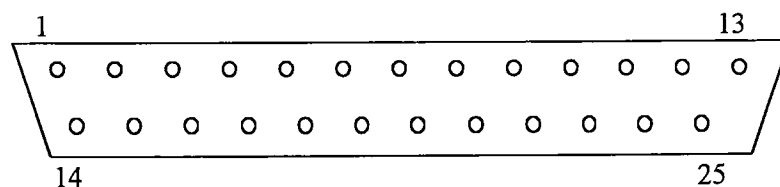
Styk nr	Opis
1	+ 12 V DC, zasilanie klucza tranzystorowego dla włączania reflektora.
2	+ 12 V DC, zasilanie klucza tranzystorowego dla wyboru linii przesyłowej.
3	+12 V DC, zasilanie klucza tranzystorowego dla wyboru kierunku zmian parametrów obiektywów.
4	+10 V DC, zasilanie klucza tranzystorowego dla sterowania silnika obiektywu - ostrość (focus).
5	+10 V DC, zasilanie klucza tranzystorowego dla sterowania silnika obiektywu - przesłona (iris).
6	+10 V DC, zasilanie klucza tranzystorowego dla sterowania silnika obiektywu - powiększenie (zoom).
7	nie podłączone
8	nie podłączone
9	nie podłączone
10	+ 12V DC, zasilanie klucza tranzystorowego dla włączania kamery nr 3.
11	+ 12V DC, zasilanie klucza tranzystorowego dla włączania kamery nr 4.
12	+ 12V DC, zasilanie klucza tranzystorowego dla włączania kamery nr 2.
13	GND
14	wejście do włączania reflektora. Klucz tranzystorowy zasilany jest ze styku 1.
15	wejście do wyboru linii przesyłowej. Klucz tranzystorowy zasilany jest ze styku 2, brak sterowania oznacza wybór transmisji przez radio.
16	wejście do wyboru kierunku zmian parametrów obiektywów (zoom, iris, focus). Klucz tranzystorowy zasilany jest ze styku 3. Obecność sterowania oznacza wybór opcji „zmniejszanie”, brak sterowania - „zwiększanie”.
17	wejście do regulacji ostrości (focus) w kierunku wybranym przez styk 16. Klucz tranzystorowy zasilany jest ze styku 4.

18	wejście do regulacji przesłony (iris) w kierunku wybranym przez styk 16. Klucz tranzystorowy zasilany jest ze styku 5.
19	wejście do regulacji powiększenia (zoom) w kierunku wybranym przez styk 16. Klucz tranzystorowy jest zasilany ze styku 6.
20	nie podłączone
21	nie podłączone
22	nie podłączone
23	wejście do wyboru kamery nr 3 (Cam3). Klucz tranzystorowy jest zasilany ze styku 10 (*).
24	wejście do wyboru kamery nr 4 (Cam4). Klucz tranzystorowy zasilany jest ze styku 11 (*).
25	wejście do wyboru kamery nr 2 (Cam2). Klucz tranzystorowy jest zasilany ze styku 12 (*).

**(\*) UWAGA 1:** *musi być spełniony warunek zaistnienia tylko jednego stanu wysokiego spośród trzech wejść sterujących (w danej chwili może być wybrana tylko jedna kamera).*

**UWAGA 2:** **kiedy brak jest stanów wysokich na wejściach 23, 24, oraz 25 - wybrana jest kamera nr 1 (Cam1)**

Ad. 2) Złącze DB25-M - komunikacja z kamerami



Rys. 2. Widok złącza DB25-M od strony płyty czołowej.

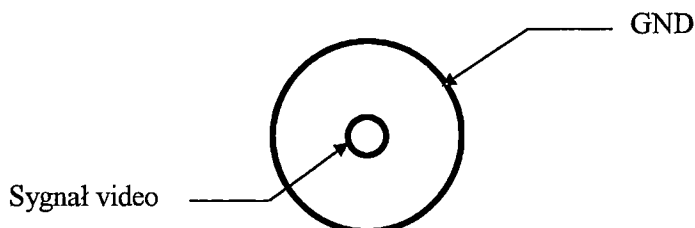


Opis złącza do komunikacji z kamerami:

Styk nr	Opis
1	+ 12 V DC, zasilanie kamery nr 1 (Cam1).
2	wyjście na silnik obiektywu - ostrość (focus1b) dla kamery nr 1 (Cam1). Podłączyć tak, aby pojawienie się tu GND powodowało wyostrezanie obrazu na odległość większą od kamery, a + 10 V na odległości bliżej kamery.
3	wyjście na silnik obiektywu - przesłona (iris1b) dla kamery nr 1 (Cam1). Podłączyć tak, aby pojawienie się tu GND powodowało rozjaśnianie obrazu, a + 10 V przyciemnianie.
4	wyjście na silnik obiektywu - powiększenie (zoom1b) dla kamery nr 1 (Cam1). Podłączyć tak, aby pojawienie się tu GND powodowało zwiększanie powiększenia, a + 10 V zmniejszanie.
5	sygnał video z kamery nr 1 (Cam1).
6	wyjście na silnik obiektywu - ostrość (focus2a) dla kamery nr 2 (Cam2). Podłączyć tak, aby pojawienie się tu + 10V powodowało wyostrezanie obrazu na odległość większą od kamery, a GND na odległości bliżej kamery.
7	wyjście na silnik obiektywu - przesłona (iris2a) dla kamery nr 2 (Cam2). Podłączyć tak, aby pojawienie się tu + 10V powodowało rozjaśnianie obrazu, a GND przyciemnianie.
8	wyjście na silnik obiektywu - powiększenie (zoom2a) dla kamery nr 2 (Cam2). Podłączyć tak, aby pojawienie się tu + 10V powodowało zwiększanie powiększenia, a GND zmniejszanie.
9	GND
10	+ 12 V DC, zasilanie kamery nr 3 (Cam3).
11	GND
12	sygnał video z kamery nr 4 (Cam4).
13	GND
14	wyjście na silnik obiektywu - ostrość (focus1a) dla kamery nr 1 (Cam1). Podłączyć tak, aby pojawienie się tu + 10V powodowało wyostrezanie obrazu na odległość większą od kamery, a GND na odległości bliżej kamery.

15	wyjście na silnik obiektywu - przesłona (iris1a) dla kamery nr 1 (Cam1). Podłączyć tak, aby pojawienie się tu + 10V powodowało rozjaśnianie obrazu, a GND przyciemnianie.
16	wyjście na silnik obiektywu - powiększenie (zoom1a) dla kamery nr 1 (Cam1). Podłączyć tak, aby pojawienie się tu + 10V powodowało zwiększanie powiększenia, a GND zmniejszanie.
17	GND
18	+ 12 V DC, zasilanie kamery nr 2 (Cam2).
19	wyjście na silnik obiektywu - ostrość (focus2b) dla kamery nr 2 (Cam2). Podłączyć tak, aby pojawienie się tu GND powodowało wyostrażanie obrazu na odległość większą od kamery, a + 10 V na odległości bliżej kamery.
20	wyjście na silnik obiektywu - przesłona (iris2b) dla kamery nr 2 (Cam2). Podłączyć tak, aby pojawienie się tu GND powodowało rozjaśnianie obrazu, a + 10 V przyciemnianie.
21	wyjście na silnik obiektywu - powiększenie (zoom2b) dla kamery nr 2 (Cam2). Podłączyć tak, aby pojawienie się tu GND powodowało zwiększanie powiększenia, a + 10 V zmniejszanie.
22	sygnał video z kamery nr 2 (Cam2).
23	sygnał video z kamery nr 3 (Cam3).
24	+ 12 V DC, zasilanie kamery nr 4 (Cam4).
25	GND

Ad. 3) Złącza BNC 75Ω - wyjścia video



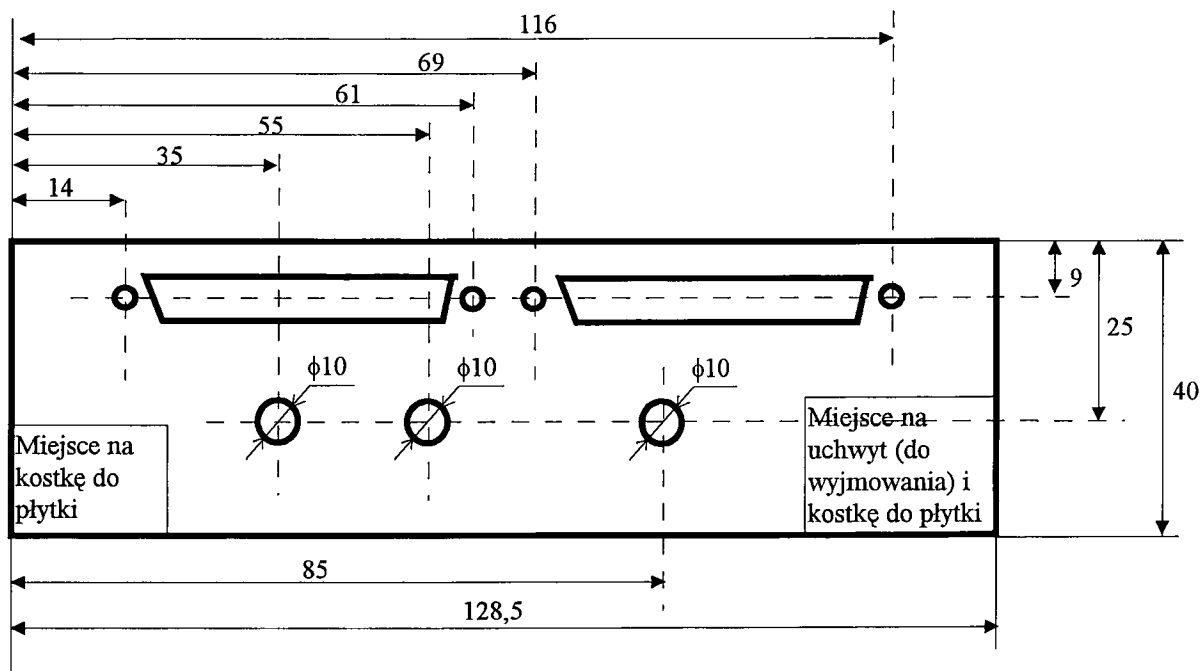
Rys. 3. Widok złącza BNC 75Ω.

Ad. 4) Przewody zasilania multiplexera i reflektorów

Przewody zasilania multiplexera i reflektorów stanowią wiązkę przechodzącą przez otwór w płycie czołowej multiplexera i posiadają opis w postaci etykietek: „+12 V” oraz „GND” to zasilanie multiplexera; „Ref1”, „Ref2”, „Ref3”, „Ref4” to przewody do zasilania reflektorów.

**4. Wymiary**

Multiplexer wykonany został na płycie drukowanej o wymiarach 160x100 mm, co stanowi wymiary zgodne ze standardem VME 3U. Płytkę jest przystosowana do łączenia jej ze standardową płytą czołową poprzez kostki mocujące ze śrubami. Zastosowana płyta czołowa jest to element o oznaczeniu katalogowym PC-3U-8 z odpowiednio wykonanymi na niej otworami dla złącz. Płyta ta jest wykonana z blachy o grubości 3 mm. Została ona przedstawiona na rys. 4. Całość przeznaczona jest do mocowania w kasecie typu 3U za pomocą odpowiednich śrub.



Rys. 4. Wymiary płyty czołowej multiplexera.